

**Lehrbuch der Zoologie / von dr. Richard Hertwig ... Mit 568 abbildungen.**

**Contributors**

Hertwig, Richard, 1850-1937.

**Publication/Creation**

Jena : G. Fischer, 1900.

**Persistent URL**

<https://wellcomecollection.org/works/kqqtj99u>

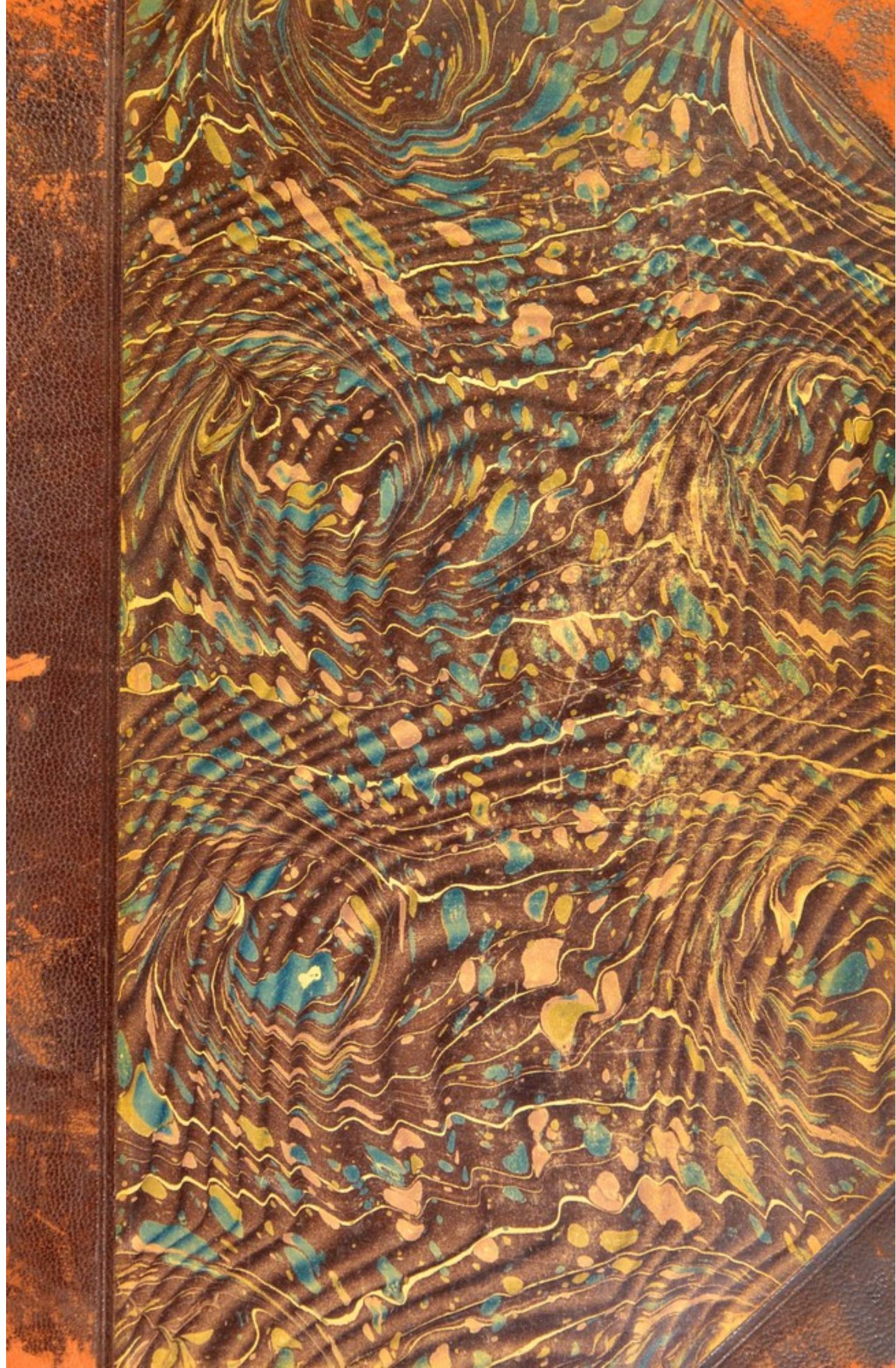
**License and attribution**

Conditions of use: it is possible this item is protected by copyright and/or related rights. You are free to use this item in any way that is permitted by the copyright and related rights legislation that applies to your use. For other uses you need to obtain permission from the rights-holder(s).



Wellcome Collection  
183 Euston Road  
London NW1 2BE UK  
T +44 (0)20 7611 8722  
E [library@wellcomecollection.org](mailto:library@wellcomecollection.org)  
<https://wellcomecollection.org>









22102037023



Med  
K6173













LEHRBUCH  
DER  
ZOOLOGIE

VON

**DR. RICHARD HERTWIG,**

O. Ö. PROF. DER ZOOLOGIE UND VERGL. ANATOMIE A. D. UNIVERSITÄT MÜNCHEN.

MIT 570 ABBILDUNGEN.

FÜNFTE UMGEARBEITETE AUFLAGE.



JENA.  
VERLAG VON GUSTAV FISCHER.  
1900.

19.74.9236.

Alle Rechte vorbehalten.

WELLCOME INSTITUTE LIBRARY	
Coll.	weIMOmec
Call	
No.	Q.L.



## Vorrede.

Das vorliegende Lehrbuch soll in erster Linie den Anfänger in das Studium der wissenschaftlichen Zoologie einführen und denen, welche der Zoologie als Hilfswissenschaft bedürfen, die Grundzüge derselben in knapper Fassung bieten. Es würde aber den Verfasser freuen, wenn es dem Buch vergönnt sein sollte, noch weiteren Einfluss zu gewinnen und in den Kreisen gebildeter Laien, welche vielfach schon jetzt den Lebenserscheinungen der Thiere lebhaft Theilnahme entgegenbringen, auch für die Gesetzmässigkeit in der thierischen Organisation und Entwicklung regeres Interesse wachzurufen. Denn so sehr auch einige cardinale Fragen der Zoologie, wie z. B. die Descendenzlehre, in der Neuzeit in weitere Volksschichten eingedrungen sind, so wenig hat die Kenntniss vom Bau der Thierwelt grössere Ausbreitung gefunden; und doch kann nur von einer Ausbreitung dieser Kenntniss erwartet werden, dass sich allmählig eine unbefangene Auffassung von der Stellung des Menschen im Naturganzen Bahn bricht.

Ein zur Einführung und ersten Orientirung dienendes Buch muss sich in der Auswahl des Stoffes Beschränkung auferlegen; es soll ein Gesamtbild entwerfen, in welchem die Grundzüge nicht durch allzu viel Einzelheiten verdeckt werden. Eine solche Beschränkung war schon in den Partien nothwendig, welche die anatomischen und entwicklungsgeschichtlichen Merkmale der grösseren Abtheilungen des Thierreichs, der Stämme, Classen und Ordnungen, behandeln; noch mehr war sie in den systematischen Abschnitten geboten. Bei dem ausserordentlichen Umfang der systematischen Zoologie muss es Specialwerken über die einzelnen Classen und Ordnungen vorbehalten bleiben, die genauere Kenntniss auch nur der bekannteren einheimischen Arten und Familien zu vermitteln. Was in diesem Buche geboten wird, kann nur den Zweck haben, einige besonders auffällige und charakteristische Formen als Beispiele für die anatomischen und entwicklungsgeschichtlichen Darstellungen aufzuführen.

Von dieser Regel wurde nur an wenigen Stellen eine Ausnahme gemacht, wo es sich um Thiere handelte, welche durch Eigenthümlichkeiten des Baues oder der Entwicklung ein besonderes Interesse beanspruchen oder durch ihre Lebensweise, sei es schädlich, sei es förderlich, in die Existenzbedingungen des Menschen eingreifen. Wenn die wichtigsten Arten und Familien der Parasiten des Menschen und der



Hausthiere etwas ausführlicher berücksichtigt worden sind, so wird dies nicht nur dem Mediciner, sondern auch dem Landwirth, dem zukünftigen Lehrer der Naturwissenschaften, ja einem jeden Laien willkommen sein.

Ein weiterer Gesichtspunkt, auf welchen bei der Abfassung des Lehrbuchs grosser Werth gelegt wurde, sei hier ebenfalls noch hervorgehoben. Noch mehr als in anderen Wissenschaften sind in den Naturwissenschaften alle Begriffe, mit denen der Leser keine klaren Vorstellungen verbinden kann, werthlos; dem Anfänger gegenüber kann nicht eindringlich genug betont werden, dass er nicht von dem Auswendiglernen der Namen, sondern von der lebendigen Kenntniss der Erscheinungen Förderung zu erwarten hat. Deshalb darf aber auch ein Lehrbuch keine Bezeichnungen, welche dem Lernenden nothwendigerweise noch unbekannt sein müssen, anwenden, ohne sie zu erläutern. Es ist besser, weniger zu bieten, dieses Wenige aber vollkommen zu erklären, als im Aufbau der Kenntnisse Lücken und Unklarheiten zu lassen. Gerade in dieser Hinsicht ist die vom Einfachen zum Complicirten aufsteigende genetische Methode, welche besonders durch die Descendenztheorie zur herrschenden geworden ist, didaktisch von der grössten Bedeutung geworden. Es braucht daher kaum hervorgehoben zu werden, dass dieses Lehrbuch ganz im Geist der Entwicklungslehre geschrieben ist, auch da, wo keine specielle Nutzenanwendung von derselben gemacht wurde.

Um den Text besser verständlich zu machen, sind dem Lehrbuch zahlreiche Figuren beigegeben, auf deren Auswahl Dank dem liberalen Entgegenkommen des Herrn Verlegers besondere Sorgfalt verwandt werden konnte. Ein Theil derselben konnte aus anderen Lehrbüchern und aus wissenschaftlichen Werken entlehnt werden; ihre Herkunft findet der Leser angegeben auch dann, wenn sie für die Zwecke des Lehrbuchs in geeigneter Weise weiter ausgeführt oder modificirt worden sind. Zahlreiche Originalzeichnungen waren namentlich bei den anatomischen Darstellungen nothwendig, zumeist aus didaktischen Rücksichten. Für ein Lehrbuch ist es von Wichtigkeit, dass bei den Abbildungen die Organe, soweit es möglich ist, vollständig und in ihren genauen Lagebeziehungen zu einander dargestellt werden. Von diesem Gesichtspunkt aus wird der Fachgenosse es begreiflich finden, wenn manche ältere verdienstvolle Zeichnungen, welche in alle Lehrbücher Eingang gefunden haben, den genannten Ansprüchen aber nicht entsprechen, wie z. B. die Anatomien von Ascidien, Salpen, Cephalopoden, Schnecken, Cladoceren etc., durch neue ersetzt worden sind.

Für die gute Ausführung der Zeichnungen bin ich Herrn Universitätszeichner KRAPF, für ihre sorgfältige und rasche Vervielfältigung der Anstalt für Zinkotypie von MEISENBACH & Co. zu grossem Danke verpflichtet; ferner habe ich Herrn Dr. HOFER für seine Theilnahme am Lesen der Correcturbogen an dieser Stelle besten Dank zu sagen.

München, im October 1891.

**Richard Hertwig.**



## Vorrede zur fünften Auflage.

---

Durch die gewaltige Zunahme, welche alljährlich unser zoologisches Wissen erfährt, wird der Verfasser eines Lehrbuchs der Zoologie, welches es sich zur Aufgabe setzt, sowohl in das Studium der Wissenschaft einzuführen, als auch die praktisch wichtigen Errungenschaften derselben zu verbreiten, in eine schwierige Lage versetzt. Fortschreitende Erkenntniss führt nicht immer durch Aufklärung der allgemeinen Grundzüge der Erscheinungen zu einer Vereinfachung des Lernstoffs. Sehr häufig ist im Reich der Lebewesen das Gegentheil der Fall, indem das tiefere Eindringen in Bau, Entwicklung und Function der Theile den Organismus als das Product einer äusserst verwickelten, vergangenen Zeiten angehörigen Umbildung erkennen lässt; und so führt die Lösung eines Problems sehr häufig zur Formulirung weiterer und schwierigerer Fragen. Ich brauche hier nur an den Entwicklungsgang zu erinnern, welchen die Zell- und Befruchtungslehre, die Wirbeltheorie des Schädels, die Lehre vom Aufbau des Nervensystems, der Wirbelsäule, Extremitäten, ja fast jedes Organsystems der Wirbelthiere, die Lehre von der Segmentirung des Insectenkörpers, den verwandtschaftlichen Beziehungen der einzelnen Arthropodenklassen u. s. w. genommen haben. Gleichzeitig sind wir durch eine Fülle von Entdeckungen, welche besonders für die Krankheitslehre von Menschen, Thieren und Pflanzen von grösster Wichtigkeit sind, bereichert worden.

Unter diesen Verhältnissen ist es denn begreiflich, dass mir von den verschiedensten Seiten für die Ausarbeitung einer neuen Auflage Wünsche nach einer ausführlicheren Darstellung, sei es des Ganzen, sei es einzelner Kapitel, ausgesprochen worden sind. Ich habe mich bemüht denselben zu entsprechen und durch zahlreiche grössere und kleinere Umarbeitungen, Correcturen und Zusätze mehr als bisher den in der letzten Zeit gemachten Fortschritten Rechnung zu tragen. Ich verweise hier nur auf einige derselben: die Capitel, welche Thiergeographie, Befruchtungs- und Zellenlehre, Structur der Ganglienzellen, Fortpflanzung der Protozoen, Bau des Wirbelthierhirns, Athmung der Vögel behandeln. Gleichzeitig war aber mein Augenmerk darauf gerichtet, den allgemeinen Character des Buchs nicht zu ändern. Das Buch soll ein Lehrbuch sein, kein Handbuch. Seine Aufgabe ist in erster Linie, den Stoff der Zoologie dem Anfänger in möglichst klarer, bestimmter und leicht übersichtlicher Form vorzuführen. Um diese



Uebersichtlichkeit zu wahren und, ohne den Umfang des Buchs zu steigern, gleichwohl wichtigen Bereicherungen unseres Wissens Eingang zu geben, habe ich in ausgiebigerer Weise als in früheren Auflagen von kleinem Druck Gebrauch gemacht. Die hierbei gegen früher getroffenen Abänderungen wurden ausschliesslich von didaktischen Gesichtspunkten bestimmt, sie sind nicht der Ausdruck wissenschaftlicher Werthschätzung. Was die Forschung besonders bewegt, ist sehr häufig nicht das, was dem Lernenden im Vordergrund steht.

In dieser neuen Auflage habe ich zum ersten Mal einen kurzen Abschnitt über den geologischen Aufbau der Erde und die paläontologische Verbreitung der wichtigsten Thierstämme gegeben. Es geschah das nur in weiterer Durchführung des schon in der Vorrede zur I. Auflage ausgesprochenen Gesichtspunktes, so weit als möglich alle wissenschaftlichen Ausdrücke zu erklären, welche in dem Buche Verwendung finden. Dagegen habe ich mich nicht dazu entschliessen können, die Ergebnisse der Paläontologie ausführlicher als bisher zu berücksichtigen, weil ich der Ansicht bin, dass dem Bedürfniss der weitaus grössten Mehrzahl der Leser damit nicht gedient sein würde.

Was die Bezeichnung der Arten anlangt, so habe ich mich der Nomenclatur des „Thierreichs“ angeschlossen, soweit Abschnitte desselben erschienen sind.

Dem Herrn Verleger möchte ich noch für sein grosses Entgegenkommen, mit welchem er es mir ermöglicht hat, alte Clichés durch bessere zu ersetzen und neue hinzuzufügen, meinen verbindlichsten Dank sagen. Durch den Entwurf einer didaktisch brauchbaren Zeichnung der Vogellunge habe ich vielleicht manchem Kollegen einen Dienst erwiesen.

München, im April 1900.

**Richard Hertwig.**

# Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Einleitung . . . . .	1
Geschichte der Zoologie . . . . .	5
Entwicklung der systematischen Zoologie . . . . .	6
Entwicklung der Morphologie . . . . .	9
Reform des Systems . . . . .	14
Geschichte der Descendenztheorie . . . . .	16
Darwin'sche Theorie . . . . .	20
Allgemeine Zoologie . . . . .	47
I. Allgemeine Anatomie . . . . .	48
1. Die Formbestandtheile des thierischen Körpers . . . . .	48
2. Die Gewebe des thierischen Körpers . . . . .	60
1. Epithelgewebe . . . . .	61
2. Bindesubstanzen . . . . .	69
3. Muskelgewebe . . . . .	76
4. Nervengewebe . . . . .	78
Zusammenfassung . . . . .	82
3. Umbildung der Gewebe zu Organen . . . . .	83
Vegetative Organe . . . . .	85
A. Organe der Ernährung . . . . .	85
I. Darmsystem . . . . .	87
II. Respirationsorgane . . . . .	90
III. Circulationsorgane . . . . .	91
IV. Excretionsorgane . . . . .	96
B. Geschlechtsorgane . . . . .	98
Animale Organe . . . . .	100
I. Fortbewegungsorgane . . . . .	100
II. Nervensystem . . . . .	101
III. Sinnesorgane . . . . .	104
Zusammenfassung . . . . .	110
4. Promorphologie . . . . .	111
II. Allgemeine Entwicklungsgeschichte . . . . .	115
1. Generatio spontanea . . . . .	115



	Seite
2. Tocogonie . . . . .	117
a) Ungeschlechtliche Fortpflanzung . . . . .	117
b) Geschlechtliche Fortpflanzung . . . . .	118
c) Combinirte Fortpflanzungsweisen . . . . .	120
Allgemeine Erscheinungen der geschlechtlichen Fortpflanzung . . . . .	121
1. Eireife . . . . .	121
2. Befruchtung . . . . .	123
3. Furchungsprocess . . . . .	126
4. Bildung der Keimblätter . . . . .	130
5. Verschiedene Formen der geschlechtlichen Entwicklung . . . . .	134
Zusammenfassung . . . . .	136
III. Beziehungen der Thiere zu einander . . . . .	137
1. Beziehungen zwischen Individuen derselben Art . . . . .	138
2. Beziehungen zwischen Individuen verschiedener Art . . . . .	140
IV. Thier und Pflanze . . . . .	143
V. Geographische Verbreitung der Thiere . . . . .	146
VI. Zeitliche Verbreitung der Thiere . . . . .	151
<b>Specielle Zoologie . . . . .</b>	<b>152</b>
I. Stamm. Protozoen . . . . .	153
I. Classe. Rhizopoden . . . . .	157
I. Ordn. Moneren . . . . .	159
II. Ordn. Amöbinen . . . . .	160
III. Ordn. Heliozoen . . . . .	160
IV. Ordn. Radiolarien . . . . .	162
V. Ordn. Thalamophoren . . . . .	166
VI. Ordn. Mycetozoen . . . . .	169
II. Classe Flagellaten . . . . .	170
I. Ordn. Autoflagellaten . . . . .	170
II. Ordn. Dinoflagellaten . . . . .	172
III. Ordn. Cystoflagellaten . . . . .	173
III. Classe. Ciliaten . . . . .	174
I. Ordn. Holotrichen . . . . .	178
II. Ordn. Heterotrichen . . . . .	178
III. Ordn. Peritrichen . . . . .	179
IV. Ordn. Hypotrichen . . . . .	181
V. Ordn. Suctorien . . . . .	181
IV. Classe Sporozoen . . . . .	182
I. Ordn. Gregarinarien . . . . .	182
II. Ordn. Coccidiarien . . . . .	184
III. Ordn. Haemosporidien . . . . .	185
IV. Ordn. Myxosporidien . . . . .	186
V. Ordn. Sarkosporidien . . . . .	187
Zusammenfassung . . . . .	187
<b>Metazoen . . . . .</b>	<b>189</b>
II. Stamm. Coelenteraten . . . . .	190
I. Unterstamm. Spongien . . . . .	191
I. Classe. Poriferen . . . . .	191
I. Ordn. Calcispongien . . . . .	194
II. Ordn. Silicispongien . . . . .	195



	Seite
II. Unterstamm. Cnidarien . . . . .	197
II. Classe. Hydrozoen . . . . .	198
I. Ordn. Hydrarien . . . . .	206
II. Ordn. Hydrocorallinen . . . . .	207
III. Ordn. Tubulario-Anthomedusen . . . . .	207
IV. Ordn. Campanulario-Leptomedusen . . . . .	207
V. Ordn. Trachymedusen . . . . .	208
VI. Ordn. Siphonophoren . . . . .	208
III. Classe. Scyphozoen . . . . .	210
I. Ordn. Stauromedusen . . . . .	214
II. Ordn. Peromedusen . . . . .	214
III. Ordn. Cubomedusen . . . . .	214
IV. Ordn. Discomedusen . . . . .	214
IV. Classe. Anthozoen . . . . .	215
I. Ordn. Octocorallien, Alcyonarien . . . . .	221
II. Ordn. Hexacorallien, Zoantharien . . . . .	222
V. Classe. Ctenophoren . . . . .	224
Zusammenfassung . . . . .	227
III. Stamm. Würmer . . . . .	229
I. Unterstamm. Scoleciden . . . . .	235
I. Classe. Plathelminthen . . . . .	235
I. Ordn. Turbellarien . . . . .	236
II. Ordn. Trematoden . . . . .	238
III. Ordn. Cestoden . . . . .	245
IV. Ordn. Nemertinen . . . . .	257
II. Classe. Rotatorien . . . . .	259
II. Unterstamm. Coelhelminthen . . . . .	261
III. Classe. Chaethognathen . . . . .	261
IV. Classe. Nemathelminthen . . . . .	262
I. Ordn. Nematoden . . . . .	263
II. Ordn. Acanthocephalen . . . . .	269
V. Classe. Anneliden . . . . .	270
I. Unterclasse. Chaetopoden . . . . .	270
I. Ordn. Polychaeten . . . . .	275
II. Ordn. Oligochaeten . . . . .	277
II. Unterclasse. Gephyreen . . . . .	279
III. Unterclasse. Hirudineen . . . . .	281
VI. Classe. Enteropneusten . . . . .	284
Anhang . . . . .	285
VII. Classe. Tunicaten . . . . .	285
I. Ordn. Appendicularien . . . . .	287
II. Ordn. Ascidiaeformes . . . . .	287
III. Ordn. Salpaeformes . . . . .	291
VIII. Classe. Bryozoen . . . . .	292
I. Ordn. Entoprocten . . . . .	293
II. Ordn. Ectoprocten . . . . .	294
IX. Classe. Brachiopoden . . . . .	295
Zusammenfassung . . . . .	298
IV. Stamm. Echinodermen . . . . .	302
I. Classe. Asteroideen . . . . .	306
II. Classe. Ophiuroideen . . . . .	309



	Seite
III. Classe. Crinoideen . . . . .	310
Anhang: Cystoideen, Blastoideen . . . . .	313
IV. Classe. Echinoideen . . . . .	313
I. Ordn. Regulares . . . . .	316
II. Ordn. Irregulares . . . . .	316
V. Classe. Holothurien . . . . .	317
I. Ordn. Pedaten . . . . .	319
II. Ordn. Apodes . . . . .	319
Zusammenfassung . . . . .	319
V. Stamm. <b>Mollusken</b> . . . . .	321
I. Classe. Amphineuren . . . . .	326
II. Classe. Lamellibranchier . . . . .	327
I. Ordn. Protoconchen . . . . .	334
II. Ordn. Heteroconchen . . . . .	335
III. Classe. Cephalophoren . . . . .	337
I. Ordn. Opisthobranchier . . . . .	345
II. Ordn. Prosobranchier . . . . .	346
III. Ordn. Heteropoden . . . . .	347
IV. Ordn. Pteropoden . . . . .	348
V. Ordn. Pulmonaten . . . . .	349
IV. Classe. Cephalopoden . . . . .	350
I. Ordn. Tetrabranchiaten . . . . .	359
II. Ordn. Dibbranchiaten . . . . .	359
Zusammenfassung . . . . .	360
VI. Stamm. <b>Arthropoden</b> . . . . .	362
I. Unterstamm . . . . .	373
I. Classe. Crustaceen . . . . .	373
I. Unterclasse. Entomostraken . . . . .	378
I. Ordn. Copepoden . . . . .	378
II. Ordn. Branchiopoden . . . . .	381
III. Ordn. Ostracoden . . . . .	385
IV. Ordn. Cirripeden . . . . .	385
V. Ordn. Trilobiten . . . . .	388
II. Unterclasse. Malakostraken . . . . .	390
I. Legion. Edriophthalmen . . . . .	392
I. Ordn. Amphipoden . . . . .	393
II. Ordn. Isopoden . . . . .	394
II. Legion. Thoracostraken . . . . .	395
I. Ordn. Schizopoden . . . . .	396
II. Ordn. Stomatopoden . . . . .	396
III. Ordn. Decapoden . . . . .	397
II. Unterstamm. Tracheaten . . . . .	403
II. Classe. Protracheaten . . . . .	405
III. Classe. Myriapoden . . . . .	406
I. Ordn. Diplopoden . . . . .	407
II. Ordn. Chilopoden . . . . .	408
IV. Classe. Insecten . . . . .	409
I. Ordn. Apterygoten . . . . .	424
II. Ordn. Archipteren . . . . .	424
III. Ordn. Orthopteren . . . . .	427
IV. Ordn. Neuropteren . . . . .	429



	Seite
V. Ordn. Coleopteren . . . . .	430
VI. Ordn. Hymenopteren . . . . .	432
VII. Ordn. Rhynchoten . . . . .	436
VIII. Ordn. Dipteren . . . . .	438
IX. Ordn. Aphanipteren . . . . .	439
X. Ordn. Lepidopteren . . . . .	440
V. Classe. Arachnoideen . . . . .	441
I. Unterclasse. Arthrogastres . . . . .	445
I. Ordn. Solpugen . . . . .	445
II. Ordn. Phrynoideen . . . . .	445
III. Ordn. Scorpionideen . . . . .	446
IV. Ordn. Pseudoscorpionideen . . . . .	447
V. Ordn. Phalangioideen . . . . .	447
II. Unterclasse. Sphaerogastres . . . . .	448
VI. Ordn. Araneen . . . . .	448
VII. Ordn. Acarinen . . . . .	450
VIII. Ordn. Linguatuliden . . . . .	452
Anhang { Xiphosuren . . . . .	453
Gigantotraken . . . . .	454
Tardigraden . . . . .	454
Pycnogoniden . . . . .	455
Zusammenfassung . . . . .	455
VII. Stamm. Wirbelthiere . . . . .	459
I. Unterstamm. Anamnioten . . . . .	499
I. Classe. Acranier . . . . .	499
II. Classe. Cyclostomen . . . . .	502
III. Classe. Fische . . . . .	504
I. Ordn. Elasmobranchier . . . . .	518
II. Ordn. Ganoiden . . . . .	521
III. Ordn. Teleostier . . . . .	523
IV. Ordn. Dipneusten . . . . .	527
IV. Classe. Amphibien . . . . .	528
I. Ordn. Urodelen . . . . .	535
II. Ordn. Anuren . . . . .	536
III. Ordn. Gymnophionen . . . . .	537
II. Unterstamm. Amnioten . . . . .	537
V. Classe. Reptilien . . . . .	537
I. Unterclasse. Lepidosaurier . . . . .	543
I. Ordn. Saurier . . . . .	544
II. Ordn. Ophidier . . . . .	546
III. Ordn. Rhynchocephalen . . . . .	548
II. Unterclasse. Hydrosaurier . . . . .	549
IV. Ordn. Chelonier . . . . .	549
V. Ordn. Crocodilier . . . . .	551
Anhang . . . . .	551
VI. Classe. Vögel . . . . .	552
I. Unterclasse. Ratiten . . . . .	562
I. Ordn. Cursores . . . . .	562
II. Unterclasse. Carinaten . . . . .	563
II. Ordn. Gallinacei . . . . .	563
III. Ordn. Columbinen . . . . .	564
IV. Ordn. Natatores . . . . .	564

	Seite
V. Ordn. Grallatores . . . . .	565
VI. Ordn. Scansores . . . . .	566
VII. Ordn. Passeres . . . . .	566
VIII. Ordn. Raptatores . . . . .	567
III. Unterclasse. Odontornithes . . . . .	567
IV. Unterclasse. Saururen . . . . .	567
VII. Classe. Säugethiere . . . . .	568
I. Unterclasse . . . . .	582
I. Ordn. Monotremen . . . . .	582
II. Unterclasse. Marsupialier . . . . .	583
II. Ordn. Zoophagen . . . . .	584
III. Ordn. Phytophagen . . . . .	585
III. Unterclasse. Placentulier . . . . .	585
IV. Ordn. Edentaten . . . . .	587
V. Ordn. Cetomorphen . . . . .	587
VI. Ordn. Ungulaten . . . . .	589
Paläontologie der Ungulaten . . . . .	593
VII. Ordn. Proboscider . . . . .	593
VIII. Ordn. Rodentien . . . . .	594
IX. Ordn. Insectivoren . . . . .	595
X. Ordn. Chiropteren . . . . .	596
XI. Ordn. Carnivoren . . . . .	597
XII. Ordn. Prosimien . . . . .	598
XIII. Ordn. Primates . . . . .	599
Zusammenfassung . . . . .	602



## Einleitung.

Der Mensch, welcher vorurtheilsfrei die Natur zu beobachten gelernt hat, sieht sich inmitten einer bunten Mannichfaltigkeit von Organismen, welche ihm in ihrem Bau und mehr noch in ihren Lebenserscheinungen Aehnlichkeit mit dem eigenen Wesen verrathen. Die Aehnlichkeit tritt ihm bei vielen Säugethieren, besonders den menschenähnlichen Affen, mit der Deutlichkeit einer Carricatur entgegen, verwischt sich bei den wirbellosen Thieren, lässt sich aber selbst bei den niedersten Lebewesen, deren Kenntniss wir der Hilfe des Microscops verdanken, noch nachweisen, wenn auch hier die Lebensvorgänge, welche in unserem Körper eine staunenswerthe Complication und Vollkommenheit erreicht haben, nur in ihren einfachsten Grundzügen erkannt werden können. Der Mensch ist Theil eines grossen Ganzen, des Thierreichs, eine Gestalt unter den vielen Hunderttausenden von Gestalten, in denen die thierische Organisation zum Ausdruck gelangt.

Will man den Bau des Menschen daher vollkommen verstehen, so muss man ihn auf dem Hintergrund betrachten, welchen die Organisationsverhältnisse der übrigen Thiere bilden, und zu dem Zweck diese Organisationsverhältnisse erforschen. Derartige Bestrebungen waren es, denen die wissenschaftliche Thierkunde oder die Zoologie ihre Entstehung und fortdauernde Förderung verdankte; sie sind auch heute noch vollkommen berechtigt und dürfen von dem Zoologen nicht vernachlässigt werden. Allein inzwischen hat sich die Aufgabe der Zoologie erweitert; auch unabhängig von den Beziehungen zum Menschen hat der Zoologe die Gestalten der Thiere und das Verhältniss derselben zu einander zu erklären. Es ist das ein reiches Feld wissenschaftlicher Thätigkeit, dessen ungeheure Ausdehnung bedingt wird einerseits von der fast unerschöpflichen Mannichfaltigkeit der thierischen Organisation, andererseits von der Verschiedenartigkeit der Gesichtspunkte, mit denen der Zoologe an die Lösung seiner Aufgaben herantritt.

In der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts galt, wenn auch nicht ausschliesslich, so doch überwiegend, in wissenschaftlichen Kreisen die Auffassung, welche sich jetzt noch unter Laien als die herrschende erhalten hat, dass die Zoologie die Aufgabe habe, die einzelnen Thiere mit Namen zu belegen, nach wenigen leicht erkennbaren Merkmalen zu charakterisiren und in einer die schnelle Bestimmung ermöglichenden, übersichtlichen Weise anzuordnen. Unter Thierkunde verstand man Systematik der Thiere, das heisst nur einen Theil der Zoologie, sogar einen Theil, der für sich allein von untergeordneter Bedeutung ist



und auf wissenschaftlichen Werth nur dann Anspruch erheben kann, wenn er mit anderen Fragen (Thiergeographie, Abstammungslehre) in Zusammenhang gebracht wird. Diese Auffassungsweise ist im Lauf der letzten 4 Decennien mehr und mehr in den Hintergrund gedrängt worden. Der Ehrgeiz, möglichst viele neue Formen beschrieben zu haben und durch ausgebreitete Artenkenntniss zu glänzen, gehört einer vergangenen Zeit an; man ist sogar dahin gelangt, die Systematik mehr als billig zu vernachlässigen. Um so mehr beherrschen Morphologie und Physiologie das Arbeitsgebiet des Zoologen.

Morpho-  
logie.

Die Morphologie oder die Formenlehre beginnt mit der Erscheinungsweise des Thieres und hat zunächst Alles zu beschreiben, was äusserlich erkannt werden kann, wie Grösse, Farbe, Proportion der Theile. Da aber die äussere Erscheinung eines Thieres sich nicht verstehen lässt ohne Kenntniss der inneren, die äussere Form bedingenden Organe, so muss der Morphologe sich diese mit Hilfe der Zergliederung, der Anatomie, ebenfalls zugänglich machen und nach ihrer Form und Verbindungsweise schildern. Er macht mit dieser Untersuchung nicht eher Halt, als bis er an den morphologischen Elementen oder den feinsten Formtheilen des thierischen Körpers, den Zellen, angelangt ist. Ueberall hat es der Morphologe hierbei mit Formverhältnissen zu thun; nur die Hilfsmittel, mit denen er Einblick in dieselben gewinnt, sind verschieden, je nachdem er durch unmittelbare Beobachtung, oder nach vorhergegangener Zergliederung mit Messer und Scheere, oder durch Anwendung des Mikroskops die Erfahrungen sammeln muss. Daher ist es nicht gerechtfertigt, Morphologie und Anatomie einander gegenüberzustellen und ersterer nur die Beschreibung der äusseren, letzterer die Schilderung der inneren Theile zuzuweisen. Diese Unterscheidung ist logisch nicht aufrecht zu erhalten, da die Art der Erkenntniss und die geistige Methode der Forschung in beiden Fällen die gleichen sind; die Unterscheidung ist ausserdem unnatürlich, da in vielen Fällen Organe, welche gewöhnlich in das Innere des Körpers verlagert sind und zu ihrer Erkenntniss eine anatomische Präparation voraussetzen, der Körperoberfläche angehören und einer directen Beschreibung zugänglich sind, da ferner manche Thiere vermöge ihrer Durchsichtigkeit auch in ihren inneren Theilen ohne Zergliederung durchforscht werden können.

Ver-  
gleichende  
Anatomie.

Wie nun für jede Wissenschaft, so gilt auch für die Morphologie der Satz, dass die Anhäufung von Beobachtungsmaterial nicht ausreicht, um ihr den Charakter einer Wissenschaft zu geben, dass es dazu vielmehr noch der geistigen Verarbeitung bedarf. Eine solche wird durch die Vergleichung der anatomischen Befunde erzielt. Der Morphologe vergleicht die Thiere unter einander nach ihrem Bau, um zu ermitteln, was von Organisation überall wiederkehrt, was nur auf enge Kreise, vielleicht nur auf die Repräsentanten einer Art beschränkt ist. Er erzielt dabei einen doppelten Gewinn; erstens erhält er einen Einblick in die Verwandtschaftsverhältnisse der Thiere und damit die Grundlage für eine natürliche Systematik; zweitens weist er eine die Organismen beherrschende Gesetzmässigkeit nach. Der einzelne Organismus ist nicht ein Gebilde, welches für sich entstanden und daher auch vollkommen aus sich heraus erklärbar ist; er steht vielmehr in einem gesetzmässigen Abhängigkeitsverhältniss zu den übrigen Gliedern des Thierreichs. Man kann seinen Bau nur ver-



stehen, wenn man ihn mit näher und weiter verwandten Thieren, z. B. den Menschen mit den übrigen Wirbelthieren und manchen niederen wirbellosen Formen, vergleicht. Es handelt sich hier um eine der räthselhaftesten Erscheinungen in der Organismenwelt, deren völlige Erklärung erst durch die Descendenztheorie angebahnt worden ist, wie bei der Darstellung der letzteren gezeigt werden soll.

Zur Morphologie gehört als ein wichtiger integrierender Bestandtheil die *Ontogenie* oder die Entwicklungsgeschichte. Nur wenige Thiere sind am Anfang ihrer individuellen Existenz in allen ihren Theilen fertig gebildet; meist entstehen sie aus dem Ei, einem verhältnissmässig einfachen Körper, und gewinnen erst allmählig auf dem Wege complicirter Formwandlungen ihre bleibende Gestalt. Der Morphologe muss in möglichst lückenloser Reihe die einzelnen Formzustände durch Beobachtung feststellen, sie mit dem ausgebildeten Thiere und mit dem Bau und den Entwicklungsstadien anderer Thiere vergleichen. Hierbei offenbart sich ihm dieselbe Gesetzmässigkeit, welche den Bau der ausgebildeten Thiere beherrscht, deren Erkenntniss sowohl für die Systematik als auch für die ursächliche Erklärung der Thierformen von fundamentaler Bedeutung ist. Die Entwicklungszustände des Menschen verrathen gesetzmässige Uebereinstimmung nicht nur mit dem Bau des ausgebildeten Menschen, was an und für sich ja begreiflich wäre, sondern auch mit dem Bau niederer Wirbelthiere, wie der Fische, ja selbst vieler Thiere aus den Gruppen der Wirbellosen.

Wie der Morphologe den Bau, so hat der Physiologe die Lebenserscheinungen des Thieres und die Functionen seiner Organe zu erforschen. Früher hielt man das Leben für die Aeusserung einer besonderen, nur in den Organismen thätigen Lebenskraft und verzichtete damit auf eine endgiltige Erklärung der Lebensvorgänge. Die moderne Physiologie hat die Theorie von der Lebenskraft verlassen; sie hat den Versuch unternommen, das Leben in eine Summe äusserst complicirter chemisch-physikalischer Processe aufzulösen und somit die auf dem Gebiet des Anorganischen herrschenden Erklärungsprincipien auch auf das Organismenreich zu übertragen. Die Erfolge, welche auf diese Weise erreicht worden sind, lassen erkennen, dass der eingeschlagene Weg der richtige ist.

Da jede organische Form ein Product ihrer Entwicklung ist, da ferner die Entwicklung sich uns als eine Summe mannichfaltigster Lebensprocesse darstellt, so ist auch die Erklärung der organischen Körperformen in letzter Instanz ein physiologisches Problem, freilich ein Problem, dessen Lösung noch in unendlich weiter Zukunft liegt. Es gilt, tieferen Einblick in das Spiel der Kräfte zu gewinnen, welche es bewirken, dass das so einfach erscheinende befruchtete Ei sich in einen complicirten Organismus mit vielen gesetzmässig angeordneten Organen umwandelt. Man kann hier experimentell vorgehen, indem man durch planmässige Eingriffe die Entwicklungsbedingungen künstlich verändert und das Resultat dieser Eingriffe mit den normalen Vorgängen vergleicht. Man kann aber auch die Modificationen studiren, welche ein und derselbe Entwicklungsvorgang bei verschiedenen Thierarten erfährt, Modificationen, die durch die verschiedenen Lebensverhältnisse der Thiere bedingt sind. Dieselben sind gleichsam Experimente, welche von der Natur selbst angestellt wurden und denselben erklärenden Werth besitzen, wie künstlich angestellte Experimente. Was



in dieser Richtung thatsächlich geleistet worden ist, bewegt sich in den ersten Anfängen und ist äusserst wenig, selbst im Vergleich zu dem, was Vielen schon fälschlicherweise als erreicht oder erreichbar erscheint.

Biologie.

Insofern als die Beziehungen eines jeden Organismus zur Aussenwelt durch seine Lebensäusserungen vermittelt werden, gehört zur Physiologie, oder reiht sich ihr wenigstens an die Lehre von den Existenzbedingungen der Thiere, die Oekologie, vielfach auch die Biologie genannt. Diese Disciplin hat besonders in der Neuzeit eine hervorragende Bedeutung gewonnen. Wie sich die Thiere über den Erdball verbreiten, wie Klima und Bodenbeschaffenheit ihre Verbreitung beeinflussen, wie durch die genannten Factoren Bau und Lebensweise der Thiere verändert werden, das sind Fragen, welche jetzt mehr denn je erörtert werden.

Paläozoologie.

Schliesslich gehört in das Gebiet der Zoologie auch die Paläozoologie oder die Paläontologie, die Lehre von den ausgestorbenen Thieren. Denn zwischen ausgestorbenen und lebenden Thieren besteht ein genetischer Zusammenhang; jene sind die Vorläufer von diesen und ihre Versteinerungen die sichersten Documente der Geschichte der Thierwelt, der Stammesgeschichte oder der *Phylogenie*. Wie in menschlichen Dingen der derzeitige Zustand sich nur historisch vollkommen begreifen lässt, so muss auch vielfach der Zoologe zur Erklärung der lebenden Thierwelt die Resultate der Paläontologie heranziehen.

In der hier erläuterten Weise würde die Zoologie zu umgrenzen sein, wenn man sich ausschliesslich von wissenschaftlichen Gesichtspunkten aus leiten lassen wollte. Praktische Rücksichtnahmen haben jedoch manche Modificationen nöthig gemacht. Wegen ihrer hervorragenden Bedeutung für die Medicin haben sich menschliche Anatomie und Entwicklungsgeschichte zu selbständigen Wissenszweigen ausgebildet. Von einer Thierphysiologie sind nur die allgemeinsten Grundzüge entworfen; eine speciellere Physiologie existirt nur für den Menschen und die ihm nahestehenden Wirbelthiere; sie ist aus den genannten Gründen ebenfalls zu einer besonderen Disciplin geworden. Auch die Paläontologie besitzt neben ihren specifisch zoologischen Aufgaben die Bedeutung einer Hilfswissenschaft für die Geologie, indem sie die Materialien zur Charakteristik und Abgrenzung der einzelnen Erdperioden und der den Perioden entsprechenden Erdschichten liefert. Wenn man daher jetzt von Zoologie spricht, so hat man vorwiegend Morphologie und Systematik der lebenden Thiere mit Berücksichtigung ihrer allgemeinen Lebenserscheinungen im Sinne.

Die Anschauungen, welche ich hier vom Wesen der Zoologie ausgesprochen habe, sind nicht zu allen Zeiten dieselben gewesen. Wie jede Wissenschaft, so hat auch die Zoologie sich allmählig entwickelt; es wechselten mit einander Zeiten und Strömungen, in denen die systematische oder die morphologische oder die physiologische Betrachtungsweise der Thiere vorherrschte. Es ist nun von hohem Interesse, einen kurzen Ueberblick von den wichtigsten Entwicklungsphasen der Zoologie zu gewinnen. Der Leser wird den Fragen, welche jetzt die zoologische Forschung beherrschen, ein erhöhtes Verständniss entgegenbringen, wenn er weiss, wie sie sich historisch herausgebildet haben.



## Geschichte der Zoologie.

In der Geschichte der Zoologie kann man zwei grosse Strömungen unterscheiden, welche in einzelnen Männern sich berührt oder vereinigt haben, welche aber im Grossen und Ganzen sich unabhängig, vielfach sogar in ausgesprochenem Gegensatz zu einander entwickelt haben; es sind dies einerseits die systematische, andererseits die morphologisch-physiologische Betrachtungsweise der Thiere. Wir werden sie in diesem kurzen geschichtlichen Ueberblick der Klarheit halber auseinanderhalten müssen, wenn auch der Gegensatz beider Richtungen in den Anfängen der zoologischen Forschung noch fehlte und auch später sich vielfach verwischt hat.

Mit dem Ehrennamen eines „Vaters der Naturgeschichte“ hat man Aristoteles. den grossen griechischen Philosophen Aristoteles geziert und damit zum Ausdruck gebracht, dass die Bruchstücke des zoologischen Wissens seiner Vorgänger nicht in Vergleich gesetzt werden können mit dem wohlgeordneten Bau, in welchem Aristoteles seine und seiner Vorgänger Kenntnisse vom Wesen der Thiere zusammengefasst hat. In Aristoteles vereinigten sich günstige äussere Bedingungen mit günstiger geistiger Beanlagung. Ausgerüstet mit den literarischen Hilfsquellen einer umfangreichen Bibliothek und den für naturhistorische Untersuchungen damals noch mehr als jetzt unerlässlichen Geldmitteln, vertrat er die inductive Methode, welche allein im Stande ist, auf dem Gebiete der Naturwissenschaften sichere Fundamente zu liefern. Seine zoologisch wichtigsten, leider nur zum Theil erhaltenen Werke sind die „*Historia animalium*“, „*De partibus*“ und „*De generatione*“, drei Werke, in welchen die Zoologie als eine universelle Wissenschaft begründet wurde, indem Anatomie und Entwicklungsgeschichte, Physiologie und Systematik gleichmässig Berücksichtigung fanden. Wie weit Aristoteles — selbstverständlich neben vielem Irrthümlichen — in der richtigen Erkenntniss des Baues und der Entwicklungsweise der Thiere gelangt ist, wird am schlagendsten der Hinweis erläutern, dass manche seiner Entdeckungen erst in diesem Jahrhundert ihre Bestätigung gefunden haben. So wusste Aristoteles, was erst von Joh. Müller wieder neu entdeckt worden ist, dass manche *Haie* nicht nur lebendig gebären, sondern dass bei ihnen auch der Embryo im Uterus der Mutter festwächst und eine an die Placenta der *Säugethiere* und des Menschen erinnernde Nährvorrichtung bildet; er kannte den Unterschied männlicher und weiblicher *Cephalopoden* und wusste, dass die jungen *Tintenfische* einen mundständigen Dottersack besitzen.



Von grossem Interesse ist, wie sich Aristoteles zur Systematik der Thiere verhält. Er erwähnt in seinen Schriften die stattliche Zahl von etwa 500 Thierarten; da er sehr bekannte Formen, wie *Dachs*, *Libelle* etc., nicht nennt, kann man mit Sicherheit annehmen, dass ihm sehr viel mehr noch bekannt waren, dass es ihm nicht nothwendig erschien, alle ihm bekannten Formen aufzuführen, dass er sie nur nannte, wenn es ihm darauf ankam, gewisse physiologische oder morphologische Verhältnisse an ihnen zu erläutern.

Dieses Zurücktreten des systematischen Interesses kommt auch darin zum Ausdruck, dass der grosse Philosoph sich mit 2 systematischen Kategorien begnügte, mit εἶδος, Species oder Art, und γένος oder Gruppe. Seine 8 γένη μέγιστα würden etwa den Classen der modernen Zoologie entsprechen; sie sind Ausgangspunkt aller späteren Classificationsversuche geworden und mögen daher hier aufgeführt werden:

1. Säugethiere (ζωοτοχοῦντα ἐν αὐτοῖς),
2. Vögel (ὄρνιθες),
3. Eierlegende Vierfüssler (τετράποδα ζωοτοχοῦντα),
4. Fische (ἰχθύες),
5. Weichthiere (μαλάκια),
6. Kruster (μαλακόστρακα),
7. Insecten (ἐντομα),
8. Schalthiere (ὄστρακοδέσματα).

Auch die Zusammengehörigkeit der 4 ersten Gruppen hat Aristoteles herausgeföhlt, indem er sie, ohne allerdings damit eine Eintheilung durchführen zu wollen, als Blutthiere, ἔναιμα (besser Thiere mit rothem Blut) den Blutlosen, ἄναιμα (besser Thiere mit meist farblosem oder gar keinem Blut) gegenüberstellte.

## Entwicklung der systematischen Zoologie.

Plinius.

Es ist eine höchst überraschende Erscheinung, dass sich im Anschluss an die Schriften des Aristoteles, in denen die Systematik zurücktritt und nur dazu dient, die anatomischen Verwandtschaftsverhältnisse der Thiere zum Ausdruck zu bringen, eine exclusiv systematische Richtung entwickelt hat. Die Erscheinung ist nur verständlich, wenn man berücksichtigt, dass es sich hier nur um ein äusserliches Anknüpfen handelt, dass dagegen die geistige Continuität der Forschung vollkommen unterbrochen war, einerseits durch den Verfall und schliesslich gänzlichen Zusammenbruch der Bildung des classischen Alterthums, andererseits durch das siegreiche Vordringen der christlichen Weltauffassung. Den Verfall der eben erst aufgeblühten zoologischen Forschung bekunden schon die Schriften des Plinius. Nachdem der römische Feldherr und Gelehrte lange Zeit als ein hervorragender Zoologe des Alterthums gefeiert worden ist, räumt man ihm jetzt nur noch den Rang eines nicht einmal glücklichen Compilators ein, der aus anderen Schriften kritiklos Richtiges und Fabulöses zusammengetragen und die naturgemässe Classification der Thiere nach ihrem Bau durch die unnatürliche, rein äusserliche Eintheilung nach ihrem Aufenthaltsort (Flugthiere, Landthiere, Wasserthiere) ersetzt hat.



Was weiter das Auftreten des Christenthums anlangt, so hatte dasselbe zunächst eine vollkommene Vernichtung des naturwissenschaftlichen Wissens und Forschens zur Folge. Der weltflüchtige Charakter, welcher anfänglich der christlichen Weltauffassung eigenthümlich war, führte zu einer feindseligen Stimmung gegen jede geistige Beschäftigung mit Naturobjecten. Es kam eine Zeit, in der man Fragen, welche durch die einfachste Beobachtung gelöst werden konnten, durch mühsames gelehrtes Durchstöbern der Werke maassgebender Autoren zu entscheiden suchte. Die Frage, wie viel Zähne das Pferd besitzt, wurde in vielen Streitschriften abgehandelt, welche das schwere Geschütz der Autoren in das Feld führten, ohne dass aber einer der Gelehrten Veranlassung genommen hätte, einem Pferde in das Maul zu sehen. Bezeichnend für diese das ganze Mittelalter beherrschende Geistesrichtung ist der *Physiologus* oder *Bestiarius*, ein Buch, aus welchem die Verfasser mittelalterlicher zoologischer Schriften vielfach geschöpft haben. Das Buch nennt in seinen verschiedenen Auflagen und Ausgaben etwa 70 Thiere, darunter viele Fabelwesen: Drache, Einhorn, Phönix etc. Auch sind die über die einzelnen Thiere mitgetheilten Erzählungen zumeist Fabeln, erfunden, um religiöse oder ethische Lehren zu erläutern. In gleicher Weise spielt das religiöse Moment eine wichtige Rolle in den bändereichen Naturgeschichten der Dominicaner Albertus Magnus und Vincentius Bellovacensis und des Augustiners Thomas Cantimpratensis, wenn auch dieselben im Uebrigen die lateinische Uebersetzung des Aristoteles, die Werke des Plinius und anderer Autoren des Alterthums bei ihrer Darstellung als Grundlage benutzten.

Zoologie des  
Mittelalters.

Unter solchen Verhältnissen musste man es als einen gewaltigen Fortschritt betrachten, dass man nach Ausgang des Mittelalters, als das Interesse an wissenschaftlicher Forschung von Neuem erwachte, auf die ausschliesslich von naturwissenschaftlichen Gesichtspunkten geleitete Betrachtungsweise des Aristoteles zurückgriff. In diesem Sinn kann als ein Erneuerer des Aristoteles der Engländer Wotton bezeichnet werden, welcher 1552 sein Werk „*de differentiis animalium*“ schrieb, in welchem er das System des Aristoteles im Wesentlichen copirte, nur dass er die Gruppe der *Pflanzen-thiere* oder *Zoophyten* neu aufnahm. Indessen schon der Titel „über die unterscheidenden Merkmale der Thiere“ lässt erkennen, dass von dem reichen Schatz des Aristotelischen Wissens vorwiegend die systematischen Resultate Aufnahme gefunden haben: und so inauguriert denn auch das Werk Wotton's die Periode der systematischen Zoologie, welche in dem Engländer Ray, noch mehr aber in Linné ihre glänzendsten Vertreter gefunden hat.

Wotton.

Linné, Sprössling einer schwedischen Pfarrersfamilie, welche ihren Namen „Ingemarsson“ nach einer Linde in ihrer Heimath in Lindelius verwandelt hatte, wurde im Jahre 1707 in Rashult geboren. Von seinen Lehrern für untauglich zum Studium erklärt, wurde er durch den Einfluss eines Arztes, der die glänzenden Gaben des Knaben richtig erkannte, vor dem Schicksal, das Schusterhandwerk zu lernen, bewahrt und für das medicinische Studium gewonnen. Er studierte in Lund und Upsala, machte als junger Mann von 28 Jahren ausgedehnte Reisen nach dem Continent und gewann sich schon damals die Anerkennung der hervorragendsten Fachgenossen; 1741 wurde er Pro-

Linné.



fessor der Medicin in Upsala, wenige Jahre später Professor der Naturgeschichte. Sein Tod erfolgte im Jahre 1778.

Linné's wichtigstes Werk ist sein „Systema Naturae“, welches im Jahre 1735 in erster, im Jahre 1766—68 in XII. Auflage erschien und sogar nach seinem Tode eine letzte (XIII.) von Gmelin besorgte Auflage erlebte. Dasselbe ist Grundlage geworden für die systematische Zoologie, indem es zum ersten Mal 1) eine schärfere Gliederung des Systems, 2) eine bestimmte wissenschaftliche Terminologie, die binäre Nomenclatur, und 3) kurz gefasste klare Diagnosen einführte. Bei der Gliederung des Systems verwandte Linné 4 Kategorien; er theilte das ganze Thierreich in Classen, die Classen in Ordnungen, diese in Genera, die Genera endlich in Arten ein; der Begriff der Familie war dem Systema Naturae fremd. Noch wichtiger war die binäre Nomenclatur. Bis dahin waren in der wissenschaftlichen Welt die Vulgärnamen üblich, was zu vielen Missständen geführt hatte; dieselben Thiere wurden mit verschiedenen, verschiedenartige Thiere mit gleichen Namen belegt; in der Benennung neu entdeckter Thiere herrschte kein allgemein giltiges Princip. Diese Uebelstände wurden von Linné in der X. Auflage seines Systems vollkommen beseitigt durch Einführung einer besonderen wissenschaftlichen Benennung. Ein vorangestelltes Hauptwort bezeichnet die Gattung, zu welcher das Thier gehört, ein zugefügtes zweites Wort, meist ein Adjectiv, die jedesmalige Art innerhalb der Gattung. Die Namen *Canis familiaris*, *Canis lupus*, *Canis vulpes* sagen aus, dass Hund, Wolf und Fuchs einander nahe stehen, indem sie zu derselben Gattung, zur Gattung der hundeähnlichen Thiere, gehören, innerhalb deren sie besondere Arten bilden. Die Linné'sche Benennungsweise war namentlich bei der Beschreibung neuer Arten von grosser Bedeutung, insofern sie den Leser gleich von Anfang darüber orientirte, in welche verwandtschaftlichen Beziehungen die neue Species zu bringen sei.

Bei der Charakteristik der einzelnen systematischen Gruppen brach Linné vollkommen mit dem bis dahin üblichen Brauch. Seine Vorgänger, wie Gessner, Aldrovandi, hatten in ihren Naturgeschichten von jedem Thier eine langathmige und ausführliche Schilderung gegeben, in welcher das, was besonders charakteristisch für das Thier war und bei seiner Bestimmung vornehmlich Berücksichtigung verlangte, für den Anfänger kaum herauszufinden war. Dafür führte Linné kurze Diagnosen ein, welche in wenigen, nicht einmal in Satzform gefassten Worten nur das zum Erkennen Nothwendige enthielten. Damit war der Weg gefunden, auf dem es möglich wurde, bei der enorm wachsenden Zahl bekannter Thiere die Uebersichtlichkeit zu wahren.

In den hervorgehobenen grossen Vorzügen der Linné'schen Systematik lagen nun aber auch gleichzeitig die Keime zu der einseitigen Entwicklung, welche die Zoologie unter dem Einfluss Linné's genommen hat. Die unzweifelhaft nothwendig gewordene logische Durchbildung der Systematik machte diese zu einer glänzenden Erscheinung, welche darüber täuschte, dass sie nicht Endzweck der Forschung, sondern nur ein wichtiges und unentbehrliches Hilfsmittel derselben sei. In der Freude, die Thiere zu benennen und zu classificiren, ging das höhere Ziel der Forschung, das Wesen des Thieres zu erkennen, verloren, und es erlahmte das Interesse für Anatomie, Physiologie und Entwicklungsgeschichte.



Man kann diese Vorwürfe dem Vater der Richtung, Linné, selbst nicht ersparen. Indem er in seinem *Systema Naturae* eine ausserordentlich viel grössere Zahl von Thierarten bewältigte als irgend ein früherer Zoologe, hat er keine Vertiefung unserer Kenntnisse herbeigeführt. Die Art, wie er das Thierreich in Hauptgruppen eintheilte, ist im Vergleich zum Aristotelischen System eher ein Rückschritt als ein Fortschritt zu nennen. Linné theilte das Thierreich in 6 Classen: *Mammalia*, *Aves*, *Amphibia*, *Pisces*, *Insecta*, *Vermes*. Die 4 ersten Classen entsprechen den 4 Gruppen der Blutthiere des Aristoteles. Mit der Eintheilung der wirbellosen Tiere in *Vermes* und *Insecta* steht Linné unzweifelhaft hinter Aristoteles zurück, welcher, zum Theil sogar mit Glück, versucht hatte, eine grössere Anzahl von Gruppen aufzustellen.

Noch mehr aber als bei Linné treten uns die Schäden der systematischen Betrachtungsweise bei seinen Nachfolgern entgegen. Linné's Diagnosen waren ebensoviel Schablonen, welche mutatis mutandis mit leichter Mühe auf neue Arten angewandt werden konnten. Es bedurfte dazu nur des Austausches der die Unterschiede zum Ausdruck bringenden Beiworte. Bei den Hunderttausenden verschiedener Thierarten, namentlich Insectenarten, fehlte es nicht an Material, und so war die Arena geebnet für die geistlose Specieszoologie, welche in der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts das Ansehen der Zoologie in den Kreisen der Gebildeten geschädigt hat. Es wäre Gefahr gewesen, dass die Zoologie sich zu einem babylonischen Thurmbau von Artbeschreibungen ausgewaschen hätte, wenn nicht durch das Erstarken der physiologisch-anatomischen Betrachtungsweise ein Gegengewicht geschaffen worden wäre.

Linné's  
Nachfolger.

## Entwicklung der Morphologie.

Die vergleichende Anatomie — denn um diese handelt es sich hier vornehmlich — hat ihre Ausbildung lange Zeit über vorwiegend den Vertretern der menschlichen Anatomie zu verdanken gehabt, was zur Folge hatte, dass auf den deutschen Universitäten bis in die Neuzeit die vergleichende Anatomie zu der medicinischen Facultät gerechnet wurde, während die Zoologie, als ob sie eine ganz andere Disciplin wäre, der philosophischen Facultät angehörte. — Schon die Schüler des Hippocrates trieben Thieranatomie, um sich nach dem Bau anderer Säugethiere ein Bild von der Organisation des Menschen zu machen und damit eine sichere Unterlage für die Diagnose der menschlichen Krankheiten zu gewinnen. Das in dieser Hinsicht hervorragendste Werk des classischen Alterthums, die berühmte menschliche Anatomie von Claudius Galenus (131—201 n. Chr.), stützte sich vorwiegend auf Beobachtungen, welche an Hunden, Affen etc. gesammelt worden waren. Denn im Alterthum und später auch im Mittelalter hielt eine begreifliche Scheu den Menschen zurück, den menschlichen Leichnam zum Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchungen zu machen.

Anatomen  
des classi-  
schen Alter-  
thums.

Auch für die Anatomie erwies sich das erste Jahrtausend, in Mittelalter.



welchem das Christenthum die herrschende Macht im geistigen Leben der Völker bildete, als völlig unfruchtbar; man hielt sich im Grossen und Ganzen an die Schriften des Galen und die Werke seiner Commentatoren und nahm nur selten Veranlassung, ihre Richtigkeit durch eigene Beobachtungen zu erproben. Erst mit dem Ausgang des Mittelalters brach sich das Interesse für selbständige wissenschaftliche Forschung Bahn. Vesal, der Schöpfer der modernen Anatomie (1514 bis 1564), hatte den Muth, menschliche Leichen genau zu untersuchen und in den Schriften des Galen zahlreiche Irrthümer nachzuweisen, welche dadurch entstanden waren, dass unberechtigter Weise Thierbefunde auf den menschlichen Körper übertragen worden waren. Durch seine Correcturen des Galen gerieth Vesal mit seinem Lehrer Silvius, einem energischen Vorkämpfer der Galen'schen Autorität, und seinem berühmten Zeitgenossen Eustachius in einen heftigen Streit, der viel zur Entwicklung der vergleichenden Anatomie beigetragen hat. Zunächst wurden Thieranatomieen nur gemacht, um die Ursachen der Galen'schen Irrthümer aufzudecken, später aber auch aus Lust und Liebe zur Sache. Es ist begreiflich, dass in erster Linie die *Wirbelthiere* Berücksichtigung fanden, da sie dem Menschen im Bau am nächsten stehen und am meisten zum Vergleich herausfordern. So erschienen noch im gleichen Jahrhundert mit Vesal's menschlicher Anatomie die Abbildungen von Wirbelthierskeletten durch den Nürnberger Arzt Coiter, die anatomischen Schriften von Fabricius ab *Aquapendente* etc. Später wandte sich aber auch das Interesse den *Insecten* und *Mollusken*, ja selbst den im Meere wohnenden *Echinodermen*, den *Coelenteraten* und *Protozoen* zu. Hier verdienen vor Allem drei Männer genannt zu werden, welche am Ende des 17. Jahrhunderts lebten, der Italiener Marcello Malpighi und die Holländer Swammerdam und Leeuwenhoek. Des Ersteren „*Dissertatio de bombyce*“ war bahnbrechend für die Insecten-anatomie, indem sie durch die Entdeckung der Vasa Malpighii, des Herzens, des Nervensystems, der Tracheen etc. eine ausserordentliche Bereicherung unseres Wissens herbeiführte. Von Swammerdam's Schriften ist vor Allem die „*Bibel der Natur*“ hervorzuheben, ein Werk, dem sich kein anderes der damaligen Zeit zur Seite setzen lässt, indem es Aufschlüsse von einer bewundernswerthen Genauigkeit über den Bau der *Bienen*, *Eintagsfliegen*, *Schnecken* etc. enthält. Leeuwenhoek endlich ist der glücklichste Entdecker gewesen auf dem Gebiete der von ihm in die Wissenschaft eingeführten mikroskopischen Forschung; vor Allem lehrte er neben vielerlei Anderem auch die kleinen Bewohner des Süsswassers, die „*Infusionsthierchen*“ kennen, deren genauere Untersuchung zu einem vollständigen Umschwung in unseren Auffassungen vom Wesen der thierischen Organisation geführt hat.

Anfänge der  
Zootomie.

Das grosse Verdienst der genannten Männer besteht vornehmlich darin, dass sie gründlich mit dem Staub der Büchergelehrsamkeit aufräumten und, indem sie sich nur auf ihre eigenen Augen und ihr eigenes Urtheil verliessen, den Menschen das gänzlich verloren gegangene Gut selbständiger und unbefangener Beobachtung wiedergewannen. Sie trugen das Interesse für Naturbeobachtung in die weitesten Kreise, so dass im 18. Jahrhundert die Zahl selbständiger naturwissenschaftlicher Schriften eine ganz ausserordentliche Vermehrung erfuhr. Mit Bau und Entwicklung der *Insecten* befasste sich in Schweden de Geer, in Frankreich Réaumur, in Belgien



Lyonet, in Deutschland Rösel von Rosenhof; letzterer schrieb zugleich eine noch jetzt lesenswerthe Monographie der einheimischen *Batrachier*. Namentlich aber bildete die Untersuchung der *Infusorien* und anderer kleiner Süsswasserbewohner eine Lieblingsbeschäftigung für Gelehrte und Laien, wie Wrisberg, v. Gleichen-Russwurm, Schäffer, Eichhorn, O. F. Müller. In den meisten Schriften tritt der religiöse Charakter der Naturbetrachtung ausserordentlich in den Vordergrund, wie denn zahlreiche Geistliche, Eichhorn in Danzig, Goeze in Quedlinburg, Schäffer in Regensburg, sich einen ehrenvollen Platz in der Reihe zoologischer Schriftsteller errungen haben, ein Zeichen, dass es zu einer Aussöhnung zwischen Christenthum und Naturbeobachtung gekommen war. Um einen Maassstab für die im Verhältniss zu früheren Jahrhunderten gemachten Fortschritte zu gewinnen, bedarf es nur eines Vergleichs der Abbildungen. Jeder Laie wird den Unterschied zwischen den dürftigen Zeichnungen eines Aldrovandi und den ganz meisterhaften Bildern eines Lyonet oder Rösel von Rosenhof auf den ersten Blick erkennen.

So war durch den Fleiss zahlreicher von Liebe zur Natur erfüllter Männer ein reiches anatomisches Material zusammengetragen worden, welches nur der geistigen Verarbeitung bedurfte; und diese geistige Verarbeitung wurde durch die grossen vergleichenden Anatomen, welche am Ende des 18. und am Anfang des 19. Jahrhunderts lebten, herbeigeführt oder wenigstens angebahnt. Unter denselben sind vor Allem die französischen Zoologen Lamarck, Geoffroy St. Hilaire, Cuvier und die Deutschen Meckel und Goethe zu nennen.

Periode der  
vergleichen-  
den Anato-  
mie.

Indem man die einzelnen Thiere unter einander auf ihren Bau hin verglich, gelangte man schon damals zu einer Reihe wichtiger Grundgesetze, vor Allem des Gesetzes der Correlation der Theile — „balancement des organes“ — und des Gesetzes der Homologie der Organe. Ersteres stellte fest, dass ein Abhängigkeitsverhältniss zwischen den Organen eines und desselben Thieres besteht, dass locale Veränderungen an einem einzelnen Organ auch zu Veränderungen an entfernt liegenden Punkten des Körpers führen, dass man daher aus der Beschaffenheit gewisser Theile auf die Beschaffenheit anderer Körperabschnitte einen Rückschluss machen könne. Namentlich Cuvier benutzte dieses Princip, um aus den paläontologischen Resten sich das Aussehen ausgestorbener Thierformen zu reconstruiren. — Noch wichtiger wurde die Lehre von der Homologie der Organe. Man lernte an den Organen der Thiere zwischen einem anatomischen und einem physiologischen Charakter unterscheiden: der anatomische Charakter ist die Summe aller anatomischen Merkmale, wie sie in Gestalt, Structur, Lagebeziehung und Verbindungsweise der Organe gegeben sind; der physiologische Charakter ist ihre Function. Anatomisch gleiche Organe werden bei nahe verwandten Thieren meist auch dieselbe Function haben, wie z. B. die Leber sämmtlicher *Wirbelthiere* die Function hat, Galle zu bereiten; hier gehen anatomische und physiologische Charakteristik Hand in Hand. Indessen muss dies nicht der Fall sein; vielmehr kann es vorkommen, dass ein und dieselbe Function, wie z. B. die Athmung der *Wirbelthiere*, von anatomisch verschiedenartigen Organen besorgt wird, bei den *Fischen* durch die Kiemen, bei den *Säugethieren* durch die Lungen. Umgekehrt können anatomisch gleichwerthige Organe, wie Lunge der *Säugethiere* und Schwimmblase der *Fische*, verschiedene Functionen besitzen. Gleiche Organe können somit von

Correlation  
der Theile.

Homologie  
und Ana-  
logie.



einer Thierabtheilung zur anderen einen Functionswechsel erfahren; der hydrostatische Apparat der *Fische* ist bei den *Säugethieren* zum Sitz der Respiration geworden. — Organe gleicher Function, physiologisch gleichwerthige Organe, nennt man nun analog; Organe von gleicher anatomischer Beschaffenheit, anatomisch gleichwerthige Organe, nennt man dagegen homolog. Als Aufgabe der vergleichenden Anatomie wurde erkannt, in den verschiedenen Thierabtheilungen die homologen, die anatomisch gleichwerthigen Organe ausfindig zu machen und sie auf ihren durch Functionswechsel bedingten Wandlungen zu verfolgen.

Cuvier.

Der hervorragendste Vertreter der vergleichend-anatomischen Richtung war Georges Dagobert Cuvier. Derselbe war in dem damals noch württembergischen Städtchen Mömpelgardt (Montbeillard) 1769 geboren und genoss seine Ausbildung auf der Carlsschule bei Stuttgart, wo er durch Kielmeyer, dem gegenüber er dauernd grosse Verehrung bewahrt hat, für die vergleichende Anatomie gewonnen wurde. Die Gelegenheit, die sich ihm bot, als Hauslehrer des Grafen d'Héricy an das Meer zu kommen, benutzte er zu seinen grossen Aufsehen erregenden Untersuchungen über den Bau der *Mollusken*. Im Jahre 1794 siedelte er, besonders auf Veranlassung seines späteren grossen Gegners Geoffroy St. Hilaire, nach Paris über, wo er zunächst Professor der Naturgeschichte an den Centralschulen und dem Collège de France, später Professor der vergleichenden Anatomie am Pflanzengarten wurde. Als Zeichen des grossen Ansehens, in welchem Cuvier stand, sei noch hervorgehoben, dass er wiederholt mit hohen Stellungen im Cultusministerium betraut und zum Pair von Frankreich ernannt wurde. Als solcher starb er im Jahre 1832.

Typen-  
theorie.

Cuvier's Untersuchungen erstreckten sich, abgesehen von den *Mollusken*, auf die *Coelenteraten*, *Arthropoden* und *Wirbelthiere*, lebende wie fossile; seine ausgedehnten Erfahrungen über den Bau der Thiere sammelte er in zwei Werken „Le règne animal distribué d'après son organisation“ und „Leçons d'anatomie comparée“. Von ganz Epoche machender Bedeutung war die kleine Schrift „Sur un rapprochement à établir entre les différentes classes des animaux“, in welcher er die berühmte Typentheorie begründete und mit derselben im Jahre 1812 eine vollkommene Reform der Systematik herbeiführte. Die Cuvier'sche Eintheilung, welche Ausgangspunkt für alle weiteren Classificationen geworden ist, unterscheidet sich äusserlich von allen früheren Systemen darin, dass sie die Classen der *Säugethiere*, *Vögel*, *Reptilien* und *Fische* unter dem von Lamarck eingeführten Namen „*Wirbelthiere*“ zu einer höheren Einheit zusammenfasst, dass sie ferner die sogenannten „Wirbellosen“ in drei weitere, den *Wirbelthieren* gleichwerthige Einheiten abtheilt: *Mollusken*, *Articulaten* und *Radiaten*. Cuvier nannte diese über den Classen stehenden Einheiten Provinzen oder Hauptzweige (enbranchements), wofür dann später durch Blainville der Name „Typen“ eingeführt wurde. — Noch wichtiger aber sind die Unterschiede, welche sich in der inneren Begründung des Systems aussprechen. Anstatt wie frühere Systematiker einige wenige, vielfach äusserliche Merkmale bei der Eintheilung zu benutzen, stützte sich Cuvier auf die Gesammtheit der inneren Organisation, wie sie in dem Lageverhältniss der wichtigsten Organe, besonders des Nervensystems zum Ausdruck kommt. „Der Typus ist das Lageverhältniss der Theile (v. Baer). Hiermit wurde zum ersten Male



die vergleichende Anatomie zur Bildung eines natürlichen Systems der Thiere herangezogen.

Schliesslich begründete die Typentheorie eine ganz neue Auffassung von der Anordnung der Thiere. Cuvier fand als herrschende Ansicht die Lehre vor, dass alle Thiere eine einzige zusammenhängende, vom niedersten Infusor bis zum Menschen aufsteigende Reihe bilden; innerhalb dieser Reihe werde die Stellung eines Thieres ausschliesslich von seiner Organisationshöhe bestimmt. Dagegen lehrte Cuvier, dass das Thierreich aus mehreren coordinirten Einheiten, den Typen, bestehe, welche gänzlich unabhängig neben einander existiren, innerhalb deren es wiederum höhere und niedrigere Formen gebe. Die Stellung eines Thieres werde durch zwei Factoren entschieden, in erster Linie durch seine Zugehörigkeit zu einem Typus, durch den Bauplan, welchen es repräsentire, in zweiter Linie erst durch seine Organisationshöhe, durch die Stufe, welche ihm innerhalb seines Typus zukomme.

Zu denselben Resultaten, welche Cuvier auf vergleichend-anatomischem Wege förderte, gelangte C. E. v. Baer zwei Decennien später mit Hilfe der Entwicklungsgeschichte. — Innerhalb der Zoologie ist die Entwicklungsgeschichte eine der jüngsten Disciplinen gewesen. Was Aristoteles darüber von sachlichem Material kannte, was Fabricius ab Aquapendente und Malpighi über die Entwicklungsgeschichte des Hühnchens geschrieben haben, erhebt sich nicht über den Werth von Aphorismen, die nicht genügen, um eine Wissenschaft auszumachen. Der Beobachtung standen hier viele durch die Zartheit und Kleinheit der Entwicklungszustände veranlasste Schwierigkeiten entgegen, deren Bewältigung die Ausbildung des Mikroskops und der mikroskopischen Technik voraussetzte. Ferner traten die herrschenden philosophischen Anschauungen hinderlich in den Weg. Man glaubte überhaupt nicht an eine Entwicklungsgeschichte im heutigen Sinne des Wortes. Jeder Organismus sei gleich von Anfang an in allen seinen Theilen fertig angelegt und bedürfe nur des Wachstums, um seine Organe zu entfalten (Evolutio): entweder das Spermatozoon sei das junge Wesen, welches im Nährboden des Eies die günstigen Wachstumsbedingungen vorfände; oder das Ei repräsentire das Individuum und werde durch das Spermatozoon zur „Evolutio“ angeregt. In ihren weiteren Consequenzen führte die Theorie zur Lehre von der Einschachtelung, welche besagt, dass im Eierstock der Eva die Keime aller Menschen, welche bisher gelebt haben und noch leben werden, eingeschachtelt gewesen seien.

Ver-  
gleichende  
Entwick-  
lungs-  
geschichte.

Dieser Lehre trat 1759 Caspar Friedrich Wolff mit seiner „Theoria generationis“ entgegen; er suchte an der Hand der Beobachtung zu beweisen, dass das Ei des Hühnchens anfänglich ohne jede Organisation sei, und dass in ihm erst allmählig die einzelnen Organe auftreten. Im Embryo soll eine Neubildung aller Theile, eine Epigenesis, stattfinden. Dieser erste Angriff gegen die Schule der Evolution verlief gänzlich resultatlos, zumal da A. von Haller, der berühmteste Physiologe des vorigen Jahrhunderts, durch seinen grossen Einfluss die Lehre von der Epigenesis unterdrückte. Wolff selbst vermochte nicht, sich einen wissenschaftlichen Wirkungskreis in Deutschland zu erringen und musste nach Russland auswandern. Erst nach seinem Tode fanden seine Schriften durch Oken und Meckel die gebührende Anerkennung.

Wolff.



C. E. v. Baer.

So blieb es denn Carl Ernst v. Baer vorbehalten, in seinem classischen Werk: „Die Entwicklung des Hühnchens, Beobachtung und Reflexion“ (1832) die Entwicklungsgeschichte als eine selbständige Disciplin zu begründen. Baer bestätigte die Lehre Wolff's von dem Auftreten blattartiger Anlagen, von denen die Organe abstammen, und wurde durch die Genauigkeit, mit welcher er diesen Nachweis führte, der Begründer der Keimblättertheorie. Ferner kam er zum Resultat, dass jeder Thiertypus nicht nur seinen besonderen Bauplan, sondern auch seine besondere Entwicklungsweise besitze, dass für die *Wirbelthiere* eine *Evolutio bigemina*, für die *Articulaten* die *Evolutio gemina*, für die *Mollusken* die *E. contorta* und für die *Radiaten* die *E. radiata* charakteristisch sei. Wir begegnen hier zum ersten Mal der Idee, dass für die richtige Beurtheilung der verwandtschaftlichen Beziehungen der Thiere und somit für die natürliche Systematik die Resultate der vergleichenden Entwicklungsgeschichte unentbehrlich seien, eine Idee, die sich in der Neuzeit als ausserordentlich fruchtbringend erwiesen hat.

Zellen-  
theorie.

Für die weitere Ausbildung der vergleichenden Anatomie und Entwicklungsgeschichte war von fundamentaler Bedeutung der Nachweis, dass alle Organismen sowie alle ihre Entwicklungsformen sich aus denselben Elementen, den Zellen, zusammensetzen. Diese Erkenntniss ist die Quintessenz der Zellentheorie, welche in den dreissiger Jahren dieses Jahrhunderts von Schwann und Schleiden vorge tragen und zwei Jahrzehnte später durch die Protoplasmatheorie Max Schultze's vollkommen reformirt wurde. Durch die Zellenlehre wurde für alle Lebewesen, für hoch und niedrig organisirte Pflanzen und Thiere, ein einheitliches Organisationsprincip gefunden und zugleich das umfangreiche Gebiet der Histologie oder Gewebelehre einer wissenschaftlichen Behandlung zugänglich gemacht.

## Reform des Systems.

Man kann sagen, dass mit der Begründung und systematischen Verwerthung der vergleichenden Anatomie und Entwicklungsgeschichte und mit der Entwicklung der Zellentheorie und der Gewebelehre die Fundamente der heutigen Zoologie gelegt worden sind. Die seitdem verflossene Zeit hat vornehmlich dem Ausbau des Gebäudes gedient. Ungeheure Fortschritte wurden auf dem Gebiete der Wirbelthieranatomie durch die classischen Untersuchungen von Owen, Joh. Müller, Rathke, Gegenbaur u. A. erzielt; unsere Vorstellungen von Organisation wurden vollkommen reformirt durch die Arbeiten Dujardin's, Max Schultze's, Haeckel's u. A., welche die Einzelligkeit der niedersten Thiere nachwiesen. Die Keimblättertheorie wurde weiter ausgebaut von Remak, Kölliker und von Kowalewski, Haeckel, Huxley auch auf die wirbellosen Thiere übertragen. Es würde den Rahmen dieses kurzen historischen Abrisses überschreiten, wenn wir noch weiter hineinziehen wollten, was auf dem Gebiete der einzelnen Stämme des Thierreichs geleistet worden ist; wir müssen uns daher be-



gnügen, die wichtigsten Reformen zu erwähnen, welche das Cuvier'sche System unter dem Einfluss wachsender Erkenntniss erfahren hat.

Von den 4 Typen Cuvier's war der Stamm der *Radiaten* unzweifelhaft derjenige, dessen Vertreter dem französischen Gelehrten, mit Ausnahme der *Medusen*, am wenigsten bekannt waren; daher war er auch am wenigsten naturgemäss zusammengefasst, indem er ausser den radial-symmetrischen *Coelenteraten* und *Echinodermen* Formen enthielt, welche, wie die *Würmer*, bilateral-symmetrisch oder, wie viele *Infusorien*, ganz asymmetrisch beschaffen sind. So kam es, dass die meisten Reformen hier ihre Angriffspunkte gefunden haben.

C. Th. v. Siebold (1848) ist der Urheber der ersten wichtigen Reform gewesen. Er beschränkte den Typus der *Radiaten* oder, wie er ihn bezeichnete, der *Zoophyten*, auf die Thiere von radial-symmetrischem Bau (*Echinodermen* und *Pflanzenthier*), trennte dagegen alle übrigen ab; und zwar bildete er aus den niedriger stehenden einzelligen Organismen den Stamm der *Urthiere* oder *Protozoen*; die höher organisirten Thiere fasste er als „*Vermes*“ oder „*Würmer*“ zusammen. Gleichzeitig schloss er einen Theil der *Articulaten*, die *Anneliden*, dem Würmerstamm an und führte für die übrigen *Articulaten*, die *Krebse*, *Tausendfüssler*, *Spinnen* und *Insecten*, den Namen *Arthropoden* ein.

C. Th.  
v. Siebold.

Fast um dieselbe Zeit löste Leuckart den Rest der *Radiaten* in 2 Stämme von sehr verschiedener Organisationshöhe auf; die niederen Formen, bei denen noch keine besondere Leibeshöhle vorhanden ist und das Innere des Körpers von nur einem der Verdauung dienenden Hohlraumssystem, dem Darm, eingenommen wird, nannte er *Coelenteraten* (im Wesentlichen die *Zoophyten* der älteren Zoologen); für den Rest, bei denen Darm und Leibeshöhle als 2 getrennte Hohlräume neben einander vorkommen, behielt er den Namen *Echinodermen* bei.

Leuckart.

So würden sich im Ganzen 7 Typen ergeben: *Protozoen*, *Coelenteraten*, *Echinodermen*, *Würmer*, *Arthropoden*, *Mollusken*, *Vertebraten*. Diese Eintheilung entspricht noch nicht vollkommen den Ansprüchen, welche man an ein natürliches System zu stellen berechtigt ist. Viele Zoologen sind neuerdings insofern zur Classification Cuvier's zurückgekehrt, als sie die gegliederten *Würmer* mit den *Arthropoden* zum Stamm der *Articulaten* vereinigen. Den Rest des Würmerstammes lösen sie in 2 Stämme auf, die parenchymatösen *Plathelminthen* und die mit Leibeshöhle ausgerüsteten übrigen Formen. Von den *Mollusken* hat man auf Grund gewichtiger anatomischer und entwicklungsgeschichtlicher Merkmale die *Brachiopoden*, *Bryozoen* und *Tunicaten* abgelöst; sie bilden den Gegenstand divergenter Ansichten. Die verwandtschaftlichen Beziehungen der beiden ersten Gruppen sind noch nicht vollkommen aufgeklärt. Von den *Tunicaten* wissen wir zwar, dass sie den *Vertebraten* nahe verwandt sind, können sie aber denselben nicht unterordnen, da sie ganz wesentliche Unterschiede im Bau zeigen. In der Neuzeit hat sich das Bestreben bemerkbar gemacht, solche kleine aberrante Gruppen zu selbständigen Stämmen des Thierreiches zu erheben, ein Verfahren, welches nur dazu führen kann, die Uebersichtlichkeit und praktische Verwerthbarkeit des Systems zu schädigen. Ich habe es daher vorgezogen, die betreffenden Formen als Anhang zum Stamm der *Würmer* zu behandeln, und habe diesem Lehrbuch die Eintheilung in 7 Stämme, wie sie soeben historisch entwickelt wurde, zu Grunde gelegt.



## Geschichte der Descendenztheorie.

Ehe wir die geschichtliche Einleitung beenden, müssen wir noch die historische Entwicklung einer Frage ins Auge fassen, welche bei oberflächlicher Betrachtung in ihrer Bedeutung leicht unterschätzt wird, welche aber aus kleinen Anfängen zu einem die zoologische Forschung vollkommen beherrschenden Problem herangewachsen ist und mit ihren Consequenzen nicht nur die Zoologen, sondern alle Kreise von allgemeinerem wissenschaftlichem Interesse beschäftigt hat. Es ist die Frage nach dem logischen Werth der systematischen Begriffe Art, Gattung, Familie etc.

In der Natur finden wir nur Einzelthiere vor; wie kommt es nun, dass man dieselben in grössere und kleinere Gruppen zusammenfasst? Sind die einzelnen Arten, Gattungen und die übrigen Abtheilungen, welche der Systematiker unterscheidet, unveränderliche Grössen, gleichsam Grundideen der Natur oder, wenn man will, Schöpfungsgedanken, welche in den Einzelformen zum Ausdruck kommen? Oder sind es Abstractionen, die der Mensch in die Natur hineinträgt, um dieselbe seinem Begriffsvermögen verständlich zu machen? Sind die Art- und Gattungsnamen nur durch das Wesen unseres Begriffsvermögens nothwendig gewordene Ausdrücke für die Abstufungen der Verwandtschaftskreise in der Natur, welche an und für sich nichts Unabänderliches sind und daher auch einem allmählichen Wandel unterliegen können? In die Praxis übersetzt, lautet das Problem: sind die Arten constant oder veränderlich? Was für die Arten gilt, muss nothwendigerweise für alle übrigen Kategorien des Systems Geltung besitzen, da sie sämmtlich in letzter Instanz auf dem Artbegriff beruhen.

Einer der ersten, welcher über den Artbegriff nachgedacht hat, ist der Vorläufer Linné's, der Engländer John Ray. Bei dem Versuche, für das, was man unter einer Art versteht, eine bestimmte Definition zu geben, stiess er auf Schwierigkeiten. In der systematischen Praxis rechnet man Thiere, welche im Bau und in der Erscheinungsweise wenig von einander abweichen, zu derselben Art. Dieses praktische Verfahren lässt sich theoretisch zur Definition des Artbegriffs nicht verwerthen; denn es giebt Männchen und Weibchen innerhalb derselben Art, welche sich anatomisch mehr von einander unterscheiden als die Repräsentanten verschiedener Arten. So gelangte John Ray zu der genetischen Definition des Artbegriffs, indem er sagte: Es giebt für die Pflanzen kein anderes sicheres Merkmal der Artzusammengehörigkeit als der Ursprung aus dem Samen specifisch oder individuell gleicher Pflanzen; d. h. für alle Organismen generalisirt: Zu einer und derselben Art gehören die Individuen, welche von gleichen Voreltern stammen.

Mit Ray's Worten war ein völlig uncontrolirbares Element in die Definition des Artbegriffs hineingetragen worden, da gewöhnlich kein Systematiker etwas darüber weiss oder überhaupt etwas darüber wissen kann, ob die Repräsentanten einer von ihm aufgestellten Art von gleich gearteten Eltern abstammen. So war es denn natürlich, dass der Artbegriff bald ein theologisches Gewand erhielt, indem er durch



Anlehnen an religiöse Vorstellungen fester gestützt wurde. Linné sagte: „Tot sunt species, quot ab initio creavit infinitum Ens“; er baute damit den Artbegriff auf den Traditionen der Mosaischen Schöpfungsgeschichte auf, ein Verfahren, welches naturwissenschaftlich ganz unstatthaft ist, da es einen der grundlegenden Begriffe aus transcendentalen Anschauungen, nicht aus dem Bereich der naturwissenschaftlichen Erfahrung ableitet. Auch erwies sich die Linné'sche Definition sofort als unhaltbar, sowie die Paläontologie anfang, das umfangreiche, in Versteinerungen niedergelegte Material ausgestorbener Thiere zugänglich zu machen. Mit abenteuerlichen Phantasien hatte man lange Zeit die unbequem werdenden Versteinerungen ausserhalb des Bereichs wissenschaftlicher Forschung gehalten: es seien Spiele der Natur, hiess es, oder Reste der Sintfluth, oder Einflüsse der Sterne auf die Erde, oder Producte einer Aura seminalis, einer befruchtenden Luft, die, wenn sie organische Körper befallt, zur Bildung von Thieren und Pflanzen führe, wenn sie aber auf anorganisches Material sich verirre, Petrefacten erzeuge. Derartigen wüsten, schon von Lionardo da Vinci, Hooke, Buffon und anderen vorurtheilsfreien Männern bekämpften Speculationen wurde durch die Begründung der wissenschaftlichen Paläontologie durch Cuvier endgiltig ein Ziel gesetzt. Cuvier wies in überzeugender Weise nach, dass die Versteinerungen Reste vorweltlicher Thiere seien. Wie der Aufbau der Erdkruste aus verschiedenen über einander lagernden Schichten die Unterscheidung verschiedener Perioden der Erdgeschichte ermögliche, so lehre die Paläontologie verschiedene Perioden in der pflanzlichen und thierischen Lebewelt unseres Erdballs kennen. Jede Erdperiode sei durch eine besondere, ihr vollkommen eigenthümliche Thierwelt charakterisirt gewesen; diese Thierwelt habe sich um so mehr von der jetzt lebenden unterschieden, je älter die Erdperiode sei, der sie angehörte. Alle diese Verallgemeinerungen führten Cuvier zu seiner Kataklysmentheorie. Das Ende jeder Erdperiode sei durch eine gewaltige Umwälzung bezeichnet, welche alles Leben vernichtet habe; auf dem neugeschaffenen, jungfräulichen Boden sei eine neue Thierwelt constanter Arten erschaffen worden.

Durch die Annahme zahlreicher Schöpfungsacte schien der Linné'sche Speciesbegriff gerettet zu sein, freilich durch das Aufgebot von Hilfhypothesen, welche weder naturwissenschaftlich gestützt, noch theologisch zu rechtfertigen waren. Cuvier's Kataklysmentheorie führte bei consequenter Durchführung zur Vorstellung eines Schöpfers, der eine Thierwelt aufbaut, um sie nach einiger Zeit wie ein lästig gewordenes Kinderspielzeug zu zertrümmern; sie hat daher zu keiner Zeit warme Vertheidiger gefunden, am wenigsten bei den Geologen, für welche sie zunächst bestimmt war. Von hervorragenderen Zoologen ist nur Louis Agassiz zu nennen, welcher der Lehre bis zu seinem Lebensende treu geblieben ist.

Unter diesen Verhältnissen ist es denn begreiflich, dass denkende Naturforscher, welche das Bedürfniss hatten, das Wesen der organischen Natur einheitlich und aus den allgemein herrschenden Naturgesetzen zu erklären, an der Constanz der Arten zu zweifeln anfangen und zu der Lehre von der Umbildung der Formen, zur Descendenztheorie, geführt wurden.

Schon zu Zeiten Cuvier's herrschte eine kräftige descendenztheoretische Strömung; sie fand Ausdruck in England in den Schriften

Vorläufer  
Darwin's.



von Erasmus Darwin (Grossvater des berühmten Charles Darwin), in Deutschland in den Werken Goethe's, Oken's und der Anhänger der naturphilosophischen Schule; in Frankreich wurde die Abstammungslehre vornehmlich von Buffon, Geoffroy St. Hilaire und Lamarck ausgebaut. Ihren vollgiltigsten Ausdruck fand sie in der 1809 erschienenen „Philosophie zoologique“ Lamarck's, an deren Ideengang wir uns daher im Folgenden auch halten wollen.

Lamarck.

Lamarck (Jean Baptiste de Monet, Ritter von Lamarck, 1744 in der Picardie geb., 1829 als Professor am Pflanzengarten gestorben) lehrte, dass auf der Erde zunächst Organismen von einfachstem Bau auf natürlichem Wege aus unbelebten Stoffen durch Urzeugung entstanden seien. Von diesen einfachsten Lebewesen hätten sich im Laufe von unermesslich grossen Zeiträumen die jetzt lebenden Arten der Thiere und Pflanzen durch langsame Umbildung entwickelt, ohne dass die Continuität des Lebens auf unserem Erdball jemals eine Unterbrechung erfahren habe; Endpunkt dieser Reihe sei der Mensch; die übrigen Thiere seien die Descendenten der Formen, aus denen der Mensch sich entwickelt habe. Lamarck fasste entsprechend den damals herrschenden Anschauungen das Thierreich als eine einzige vom niedersten Urthier bis zum Menschen aufsteigende Reihe auf. Unter den Ursachen, welche die Veränderung und Vervollkommnung der Organismen bewirken sollten, betonte Lamarck am meisten die Uebung und die Nichtübung. Die Giraffen sollen lange Häse bekommen haben, weil sie durch besondere Lebensbedingungen gezwungen waren, sich zu strecken, um hochbelaubte Bäume abzuweiden; umgekehrt hätten sich die Augen der im Dunkeln wohnenden Thiere aus mangelndem Gebrauch zu functionslosen kleinen Körperchen rückgebildet. Unwichtiger sollen die directen Einwirkungen der Aussenwelt sein; die Veränderungen der Umgebung („le monde ambiant“ Geoffroy St. Hilaire's) sollen auf Thiere zumeist indirect wirken, indem sie die Bedingungen für die Uebung der Organe verändern.

Lamarck's geistvolle Schrift blieb bei seinen Zeitgenossen fast unbeachtet. Dagegen kam es 1830 in der Pariser Academie zu einem heftigen Conflict zwischen Gegnern und Anhängern der Entwicklungslehre, zwischen Cuvier und Geoffroy St. Hilaire. Der Conflict endete mit einer vollständigen Niederlage der Descendenztheorie. Die Niederlage war eine so vollständige, dass das Problem auf längere Zeit vollkommen aus der wissenschaftlichen Discussion verschwand, und die Lehre von der Artconstanz wieder zur herrschenden wurde. Dieser Misserfolg war durch vielerlei Gründe veranlasst. Zunächst war die Theorie Geoffroy's und Lamarck's mehr eine geistreiche Conception, als dass sie sich auf ein reiches empirisches Material gestützt hätte. Ausserdem hatte sich in sie als ein fundamentaler Irrthum die Lehre von der einreihigen Anordnung der Thierwelt eingeschlichen. Dem entgegen stand Cuvier's grosse Autorität und sein umfassendes Wissen, welches letzteres es ihm leicht machte, zu zeigen, dass das Thierreich aus einzelnen coordinirten Gruppen, den Typen, bestehe.

Iyell.

In demselben Jahr, in welchem Cuvier seinen für lange Zeit entscheidenden Sieg über Geoffroy St. Hilaire erfocht, wurde gegen seine Lehre von der Aufeinanderfolge zahlreicher Thierwelten auf unserem Erdball der erste verderbliche Schlag geführt. Cuvier's Kataklysmentheorie hatte eine doppelte Seite, eine geologische und



eine zoologisch-botanische. Cuvier leugnete die Continuität der einzelnen Erdperioden wie die Continuität der ihnen zukommenden Faunen und Floren. In den Jahren 1830—1832 erschienen nun die „Principles of Geology“ von Lyell, ein epochemachendes Werk, welches endgiltig auf dem Gebiet der Geologie die Kataklysmentheorie beseitigte. Lyell wies nach, dass man der gewaltigen Erdrevolutionen nicht bedürfe, um die Umwandlung der Erdoberfläche und die Ueberlagerung ihrer Schichten zu erklären, dass vielmehr die allezeit wirkenden Kräfte, die Hebungen und Senkungen, die nagende Wirkung des Wassers, möge es als Ebbe und Fluth, als Regen, als Schnee oder Eis, als reissender, zum Meere strömender Fluss oder Bach wirken, zur Erklärung vollkommen ausreichen. Ganz allmählig im Laufe collossaler Zeiträume sei die Erdoberfläche verändert und aus einer Periode in die andere übergeführt worden, und noch jetzt gehe dieser stetige Umwandlungsprocess an ihr vor sich. Die Continuität in der geologischen Geschichte der Erde, welche hiermit zum ersten Male vorgetragen wurde, ist seitdem eines der grundlegenden Axiome der Geologie geworden; dagegen wurde die Discontinuität in der Geschichte der die Erde bevölkernden Lebewesen, obwohl die geologischen Voraussetzungen derselben hinfällig geworden waren, lange Zeit über nach wie vor aufrecht erhalten.

Es ist das grosse Verdienst von Charles Darwin, nach Jahrzehnte langer Ruhe die Descendenztheorie von Neuem vorgetragen und zur allgemeinen Geltung gebracht zu haben. Zugleich wurde damit die wichtigste Periode in der Geschichte der Zoologie eingeleitet, eine Periode, in welcher diese Wissenschaft nicht nur selbst einen unerwarteten Aufschwung nahm, sondern auch anfang, auf die allgemeinen Anschauungen der Menschen nachhaltigen Einfluss zu gewinnen.

Charles  
Darwin.

Charles Darwin wurde 1809 zu Shrewsbury geboren. Nach Beendigung seiner Studien auf den Universitäten Edinburgh und Cambridge (1825—1831) schloss er sich als Naturforscher der Weltumsegelung des „Beagle“ an, eines englischen Kriegsschiffes, welches in den Jahren 1831—1836 nautische Untersuchungen auszuführen bestimmt war. Als Darwin die eigenthümlichen Charaktere der Inselfaunen, besonders der Galapagos-Inseln, und die merkwürdige geologische Aufeinanderfolge der *Edentaten* in Südamerika kennen lernte, bildeten sich in ihm die Keime zu seiner Epoche machenden Theorie. Eine weitere Ausbeute dieser Reise waren seine schöne Monographie der *Cirripeden* und die classischen Untersuchungen über die Corallenriffe. Nach England zurückgekehrt, lebte Darwin, ausschliesslich wissenschaftlichen Arbeiten gewidmet, vornehmlich auf seinem Gute Down in der Grafschaft Kent bis zu seinem Tode im Jahre 1882; vor Allem war er unablässig bemüht, seine Anschauungen über den Ursprung der Arten auszubauen und für dieselben ein immer reicheres empirisches Material zu sammeln. Die erste schriftliche Aufzeichnung seiner Grundgedanken, die er Freunden, besonders dem Geologen Lyell und dem Botaniker Hooker mittheilte, fällt in das Jahr 1844, ohne dass der Verfasser sich jedoch bereden liess, dieselbe der Oeffentlichkeit zu übergeben. Erst im Jahre 1858 entschloss sich Darwin zu einer Mittheilung im Journal of the Linnean Society, und zwar durch einen äusseren Anlass bewogen. In diesem Jahr erhielt er von dem Reisenden Wallace einen Aufsatz zugesandt, welcher in den wichtigsten Punkten mit Darwin's eigenen Anschauungen übereinstimmte. Darwin brachte einen Abriss seiner Lehre gleichzeitig mit Wal-



lace's Manuscript zum Abdruck. Im Jahre darauf (1859) erschien dann die wichtigste seiner Schriften: „On the origin of species by means of natural selection“, und in kurzer Aufeinanderfolge eine stattliche Reihe von Werken, die Frucht jahrelanger vorbereitender Arbeit. Für die Geschichte der Descendenztheorie sind aus dieser Reihe die wichtigsten: 1) Ueber das Variiren der Thiere und Pflanzen im Zustand der Domestication, 2 Bände, welche vornehmlich eine Sammlung empirischen Beweismaterials enthalten; 2) Ueber den Ursprung des Menschen, ein Werk, welches die Anwendung der Descendenzlehre auf den Menschen giebt.

Wohl kein wissenschaftliches Werk dieses Jahrhunderts hat in der zoologischen, ja man kann sagen in der ganzen gebildeten Welt ein so grossartiges Aufsehen gemacht, wie das Buch Darwin's über den Ursprung der Arten. Vielfach wurden seine Lehren als etwas durchaus Neues aufgenommen; so sehr war die wissenschaftliche Tradition verloren gegangen. In Kreisen der Fachleute wurden sie von einem Theil heftig beföhdet, von einem anderen Theil fanden sie eine wohlwollende, aber zweifelnde Aufnahme. Nur wenige Männer traten von Anfang mit aller Entschiedenheit auf die Seite des grossen britischen Forschers. Es entbrannte ein lebhafter wissenschaftlicher Kampf, welcher mit einem glänzenden Sieg der Descendenztheorie endete. Zur Zeit ist unser ganzes wissenschaftliches Denken so sehr von den Ideen der Descendenztheorie durchsetzt, dass man kaum noch von einer erheblichen Gegnerschaft gegen die Lehre reden kann.

Unter den Männern, welche am meisten diesen raschen Verlauf herbeigeföhrt haben, ist neben dem Mitbegründer des Darwinismus A. R. Wallace vor Allem E. Haeckel zu nennen, welcher sich in seiner „Generellen Morphologie“ und seiner „Natürlichen Schöpfungsgeschichte“ um die Ausbildung der Theorie die allergrössten Verdienste erworben hat. Energische Vorkämpfer der Lehre in Deutschland waren ferner Fritz Müller, Carl Vogt, Weismann, Moritz Wagner und Naegeli, wenn auch letztere rücksichtlich der Ursachen, welche die Umbildung der Formen bedingen, ihren besonderen Standpunkt einnahmen. Unter den englischen Naturforschern sind besonders Huxley, Hooker und Lyell zu nennen. Am spätesten hat der Darwinismus in Frankreich Eingang gefunden.

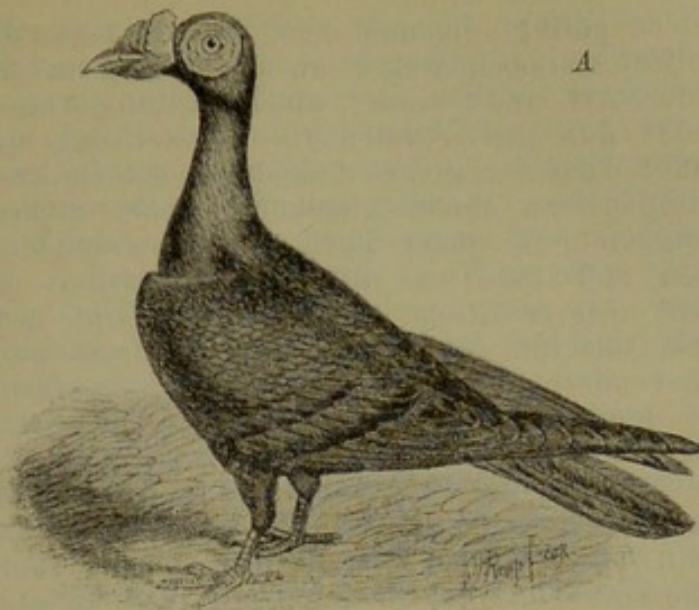
Im Folgenden werde ich versuchen, die Darwin'sche Lehre, so wie sie sich im Widerstreit der Meinungen im Laufe der letzten Jahrzehnte entwickelt hat, wiederzugeben, indem ich mich möglichst der Art, wie sie Darwin selbst vorgetragen hat, anschliesse.

### **Darwin's Theorie von der Abstammung der Arten.**

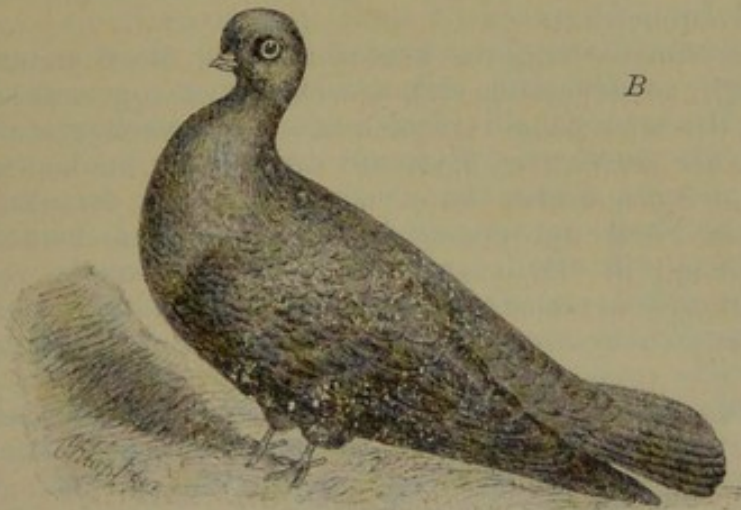
Vor dem Erscheinen von Darwin's Schriften herrschte bei den Systematikern das Dogma von der Constanz der Arten. Man gab zwar zu, dass nicht alle Individuen einer Art gleich seien; es solle eine mehr oder minder erhebliche Variabilität herrschen, so dass es möglich sei, innerhalb einer Art Rassen und Varietäten zu unterscheiden; doch solle die Variabilität niemals solche Grade erreichen, dass gleichsam die Grenzen des Artbegriffs überschritten würden.

Darwin geht daher von der Kritik des Speciesbegriffs aus: Sind die Begriffe Species (Art) einerseits und Rasse und Varietät andererseits etwas

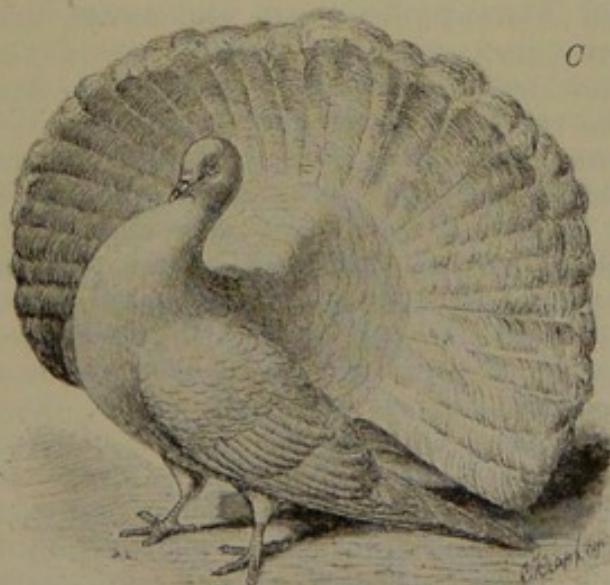




A



B



C

Fig. 1. Taubenrassen (nach Darwin). A englische Botentaube, B englische Burzeltaube, C englische Pfauentaube.

vollkommen Verschiedenes? Giebt es besondere Kriterien, um in unzweifelhafter Weise festzustellen, ob wir in einem bestimmten Falle es mit Varietäten einer Art oder mit verschiedenen Arten zu thun haben? Oder gehen die Begriffe in der Natur in einander über? Sind die Arten constant gewordene Varietäten und ebenso die Varietäten in Bildung begriffene Arten?

Zur Entscheidung dieser fundamentalen Frage können morphologische und physiologische Charaktere herangezogen werden. In der Praxis des Systematikers gelten gewöhnlich ausschliesslich die morphologischen Merkmale, weshalb wir sie hier in erster Linie berücksichtigen. Wenn sich innerhalb einer grösseren Zahl einander ähnlicher Formen zwei Gruppen aufstellen lassen, die sich erheblich von einander unterscheiden, wenn die Unterschiede derselben durch keinerlei Mittelformen verwischt werden, und wenn sie sich in mehreren aufeinander folgenden Generationen constant erhalten, so spricht der Systematiker

Morphologische Unterschiede von Art und Varietät.



tiker von guten Arten; er spricht dagegen von Varietäten derselben Art, wenn die Unterschiede geringfügig und inconstant sind und durch die Existenz von Mittelformen noch weiter an Bedeutung verlieren. Eine genaue Prüfung der Art und Weise, wie diese Regel in der Praxis befolgt wird, lehrt nun die grössten Inconsequenzen kennen, womit es zusammenhängt, dass manche einander nahe stehenden Thier- und Pflanzengruppen von einem Theil der Systematiker für gute Arten, von einem anderen Theil nur für Spielarten, d. h. für Varietäten derselben Art gehalten werden. Die Unterschiede zwischen den Spielarten unserer Hausthiere sind vielfach so bedeutend, wie sie sonst als ausreichend für die Unterscheidung nicht nur guter Arten, sondern sogar von Gattungen und Familien angesehen werden. Bei den Pfauentauben ist die sonst nur 12—14 betragende Zahl der Steuerfedern des Schwanzes auf 30—42 gesteigert (Fig. 1 C); bei anderen Taubenrassen unterliegt die relative Grösse von Schnabel und Füssen im Vergleich zum übrigen Körper enormen Schwankungen (Fig. 1 A, B); selbst das Skelet ist bei den Variationen betheiligt, wie daraus hervorgeht, dass die Gesamtzahl der Wirbel zwischen 38 (Botentauben) und 43 (Kropftauben), die Zahl der Sacralwirbel zwischen 11 und 14 beträgt.

Was nun das Vorkommen von Zwischenformen und die Constanz der Unterschiede anlangt, so verhalten sich die einzelnen sogenannten guten Arten in dieser Hinsicht ganz verschieden. Bei manchen stark variirenden Arten sind die äussersten Extreme durch vielerlei Uebergänge verbunden. In anderen Fällen kann man innerhalb derselben Art scharf umschriebene Formengruppen, die Rassen, unterscheiden. Bei den Rassen vererben sich die charakteristischen Merkmale von Geschlecht zu Geschlecht mit derselben Constanz, wie bei guten Arten. Man kann das an den Menschenrassen und vielen rein cultivirten Hausthierrassen beweisen.

Eine kritische Prüfung führt somit zu dem Satz, dass die Morphologie zwar benutzt wird, um die Thiere in Arten und Varietäten zu gruppieren, dass sie uns aber vollkommen im Stich lässt, wenn es gilt, principielle Unterschiede aufzustellen zwischen dem, was man eine Art, und dem, was man eine Varietät zu nennen hat. Dem Systematiker steht daher nur der Ausweg offen, sein praktisches Verfahren zu ergänzen, indem er physiologische Gesichtspunkte zu Hilfe nimmt. Dies hat man denn auch gethan und gewisse bei der Fortpflanzung auftretende Unterschiede herangezogen; es sollen die Individuen verschiedener Arten sich nicht unter einander fortpflanzen können, dagegen sollen unter normalen Verhältnissen die Individuen einer und derselben Art, mögen sie auch verschiedenen Varietäten oder Rassen angehören, vollkommen fruchtbare Ehen eingehen können. Bei der Prüfung dieser beiden Sätze muss man sich vor einem sehr nahe liegenden Cirkelschluss hüten; ein solcher Cirkelschluss würde es sein, wenn ein Experimentator zwei Thiere, die er nach ihren sonstigen Verhältnissen verschiedenen Arten zurechnen würde, für Repräsentanten einer Art erklären wollte, nur weil sie sich bei der Kreuzung vollkommen fruchtbar erweisen. Vielmehr muss die Frage für ihn lauten: Führt das physiologische Experiment zu denselben systematischen Unterscheidungen, zu denen das gewöhnliche systematische Verfahren, die Abschätzung der Constanz und der Divergenz der unterscheidenden Merkmale, führt?

Physiologische Unterschiede.

a) Kreuzung von Arten und Varietäten.



Das Gebiet, welches wir hier betreten, ist noch lange nicht genügend experimentell durchgearbeitet; gleichwohl lassen sich schon jetzt einige allgemeine Sätze aufstellen: 1) dass nicht wenige sogenannte gute Arten mit einander gekreuzt werden können; 2) dass die Schwierigkeiten der Kreuzung im Allgemeinen wachsen, je geringer die systematische Verwandtschaft der benutzten Arten ist, 3) dass aber diese Schwierigkeiten keineswegs der systematischen Divergenz der Arten vollkommen proportional sind. Das günstigste Untersuchungsmaterial bieten Thiere, bei denen man die künstliche Befruchtung durchführen kann, denen man Eier und Spermatozoen entnehmen kann, um sie unabhängig vom Willen der Thiere zu mischen. So gelingt es, Bastarde von Arten zu erzielen, welche ganz verschiedenen Gattungen angehören, während sehr häufig ganz nahe verwandte Arten sich nicht kreuzen lassen. Unter den Fischen kennt man Bastarde von *Abramis brama* und *Blicca Björkna*, von *Trutta salar* (Lachs) und *Trutta fario* (Forelle); unter den Seeigeln befruchten die Spermatozoen von *Strongylocentrotus lividus* mit grosser Leichtigkeit die Eier von *Echinus microtuberculatus*, dagegen nur äusserst selten die Eier des im System viel näher stehenden *Sphaerechinus granularis*. Auch kommt es vor, dass die Kreuzung in einer Richtung (Männchen von a und Weibchen von b) leicht gelingt, in der anderen Richtung (Männchen von b und Weibchen von a) vollkommen fehlschlägt, wie z. B. der Same von *Strongylocentrotus lividus* wohl die Eier von *Echinus microtuberculatus* befruchtet, nicht aber umgekehrt der Same von *E. microtuberculatus* die Eier von *St. lividus*. Noch bekannter ist ein zweites Beispiel: dass nämlich Lachseier von Forellensamen, dagegen nicht Forelleneier von Lachssamen befruchtet werden. Befruchtungsmöglichkeit der Eier hat sich sogar ergeben, wenn man Thiere, welche verschiedenen Familien, Ordnungen, vielleicht selbst Classen der Thierreichs angehören, zum Experimente wählte. Eier der Schollen (*Pleuronectes platessa*) und Lippfische (*Labrus rupestris*) werden von Dorschsamen (*Gadus morrhua*), Froscheier (*Rana arvalis*) von Salamandersamen (*Triton alpestris* und *T. taeniatus*), Eier von Seesternen (*Asterias Forbesi*) von Seeigelsamen (*Arbacia pustulosa*) (??) befruchtet. Freilich sterben in diesen extremen Fällen die Kreuzungsproducte während der Furchung oder nach Abschluss derselben, ehe es zur Bildung einer Embryonalanlage kommt, ab.

Bei Thieren, welche eine Begattung nöthig haben, wachsen die Schwierigkeiten des Experimentirens, da hier häufig zwischen Männchen und Weibchen verschiedener Arten eine Abneigung besteht, welche jede Annäherung vereitelt. Immerhin kennen wir auch auf diesem Gebiet Kreuzungen verschiedener Arten; unter den Säugethieren lassen sich z. B. Pferd und Esel (Maulthier, Maulesel), Rind und Zebu, Steinbock und Ziege, Schafe und Ziegen, Hunde und Schakale, Hunde und Wölfe, Hasen und Kaninchen (*Lepus Darwini*) etc., unter den Vögeln verschiedene Finkenarten, weiterhin Birk-, Hasel- und Schneehühner, Wildente (*Anas boschas*) und Spiessente (*Dafila acuta*), die bei uns einheimische Gans und die chinesische Gans (*Anser domesticus* und *A. cygnoides*) kreuzen, unter den Schmetterlingen *Smerinthus ocellata* und *Sm. populi*, *Zygaena trifolii* und *Z. filipendulae*, *Saturnia pavoniae* sowohl mit *S. spini*, wie *S. pyri*, *Pygaera curtula* sowohl mit *P. pigra* wie *P. anachoreta*. *Saturnia pavoniae* liess sich sogar mit *Agria tau*, *Actias luna* und *Actias isabellae* paaren. Die Kreuzung lieferte Eier,



aus denen jedoch nur im letztgenannten Fall Räupchen von geringer Lebensenergie ausschlüpfen.

b) Fruchtbarkeit von Bastarden und Blendlingen.

Da manche Kreuzungen, wie Maulthier und Maulesel, schon seit Jahrtausenden bekannt sind, wurde das Kriterium gleichsam eine Stufe weiter zurückgeschoben. Wenn die Unfruchtbarkeit sich nicht unmittelbar bei der Kreuzung mancher Arten äussere, so soll sie sich doch an den Producten der Kreuzung bemerkbar machen. Wir wollen im Folgenden, abweichend von dem herrschenden Brauch, der beide Ausdrücke als synonym behandelt, die Kreuzungsproducte von Varietäten Blendlinge, von Arten Bastarde nennen. Es sollen die Blendlinge stets eine normale, vielfach sogar gesteigerte Fruchtbarkeit besitzen, dagegen sollen die Bastarde stets unfruchtbar sein. Auch hier handelt es sich jedoch um eine Regel, nicht um ein Gesetz. Maulesel und Maulthiere, welche sich nur selten fortpflanzen, die meisten der oben genannten Schmetterlingsbastarde und viele andere Bastarde sind zwar unfruchtbar, allein man kennt schon jetzt nicht wenige Ausnahmen, obwohl die Zahl der nach dieser Hinsicht unternommenen Experimente eine sehr geringe ist. Bastarde von Hasen und Kaninchen haben sich Generationen hindurch fruchtbar erhalten; fortpflanzungsfähige Bastarde wurden ferner bei der Kreuzung von *Capra ibex* und *C. hircus*, von *Anser cygnoides* und *Anser domesticus*, von *Salmo salvelinus* und *S. fontinalis*, *Cyprinus carpio* und *Carassius vulgaris*, *Bombyx cynthia* und *B. arrindia* erzielt.

Auch der zweite oben aufgestellte Satz, dass Individuen einer Art, sofern sie gesund sind, sich stets mit einander fortpflanzen können, bedarf sehr der Einschränkung. Den Thierzüchtern sind schon seit Langem die gefährlichen Folgen der Inzucht bekannt, dass die Fortpflanzungsfähigkeit sich bis zur Unfruchtbarkeit vermindert, wenn man bei einer Zucht andauernd nur Abkömmlinge eines Elternpaares wählt. Darwin hat nicht wenige Fälle zusammengestellt, in denen unzweifelhafte Angehörige derselben Art unter einander vollkommen unfruchtbar sind: so gewisse Formen der Primeln und anderer di- und trimorpher Arten. Beispiele für die Unfruchtbarkeit von Blendlingen kennt man nur aus der Botanik (gewisse Varietäten von Mais und Königskerze).

Wenn wir das Bekannte überblicken, so scheint die dauernde Fruchtbarkeit bei der geschlechtlichen Fortpflanzung von einer nicht allzu bedeutenden Differenz in den Geschlechtsproducten garantirt zu werden; allzu grosse Aehnlichkeit, wie sie bei Inzucht vorhanden sein muss, und allzu grosse Unterschiede, wie bei der Bastardirung verschiedener Arten, sind schädlich und werden von der Natur vermieden. Die geschlechtliche Fortpflanzung besitzt ein Optimum, von dem aus man allmählig nach zwei Seiten eine Abnahme verfolgen kann. Damit wäre aber schon gesagt, dass hier graduelle und keine principiellen Differenzen vorliegen, und dass demnach auch dieses Merkmal für eine principielle Unterscheidung von Art und Varietät nicht benutzt werden kann.

Das Endresultat aller dieser Ausführungen lässt sich in den Satz zusammenfassen, dass es bis jetzt weder auf physiologischem, noch auf morphologischem Wege geglückt ist, in klarer und allgemein gültiger Weise die Kriterien festzustellen, welche bei der Entscheidung, ob gewisse Formenkreise für gute Arten oder für Varietäten einer Art zu halten sind, den Systematiker leiten müssen. Vielmehr werden die Zoologen in der Praxis von einem gewissen systematischen Tact bestimmt,



welcher sie aber in schwierigen Fällen im Stiche lässt, so dass dann die Ansichten der einzelnen Forscher auseinandergehen.

Die erörterten Verhältnisse finden ihre natürliche Erklärung durch die Annahme, dass scharfe Unterschiede zwischen Art und Varietät überhaupt nicht existiren, dass die Arten constant gewordene Varietäten und die Varietäten in Bildung begriffene Arten sind. Wir wollen das Gesagte durch Erläuterung an einem concreten Fall klar machen. Individuen einer Art beginnen zu variiren, d. h. sie gewinnen, von einem zum anderen verglichen, eine grössere oder geringere Verschiedenartigkeit der Charaktere. So lange die extremen Unterschiede durch Uebergänge verbunden werden, sprechen wir von Varietäten einer Art; sind dagegen die vermittelnden Uebergänge ausgestorben, haben sich im Laufe langer Zeiträume die Unterschiede befestigt und so sehr verschärft, dass eine geschlechtliche Vermischung der extremen Formen entweder völlige Unfruchtbarkeit oder wenigstens eine Hinneigung zur Unfruchtbarkeit ergibt, so sprechen wir von verschiedenen Arten.

Umbildung  
der Varietäten zu  
Arten.

Für diese Anschauung, dass Varietäten bei längerem Bestand zu Arten werden können, spricht auch die grosse Uebereinstimmung, welche zwischen beiden in der Häufigkeit des Auftretens besteht. Bei Gattungen, welche auffallend viele Arten enthalten, zeigen meist auch die Arten viele Varietäten; die Arten sind dann meist zu Untergattungen gruppirt, d. h. sie sind einander in ungleichem Maasse verwandt, indem sie kleine, um gewisse Arten sich anordnende Gruppen bilden. Aehnliches ist auch bei den Varietäten der Fall. Bei solchen Gattungen ist die Artbildung in lebhaftem Fluss; jede Artbildung setzt aber einen grossen Grad von Variabilität voraus.

Es ist nun klar, dass dasselbe, was hier für die Arten durchgeführt worden ist, auch für die übrigen Kategorien des Systems Geltung haben muss. Wie durch divergente Entwicklung Varietäten zu Arten werden, so müssen die Arten bei Fortdauer der Divergenz sich so sehr von einander entfernen, dass wir sie als Gattungen unterscheiden. Es wird nur eine Frage der Zeit sein, dass diese Unterschiede höhere Grade erreichen und die Aufstellungen von Ordnungen, Classen und Stämmen ermöglichen, sowie auch die zarten Verzweigungen des jungen Pflänzchens beim kräftigen Baum zu Hauptästen erstarken, von denen weitere Seitenäste und Zweige ausgehen. Wenn man diesen Gedankengang bis in seine letzten Consequenzen verfolgt, so kommt man zu der Vorstellung, dass alle Thiere und Pflanzen durch Umbildung von wenigen Uroorganismen entstanden sind. Da jedenfalls schon viele Tausende von Jahren dazu gehören, damit durch Variabilität einer Art mehrere neue Arten entstehen, so müssen zur Ermöglichung dieser historischen Entwicklung des Thier- und Pflanzenreiches Zeiträume von einer Länge nothwendig gewesen sein, wie sie für unser Begriffsvermögen nicht mehr fassbar sind, ebenso wie die Astronomen mit Entfernungen rechnen, von welchen wir uns keine Vorstellungen machen können. Wie man nun für die Lehre von der individuellen Entwicklung eines Thieres die besondere Bezeichnung „Ontogenie“ (Embryologie) gewählt hat, so hat es sich auch als zweckmässig herausgestellt, für die Lehre von der allerdings nicht beobachteten, sondern nur erschlossenen historischen Entwicklung der Thiere die besondere Bezeichnung: „Stammesgeschichte“ oder „Phylogenie“ einzuführen.

Phylogenie.



Urzeugung.

Will man alle lebenden Thiere von gemeinsamen Urformen ableiten, so muss man nothgedrungen annehmen, dass dieselben höchst einfach organisirt, dass sie einzellig waren. Denn je einfacher die Organisation, um so weniger ist sie specialisirt, um so grösser ist ihre Umbildungsfähigkeit. Aus einfach gebauten Organismen lassen sich auch allein die niedersten einzelligen Lebewesen, die *Protozoen*, ableiten. Endlich können wir uns nur für einfach gebaute Organismen eine erste natürliche Entstehung denken. Da es unzweifelhaft eine Zeit gegeben hat, zu welcher auf unserem Erdball Temperaturen herrschten, welche jedes Leben unmöglich machten, so muss einmal das Leben auf ihm neu entstanden sein, entweder durch einen Schöpfungsact oder auf natürlichem Wege durch Urzeugung. Nehmen wir dem Geist der Naturwissenschaften entsprechend zur Erklärung natürlicher Dinge nur Naturkräfte zu Hilfe, so werden wir nothgedrungen zur Hypothese der Urzeugung geführt, dass aus nicht belebten Stoffen durch eine geeignete Mischung derselben der complicirte Mechanismus, den wir Leben nennen, entstanden sei. Auch diese Hypothese setzt voraus, dass die ersten Organismen den denkbar einfachsten Bau besessen haben.

Vom Boden der Thatsachen ausgehend, sind wir durch Verallgemeinerung der Schlüsse zu einer einheitlichen Vorstellung von der Entstehung des Thierreichs gelangt, haben uns aber in gleichem Maasse von den Ergebnissen der unmittelbaren Beobachtung entfernt. Die Beobachtung lässt uns nur erkennen, dass die Arten umbildungsfähig sind und neue Arten aus sich erzeugen können. Dass diese Umbildungsfähigkeit ein universelles Princip ist, ein Princip, welches uns die Entstehung der Thierwelt erklärt, dafür bedarf es einer weiteren Beweisführung.

Beweise der  
Phylogenie.

Die Entwicklung der jetzt lebenden Thierwelt ist ein Process, welcher in längst vergangenen Jahrtausenden gespielt hat, welcher einer directen Beobachtung nicht mehr zugänglich ist und daher auch niemals in dem Sinne bewiesen werden kann, wie wir die individuelle Entwicklung eines Organismus aufklären können. Man kann für die Annahme einer einheitlichen Abstammung der Thiere nur den Wahrscheinlichkeitsbeweis führen, indem man zeigt, dass die unserer Beobachtung zugängigen Thatsachen nicht nur mit dieser Voraussetzung übereinstimmen, sondern auch durch sie allein ihre einheitliche Erklärung finden. Solche Thatsachen liefert uns das System der Thiere, die Paläontologie, die Thiergeographie, die vergleichende Anatomie und die vergleichende Entwicklungsgeschichte.

a) Systematische  
Beweise.

1) Es ist eine schon seit Längerem anerkannte und in der Neuzeit immer mehr bestätigte Erscheinung, dass, wenn man die Verwandtschaftsverhältnisse der Thiere, ihrer Classen, Ordnungen, Gattungen und Arten graphisch ausdrücken will, die einfache Coordination und Subordination nicht ausreicht, sondern dass man eine baumförmige Anordnung wählen muss, eine Anordnung, in welcher die Hauptstämme von den einander näher oder entfernter verwandten Hauptabtheilungen, den Stämmen, Phylen oder Typen dargestellt werden, während die feineren Verästelungen den jedesmaligen Classen, Ordnungen u. s. w. entsprechen. Der Stammbaum ist nun in der That die Anordnung, zu welcher die Descendenztheorie, wie wir oben gesehen haben, mit Nothwendigkeit führt.



2) Die paläontologische Beweisführung würde sich am meisten dem, was man directe Beweisführung nennen könnte, nähern. Denn die Paläontologie lehrt uns die letzten Existenzspuren, welche die Vorläufer der jetzigen Thierwelt hinterlassen haben, kennen. Indessen muss man berücksichtigen, dass auch hier sich ein hypothetisches Element in den Charakter der Beweisführung einschleicht. Wir können nur beobachten, dass mancherlei Formzustände einer Thiergruppe in verschiedenen, auf einander folgenden Erdschichten enthalten sind; wenn wir diese Formzustände zu einer Entwicklungsreihe unter einander verbinden und uns die jüngeren aus den älteren durch Umbildung entstanden denken, so verlassen wir damit streng genommen den Boden der Thatfachen. — Viel mehr wird aber der Werth der paläontologischen Urkunde durch ihre ausserordentliche Unvollständigkeit herabgesetzt. In Versteinerungen erhalten sich im Allgemeinen nur die Hartgebilde der Thiere; die Weichtheile dagegen, welche bei vielen Stämmen allein vorhanden sind oder doch den wichtigsten Theil ihrer Organisation ausmachen, gehen zu Grunde. Nur selten findet man Versteinerungen, bei denen Weichtheile (Muskeln der Fische und Cephalopoden, Gallertkörper der Medusen) in Stein nachgebildet sind. Auch die Hartgebilde erhalten sich nur unter ganz besonders günstigen Bedingungen in gutem Zusammenhang. Wenn man nun weiter berücksichtigt, dass diese Schätze im Schooss der Erde vergraben sind und meist nur zufällig bei Steinbrucharbeiten, Wegebauten etc. gewonnen, äusserst selten dagegen planmässig und mit wissenschaftlicher Ueberlegung zu Tage gefördert werden, so erhellt daraus zur Genüge, wie wenig für die Stammesgeschichte aus dem derzeitigen und selbst dem zukünftigen Material der Paläontologie erwartet werden darf.

b) Paläontologische Beweisweise.

Immerhin hat die Paläontologie schon manche wichtige Beweise der Descendenzlehre geliefert. Sie hat gezeigt, dass die niederen Formen zuerst und später erst die höher organisirten auftreten. Unter den Thieren im Allgemeinen treten die Wirbelthiere, unter diesen wiederum die Säugethiere, unter den Säugethiern der Mensch am spätesten auf. Für kleinere Gruppen ist es sogar schon geglückt, das Material für Stammbäume zu sammeln; Uebergangsformen leiten vom vierzehigen *Eohippos* des Eocän zum einzehigen Pferd der Neuzeit. Für sämtliche Hufthiere wurden gemeinsame Ausgangsformen in den *Condylarthren* entdeckt. Ferner hat man zwischen grösseren Abtheilungen Uebergangsformen gefunden, so z. B. zwischen Reptilien und Vögeln die merkwürdigen Zahnvögel und die *Archaeopteryx* (Fig. 2), einen Vogel mit einem befiederten, aber nach Art der Eidechsen langgestreckten Schwanz.

3) Wenn man vergleichende Anatomie und Entwicklungsgeschichte zum Beweis der Descendenztheorie verwerthen will, so ergeben beide Disciplinen so viele Berührungspunkte, dass sie am besten in einem gemeinsamen Abschnitt abgehandelt werden.

c) Morphologische Beweisweise.

Cuvier und Carl E. v. Baer hatten gelehrt, dass die einzelnen Typen des Thierreichs Einheiten seien, von welchen eine jede einen besonderen, ihr eigenthümlichen Bau- und Entwicklungsplan repräsentire, dass keinerlei Aehnlichkeit im Bau und in der Entwicklung eine Brücke von Typus zu Typus schlage. Der erste dieser beiden Sätze ist nach wie vor berechtigt, der zweite dagegen, welcher allein für die Descendenztheorie wichtig ist, ist gänzlich unhaltbar geworden. Alle Thiere haben in der Zelle ein gemeinsames Organisationsprincip und



sind dadurch einander nahe gerückt. Fast alle vielzelligen Thiere stimmen während der ersten Stadien ihrer Entwicklung, während der Befruchtung, der Eifurchung und der Bildung der 2 ersten Keimblätter in den principiell wichtigen Punkten überein und unterscheiden sich um diese Zeit von einander nur durch Differenzen, wie sie innerhalb eines und desselben Typus vorkommen. Auch das Besondere, welches jeden Typus im Bau und in der Entwicklungsweise auszeichnet, tritt in der Thierreihe nicht unvermittelt auf. Namentlich leiten vom Stamm der Würmer Uebergangsformen zu den übrigen Stämmen, der *Balanoglossus* zu den *Echinodermen*, die *Ringelwürmer* und der *Peripatus* zu den *Arthropoden*, die *Tunicaten* und der *Amphioxus* zu den *Wirbelthieren*. In einem jeden Typus vereinfachen sich der Bau und die Entwicklungsweise der systematisch niedrigen Formen und erfahren dadurch eine Annäherung an die bei anderen Typen herrschenden Verhältnisse. Die Existenz solcher Uebergänge ist einer der wichtigsten Beweise für die Descendenzlehre und spricht gegen die Annahme eines starren, unveränderlichen Typus im Sinne Cuvier's.

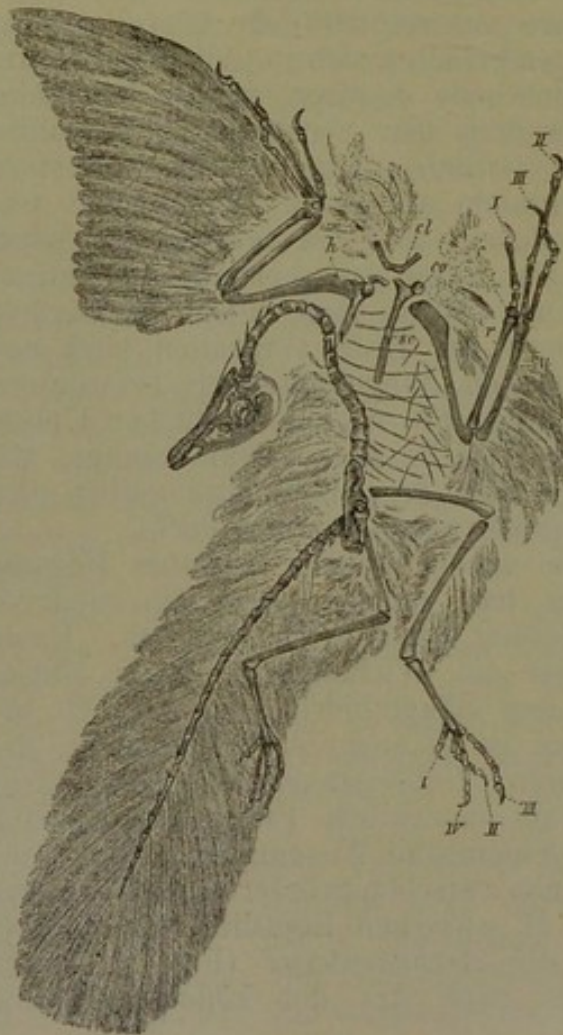


Fig. 2. *Archaeopteryx lithographica* (nach Steinmann-Döderlein). *cl* Clavicula, *co* Coracoid, *h* Humerus, *r* Radius, *u* Ulna, *c* Carpus, *I—IV* Zehen, *sc* Scapula..

Für die Berechtigung der Descendenztheorie fällt weiterhin ganz ausserordentlich in die Wagschale, dass Bau und Entwicklungsweise der Thiere von einer Gesetzmässigkeit beherrscht werden, welche zur Zeit nur durch die Annahme einer gemeinsamen Abstammung erklärt werden kann. Jedes Thier durchläuft während seiner Entwicklungsgeschichte im Wesentlichen die Stufen, welche dauernd bei den niedriger oder wenigstens ursprünglicher organisirten Thieren desselben Stammes erhalten sind, was folgende 3 Beispiele erläutern mögen. 1) Auf frühen Entwicklungsstadien besitzt der Embryo des Menschen

(Fig. 3) überraschende Aehnlichkeiten mit den niedersten Wirbelthieren, den Fischen. Er hat wie diese Kiemenspalten, dieselbe Anordnung des Herzens und der Arterienbögen, gewisse Grundzüge in der Entwicklung des Skelets u. s. w. 2) Die Frösche zeigen auf dem Kaulquappenstadium (Fig. 4) eine Organisation, ähnlich der, welche die niedriger stehenden Amphibien, die Perennibranchiaten, dauernd besitzen (Fig. 5); sie haben einen Ruderschwanz und büschelförmige



Kiemen, welche dem ausgebildeten Frosche fehlen. 3) Es giebt gewisse parasitische Krebse, welche auf den Kiemen von Fischen leben und den übrigen Krebsen gar nicht ähnlich sehen. Sie sind unförmliche Klumpen, die man früher für parasitische Würmer gehalten hat. Ihre systematische Stellung wurde erst mit Hilfe der Entwicklungsgeschichte aufgeklärt (Fig. 6). Hier zeigt sich, dass sie das bei den

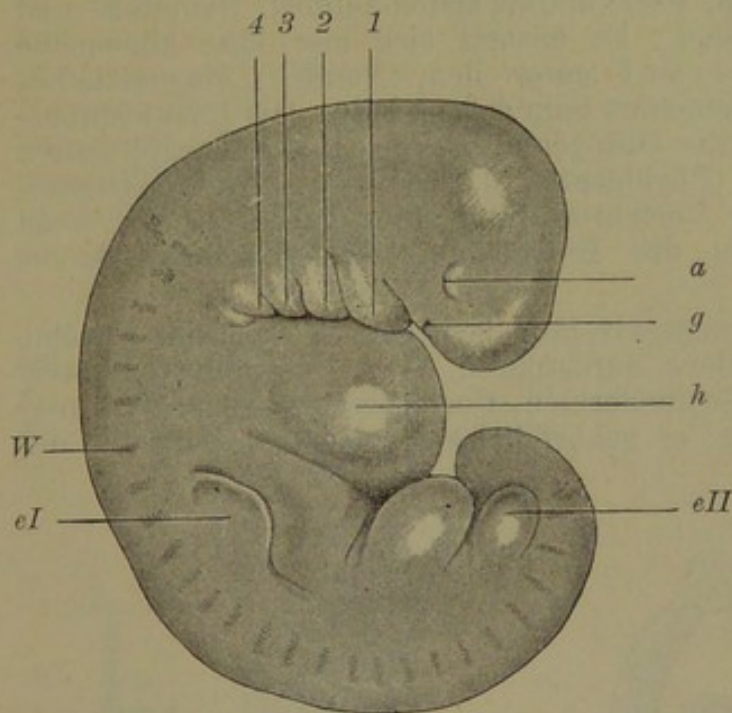


Fig. 3. Menschlicher Embryo (Grösse 4 mm Nackensteisslänge). 1—4 Visceralbogen mit Kiemenspalten dazwischen. 1 Unterkieferbogen, 2 Zungenbeinbogen, 3, 4 erster und zweiter Kiemenbogen. a Auge, g Geruchsgrübchen, h Herzgegend, eI, eII vordere und hintere Extremität, W Ürwirbelgrenzen. Nach Rabl.

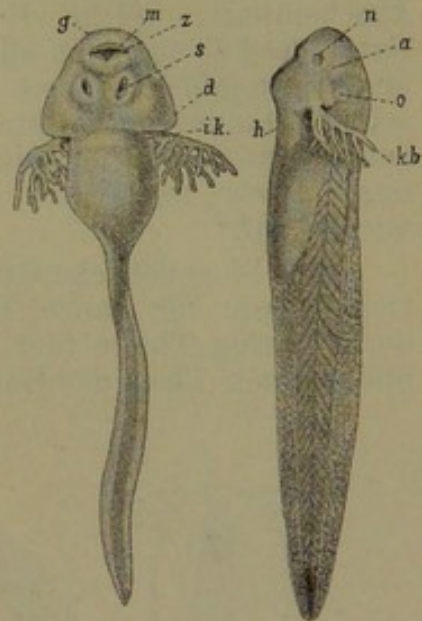


Fig. 4. Kaulquappen von *Rana temporaria*. m Mund, g Oberkiefer, z Unterkiefer, s Saugnäpfe, kb äussere Kiemen, ik Gegend der inneren Kiemen, n Nase, a Auge, o Hörbläschen, h Herzgegend, d Kiemendeckel.

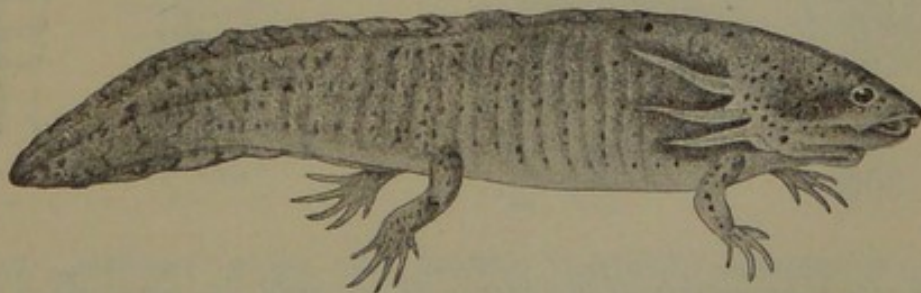


Fig. 5. Axolotl-Stadium von *Amblystoma tigrinum* (nach Duméril et Bibron).

Crustaceen weit verbreitete Naupliusstadium (Fig. 6a) durchlaufen und dass sie dann eine Gestalt (Fig. 6b) annehmen, welche an gewisse kleine im Süsswasser weit verbreitete Krebse der Gattung *Cyclops* (Fig. 8) erinnert. Häufig macht das Männchen auf dem „Cyclopsstadium“ Halt, und das Weibchen entwickelt sich allein zu dem unförmlichen Klumpen weiter, so dass ein ganz auffallender Dimorphismus der Geschlechter besteht (Fig. 7). Alle diese Beispiele,



die man leicht zu Hunderten vermehren könnte, lassen sich in derselben Weise erklären. Die entwickelteren Formen durchlaufen die Organisationsstufen der minder entwickelten, weil sie von Vorfahren abstammen, welche den letzteren ähnlich gewesen sind. Der Mensch durchläuft in seiner Entwicklungsgeschichte das Fischstadium, der Frosch das Perennibranchiatenstadium, der parasitische Krebs zuerst das Nauplius- und dann das Cyclopsstadium, weil ihre Vorfahren einmal Fisch-ähnlich, Perennibranchiaten-ähnlich, Nauplius- und Cyclops-ähnlich gewesen sind. Es äussert sich hier eine allgemeine Erscheinung, welche Haeckel unter dem Namen „biogenetisches Grundgesetz“ in einen allgemeinen Satz gefasst hat: „Die Entwicklungsgeschichte eines Thieres (die Ontogenie) ist die kurze Recapitulation seiner Stammesgeschichte (Phylogenie), d. h. die wichtigsten Organisationsstufen, welche seine Vorfahren durchlaufen haben, treten, wenn auch etwas modificirt, in der Entwicklung des einzelnen Thieres wieder auf.“

Das biogenetische Grundgesetz lässt sich ebenso schön für einzelne Organe wie für ganze Thiere durchführen. Das Centralnervensystem der niederen Thiere (der Echinodermen, Coelenteraten, vieler Würmer) bildet einen Theil der Haut; es gehört bei seinem ersten Auftreten der

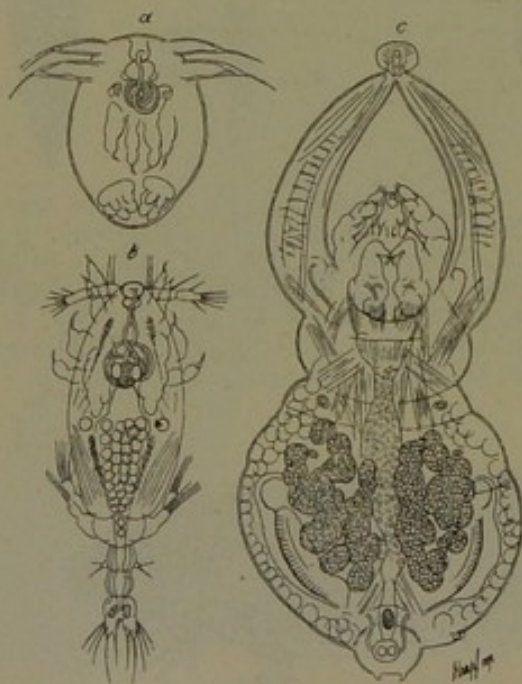


Fig. 6. *Achtheres Percarum*. *c* Weibchen  $\frac{20}{1}$ , *a* Nauplius-, *b* Cyclopsstadium,  $\frac{40}{1}$  (nach Claus).

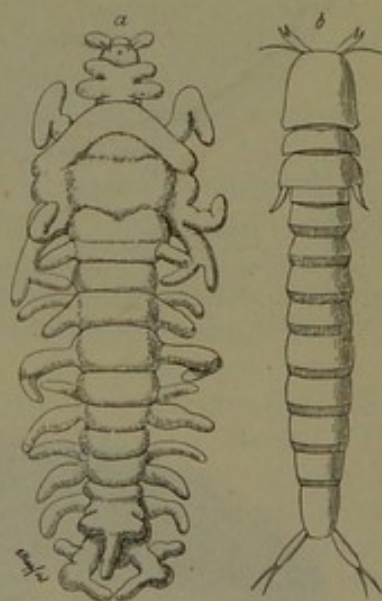


Fig. 7. *Philichthys Xiphiae*. *a* Weibchen (nach Claus),  $\frac{4}{1}$ , *b* Männchen (nach Bergsoe),  $\frac{12}{1}$ .

Körperoberfläche an, weil es die Beziehungen des Organismus zur Aussenwelt zu vermitteln hat. Bei höher organisirten Thieren, z. B. den Wirbelthieren, liegen Hirn und Rückenmark tief in das Innere des Körpers eingebettet; beim Embryo aber werden sie ebenfalls als ein Theil der Haut (als Medullarplatte) angelegt, von welcher aus sie erst allmählig durch Einfaltung und Abschnürung in das Innere verlagert werden. Man kann diese Verlagerung auf Querschnitten durch



die Rückengegend verschieden alter Embryonen für jedes Wirbelthier beweisen. (Fig. 9.)

Ein weiteres Beispiel sei das Skelet der Wirbelthiere. Bei den niedersten Wirbelthieren, dem *Amphioxus* und den *Cyclostomen*, fehlt die Wirbelsäule, und an ihrer Stelle findet sich ein cylindrischer Gewebsstrang, die Chorda dorsalis. Bei den *Fischen* und *Amphibien* existirt

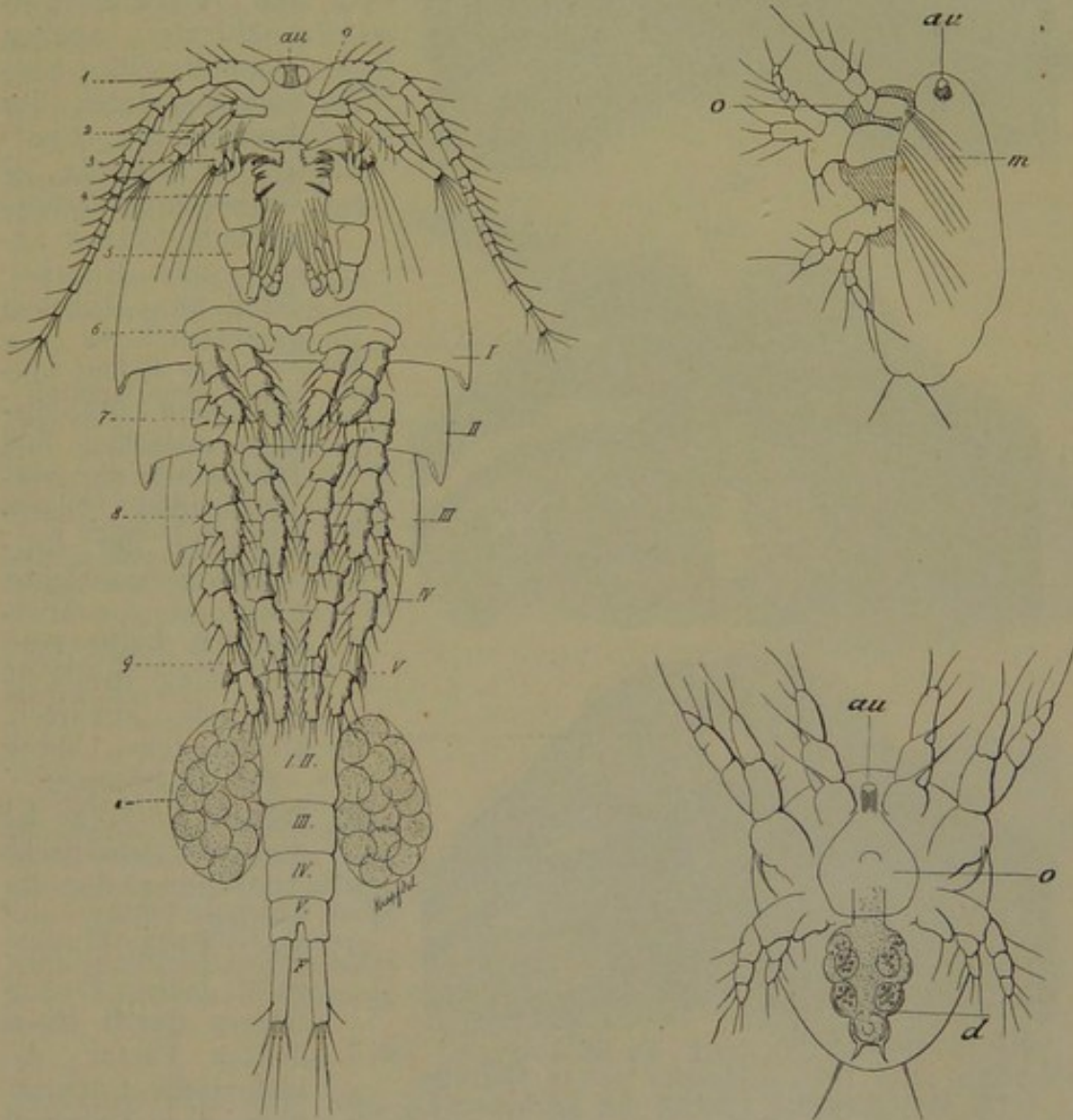


Fig. 8. *Cyclops coronatus* nebst Nauplius in seitlicher und ventraler Ansicht. I—V die 5 Thoracal- und weiterhin die 5 Abdominalsegmente, F Furca, 1 erste, 2 zweite Antenne, 3 Mandibel, 4 Maxille, 5 Pedes maxillares, 6—9 die ersten 4 Spaltfüsse, während der rudimentäre fünfte Spaltfuss verdeckt ist. au Auge, o Oberlippe, e Eiersäckchen, d Darm, m Muskeln.

die Chorda dorsalis meist ebenfalls noch; sie ist aber theilweise verdrängt und eingeengt durch die Wirbelsäule, welche bei den niederen Formen aus Knorpel, bei den höheren aus Knochen oder einem Gemisch von Knochen und Knorpel besteht. Ausgebildete *Vögel* und *Säugethiere* endlich haben eine vollkommen verknöcherte Wirbelsäule; ihre Embryonen haben dagegen auf frühen Stadien nur die Chorda dorsalis



(Amphioxusstadium); später wird die Chorda von der Wirbelsäule eingeengt (Fisch-Amphibienstadium) und schliesslich ganz ersetzt; dabei

ist die Wirbelsäule anfangs knorpelig, um erst später zu verknöchern. Vergleichende Anatomie und Entwicklungsgeschichte ergeben somit dieselben Entwicklungsstufen des Axenskelets: 1) Chorda, 2) Chorda + Wirbelsäule, 3) Wirbelsäule, letztere zuerst aus Knorpel, dann aus Knochen gebildet.

Wir haben hier von einem Parallelismus zwischen den Thatsachen der vergleichenden Anatomie und der Entwicklungsgeschichte gesprochen. Thatsächlich sollte man aber eine dreifache Parallele erwarten. Denn den Lehren

der Descendenztheorie zu Folge ist die systematische Anordnung der lebenden Thiere und der Entwicklungsgang jedes Einzelthieres durch einen dritten Factor, die historische Entwicklung der Thierwelt oder die Phylogenese, bedingt. Die Marksteine der Phylogenese, die Versteinerungen, müssen nun, so sollte man erwarten, in den auf einander folgenden geologischen Schichten die gleiche auf-

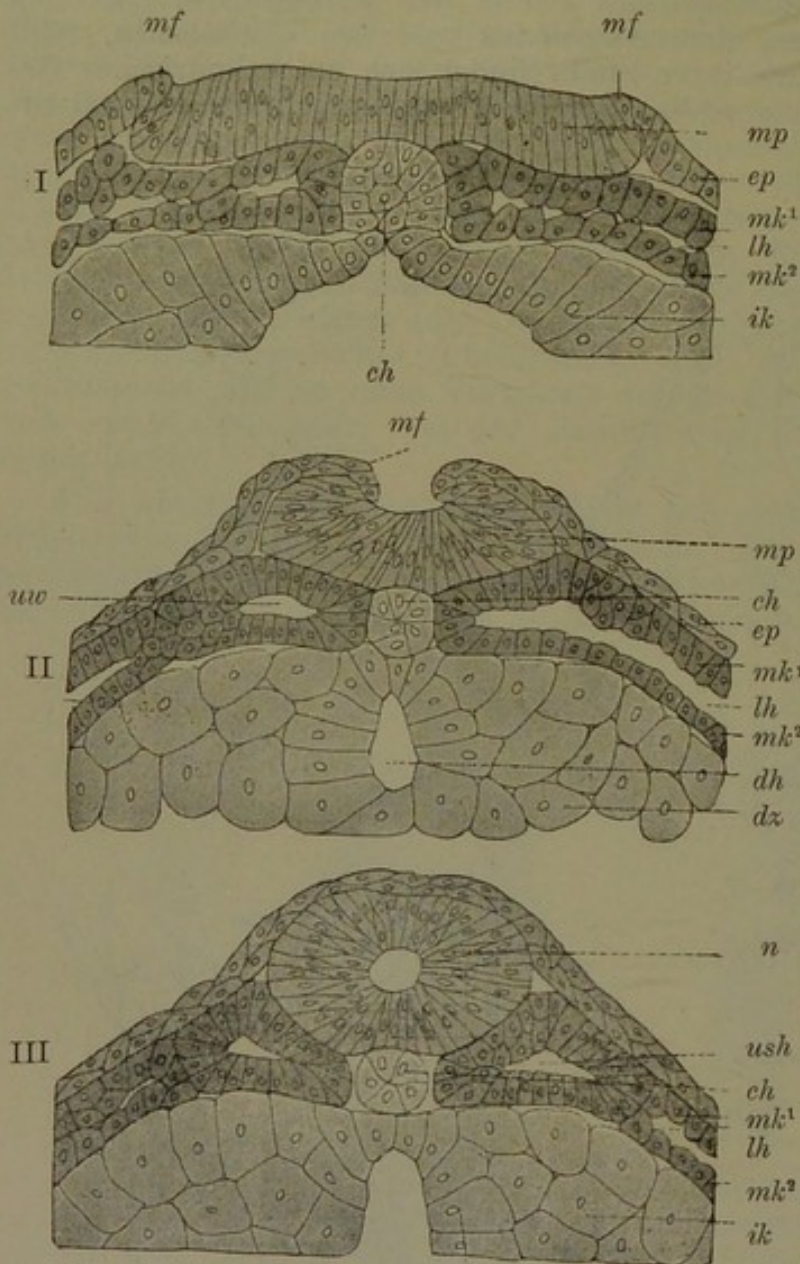


Fig. 9. Querschnitte durch die Rückengegend von 3 verschiedenen alten Tritonembryonen (aus O. Hertwig).

I Die Medullarplatte (Anlage des Rückenmarks) *mp* grenzt sich gegen die Haut *ep* durch die Medullarfalten *mf* ab.

II Die Medullarplatte hat sich zu einer Rinne durch Zusammenneigen der Medullarfalten eingebogen.

III Die Medullarplatte hat sich zum Rückenmarksröhr geschlossen.

Bezeichnungen: *mf* Medullarfalten, *mp* Medullarplatte, *n* das aus letzterer hervorgegangene Nervenrohr, *ep* Haut (Epidermis), *ch* Chorda, *mk* mittleres Keimblatt (*mk*<sup>1</sup> parietales, *mk*<sup>2</sup> viscerales Blatt desselben), *lh* Leibeshöhle, *ush* Ursegmenthöhlen, *uw* Urwirbel, *ik* inneres Keimblatt, *dz* Dotterzellen desselben, *dh* Darmhöhle.

steigende Reihe ergeben, wie die vergleichend-anatomisch und entwicklungsgeschichtlich gefundenen Formzustände. In der That kennt



man auch Beispiele einer derartigen dreifachen Parallele. Die vergleichende Anatomie lehrt, dass die niederste Entwicklungsform der Schwanzflosse der Fische die diphycerke ist (Fig. 10 A), dass sich aus ihr die heterocerke (B), aus dieser die homocerke Flossenform (C und D) ableiten lässt. Entwicklungsgeschichtlich sind weiterhin die höchst entwickelten homocerken Fische zuerst diphycerk, später heterocerk und

Fig. 10. Schwanzflossen verschiedener Fische (verkleinert; aus Zittel), *ch* Chorda, *a b c* Deckstücke der Chorda.

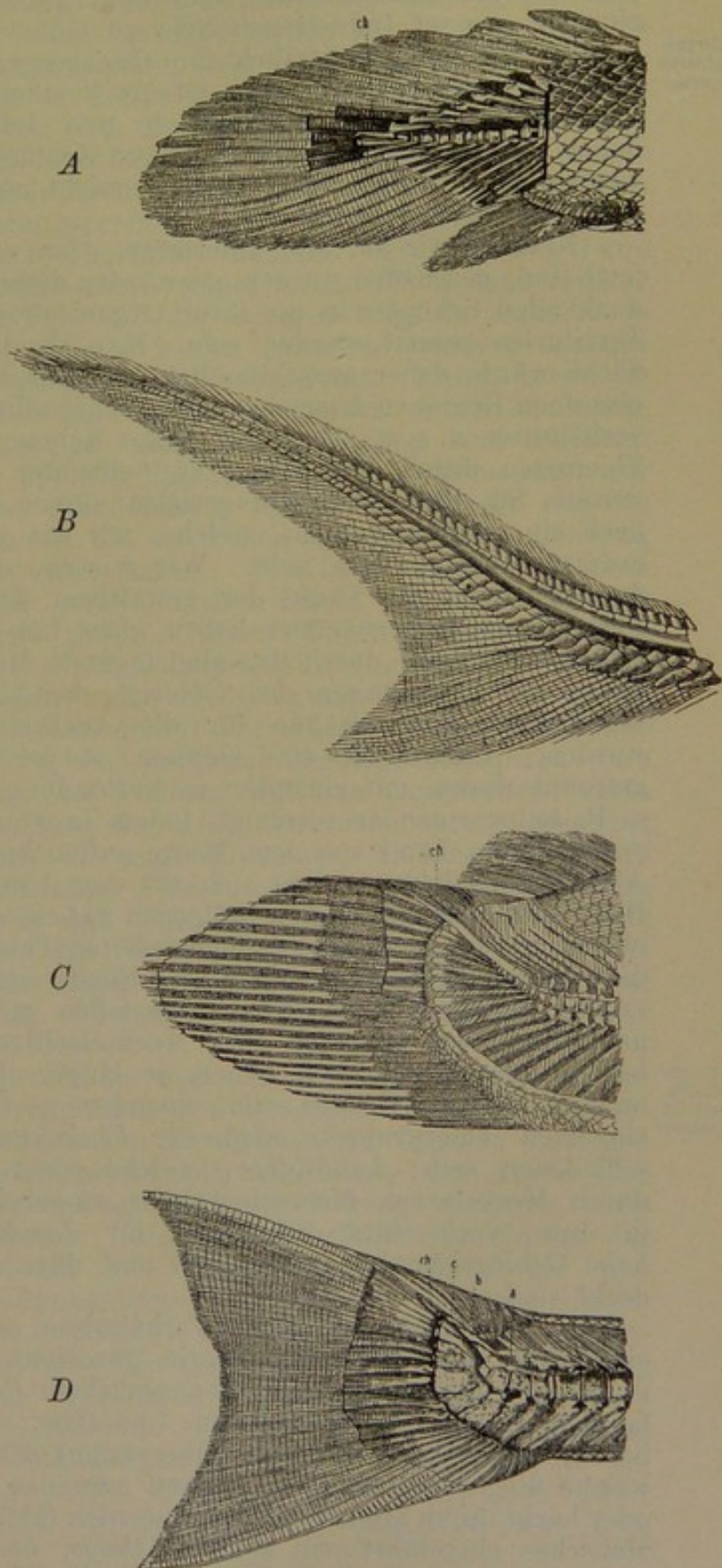
A diphycerke Flosse von *Polypterus bichir* (Wirbelsäule und Chorda theilen die Flosse in symmetrische dorsale und ventrale Abschnitte).

B heterocerke Flosse vom Stör (in Folge einer Aufwärtskrümmung von Chorda und Wirbelsäule ist die Flosse asymmetrisch geworden, der ventrale Abschnitt viel grösser als der dorsale).

C, D homocerke Flossen, C von *Amia calva*, D von *Trutta salar* (in Folge noch stärkerer Aufwärtskrümmung der Chorda und Wirbelsäule ist der dorsale Abschnitt fast ganz geschwunden und bildet der ventrale Abschnitt fast allein die äusserlich symmetrisch erscheinende, im inneren Bau vollkommen asymmetrische Flosse).

werden zuletzt erst homocerk. Paläontologisch endlich sind die ältesten Fische diphycerk oder heterocerk, und erst später treten homocerke Formen auf.

Was wir hier kennen gelernt haben, ist nur ein geringer Bruchtheil des gewaltigen Beweismaterials, welches die Morphologie zu Gunsten der Descendenztheorie lie-





fert; es sollte nur zur Erläuterung dienen, in welcher Weise die morphologischen Beobachtungen verwerthet werden können. Für den reflectirenden Naturforscher sind die Thatsachen der Morphologie ein einziger grosser Inductionsbeweis zu Gunsten der Abstammungslehre.

Thiergeo-  
graphische  
Beweise.

4) Was nun schliesslich die Thiergeographie anlangt, so leuchtet ohne Weiteres ein, dass die jetzige Vertheilungsweise der Thiere ein Product vergangener Jahrhunderte und Jahrtausende ist. Man wird daher aus ihr Mancherlei von früheren Zuständen noch entziffern können, wenn auch mit der allergrössten Vorsicht und nach Ueberwindung der allergrössten Schwierigkeiten.

Nehmen wir an, alle Thierarten seien von Anfang an, so wie sie jetzt sind, geschaffen worden, so würden dieselben von dem zweckmässig denkenden Schöpfer in die ihrer Organisation am meisten zusagenden Territorien gesetzt worden sein. Ihre Vertheilung über die Erdoberfläche würde daher ausschliesslich von Gunst und Ungunst der in den einzelnen Regionen herrschenden Lebensbedingungen, wie Klima, Nährverhältnisse u. s. w., bestimmt sein. Nehmen wir dagegen an, dass die Thierarten durch Umbildung aus einander hervorgegangen sind, so müsste für ihre Verbreitungsweise ausser den Existenzbedingungen noch ein zweites Moment, welches wir das geologische nennen wollen, maassgebend gewesen sein. Wir wissen, dass die Reliefverhältnisse der Erde sich im Laufe der gewaltigen Zeiträume der geologischen Perioden vielfach geändert haben, dass Länderstrecken, welche früher zusammenhingen, durch das eindringende Meer getrennt wurden, dass durch die Erhebungen der Gebirge ebenfalls wichtige, früher nicht vorhandene Scheidewände für die Ausbreitung der Thiere gebildet wurden. Andererseits sind Gebiete, welche ursprünglich von einander getrennt waren, mit einander in Verbindung getreten; Inseln wurden z. B. unter einander vereinigt, indem in Folge von Hebungsvorgängen verbindendes Land aus dem Meere auftauchte. Für den Anhänger der Abstammungslehre ergiebt sich aus dem Umstand, dass sich Hand in Hand zwei Umänderungen vollzogen haben, die Umänderung der Erdoberfläche und der auf ihr angesiedelten Thierwelt, mit Nothwendigkeit die Consequenz, dass die Unterschiede im faunistischen Charakter zweier Länder um so grösser ausfallen müssen, je länger sie sich unabhängig von einander ohne wechselseitigen Austausch ihrer Thierbevölkerungen entwickelt haben, je länger ihre Bewohner durch eine unübersteigliche Grenze von einander geschieden waren. Für die einzelnen Tiergruppen wird der Charakter der Grenzen ein verschiedener sein; Landthiere, welche nicht fliegen können, werden durch Meeresarme, Meeresbewohner umgekehrt durch Länderstrecken in ihrer Verbreitung behindert; für *Landmollusken* genügen schon hohe Gebirgskämme, welche kahl und dürr oder gar mit Schnee bedeckt sind.

Seitdem man auf diese Verhältnisse aufmerksam geworden ist, sind viele der Descendenztheorie günstige geographische Thatsachen ermittelt worden. 1) Unter den einzelnen Continenten hat Australien faunistisch den selbständigsten Charakter; als es entdeckt wurde, besass es gar keine höheren (placentalen) Säugethiere, ausser solchen, welche fliegen können (*Chiropteren*) oder das Meer bewohnen (*Cetaceen*) oder leicht durch Holz verschleppt werden (kleine *Nager*) oder durch den Menschen eingeführt sein können (*Dingo*, der australische Hund); dagegen besass es die merkwürdigen *Cloakenthier*e (*Schnabelthiere*) und die



*Beutelthiere*, eine Säugethiergruppe, welche in der alten Welt und mit Ausnahme der *Beutelratten* auch in Amerika vollkommen ausgestorben ist. Die Erscheinung erklärt sich daraus, dass in der Erdgeschichte Australien mit seinen anschliessenden Inseln sicherlich am frühesten aus jedem Zusammenhang mit den übrigen Continenten losgelöst wurde. Während in den 4 übrigen Erdtheilen die höheren *Säugethiere* sich auf Kosten der *Beutelthiere* entwickelten und ihre niederen Concurrenten bei dem Zusammenhang der Länder überall ganz oder nahezu ganz verdrängen konnten, hat sich in dem isolirten Australien dieser Fortbildungsprocess nicht vollzogen und sich ein alterthümlicher faunistischer Charakter erhalten. 2) Wie Wallace gezeigt hat, zerfällt der malayische Archipel faunistisch in eine östliche und westliche Hälfte. Die Thierwelt der ersteren trägt durchaus einen australischen Charakter, die Thierwelt der letzteren erinnert dagegen an Hinterindien und die orientalische Thierprovinz. Unterschiede im Klima und in der Vegetation sind nicht die Ursache der Erscheinung. Denn in beiden Hälften giebt es Inseln mit trockenem und feuchtem Klima, mit spärlicher und üppiger Vegetation. Die Ursache kann nur darin gesucht werden, dass die östlichen malayischen Inseln sich im Zusammenhang mit Australien, die westlichen sich im Zusammenhang mit Asien geologisch entwickelt haben. Wallace suchte zwischen beiden Zonen eine scharfe, zwischen den Inseln Bali und Lombok durchschneidende Grenze zu ziehen. Neuere Untersuchungen machen es wahrscheinlicher, dass zwischen beiden Faunengebieten sich eine Inselzone hinzieht, in welcher eine Vermengung beider Thierwelten stattgefunden hat. Zu derselben gehört vor Allem Celebes. 3) Lange Zeit vor Darwin hat schon der berühmte Geologe Leopold von Buch aus der Verbreitung der Pflanzen auf den canarischen Inseln den Schluss auf eine Umbildung der Arten zu neuen Arten gezogen; auf Inseln entwickeln sich in abgeschlossenen Thälern besondere Arten, weil hohe Gebirgskämme Pflanzen mehr scheiden als weite Meeresstrecken. Für Käfer und Schnecken hat M. Wagner viele Beispiele gesammelt, dass das Verbreitungsgebiet einer Art scharf mit einem breiten Fluss oder einem Gebirgskamm abschneidet, während im Nachbargebiet eine nahe verwandte, sogenannte vicariirende Art auftritt.

Die Darwin'sche Theorie, so weit wir sie bisher kennen gelernt haben, gleicht in ihren Grundzügen den Descendenztheorien, wie sie am Anfang dieses Jahrhunderts von Lamarck und anderen Zoologen vertreten wurden; sie unterscheidet sich von ihnen nur durch ihre viel umfassendere empirische Begründung und ferner dadurch, dass sie die durch die Typentheorie widerlegte einreihige Anordnung der Thiere aufgegeben und durch den „Stammbaum“, durch die verzweigte, baumartige Anordnungsweise, ersetzt hat. Weitere Unterschiede ergeben sich in der causalen Begründung der Descendenztheorie. Die Lehre von den Ursachen, welche die Umbildung der Arten veranlasst haben, bildet sogar den Kernpunkt der Darwin'schen Theorie, durch den sie sich vornehmlich vom Lamarckismus unterscheidet. Um die Umbildungen der Arten ursächlich zu begründen, stellte Darwin seine hochbedeutende Lehre von „der natürlichen Zuchtwahl vermöge des Kampfes um das Dasein“ auf.

Causale Begründung der Descendenztheorie.



Künstliche  
Zuchtwahl.

Bei der Entwicklung dieser Lehre ging Darwin von dem engbegrenzten und daher leicht übersehbaren Gebiet der Domestication, der künstlichen Züchtung unserer Haustierrassen, aus. Viele unserer Haustiere stammen unzweifelhaft von einer einzigen wild lebenden Art; andere wiederum stammen von mehreren Arten, sie machen aber jetzt auf uns vollkommen den Eindruck einer einzigen Art. Wie sind nun die so ausserordentlich verschiedenartigen Rassen der Tauben, die Pfauentauben, Kropftauben, kurz- und langschnäbeligen Tauben etc., die lang- und kurzgehörnten Rinder, die schweren, langsamen Percherons und die zartgebauten, schnellfüssigen Araberpferde entstanden? Unzweifelhaft durch die gleiche, mehr oder minder bewusste Beeinflussung von Seiten des Menschen, deren sich jetzt noch jeder planmässig vorgehende Thierzüchter bedient. Wenn dieser eine bestimmte Form erzielen will, so wählt er sich aus seinem Thierbestande geeignet scheinende Formen aus, welche, wenn auch in noch so geringfügiger Weise, dem angestrebten Ideal näher kommen als die übrigen, und bringt dieselben unter einander zur Paarung. Durch planmässige Wiederholung dieser Auslese, indem er von jeder neuen Generation immer nur die geeigneten Individuen zur Aufzucht verwendet, erreicht der Züchter eine langsame, aber stetige Annäherung an das gesetzte Ziel. Will er z. B. Pfauentauben züchten, so wählt er aus seinem Taubenbestand Thiere mit möglichst zahlreich und kräftig entwickelten Schwanzfedern. Im Laufe von Generationen tritt dann eine Cumulirung des Charakters ein; die Zahl der Tauben mit gesteigerter Federzahl wird wachsen und so ein Material gewonnen werden, welches zu einer weiteren Vermehrung der Federzahl geeignet ist. Ein geschickter Züchter kann in der geschilderten Weise von einem gemeinsamen Ausgangsmaterial ganz verschiedene Taubenrassen züchten.

Bei der Züchtung, deren ungeheure Wirksamkeit jedem Beobachter unserer Haustiere klar zu Tage liegt, kommen in Betracht: 1) die Variabilität; die Nachkommenschaft eines Elternpaares hat die Fähigkeit, neue Charaktere zu entwickeln und sich dadurch vom Aussehen der Eltern zu entfernen; 2) die Erblichkeit neu auftretender Charaktere; es besteht die Tendenz, dass die Tochtergeneration die neu entstandenen Charaktere auf die Enkelgeneration überträgt; 3) die künstliche Zuchtwahl; der Mensch sucht sich zur Züchtung geeignete Individuen aus und verhindert auf diese Weise, dass ein durch Variation entstandener neuer Charakter durch Kreuzung mit Thieren von entgegengesetzter Variationstendenz wieder verschwindet.

Vergleichen wir mit den Befunden der Domestication die Verhältnisse der im Naturzustand lebenden Thiere, so finden sich als wirksame, allen Organismen innewohnende Kräfte Variabilität und Erblichkeit ebenfalls wieder, wenn auch erstere nicht überall in gleicher Intensität. Viele Arten giebt es, die gar nicht oder unbedeutend variiren und sich daher durch Jahrtausende unverändert erhalten haben. Diesen conservativen Arten stehen aber in jeder Gruppe progressive Arten gegenüber, lebensvolle Arten, welche in einem regen Umbildungsprocess begriffen und daher allein für das Auftreten neuer Arten von Bedeutung sind. — Da die Vererbungsfähigkeit allen Organismen zukommt, so fehlt uns nur ein der künstlichen Zuchtwahl entsprechender Factor, und diesen hat Darwin in der sogenannten „natürlichen Zuchtwahl“ aufgefunden.



Die natürliche Zuchtwahl findet ihre Angriffspunkte in der enormen Zahl von Keimen, welche ein jedes Thier producirt. Es giebt Thiere, z. B. die meisten Fische, welche viele Tausende von junger Brut im Laufe ihres Lebens erzeugen, von Parasiten gar nicht zu reden, bei welchen die Eier nach vielen Millionen zählen. Für die Entwicklung dieser Menge von Keimen hat die Erde keinen Platz. Denn wenn wir selbst ein sich langsam vermehrendes Thier der Rechnung zu Grunde legen, wie z. B. den Elephanten, und annehmen würden, dass alle Nachkommenschaft, welche er erzeugt, am Leben bliebe und sich in normaler Weise fortpflanzte, so würden wenige Jahrhunderte es dahin bringen, dass die Erde von Elephantenheerden vollkommen besetzt wäre. Um das Gleichgewicht im Haushalt der Natur aufrecht zu erhalten, müssen grosse Mengen von unbefruchteten und befruchteten Eiern, ferner von jungen und erwachsenen, aber noch nicht zum physiologischen Lebensende gediehenen Thieren zu Grunde gehen. Viele Existenzen werden unzweifelhaft durch rein zufällige Einflüsse vernichtet werden. Im Grossen und Ganzen werden jedoch am meisten den drohenden Gefahren diejenigen Individuen entgehen, welche am besten geschützt sind. Geringe Vorthelle im Bau werden bei diesem Ringen um die Existenz von Wichtigkeit werden und den Trägern derselben vor ihren Artgenossen einen Vorzug gewähren, ebenso wie bei der Domestication jedes dem Menschen gefallende oder nützlich dünkende Merkmal an einem Hausthier dem Träger des Merkmals zum Vortheil gereicht. Unter den vielerlei zufällig auftretenden Varietäten werden die passenden erhalten werden und im Laufe vieler Generationen durch Summation sich steigern, während die ungeeigneten Varietäten der Vernichtung anheimfallen. So werden sich neue Formen bilden, welche „der natürlichen Auslese im Kampf um das Dasein“ ihre Existenz verdanken.

Natürliche  
Zuchtwahl;  
Kampf um's  
Dasein.

Der Ausdruck „Kampf um's Dasein“ ist ein bildlicher. Denn nur in seltenen Fällen wird ein activer, bewusster Kampf über die Existenzaussichten eines Thieres entscheiden, wie z. B. bei den Raubthieren, wo diejenigen, welche ihren Mitbewerbern vermöge ihrer Körperstärke die Beute streitig machen können, bei beschränkter Nahrung am besten gedeihen werden. Viel häufiger ist das unbewusste Kämpfen; jeder Mensch, welcher sich selbst eine günstigere Stellung durch besondere Intelligenz und Thatkraft erringt, beschränkt zahlreichen seiner Mitmenschen in gleichem Maasse die Lebensbedingungen, mag er noch so sehr sich der Humanität befleissigen. Die Beutethiere, welche durch besondere List oder Schnelligkeit ihren Verfolgern entgehen, sind die Ursache, dass die Fressgier der Feinde sich auf ihre minder begünstigten Artgenossen concentrirt. Häufig kann nicht einmal von einem Wettbewerb die Rede sein, so z. B. wenn bei einer schweren Epidemie gewisse Menschen der Krankheit nicht zum Opfer fallen, weil ihre Organisation der Infection widersteht oder die Krankheit besser verträgt. Hier würde sich der Ausdruck „Ueberleben des Passendsten“, den Spencer für den Ausdruck „Kampf um's Dasein“ vorgeschlagen hat, viel besser eignen.

Obwohl schon die vorgetragenen allgemeinen Betrachtungen genügen, um zu beweisen, dass der Kampf um's Dasein in der organischen Welt eine ganz ungeheure Rolle spielt, so wollen wir doch bei der Wichtigkeit des Gegenstandes seine Existenz noch an einigen concreten Beispielen erläutern. Die im vorigen Jahrhundert aus



Asien eingedrungene Wanderratte (*Mus decumanus*) hat im Lauf der seitdem verflossenen Zeit die in Europa einheimische Hausratte (*Mus rattus*) fast vollkommen vernichtet und fährt fort, ihr in anderen Welttheilen ebenfalls die Existenz unmöglich zu machen. Einige europäische Distelarten haben sich in den La Plata-Staaten so enorm vermehrt, dass sie stellenweise die einheimischen Pflanzen vollkommen verdrängt haben. Eine andere europäische Pflanze (*Hypochoeris radicata*) ist in Neu-Seeland zu einem Alles überwuchernden Unkraut geworden.



Fig. 11. Blattschmetterlinge. A *Kallima paralecta*, fliegend, a sitzend (nach Wallace). B *Siderone strigosa*, fliegend, b sitzend (nach C. Sterne).

Gewisse Menschenrassen, wie die *Dravidas* und *Indianer*, sterben in demselben Maasse aus, als andere Menschenrassen, wie *Kaukasier*, *Mongolen* und *Neger*, sich ausbreiten. Je mehr man in der erläuterten Weise in das unendlich complicirte Gewebe der Beziehungen der Thiere zu einander, der Thiere zu den Pflanzen und den klimatischen Verhältnissen einzudringen versucht, wie es Darwin gethan hat, um so mehr wird man die Wirkungsweise des Kampfes um's Dasein würdigen lernen. Dann wird man auch auf viele äusserst interessante Erscheinungen aufmerksam werden, welche durch die Lehre vom Kampf um's Dasein ihre Erklärung finden, während sie sonst unverständlich sein würden. — Inseln, welche mitten im Ocean gelegen sind, besitzen unverhältnissmässig viel ungeflügelte Insectenarten, weil geflügelte Formen vom Sturm leicht in's Meer verweht werden. Auf den vom Sturm besonders heimgesuchten Kerguelen z. B. sind sämtliche *Insecten* flügellos, darunter eine *Schmetterlingsart*, mehrere *Fliegen*, zahlreiche *Käfer*. Am interessantesten aber sind die Fälle von sym-

Unkraut geworden. Gewisse Menschenrassen, wie die *Dravidas* und *Indianer*, sterben in demselben Maasse aus, als andere Menschenrassen, wie *Kaukasier*, *Mongolen* und *Neger*, sich ausbreiten. Je mehr man in der erläuterten Weise in das unendlich complicirte Gewebe der Beziehungen der Thiere zu einander, der Thiere zu den Pflanzen und den klimatischen Verhältnissen einzudringen versucht, wie es Darwin gethan hat, um so mehr wird man die Wirkungsweise des Kampfes um's Dasein würdigen lernen. Dann wird man auch auf viele äusserst interessante Er-



pathischer Färbung und von Mimicry, endlich das Auftreten der Geschlechtscharaktere als die Folge der sexuellen Zuchtwahl.

1) Sympathische Färbung nennt man die Erscheinung, dass sehr häufig in Gegenden, welche dauernd oder vorübergehend eine einheitliche Färbung haben, das Kleid der Thiere durch die gleiche oder mindestens eine sehr ähnliche Färbung ausgezeichnet ist. Bewohner der Schneeregion sind weiss gefärbt; Wüstenthier haben die fahlgelbe Farbe der Wüste; Thiere, welche im oberflächlichen klaren Seewasser leben, sind crystallartig durchsichtig. Angehörige der verschiedensten Thierstämme zeigen dieselbe Erscheinung. Die Vortheile,

Sympathische Färbung.

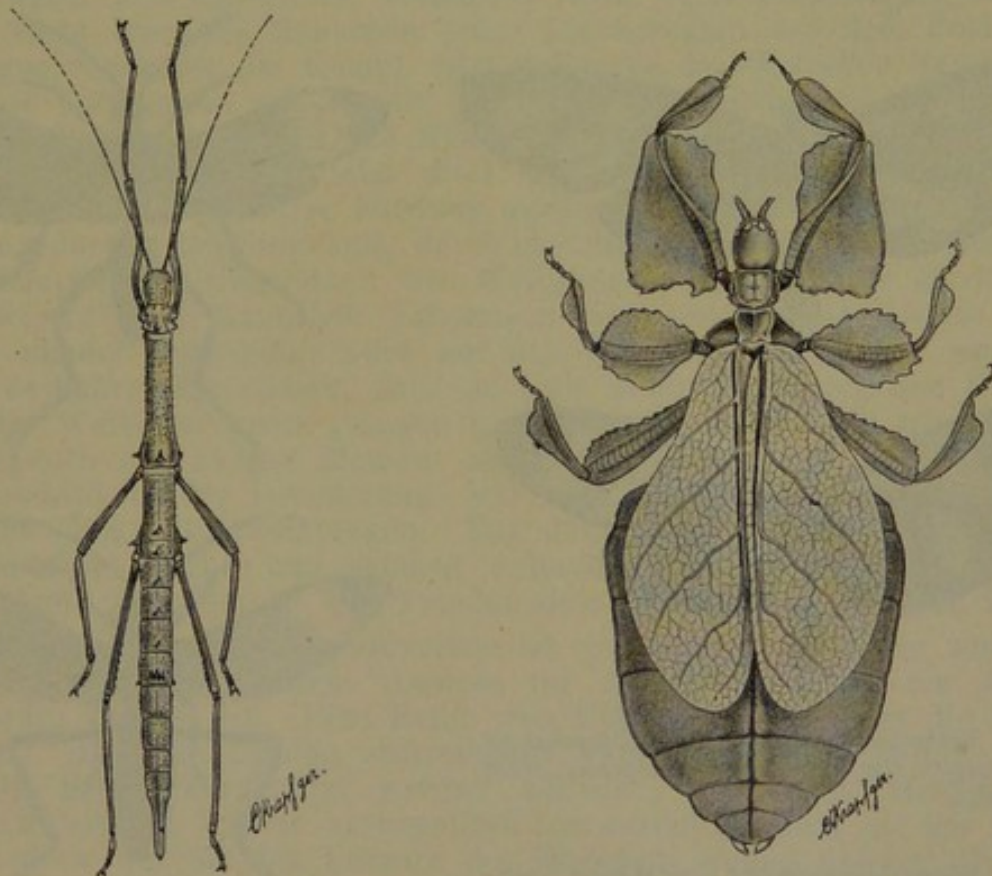


Fig. 12. Heuschrecken-Mimicry.

a) *Acanthoderus Wallacei* ♀.

b) *Phyllium Scythe* ♀.

die damit verbunden sind, bedürfen kaum der Erläuterung; jedes Thier, mag es Ursache haben, sich vor seinen Verfolgern zu verbergen, oder darauf angewiesen sein, sich seiner Beute unbemerkt zu nähern, wird hierzu um so befähigter sein, je mehr es seiner Umgebung gleicht. Jeden nach dieser Richtung sich ergebenden Vortheil wird die natürliche Auslese festhalten und im Laufe vieler Generationen steigern.

2) Auf dasselbe Princip ist die „Mimicry“ zurückzuführen, nur dass die Nachahmung sich hier nicht auf die Farbe beschränkt, sondern auch Gestalt und Zeichnung beeinflusst. Ausserordentlich häufig werden Pflanzentheile nachgeahmt, seien es Blätter, seien es Stengel. Gewisse Tagschmetterlinge mit prächtig gefärbten Flügeloberseiten (Fig. 11) entziehen sich während des Fluges durch ihre Schnelligkeit ihren Ver-

Mimicry.



folgern; wenn sie sich zur Ruhe niederlassen, werden sie durch ihre grosse Aehnlichkeit mit den Blättern der Pflanze, welche sie vornehmlich umschwärmen, geschützt. Indem die Flügel aufwärts geklappt werden, kommt die dunkle Färbung der Unterseiten zur Geltung und verdeckt die Farbenpracht der Oberseiten. Die Theile werden so auf einander gelegt, dass das Ganze Blattform ergibt und gewisse Zeichnungen zur Nachahmung der Blattnervatur zusammenstimmen. Unter den zahlreichen Arten der Blattschmetterlinge giebt es verschiedene Grade der Vervollkommnung; bei manchen sind sogar die Schäden des Insectenfrasses nachgeahmt; bei anderen ist Form und Zeichnung der



Fig. 13. *Methona psidii*, eine übel schmeckende *Heliconide*, copirt von der *Pieride Leptalis orise* (nach Wallace).

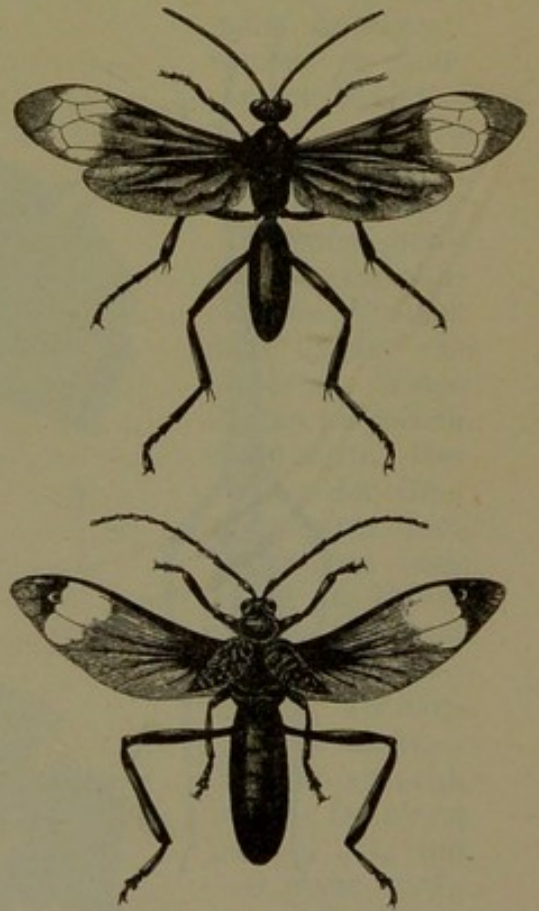


Fig. 14. *Mygymia aviculus*, eine Wespe, nachgeahmt von einem Käfer *Coloborhombus fasciati-pennis* (nach Wallace).  $\frac{3}{4}$  Gr.

Fig. 14.

Flügel noch unvollkommen blattähnlich, die Zeichnung gleichsam erst im Werden. Auch unter den Heuschrecken giebt es Blattnachahmer, so die „wandelnden Blätter“: *Phyllium siccifolium*, *Ph. Scythe*, während andere, ganz nahe verwandte Formen wiederum mehr oder minder vollkommen das Aeussere dürre, ab und zu auch dorniger Aeste angenommen haben (Fig. 12a und b).

Sehr häufig werden Insecten von anderen Insecten copirt. Gewisse Schmetterlinge, *Heliconier*, fliegen in grossen Schwärmen schwerfällig und trotzdem von Vögeln unbehelligt, weil sie einen übel schmeckenden Fettkörper enthalten. Zwischen sie mengen sich andere Schmetterlingsarten, *Pieriden*, welche nicht übel schmecken und doch nicht gefressen werden, weil sie im Flug, im Schnitt und in der Zeichnung der Flügel die *Heliconier* so trefflich nachahmen, dass selbst ein Systematiker leicht



über ihre systematische Stellung getäuscht werden kann (Fig. 13). Ebenso werden die wegen ihres Stachels gefürchteten Bienen und Wespen von anderen Insecten nachgeahmt. In Borneo lebt eine grosse schwarze Wespe, deren Flügel einen breiten weissen Fleck in der Nähe der Spitze haben (*Mygimima aviculus*); ihr Nachäffer ist ein heteromerer Käfer (*Coloborhombus fasciatipennis*), der ganz der Gewohnheit der Käfer entgegen seine Hinterflügel ausgebreitet hält und ihren weissen Fleck an der Spitze zeigt, während die Deckflügel zu kleinen ovalen Schuppen geworden sind (Fig. 14).

3) Unter geschlechtlicher Zuchtwahl verstehen wir einen besonderen Unterfall der natürlichen Zuchtwahl, welcher vorwiegend bei Vögeln und Hufthieren beobachtet wird. Zur Befriedigung seiner Lust sucht hier das Männchen seine Concurrenten aus dem Felde zu schlagen, entweder im Kampf, oder indem es die Weibchen durch besondere Vorzüge an sich fesselt. Mit kräftigen Flügeln und den Sporen des Laufknochens suchen die Hähne sich den Besitz ihrer Heerde zu sichern, die Hirsche mittelst ihres Geweihes, die Stiere durch ihre Hörner. Durch prächtige Färbung gewinnen die Paradiesvögel, durch Gesang die meisten Singvögel, durch eigenthümliche Liebestänze manche Hühnerarten die Geneigtheit des Weibchens. Da alle diese Merkmale vorwiegend dem Männchen zukommen und nur ausnahmsweise und dann minder ausgeprägt auch auf das Weibchen übertragen werden, liegt es nahe, anzunehmen, dass sie beim Männchen durch den Kampf um das Weibchen gross gezogen wurden. Bei den Vögeln wird allerdings noch ein zweites Moment mitgewirkt haben, um den enormen Unterschied in der Befiederung, wie er z. B. bei den Paradiesvögeln besteht (Fig. 15), auszuprägen. Für das nistende Weibchen werden unscheinbare Farbe und schlicht anliegendes Federkleid nothwendig sein, damit es ungestört von Feinden dem Brutgeschäft obliegen kann.

Geschlechtliche Zuchtwahl.

Im Laufe der letzten Jahrzehnte ist viel darüber gestritten worden, in wie weit die natürliche Auslese für sich allein schon ein Artenbildendes Princip ist. Eine Reihe von Einwänden bestreitet die Möglichkeit, dass die zufällig auftretenden Variationen vom Kampf um's Dasein hätten ausgenutzt werden können. Bei vielen Merkmalen, speciell solchen, welche systematisch verwendet werden, sei gar nicht einzusehen, wie sie den Trägern des Merkmals irgend welchen Nutzen hätten bringen können. Man müsste für sie die Annahme machen, dass sie sich in Correlation, d. h. in nothwendigem, organischem Zusammenhang mit anderen wichtigeren Charakteren entwickelt hätten. Was aber die nützlichen Merkmale anlange, so müssten dieselben schon ein ansehnliches Maass erreicht haben, um dem Kampf um's Dasein Angriffspunkte zu bieten. Zufällig auftretende Variationen, mit denen der Darwinismus operire, seien zu geringfügig, um dem Organismus zu nützen und so Gegenstand der natürlichen Auslese zu werden. Auch würde in den meisten Fällen die Abänderung eines Organs für sich genommen nicht genügen, um Nutzen zu stiften; vielmehr müsste gleichzeitig eine ganze Reihe von Hilfsapparaten modificirt werden. Es muss dabei ein harmonisches Ineinandergreifen der Theile gewahrt bleiben, was eine stetige und gleichgerichtete Entwicklung während langer Zeiträume voraussetze, während deren der Kampf um's Dasein keinen richtenden Einfluss ausüben konnte. Damit z. B. die Flügel der Vögel zum Flug verwandt werden konnten, mussten sie nicht nur selbst eine





Fig. 15 a.

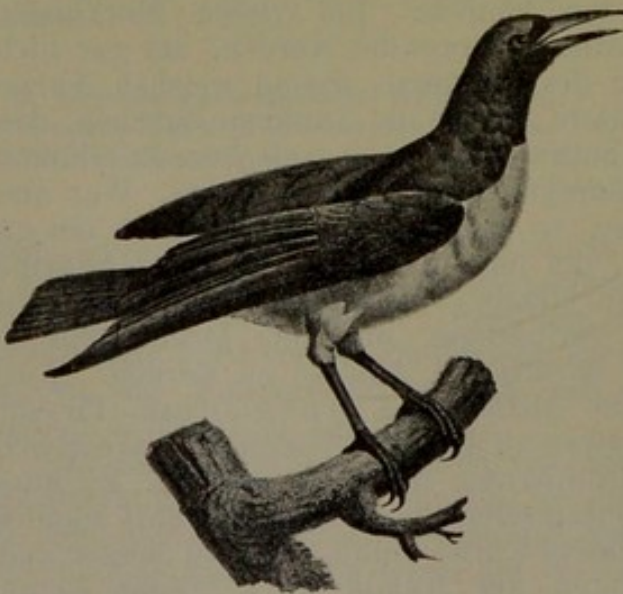


Fig. 15 b.

*Paradisea apoda*, Männchen und Weibchen,  
nach Levaillant.

bedeutende Grösse erreicht haben; es mussten auch die bewegenden Muskeln, die stützenden Skeletstücke, die hinzutretenden Nerven eine bestimmte Ausbildung und Anordnung besitzen.

Schwierigkeiten entstehen der Selectionstheorie auch daraus, dass die meisten Thiere bilateral - symmetrisch oder radial-symmetrisch, viele Thiere ausserdem gegliedert (segmentirt) sind. In allen diesen Fällen treten dieselben Organe in Zwei- oder Mehrzahl auf. Symmetrische und meist auch segmental sich wiederholende Organe stimmen unter einander im Bau überein. Man

müsste daher annehmen, dass der abändernde Zufall an zwei verschiedenen Stellen des Körpers gleichzeitig in vollkommen gleicher Weise gewirkt habe.

Ein weiterer Einwand besagt, dass die Wirkungsweise der natürlichen Auslese! unter gewöhnlichen Verhältnissen durch die entgegengesetzte Wirkung der unbehinderten Kreuzung der variirenden Formen ausgeglichen werden müsse. Wenn man Pfauentauben z. B. nicht von den übrigen Tauben isolirte, so würden sie mit denselben sich kreuzen und die Nachkommen



bald den Habitus gewöhnlicher Tauben wieder annehmen. Endlich ist hervorgehoben worden, dass zur Entstehung neuer Arten eine einfache Umbildung der Formen nicht ausreicht; es muss noch weiter hinzukommen: 1) eine Umbildung nach verschiedenen Richtungen hin, eine divergente Entwicklung des Individuenbestandes einer Art, 2) die Vernichtung der Zwischenformen, welche die divergenten Formen unter einander verbinden.

Der Einwand, dass der Kampf um's Dasein die zur Ausbildung nöthige divergente Entwicklung der Individuen nicht veranlassen könne, fällt am wenigsten in's Gewicht. Ohne weiteres muss zugegeben werden, dass von vielen bei einer Art gleichzeitig auftretenden Variationen zwei oder mehr zugleich von Vortheil sein können, dass sich dann ein Theil der Individuen des einen, ein anderer Theil des anderen Vortheils bemächtigen wird, dass beide Theile sich in Folge dessen nach verschiedenen Richtungen hin entwickeln werden. Dabei werden die Mittelformen, welche weder nach der einen noch nach der anderen Richtung hin besonders ausgeprägt sind, in eine ungünstige Stellung gerathen; sie müssen mit beiden Gruppen einseitig differenzirter Artgenossen den Kampf um's Dasein aufnehmen und als minder vollkommen ausgerüstet in demselben unterliegen.

Wichtiger sind die beiden an erster Stelle genannten Einwände; sie haben zu Theorien geführt, welche ursprünglich bestimmt schienen, die Darwin'sche Theorie zu ergänzen, im Lauf der Discussion aber immer mehr den Anspruch erhoben haben, sie ganz zu verdrängen. Im Folgenden mögen diese Theorien ihre Darstellung finden, wenn es auch mit Rücksicht darauf, dass wir uns zur Zeit noch mitten in den Reformbewegungen befinden, hier nicht am Platze ist, zu erörtern, ob die Theorien neben der Lehre vom Kampf um's Dasein bestehen können, oder ob sie dieselbe ausschliessen, oder ob keine der Theorien ausreicht, die Umbildung zu erklären.

Um zu erklären, wie es kommt, dass die durch Variation neu gebildeten Charaktere Bestand haben und nicht durch Kreuzung mit anders gearteten Individuen wieder verschwinden, hat M. Wagner die Theorie von der geographischen Isolirung oder die Migrationstheorie aufgestellt. Neue Arten sollen entstehen, wenn von dem Individuenbestand einer Art ein Theil sich auf Wanderung begiebt oder passiv verschleppt wird und so nach einem neuen Aufenthaltsort kommt, von welchem aus die Kreuzung mit den zurückgebliebenen Artgenossen nicht möglich ist. Das Gleiche soll eintreten, wenn ein von einer Art besiedeltes Gebiet durch geologische Ereignisse in zwei Gebiete, zwischen denen kein Formenaustausch mehr möglich ist, geschieden wird. Die unter den alten Verhältnissen belassenen Thiere sollen den ursprünglichen Artcharakter beibehalten, die Auswanderer dagegen sich zu einer neuen Art umwandeln. Für die Berechtigung der Theorie sprechen directe Beobachtungen. Eine am Anfang des 15. Jahrhunderts ausgesetzte Kaninchenzucht hat sich auf der Insel Porto-Santo bis in die Neuzeit enorm vermehrt; dabei hat die Nachkommenschaft die Charaktere einer neuen Art angenommen. Die Thiere sind kleiner und bissiger geworden, sie haben eine gleichförmig röthliche Farbe erhalten und lassen sich mit den bei uns einheimischen Kaninchen nicht mehr paaren. Ein weiterer Beweis für die Theorie der geographischen Isolirung ist ferner der eigenartige faunistische Charakter von Territorien, welche von angrenzenden Ländern durch

Migrationstheorie.



unüberwindliche Barrièren, breite Flüsse oder Meeresarme, hohe Gebirgszüge (cfr. S. 34) getrennt sind. Besonders lehrreich ist in dieser Hinsicht der eigenartige faunistische Charakter fast aller Inseln. Die Fauna einer Insel ähnelt im Allgemeinen der Fauna des Festlandes, von dem die Insel durch geologische Ereignisse abgelöst wurde; nur besitzt sie vielfach nicht dieselben, sondern sogenannte „vicariirende Arten“, d. h. Arten, welche bis auf gewisse Merkmale den Festlandsarten gleichen. Solche vicariirende Arten sind offenbar dadurch entstanden, dass abgelöste Individuengruppen, auf die Insel versprengt, eine von der Ausgangsform divergente Entwicklung genommen haben. — Bei aller Anerkennung der Migrationstheorie wird es niemals möglich sein, aus ihr allein die Vielgestaltigkeit der Organismenwelt zu erklären. Dazu müsste man annehmen, dass früher eine ungeheure Umbildungsfähigkeit der Erdoberfläche bestanden hat, während gerade die neueren Untersuchungen es wahrscheinlich machen, dass die Vertheilung von Land und Wasser lange nicht in dem Maasse, wie man früher annahm, gewechselt hat. Auch lehrt die Erfahrung der Botaniker, dass mehrere Varietäten an demselben Standort entstehen und Constanz gewinnen können.

Lamarckis-  
mus.

Während die Migrationstheorie mit dem Darwinismus darin übereinstimmt, dass sie die durch Variation auftretenden neuen Charaktere als ein Product des Zufalls betrachtet, ist von anderen Seiten gerade dieser Theil der Lehre zum Gegenstand eingehender Kritik gemacht worden. Manche Zoologen haben auf die causale Begründung der Descendenztheorie durch Lamarck zurückgegriffen und erblicken die Ursachen der Artumbildung zum Theil in dem unmittelbaren Einfluss der wechselnden Existenzbedingungen, zum Theil in dem durch den Wechsel der Existenzbedingungen veränderten Gebrauch und Nichtgebrauch der Organe. Beide Principien sollen ausreichen, um auch ohne Zuhilfenahme des Kampfes um's Dasein die Phylogenese der Organismen zu erklären (Neo-Lamarckismus).

In wie weit die Existenzbedingungen eine dauernde Veränderung im Bau der Pflanzen und Thiere ausüben können, dies zu entscheiden, ist bei der Verschiedenartigkeit der in Frage stehenden Einflüsse kein einheitliches Problem. Bei einem Wechsel der Ernährung verändern sich Organismen in ganz auffälliger Weise und innerhalb kurzer Zeit; aber gerade diese Veränderungen (Ernährungsmodifikationen Naegeli's) scheinen für gewöhnlich keinen dauernden Bestand zu haben. Pflanzen, welche aus dem in der Natur ihnen zukommenden mageren Boden in fettes Erdreich versetzt werden, nehmen sehr bald ein ganz anderes Aussehen an und behalten dasselbe auch durch die folgenden Generationen bei, so lange diese im fetten Erdreich bleiben; ebenso rasch aber tritt der Rückschlag ein, wenn die Pflanzenart in ihre ursprünglichen Existenzbedingungen zurückgelangt. Eine Veränderung scheint im Allgemeinen um so dauerhafter zu sein, je langsamer sie sich entwickelt. Bei Versuchen über den Einfluss der Existenzbedingungen wird man daher am ehesten auf Erfolg rechnen können, wenn man mit langsam wirkenden Factoren experimentirt, wie Licht und Wärme, trockene oder feuchte Luft, verschiedene Intensitäten der Schwerkraft, Reizwirkungen, welche von Organismen der Umgebung ausgelöst werden.

Was nun die Wirksamkeit von Uebung und Nichtübung anlangt, so ist es unzweifelhaft, dass die Erscheinungsweise eines Thieres



in hohem Maasse von der Art, wie es seine Organe benutzt, beeinflusst wird. Die der Uebung unterliegenden Organe werden in ihm besonders kräftig, die vom Gebrauche ausgeschlossenen umgekehrt schwächlich werden. Fraglich ist nur, ob die so entstehenden, im strengsten Sinne des Wortes neu erworbenen Eigenschaften erblich sind, oder ob nicht vielmehr die Nachkommen, um zum gleichen Ziel zu gelangen, die Uebung und Nichtübung von Neuem in gleicher Weise beginnen müssen. Im letzteren Falle wäre eine Cumulirung des Charakters und damit die Möglichkeit, dass derselbe zu einem dauernden werde, ausgeschlossen. Leider fehlt es noch immer auf diesem der experimentellen Behandlung zugängigen Gebiet an einwurfsfreien Erfahrungen. Am meisten sprechen zu Gunsten des Lamarck'schen Princips zur Zeit die rudimentären Organe. Wenn wir sehen, dass Höhlenthier, welche seit vielen Generationen im Dunkeln leben, blind sind, indem sie entweder gar keine Augen mehr besitzen oder functionsuntaugliche Reste von solchen, so liegt allerdings die Deutung nahe, dass mangelnder Gebrauch diese Veränderung verschuldet habe, indem er zu einer von Generation zu Generation zunehmenden functionellen und anatomischen Untüchtigkeit geführt hat. Man sollte nun meinen, was für die Nichtübung gilt, müsste sich im entgegengesetzten Sinne auch bei der Uebung äussern.

Zum Schluss haben wir noch die Umbildung der Arten aus eigenen inneren Ursachen zu betrachten, das, was C. E. von Baer mit dem wenig geeigneten, weil leicht irre führenden Ausdruck „Zielstrebigkeit“, Naegeli als „Vervollkommnungsprincip“ oder „Princip der Progression“ bezeichnet hat. Es kann wohl nicht geleugnet werden, dass eine jede Art aus eigenen inneren Ursachen genöthigt ist, sich zu neuen Formen zu entwickeln, unabhängig von äusseren Existenzbedingungen und unabhängig bis zu einem bestimmten Grad vom Kampf um das Dasein. In allen Thierstämmen sehen wir den Fortschritt vom Niederen zum Höheren sich vollziehen, vielfach in ganz ähnlicher Weise, trotzdem die Thiere unter sehr verschiedenen Entwicklungsbedingungen leben. Wir sehen, wie das bei niederen Formen oberflächlich gelagerte Nervensystem bei höheren in die Tiefe des Körpers verborgen wird, wie das Auge, zunächst ein einfacher Pigmentfleck, bei *Würmern*, *Arthropoden*, *Weichthieren* und *Wirbelthieren* mit Hilfseinrichtungen, wie Linse, Glaskörper, Iris, Choroidea etc., ausgerüstet wird. Darin erblicken wir eine Energie zur Vervollkommnung, welche, da sie überall vorkommt, von den individuellen Lebensbedingungen unabhängig sein und im Wesen der lebenden Substanz selbst ihre besondere Erklärung haben muss. (Vergl. auch Sachs's Lehre von den Mechanomorphosen.)

Naegeli's  
Princip der  
Progression.

Es ist keineswegs richtig, eine Auffassung, wie sie hier ausgesprochen wurde, eine teleologische zu nennen und als unnaturwissenschaftlich zu verwerfen. Vielmehr erscheint in ihr der Organismus ebenso mechanisch bedingt, wie eine Billardkugel, deren Verlauf doch nicht nur von der Reibung an den Wandungen des Billards, sondern zum guten Theil von der ihr innewohnenden, durch den Stoss ihr übertragenen Kraft bestimmt wird. Auch ein Organismus ist ein Kräfte-reservoir, welches sich mit Nothwendigkeit aus sich heraus entwickeln muss, nur dass es von ausserordentlicher Complication und in gleichem Maasse auch von der Aussenwelt noch viel unabhängiger ist. Eine vollkommene Unabhängigkeit wird natürlich



niemals vorhanden sein und ist auch von Naegeli nicht behauptet worden. Nebenher wird vielmehr stets eine „Bewirkung“ (Naegeli) der Aussenwelt einhergehen, ein modificirender Einfluss, der von den äusseren Existenzbedingungen entweder direct oder durch Vermittelung von Uebung und Nichtübung in der oben besprochenen Weise ausgeübt wird.

Wir haben hier ausführlicher bei der Darstellung der Descendenztheorie verweilt, weil sie unzweifelhaft in der Geschichte der Zoologie die bedeutsamste Erscheinung ist. Keine andere Theorie hat so sehr in den Entwicklungsgang der zoologischen Forschung eingegriffen, keine ihr so viele neue Probleme gestellt und neue Forschungsgebiete eröffnet. Keiner zoologischen Forschung kommt somit ein gleich hervorragender „heuristischer“ Werth zu. Auf die vielen Einwände, welche gemacht worden sind, die Theorie sei ungenügend begründet, lässt sich nur erwidern, dass sie bei dem derzeitigen Stande unseres Wissens die einzige Theorie ist, welche mit unseren Erfahrungen übereinstimmt und dieselben auf einheitliche Weise und auf naturwissenschaftlicher Basis erklärt. In diesem Satz ist zugleich das Lob der Descendenztheorie, zugleich aber auch eine Einschränkung für ihre Giltigkeit gegeben. Denn einerseits leitet der Satz die Ansprüche der Theorie auf Giltigkeit aus dem Bedürfniss des menschlichen Geistes nach einer einheitlichen Erklärung der naturwissenschaftlichen That-sachen ab; andererseits macht er den Grad der Berechtigung von dem jeweiligen Stand unserer Erfahrung abhängig. Beidesmals handelt es sich um keine constanten Grössen. Viele Naturforscher haben nicht das Bedürfniss, die Erfahrungen der Paläontologie, der Thier- und Pflanzenkunde in ursächlichen Zusammenhang zu bringen; ihnen wird man daher die Darwin'sche Theorie ebensowenig wie jede andere Gleiches anstrebende Theorie beweisen können. Indessen auch reflectirende Naturforscher werden immer im Auge behalten müssen, dass unsere Naturerkenntniss in beständigem Fortschreiten begriffen ist und zusehends eine Erweiterung und Vertiefung erfährt. Es ist möglich, ja sogar wahrscheinlich, dass diese Fortschritte auch zu manchen Umgestaltungen der Theorie führen werden. Namentlich wird die Lehre von den Ursachen, welche die Bildung neuer Arten veranlassen, noch vielfachem Wandel unterworfen werden. Dagegen kann man wohl mit grosser Sicherheit behaupten, dass das Descendenzprincip, welches durch den Darwinismus zum ersten Male zur Herrschaft gelangt ist, einen dauernden Grundpfeiler der zoologischen Forschung ausmachen wird.



## Allgemeine Zoologie.

In den Lebenserscheinungen der Thiere lässt sich ein gewisses Maass von Gleichartigkeit durch das ganze Thierreich verfolgen; die Art, wie sich die Thiere ernähren und fortpflanzen, wie sie sich bewegen und wie sie empfinden, ist in grossen Gruppen im Wesentlichen die gleiche und kann sogar bei weit entfernten Formen mancherlei Uebereinstimmung bieten. Demgemäss müssen auch die Einrichtungen, welche für die genannten Functionen getroffen sind, die Organe der Ernährung und Fortpflanzung, der Bewegung und Empfindung, in ihrem gröberen und feineren Bau und in ihrer Entwicklungsweise einander ähnlich sein und einige stets oder häufig wiederkehrende Grundzüge erkennen lassen. Alles dies bedarf einer allgemeinen Erörterung, bevor wir auf die Schilderung der einzelnen Thierstämme eingehen können. Diese Erörterung ist Gegenstand der allgemeinen Zoologie, speciell der allgemeinen Anatomie und Entwicklungsgeschichte oder der thierischen Morphologie.

Hat man auf anatomischem und entwicklungsgeschichtlichem Wege das allgemeine Wesen des thierischen Organismus begriffen, so muss man ferner seine Beziehungen zur Umgebung in das Auge fassen. Zur Lehre von den Lebensverhältnissen der Thiere, der Oekologie oder Biologie, haben wir die geographische Verbreitung der Thiere — ihre Vertheilung über die Oberfläche der Erde und in den verschiedenen Meerestiefen — zu rechnen, ferner die Wechselbeziehungen von Thier und Pflanze, von Thier zu Thier, wie sie in Staatenbildung, Symbiose, Parasitismus zu besonderem Ausdruck gelangen.

Bei der allgemeinen Anatomie, mit welcher wir beginnen werden, wollen wir den Gedanken zu Grunde legen, wie sich ein Organismus aus seinen Bestandtheilen aufbaut. Wir werden dabei im Geiste das entgegengesetzte Verfahren befolgen von dem, welches die Anatomie thatsächlich einschlägt, wenn sie den thierischen Körper in seine Elementartheile, seine Organe, Gewebe und Zellen, auflöst. Anstatt analytischer werden wir synthetische Anatomie treiben.

Die Synthese eines Organismus, wie wir sie in der allgemeinen Anatomie nur der Idee nach vornehmen können, vollzieht sich thatsächlich in der Natur während der Entwicklung eines jeden Thieres. Entwicklungsgeschichtlich ist jeder Organismus vorübergehend ein ein-



faches Element, eine Zelle: die Zelle theilt sich, und es entstehen Gewebe, aus den Geweben Organe, und aus den Organen setzt sich das gesetzmässig gegliederte Ganze eines Thierkörpers zusammen. Wenn somit die allgemeine Entwicklungsgeschichte synthetisch verfährt, so schliesst sie sich bei ihrer Darstellung nur den Vorgängen an, welche sich in der Natur abspielen und der directen Beobachtung zugänglich sind.

## I. Allgemeine Anatomie.

Den Ausdruck „Bestandtheile des thierischen Körpers“ kann man in doppeltem Sinne anwenden. Man kann von Mischungsbestandtheilen reden: das sind die chemischen Verbindungen, welche die Gewebe bilden; sie sind Gegenstand der Thierchemie und können daher hier übergangen werden. Man kann aber ferner auch von Formbestandtheilen des thierischen Körpers reden: das sind die Zellen. Diese und ihre Umbildung zu Geweben, Organen und ganzen Thieren sind für uns von viel grösserer Bedeutung.

### 1. Die Formbestandtheile des thierischen Körpers.

Die Lehre von den Formbestandtheilen der organischen Körper hat eine feste Grundlage erst durch die Zellentheorie gefunden. Jede wissenschaftliche Thier- und Pflanzenanatomie muss daher mit der Lehre von der Zelle ihren Ausgangspunkt nehmen.

Geschichte  
der Zell-  
theorie.

Der Begriff der Zelle, wie er in der Morphologie der Thiere und Pflanzen eingebürgert ist, hat im Laufe der Zeit viele Wandlungen erfahren, welche man einigermaassen kennen muss, um Namen und Begriff vollkommen zu verstehen. Als Hooker, Marcello Malpighi und Nehemia Grew im 17. Jahrhundert den Namen in die Pflanzenanatomie einführten, verstanden sie darunter kleine Kämmerchen, umgeben von festen Wandungen und von Luft oder flüssigem Inhalt erfüllt. Auch als man am Anfang dieses Jahrhunderts richtig erkannte, dass die Zelle die anatomische und physiologische Einheit des Pflanzenkörpers ist, aus deren Umwandlung alle übrigen Theile sich bilden, und als der englische Botaniker Brown im Innern der Zelle ein bis dahin übersehenes Körperchen, den Nucleus oder Zellkern, auffand, blieb die alte Auffassung bestehen und wurde auch als solche von Schleiden in seine Zelltheorie übernommen. Schleiden fügte als neu die vollkommen irrige Lehre von der Entstehung der Zelle hinzu, dass sich in einer Art Mutterlauge, dem Cytoblastem, zunächst ein Korn bilde, das Kernkörperchen, dass um dieses Korn eine Niederschlagsmembran entstehe, die Kernmembran, und um den damit fertiggestellten Kern eine weitere Niederschlagsmembran, die Zellmembran. So sei für die Entstehung der Zelle der Kern von der allergrössten Bedeutung.

Da in dem Körper der Thiere die Kerne der Zellen am leichtesten gefunden werden und auch jetzt noch zur Orientirung über das Auftreten der Zellen vornehmlich benutzt werden, so ist es verständlich, dass die Schleiden'sche Lehre, welche den Zellkern so sehr in den Vordergrund



stellte, für Schwann Veranlassung werden konnte, die Zellentheorie auf das Thierreich zu übertragen und damit zu einem allgemeingiltigen Princip zu erheben. Man spricht daher meist von einer Schwann-Schleiden'schen Zellentheorie.

Dieser Theorie zu Folge solle für die Function der Zelle ihre Wandung, die Zellmembran, das Wichtigste sein: durch die Zellmembran hindurch sollen Diffusionsströme zwischen Umgebung und flüssigem Zellinhalt sich vollziehen; der Charakter der Membran und des Zellsaftes solle nach allgemein physikalischen Gesetzen die Beschaffenheit der Diffusionsströme und damit auch den functionellen Charakter der Zelle bestimmen; das verschiedene Aussehen der Gewebe sei vornehmlich dadurch bedingt, dass die anfangs kugeligen Zellen ihre Gestalt verändern, indem sie im fibrillären Bindegewebe z. B. enorm in die Länge zu den feinen Fibrillen auswachsen (Zellmetamorphose). Da das Leben des Organismus nun nichts Anderes ist als das Zusammenwirken aller seiner Zellen, so schmeichelte man sich, durch die Zellentheorie und die durch sie bewirkte Entdeckung der physikalischen Einheiten des thierischen und pflanzlichen Körpers dem grossen Problem der physikalischen Erklärung der Lebenserscheinungen um ein gutes Stück näher gerückt zu sein. — Auch die Zellgenese schien nach dieser Lehre ein ebenso mechanisch erklärbarer Process zu sein, wie die Bildung eines Krystalls. Im Cytoplastem sollten ja Kernkörperchen, Kernmembran und Zellmembran ähnlich den Vorgängen bei der Krystallisation durch Niederschlag gebildet werden.

Schwann-Schleiden'sche Zellentheorie.

In der Zwischenzeit haben sich unsere Auffassungen vom Wesen der Zelle vollkommen verändert. Die Zelle entsteht nicht nach Art eines Krystalls als eine Neubildung in einer Mutterlauge, sondern sie setzt die Existenz einer lebenden Mutterzelle voraus, von welcher aus sie durch Theilung oder Knospung erzeugt wird. Ebenso ist auch die Zelle nicht eine physikalische Einheit, sondern selbst wieder ein Organismus, welcher uns alle die Räthsel des Lebens erkennen lässt, deren physikalische Begründung unserer Forschung immer als Ziel vorschweben muss, wenn auch als ein Ziel, das noch in weite, gar nicht absehbare Entfernung gerückt ist. Für das Wesen der Zellen sind ferner Membran und Zellsaft von gänzlich untergeordneter Bedeutung; das Wichtigste an ihr ist vielmehr eine lange Zeit über gar nicht berücksichtigte Substanz, für welche H. von Mohl den Namen Protoplasma eingeführt hat. Nach unserer neueren Auffassung ist die Zelle vornehmlich ein Plasmaklumpchen, meist, wahrscheinlich sogar stets, ausgerüstet mit einem oder mehreren Kernen. Diese neuere Auffassung vom Wesen der Zelle hat sich nun so allmählig entwickelt und die Schwann-Schleiden'schen Ansichten so langsam verdrängt, dass der alte Name, obwohl er für die neue Auffassung gar nicht mehr passte, beibehalten wurde. Man hatte sich schon so sehr an den Namen gewöhnt, dass man gar nicht mehr den Widerspruch empfand, der darin lag, dass man ein solides Klumpchen ohne Membran eine „Zelle“ nannte.

Reformbewegungen.

Die Reform der Zellentheorie wurde durch Entdeckungen angebahnt, welche auf sehr verschiedenen Gebieten gewonnen und erst spät in einem Brennpunkt vereinigt worden sind.

1. Schon an der Grenze des 18. und 19. Jahrhunderts hatten Bonaventura Corti und Treviranus gesehen, dass die Chlorophyllkugeln, welche die grüne Farbe der Pflanzen bedingen, bei vielen Arten lebhaft im Innern der Zelle herumströmen, aber erst Mohl fand



heraus, dass ihre Bewegung keine active sei, dass sie vielmehr von einer homogenen Substanz, in welcher sie eingebettet sind, bewegt werden. Diese Substanz, welche Mohl, um sie in den Vordergrund zu stellen, Protoplasma nannte, gewann durch eine zweite Beobachtung noch grössere Bedeutung. Bei der Fortpflanzung der einfachsten Algen ergab sich, dass das Protoplasma mancher Zellen sammt den Chlorophyllkörnern sich zu einem ovalen Körper zusammenballte, dass dieser Körper das Gehäuse der Zellmembran verliess, um im Wasser frei herumzuschwimmen. Da das Zellgehäuse keine Lebenserscheinungen mehr zeigte, der Protoplasmakörper dagegen zur Ruhe kam und eine neue Pflanze bildete, so war unzweifelhaft bewiesen, dass dieser der wichtigste Bestandtheil der Zelle sei (vergl. Fig. 110).

2. In der thierischen Gewebelehre kam die Bedeutung der eigentlichen Zellsubstanz, des Protoplasma, noch eindringlicher zur Geltung. Hier führte, trotz lange Zeit herrschender, vorgefasster Meinungen, die vorurtheilsfreie Untersuchung zum Resultat, dass die meisten thierischen Zellen überhaupt keine Membran besitzen.

3. Sehr wichtig war endlich das Studium der niedersten Organismen, der *Protozoen*. Dujardin suchte durch äusserst sorgfältige Beobachtungen den Beweis zu führen, dass diese Thiere keine Organe besässen, sondern aus einer gleichförmigen, körnchenführenden Substanz beständen, der Sarkode. Die Sarkode solle alle sonst auf viele Organe vertheilten Lebensäusserungen, Bewegung, Empfindung, Ernährung, allein vermitteln. Dujardin's Lehre wurde durch Ehrenberg und seine Schule lebhaft bekämpft, gelangte schliesslich aber durch die bahnbrechenden Arbeiten von Max Schultze und Haeckel zu allgemeiner Geltung.

Schultze's  
Proto-  
plasma-  
theorie.

Auf Grund obiger 3 Beobachtungsreihen hat endlich Max Schultze die schon kurz skizzirte Reform der Zellentheorie durchgeführt, indem er durch ein genaues Studium des Aussehens und der Lebenserscheinungen und durch zahlreiche Experimente den Nachweis führte, dass Zellensubstanz der Thiere, Sarkode der *Protozoen* und Protoplasma der Pflanzen identisch seien, und dass auf diese Substanz, für welche er den Namen „Protoplasma“ beibehielt, alle Lebenserscheinungen der Thiere und Pflanzen zurückzuführen seien. Die zweite wichtige Reform betrifft die Lehre von der Umbildung der Zellen zu Geweben. Dieselbe erfolge weniger durch Formveränderungen und Auswachsen der Zellen zu den Gewebeelementen, wie Schwann meinte, sondern durch chemische Umwandlung. Vermöge seiner formativen Thätigkeit erzeuge das Protoplasma Structurtheile, welche nicht mehr Protoplasma sind, wie Bindegewebsfibrillen, Muskelfibrillen, Nervenfasern etc. Dieselben bedingen den specifischen Charakter der einzelnen Gewebe und leisten die Functionen derselben. Neben ihnen erhalten sich dann als Lebens- und Bildungsherde die nicht verwandten Reste der Zellen, die Bindegewebskörperchen, Muskelkörperchen etc.

Diese beiden Grundgedanken der Max Schultze'schen „Protoplasma-theorie“ wollen wir nun weiter ausführen und dabei die Grundzüge der modernen Gewebelehre kurz skizziren.

Charakteri-  
stik der  
Zelle.

Die Grösse der thierischen Zellen schwankt in bedeutenden Breiten; die kleinsten Elemente sind wohl die männlichen Samenzellen, die Spermatozoen, deren Körper — nach Abzug des Schwanzfadens — namentlich bei Säugethieren oft nur 0,003 mm misst, die grössten Zellen dagegen sind, abgesehen von den Riesenplasmodien einiger *Mycetozoen*,



die Eizellen. Das Gelbe des Vogeleies, welches allein das Ei im engeren Sinne, befreit von seinen Hüllen, darstellt, besitzt vorübergehend den Formenwerth einer Zelle und kann bei Strausseneiern einen Durchmesser von mehreren Centimetern erreichen.

Die Form der Zelle ist ebenfalls variabel. Frei lebende, durch ihre Umgebung in ihrer Gestalt nicht bestimmte Zellen sind meist im Ruhezustand kugelig oder oval, wie die Eizellen lehren; zu Geweben vereint, können sich dagegen die Zellen zu polygonalen oder prismatischen Körpern zusammendrängen oder sich in spindelige oder sternförmige, verästelte Ausläufer verlängern.

So bleibt für die Charakteristik der Zelle nur die Beschaffenheit ihrer Substanz übrig: die Zelle ist ein Klümpchen Proto-<sup>Beschaffenheit des Protoplasma.</sup> plasma mit einem oder mehreren Kernen (Nuclei). Von einer chemischen Charakteristik des Protoplasma müssen wir Abstand nehmen. Wir wissen nicht einmal, ob das Protoplasma ein bestimmter chemischer Körper ist, der vermöge seiner Constitution unendliche Variationen zulässt, oder ob es ein wechselndes Gemisch verschiedener chemischer Körper darstellt. Ebenso wissen wir noch keineswegs sicher, ob diese Körper, wie man geneigt ist anzunehmen, den an und für sich räthselhaften Protein-substanzen angehören. Wir können nur sagen, die Beschaffenheit des Protoplasma muss bei einer gewissen Gleichartigkeit zugleich auch ganz ausserordentlich verschiedenartig sein. Denn wenn wir sehen, dass aus dem Ei eines Hundes stets nur ein Hund und zwar ein Thier mit allen seinen individuellen Eigenthümlichkeiten wird, dass das Ei eines Seeigels, unter die wechselndsten Bedingungen gebracht, stets einen Seeigel liefert, dass eine Amöbenart stets nur die für sie charakteristischen Bewegungen ausführt, so müssen wir annehmen, dass der functionirende Bestandtheil dieser Zellen, das Protoplasma, in jedem Falle seine Besonderheiten hat. Wir werden zur Annahme einer fast unbegrenzten Verschiedenartigkeit des Protoplasma gezwungen, auch wenn wir dem später zu besprechenden Kern einen wichtigen Antheil an den hervorgehobenen Unterschieden einräumen.

Die bei aller Verschiedenheit doch unverkennbare Gleichartigkeit des Protoplasma äussert sich in seinem Aussehen und in seinen Lebenserscheinungen. Bei schwachen Vergrösserungen erscheint das Protoplasma als eine mattgraue, seltener durch Imbibition mit Farbstoffen gelblich, röthlich oder anderweitig gefärbte Substanz, in welcher zahlreiche, stark lichtbrechende Körnchen eingebettet sind. Die Lebereigenschaften dieser Substanz sind: Bewegung, Reizbarkeit, Fähigkeit zur Ernährung und Fortpflanzung.

Mit Hilfe starker Vergrösserungen kann man in der Grundlage des Protoplasma, dem „homogenen Protoplasma“ früherer Autoren, eine feinere Structur erkennen, deren Deutung aber noch strittig

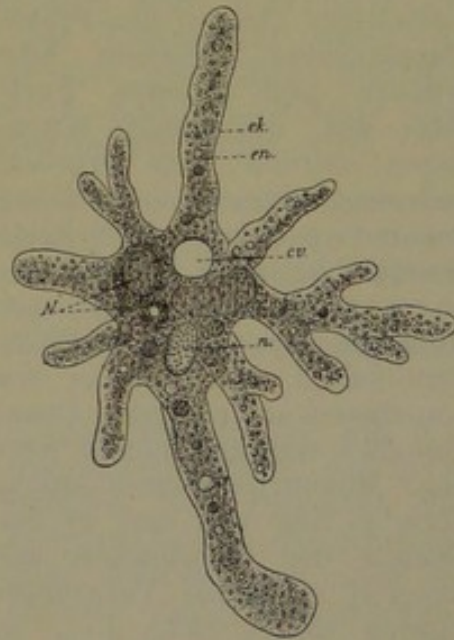


Fig. 16. *Amoeba Proteus* nach Leidy. ek Ektosark, en Entosark, cv contractile Vacuole, n Kern, N Nahrungskörper.



ist: ein feinmaschiges Gerüst (Filarsubstanz, Spongioplasma, Zellreticulum), dessen Zwischenräume von anderweitiger Masse (Interfilarsubstanz, Enchylem, Grundsubstanz) erfüllt werden. Der Streit dreht sich vornehmlich darum, ob in der That ein Gerüst feiner Fäden und Bälkchen vorliegt, oder ob nicht vielmehr das Bild durch eine Kammerung, d. h. durch feine Scheidewände hervorgerufen wird (Schaum- oder Wabenstructur des Protoplasma).

Contracti-  
lilität des  
Protoplasma.

Die Bewegung äussert sich in Gestaltveränderungen des gesamten Protoplasma — amöboide Bewegung —, zweitens in Lageveränderungen der kleinen Körnchen — Körnchenströmung. Zur amöboiden Bewegung (Fig. 16) gehören namentlich die später zu beschreibenden Bewegungen der *Protozoen* und der farblosen Blutzellen vieler vielzelliger Thiere; die Protoplasmakörper schicken hier gröbere und feinere Fortsätze aus, die wieder eingezogen werden, zur Ortsveränderung dienen und daher *Pseudopodien* oder Scheinfüsschen heissen. Die Körnchenströmung kann sowohl im Innern des Zellkörpers selbst, als auch an den von diesem ausgehenden Pseudopodien wahrgenommen werden. Mögen die Pseudopodien noch so fein sein und an der Grenze der Sichtbarkeit mit unseren stärksten Vergrösserungen stehen (Fig. 17), so kann man an ihnen doch noch wahrnehmen, dass die Körnchen wie Spaziergänger auf einer Promenade hin und her wandern, gleichzeitig in centripetaler und centrifugaler Richtung, in beiden Richtungen einige mit grösserer, andere mit geringerer Geschwindigkeit. Und doch bewegen sich die Körnchen nicht activ, sondern werden durch die Grundsubstanz des Protoplasma, in welches sie eingebettet sind, bewegt. Denn wenn man willkürlich gewählte Farbkörn-

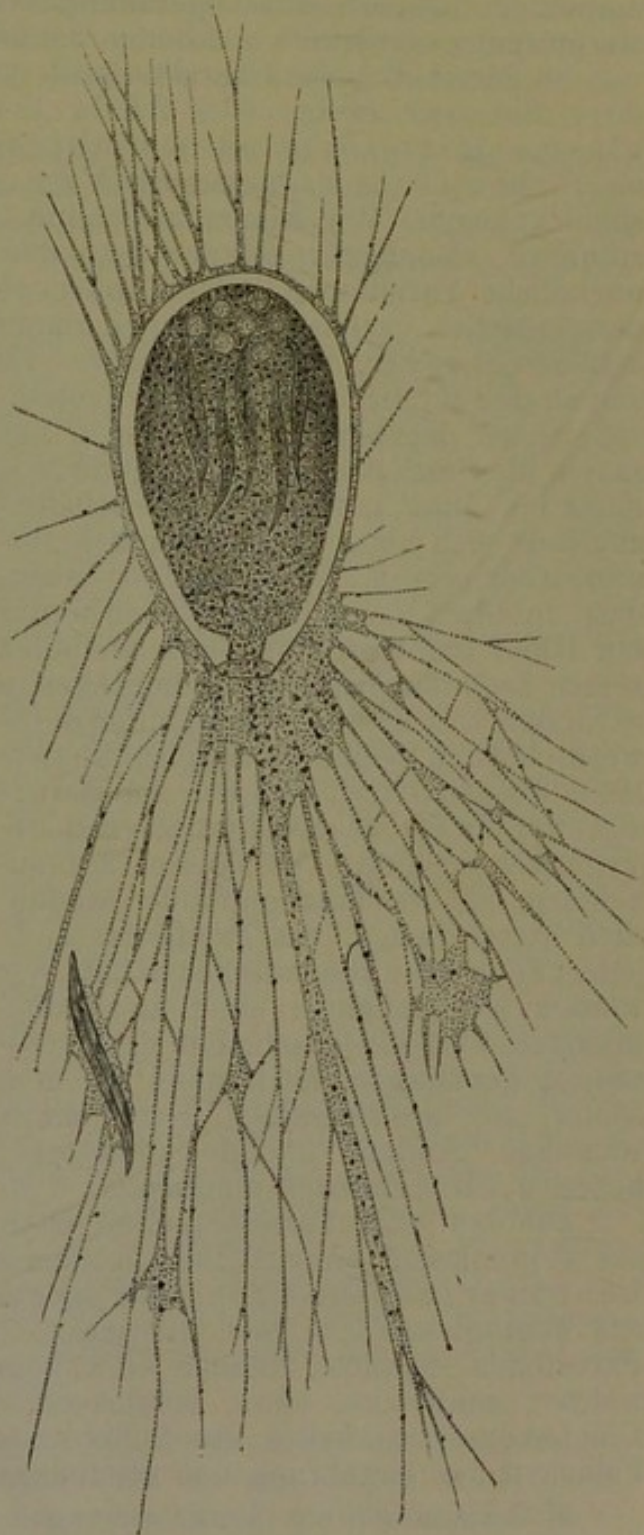


Fig. 17. *Gromia oviformis* (aus Lang nach M. Schultze).



chen, z. B. fein vertheilten Carmin, durch Fütterung den Pseudopodien einverleibt, so zeigen dieselben ebenfalls die merkwürdige Körnchenströmung. Nichts ist wohl geeigneter, um die grosse Complication im Bau des Protoplasma zu erläutern, als diese äusserst verwickelten Bewegungserscheinungen auf so feinen Bahnen, wie meist die Pseudopodien sind.

Dass amöboide Bewegung und Körnchenströmung durch mechanische, chemische und thermische Reize hervorgerufen, zum Stillstand gebracht und modificirt werden können, ist ein sicherer Beweis für die Reizbarkeit des Protoplasma. Am wichtigsten sind die thermischen Reize. Steigert man die gewöhnliche Temperatur der Umgebung, so werden zunächst die Bewegungen beschleunigt bis zu einem Maximum; von da tritt eine Verlangsamung ein, endlich vollkommener Stillstand, die Wärmestarre. Hält die hohe Temperatur noch länger an, oder erfährt sie gar eine weitere Steigerung, so erfolgt der Tod. Die letale Temperatur ist für die meisten Organismen zwischen 40 und 50° Celsius gegeben; ihr Einfluss erklärt einen Theil der schädlichen Folgen, welche hohe Fiebertemperaturen auf den menschlichen Organismus haben.

Wie eine Wärmestarre, so giebt es auch eine Kältestarre, herbeigeführt durch ein starkes Sinken der Temperatur unter die normale. Eingeleitet wird dieselbe durch eine allmähliche Abnahme der Beweglichkeit; ihren Schluss findet sie im Kältetod, welcher aber nicht so leicht wie der Tod durch Erwärmen herbeigeführt wird.

Es ist bemerkenswerth, dass viele Thiere und demgemäss auch ihre Zellen einfrieren und in diesem Zustand starke Kälte vertragen können, ohne zu sterben (z. B. *Goldfische* Temperaturen von — 8 bis — 15°, *Frösche* bis — 28°, *Blindschleichen* bis — 25° C). Die Thiere erwachen zu neuem Leben, vorausgesetzt, dass sie mit der genügenden Vorsicht aufgethaut werden.

Erregbarkeit und Bewegungsfähigkeit sind wichtig für die Ernährung. Letztere ist bei den meisten thierischen Zellen, wie z. B. fast allen Gewebszellen, nicht gut zu verfolgen, weil dieselben von flüssiger Nahrung leben. Gewisse Zellen höherer Thiere, die farblosen Blutzellen, und die meisten einzelligen Thiere können aber auch mit festen Substanzen gefüttert werden; sie nehmen die Nahrungskörper, indem sie sie mit Pseudopodien umfliessen, in das Innere des Protoplasma auf, entziehen ihnen alles Assimilirbare und stossen das Unverdauliche wieder aus (Fig. 16). Bei der Ernährung kommt nicht nur in Betracht, dass die Zellen die aufgenommene Nahrung zum eigenen Wachsthum und zum Ersatz des Verbrauchten benutzen; sie haben meist auch die Fähigkeit, anderweitige Stoffe als Protoplasma zu erzeugen, wie z. B. manche *Protozoen* organische Gehäuse bilden, welche mit Kiesel oder Kalk erhärtet werden. Diese bildnerische Thätigkeit, die Erzeugung von „Protoplasmaproducten“, ist, wie wir sogleich sehen werden, der Ausgangspunkt für die Gewebebildung.

Die Fortpflanzung der Protoplasmakörper ist gleichbedeutend mit der Theilung der Zelle; um diese aber zu verstehen, müssen wir zuvor den zweitwichtigen Bestandtheil, den Kern, noch in das Auge fassen.

Der Zellkern oder Nucleus ist ein im Protoplasma eingeschlossener Körper, dessen Gestalt zwar [für jede Zellenart feststeht,

Reizbarkeit  
des  
Protoplasma.

Ernährung  
und Fort-  
pflanzung.

Zellkern.



im Uebrigen aber viele Schwankungen zeigt. Meist ist er ein kugeliges oder ovales Bläschen; er kann aber auch zu einem Stab verlängert, hufeisenförmig gebogen, rosenkranzartig eingeschnürt oder sogar baumförmig verästelt sein (Fig. 18). Bei manchen Zellen ist er unverhältnissmässig gross, so dass das Protoplasma ihn nur mit einem schmalen Ring umgiebt, bei anderen wieder so klein, dass man ihn schwierig im Protoplasma zwischen dessen Einschlüssen auffindet. Früher hat man ihn daher in sehr vielen Fällen übersehen, und auch jetzt noch gelingt sein Nachweis öfters nur mit grosser Mühe und unter Anwendung einer besonderen Technik, welche sich auf das microchemische Verhalten der Kernsubstanz stützt. Letztere unterscheidet sich vom Protoplasma unter Anderem durch ihre grössere Gerinnungsfähigkeit in gewissen Säuren, z. B. Essig- und Chromsäure, welche daher auch vielfach zum Kernnachweis verwandt werden. Wenn in einer lebenden Zelle der Kern wegen der Gleich-

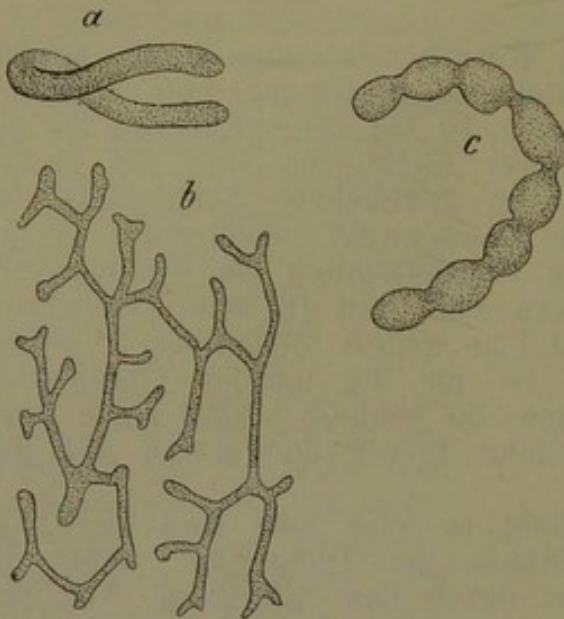


Fig. 18. Abweichende Kernformen. *a* hufeisenförmiger Kern einer *Acinete*, *b* verästelter Kern aus dem Malpighi'schen Gefäss einer *Sphingidenraupe*, *c* rosenkranzförmiger Kern von *Stentor coeruleus*.

artigkeit seiner Lichtbrechung mit der des Protoplasma nicht erkennbar ist, so genügt vielfach der Zusatz von 2%-iger Essigsäure, um ihn scharf contourirt hervortreten zu lassen.

Struktur des  
Kerns.

In seiner feineren Structur liefert der Kern je nach den zur Untersuchung verwandten Objecten eine ganz ausserordentliche Mannigfaltigkeit von Bildern, deren Verständniss noch nicht genug gefördert ist, um eine von allen Forschern angenommene einheitliche Auffassung zu ermöglichen. Nach ihrem Verhalten gegen Farbstoffe kann man vornehmlich zweierlei Kernsubstanzen unterscheiden: das Chromatin oder Nuclein (Fig. 19 *ch*), welches in gewissen Farbstoffen, wie z. B. in Lösungen von Carmin, Hämatoxylin, Safranin, sehr leicht gefärbt wird, und das Achromatin oder Linin, welches sich gar nicht oder nur unter besonderen Verhältnissen färbt.

Das Achromatin bildet ein von Flüssigkeit, dem Kernsaft, durchsetztes Gerüst — nach anderer Auffassung ein Wabenwerk —, welches nach aussen von einer bei grossen Kernen leicht isolirbaren Kernmembran abgegrenzt wird. Ist wenig Kernsaft vorhanden und infolge dessen das Kerngerüst sehr engmaschig, so macht der Kern einen compacten Eindruck. Ist dagegen der Kernsaft reichlich, so erhält man den Eindruck eines Bläschens. Letzteres ist besonders dann der Fall, wenn die Stränge des Kerngerüstes durch ansehnliche Flüssigkeitsansammlungen auseinandergedrängt werden (Fig. 19, 4).

Das Chromatin tritt in enger Beziehung zu einer minder färbbaren, vom Achromatin gleichwohl scharf unterschiedenen Substanz, dem Plastin oder Paranuclein (*p*) auf. In den Kernen der Proto-



zoen sind gewöhnlich Plastin und Chromatin innig verbunden, indem das erstere das Substrat bildet, in welchem letzteres eingelagert (*chp*) ist. Die aus Vereinigung beider Substanzen gebildete Masse ist am häufigsten auf dem Kerngerüst in Form feiner Körnchen gleichmässig dicht vertheilt, so dass der gesammte Kern gleichförmig chromatisch erscheint (Fig. 18). Seltener ballt sich die Masse zu einem oder mehreren besonderen, neben dem Kerngerüst bestehenden Körpern, den chromatischen Nucleoli, zusammen (1, 2). Der Nucleolus ist gewöhnlich ein rundlicher Brocken, seltener ist er verästelt (Fig. 19 1).

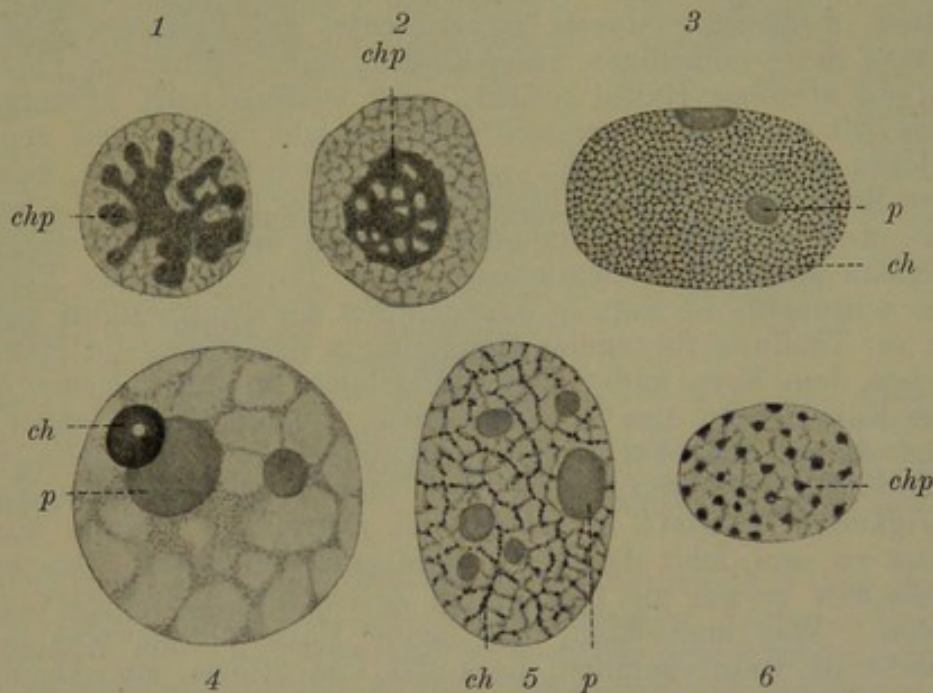


Fig. 19. Bläschenförmige Kerne mit achromatischem Kerngerüst und verschiedener Anordnung des Chromatins und der Nucleolarsubstanz; *p* Plastin (Nucleolarsubstanz), *ch* Chromatin, *chp* Chromatin + Plastin, 1 und 2 Kerne von *Actinosphaerium*, 3 Kern von *Ceratium hirundinella* nach Lauterborn, 4 Keimbläschen von *Unio* nach Flemming, 5 Kern mit vielen Chromatin-nucleoli.

Auch bei den Kernen vielzelliger Thiere kann die beschriebene innige Vermengung von Plastin und Chromatin vorkommen (6). Doch ist die Regel, dass das Plastin — wahrscheinlich nicht die Gesamtmasse, sondern ein Ueberschuss desselben — sich vom Chromatin sondert. So findet man in den Kernen vieler Eier Nucleoli, die aus zwei von einander unterschiedenen Theilen bestehen, einer chromatinhaltigen und einer ausschliesslich plastinhaltigen Partie (4). In den Gewebszellen besitzt nur das Plastin die Anordnung in Nucleolen (echte, chromatinfreie Nucleolen, 5), während das Chromatin auf dem Kernnetz ausgebreitet ist (chromatisches Reticulum). Etwas ähnliches kann auch bei *Protozoen*-Kernen vorkommen (Fig. 19, 3).

Lange Zeit war die functionelle Bedeutung des Kerns in der Zelle in völliges Dunkel gehüllt, so dass man schon anfangs, ihn als ein im Vergleich zum Protoplasma nebensächliches Ding zu behandeln. Der Nachweis, dass der Kern bei allen Befruchtungsprocessen eine Ausschlag gebende Rolle spielt, hatte eine Veränderung der Auffassung zur Folge. Man kam zur Ansicht, dass der Kern den Charakter der Zelle bestimmt, dass alle Thätigkeiten des Protoplasma vom Kern

Function  
des Kerns.



beeinflusst werden. Wenn aus dem Ei ein bestimmt geartetes Thier sich entwickelt, wenn eine Zelle im Thierkörper einen bestimmten histologischen Charakter annimmt, so sind wir jetzt geneigt, dies dem Kern zuzuschreiben. Daraus folgt dann weiter, dass der Kern der Träger der Vererbung ist; denn die Uebertragung der elterlichen Eigenschaften auf die Kinder, welche uns die tägliche Erfahrung des Lebens lehrt, kann nur durch die Geschlechtszellen der Eltern, durch Ei- und Samenzellen bewirkt werden. Da nun der Charakter der Geschlechtszellen wiederum vom Kern bestimmt wird, so wird die Uebertragung in letzter Instanz vom Kern vermittelt. Eine weitere Stütze hat diese Auffassung durch Experimente an *Protozoen* gewonnen. Wenn man diese einzelligen Thiere durch einen Schnitt in eine kernhaltige und kernlose Hälfte zerlegt, geht letztere nach kürzerer oder längerer Zeit zu Grunde; erstere dagegen lebt weiter und regeneriert die verloren gegangenen Theile. — Von den zwei Substanzen, welche wir oben am Kern unterschieden haben, scheint das Chromatin die Substanz zu sein, welche den bestimmenden Einfluss auf die Functionen des Protoplasma ausübt und demgemäss auch der Träger der Vererbung ist. Das achromatische Netz ist dagegen Sitz der Contractilität und spielt bei den zur Theilung führenden Bewegungen des Kerns die Hauptrolle.

Centrosoma.

Neben dem Kern findet sich häufig noch im Protoplasma ein besonderes Körperchen, das Centrosoma, welches wegen seiner Kleinheit, und da es sich Farbstoffen gegenüber wie Achromatin verhält, lange Zeit übersehen worden ist und auch jetzt noch dem Nachweis Schwierigkeiten bereitet; es scheint bei vielzelligen Thieren allgemein verbreitet zu sein, fehlt dagegen den meisten *Protozoen*. Bei manchen *Protozoen* tritt es nur zu bestimmten Zeiten auf, um wieder zu verschwinden. Was man dann über seine Entwicklungsweise ermittelt hat, macht es wahrscheinlich, dass das Centrosoma ein Abkömmling des Kerns ist, ein aus dem Kern herausgetretener Theil des achromatischen Reticulums, in anderen Fällen vielleicht auch ein zweiter Kern, der durch Rückbildung das Chromatin verloren und nur die active Kernsubstanz, das Achromatin, behalten hat. Functionell ist das Centrosoma ein specifisches Theilungsorgan der Zelle, welches die Theilung des Kerns und die Theilung des Zellkörpers gleichmässig beherrscht. Indem so für das gesetzmässige Ineinandergreifen der Kern- und Plasmaveränderungen bei der Theilung grössere Sicherheit erzielt wird, bedingt das Auftreten des Centrosoma eine Vervollkommnung der Zellorganisation.

Zelltheilung.

Die Zellvermehrung findet ausschliesslich durch Theilung (*Divisio*) oder Knospung (*Gemmatio*) statt. Die gewöhnlichste Form ist die Zweitheilung, bei welcher auf der Oberfläche des Zellkörpers eine ringförmige Furche entsteht, die, tief einschneidend, den Körper in zwei gleiche Stücke zerlegt. Seltener und nur bei vielkernigen Zellen möglich ist die Vieltheilung. Die Zelle zerfällt bei derselben simultan in viele (unter Umständen viele Hunderte) von Tochterzellen, so viele Tochterzellen, als Kerne in der Mutterzelle vorhanden waren. Insofern hier dasselbe erreicht wird, was in anderen Fällen das Resultat vieler auf einander folgender Zweitheilungen ist, kann man von einer überstürzten Theilung reden. Für alle Formen der Theilung ist die gleichartige Beschaffenheit der Theilproducte charakteristisch, während bei der Knospung die aus der Vermehrung resultirenden Stücke in Grösse einander ungleich sind. Bei der Knospung



werden von einer grösseren Mutterzelle eine oder mehrere kleinere Tochterzellen (die Knospen) abgeschnürt (Fig. 21).

Jede Zelltheilung wird von einer Kerntheilung begleitet (oder setzt wenigstens voraus, dass eine solche vorher stattgefunden hat. Man unterscheidet directe und indirecte Kerntheilung. Directe

Directe Kern-  
theilung.

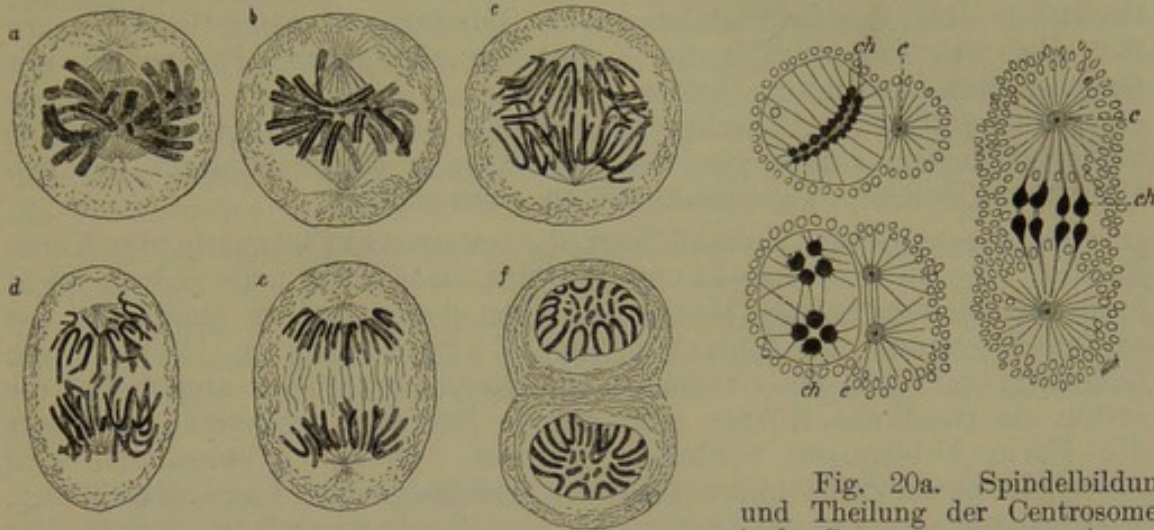


Fig. 20. Zelltheilung in der Haut von *Salamandra maculosa* (nach Rabl).

Fig. 20a. Spindelbildung und Theilung der Centrosomen in den Spermatocyten von *Ascaris megalocephala* (nach Brauer); ch Chromosomen, c Centrosomen.

Kerntheilung (Fig. 21, 138) findet sich vornehmlich bei *Protozoen* und hier wieder besonders bei chromatinreichen Kernen. Der Kern streckt sich in einer Richtung und wird durch eine Furche, senkrecht zu der betreffenden Richtung, ähnlich dem gesamten Zellkörper durchschnürt. Da das Protoplasma keine bestimmte Anordnung zu dem in Theilung begriffenen Kern einnimmt, letzterer ausserdem seine Membran bewahrt, muss man schliessen, dass der Kern selbstthätig sich theilt, dass er nicht passiv getheilt wird. Sitz der die Theilung bewirkenden Kräfte ist das achromatische Kerngerüst, welches demgemäss auch oft eine bestimmte Anordnung — eine faserige Structur in der Richtung des sich streckenden Kernes — erkennen lässt.

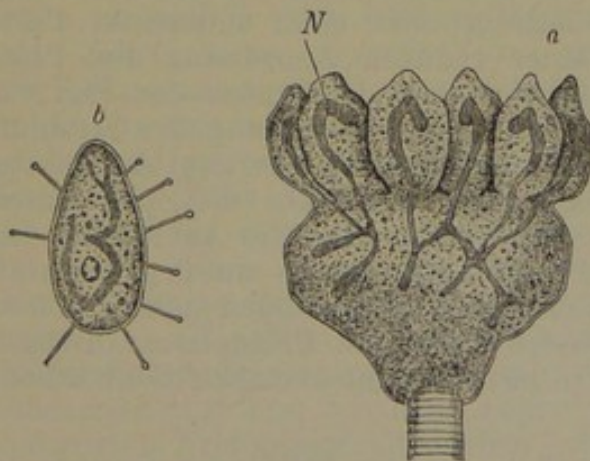


Fig. 21. Zellknospung. *Podophrya gemmipara* mit Knospen a, die sich ablösen und zum Schwärmer b werden, N Kern.

Die indirecte Kerntheilung, Karyokinesis oder Mitose, ist am schönsten ausgeprägt bei chromatinarmen Zellen, welche ein Centrosoma besitzen. Der Process wird durch die Theilung des Centrosoma eingeleitet (Fig. 20 a). Die Tochtercentrosomen wandern an zwei einander opponirte Punkte des Kernes, welcher nunmehr seine Membran verliert und zur Kernspindel wird. Das Charakteristische der Kernspindel besteht darin, dass ihr Körper nach

Indirecte  
Kerntheilung,  
Mitose,  
Karyokinese.



zwei durch die Lage der Centrosomen bezeichneten Punkten, den Polen, zu Spitzen ausgezogen ist, dass von diesen Polen nach den mittleren Partien des Kerns, dem Aequator, feine Fäden verlaufen, die Spindelfasern, die in manchen Fällen sicherlich nur aus dem achromatischen Kernnetz entstammen, während in anderen Fällen ein grösserer oder geringerer Antheil am Aufbau der Spindelfasern dem Protoplasma eingeräumt wird (Fig. 19). Ein strittiger Punkt ist das Verhalten der Spindelfasern in der Aequatorialebene der Spindel, ob sämtliche Fasern von Pol zu Pol durchlaufen, oder ob sämtliche Fasern in der Gegend des Aequators enden, so dass die Spindel aus zwei im Aequator getrennten Faserkegeln bestände, oder ob in derselben Spindel beiderlei Fasern vorkommen. Es scheinen in dieser Hinsicht bei den einzelnen Objecten Verschiedenheiten obzuwalten.

Im Aequator der Spindel liegt das gesammte Chromatin des Kerns in der „Aequatorialplatte“ vereint, worunter man jedoch nicht eine zusammenhängende Masse verstehen darf, sondern eine Lage von einander getrennter Körperchen, der Chromosomen. Denn schon frühzeitig hat sich das Chromatin des Kerns in Stücke abgetheilt, die selten als rundliche Körper oder gerade Stäbchen erscheinen, meistens die Form U-förmiger Schleifen besitzen. Diese Chromosomen sind innerhalb einer Zelle unter einander gleich gross. Ihre Zahl ist, was noch grössere theoretische Bedeutung besitzt, für alle Gewebszellen einer und derselben Species genau die gleiche.

Der erste auf die Bildung von Tochterkernen hinzielende Schritt der Karyokinese ist die Theilung der Chromosomen, welche sich meist in der Aequatorialplatte (Spaltung der Aequatorialplatte), seltener schon auf einem früheren Stadium vollzieht. Die Theilung ist eine genaue Halbierung. Die unter einander gleichen Spaltproducte eines Mutterchromosoms, die Tochterchromosomen, rücken unter dem richtenden Einfluss der Spindelfasern nach entgegengesetzten Polen des Kerns. So bilden sich aus Spaltung der Aequatorialplatte die beiden Seitenplatten, deren Elemente sich unter einander vereinigen und die Tochterkerne erzeugen. Die Centrosomen erhalten sich gesondert, als Theilorgane für die nächste Kernvermehrung.

Was nun die beschriebene indirecte Kerntheilung noch weiter von der directen unterscheidet, ist die lebhaftete Betheiligung des Protoplasma. Das Centrosoma ist Ausgangspunkt einer intensiven Protoplasmastrahlung (Aster), d. h. einer radialen Anordnung des Protoplasmaagerüsts zu dem den Mittelpunkt abgebenden Centrosoma (Fig. 20a). Wenn das Centrosoma sich theilt, tritt eine Umordnung der Strahlung in ein doppeltes Strahlensystem ein. Der Monaster wird zum Amphiaster. Von den Tochtercentrosomen gehen somit nicht nur die Spindelfasern aus, sondern auch die Protoplasmastrahlen. Da die Anordnung und der Grad der Ausbildung der Protoplasmastrahlen zu den einzelnen Phasen der Zelltheilung in ganz bestimmten Beziehungen stehen, müssen wir in den Strahlungen den Ausdruck der im Protoplasma thätigen, die Zelltheilung bewirkenden Kräfte (wahrscheinlich Contractionsvorgänge) erblicken.

Zwischen den besprochenen beiden extremen Fällen der directen und indirecten Kerntheilung giebt es alle möglichen Uebergänge, welche erkennen lassen, wie sich der Mechanismus der Kerntheilung Schritt für



Schritt vervollkommen hat 1) durch die faserige Anordnung des Kernreticulums (Spindelstructur), 2) durch Entwicklung der Centrosomen, durch welche die Kerntheilung Einfluss auf das Protoplasma gewinnt. 3) durch die Entwicklung der Chromosomen. Was letztere anlangt, so ist die Halbierung der regellos vertheilten Chromatinmasse bei der directen Theilung eine relativ rohe Einrichtung im Vergleich zu den complicirten Vorgängen, welche in der Bildung und Theilung der Chromosomen gegeben sind. Dieselben werden verständlich, wenn wir das Chromatin als die die Zellvorgänge bestimmende und die Vererbung vermittelnde Substanz (vergl. Befruchtung) deuten. Je höher ein Thier organisirt ist, je mehr die Zellen zu vererben haben, um so wichtiger wird es, dass die „Vererbungssubstanz“ bei der Theilung möglichst genau, d. h. in gleichen Mengen und gleicher Constitution auf die Tochterzellen vertheilt wird. Dies geschieht durch die Mitosis.

Von der directen Kerntheilung ist sehr wohl die Kernzerstückelung zu unterscheiden. Bei ihr wird der Kern durch Einfurchungen in viele Theile zerlegt, die aber für sich nicht lebensfähig sind und in der Regel auch zu Grunde gehen. Ein typisches Beispiel von Kernzerstückelung ist der Zerfall des Hauptkerns während der Conjugation der *Infusorien* (vergl. Fig. 139).

Kerntheilung und Zelltheilung bilden gewöhnlich einen wohlgeordneten Mechanismus, dessen einzelne Phasen gesetzmässig in einander greifen: die Theilungsebene der Zelle steht senkrecht auf der die beiden Pole verbindenden Längsaxe der Spindel; ferner entspricht gewöhnlich jeder Theilungsphase des Kerns auch eine bestimmte Theilungsphase des Protoplasmakörpers. Das Wechselverhältniss von Protoplasma und Kern ist nun aber keineswegs ein unabänderliches und unlösbares, vielmehr sind sehr wohl Kerntheilungen ohne Beteiligung des Protoplasma möglich. Wenn dieser Process sich häufig wiederholt, entstehen Protoplasamassen mit vielen Kernen (Fig. 22), die nun ihrerseits wieder zu vielen Zellen werden können, wenn nachträglich das Protoplasma nach der Zahl der Kerne sich zerklüftet. Vielkernige Protoplasamassen sind somit Zwischenstufen zwischen der einfachen einkernigen Zelle und dem Haufen vieler einkerniger Zellen und sind in Folge dessen bald als Aequivalent einer Zelle, bald als Aequivalent vieler Zellen angesehen und bald vielkernige Riesenzellen bald Zellcomplexe, Syncytien, genannt worden. Im Folgenden wollen wir eine vielkernige Protoplasma-masse stets als eine einzige Zelle auffassen, weil der Schwerpunkt für das Wesen der Zelle darin gegeben ist, dass sie einen Lebensherd für sich, eine physiologische Individualität bildet. Nach dieser Hinsicht aber verhält sich eine vielkernige Protoplasma-masse genau so wie eine einkernige. Wie die Gewebszellen und die *Protozoen* lehren, wird durch Vielkernigkeit die Organisationsstufe nicht im geringsten gehoben. Eine Aenderung tritt erst mit dem Augenblick ein, wo viele gegen einander abgegrenzte Protoplasma-klümpchen gebildet und damit viele Lebensherde geschaffen werden, d. h. wenn an Stelle der Vielkernigkeit die echte Vielzelligkeit tritt.

Vielkernigkeit.



Fig. 22. Riesenzelle mit vielen Kernen.



## 2. Die Gewebe des thierischen Körpers.

Bei der Bildung von Geweben treten zwei Processe in Wirksamkeit: 1) die Vermehrung der Zellen durch Theilung zu Zellcomplexen; 2) die histologische Differenzirung der Zellen. Man kann ein Gewebe daher als einen Complex histologisch gleichartig differenzirter Zellen definiren.

Wesen der  
histologi-  
schen Diffe-  
renzirung.

Die histologische Differenzirung äussert sich zunächst darin, dass die Zellen bestimmte Gestalt und bestimmte Lagebeziehung zu Nachbarzellen erhalten. Dazu kommt fast stets noch als zweites und wichtigeres Moment die histologische Umwandlung der Zelle. Wir haben schon oben hervorgehoben, dass die Zelle die Nährstoffe vielfach nicht nur zum eigenen Wachsthum, zur Vermehrung des Protoplasma, benutzt, sondern auch anderweitige Stoffe, Protoplasmaproducte, bilden kann, entweder in ihrem Inneren (innere Plasmaproducte) oder häufiger oberflächlich (äussere Plasmaproducte). Die histologische Umwandlung ist nun die Bildung specifisch functionirender Plasmaproducte. Nehmen wir als Beispiel die Art, wie eine Zelle

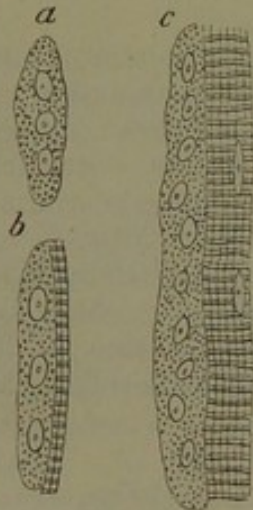


Fig. 23. Bildung der Muskelfibrillen beim Frosch (Schema). *a* Bildungszelle, *b* Bildungszelle mit zwei quergestreiften Muskelfibrillen, *c* Bildungszelle mit zahlreichen Muskelfibrillen.

zur Muskelfaser wird (Fig. 23), so sehen wir, dass dieselbe auf ihrer Oberfläche immer neue Fäden von specifischer Muskelsubstanz, bei den Wirbeltieren neue quergestreifte Muskelfibrillen, ausscheidet, bis schliesslich die Bildungszelle nur noch in Resten als „Muskelkörperchen“ in einem Mantel von Muskelfibrillen erhalten ist. In analoger Weise zeigen sich die meisten Gewebe bei histologischer Untersuchung zusammengesetzt aus Zellen und Plasmaproducten; erstere besorgen die Bildung, Erneuerung und Ernährung des Gewebes, diese sind Träger seiner physiologischen Function. Die Vortheile der Gewebebildung sind die Vortheile, wie sie allgemein mit der später noch öfters zu besprechenden Arbeitstheilung verbunden sind. Solange die Zelle alle Lebensfunctionen in sich vereint, sind dieselben unvollkommen, weil sie sich gegenseitig in der freien Entfaltung hemmen. Das Plasmaproduct dagegen dient nur einer einzigen, ihm eigenthümlichen Function und kann dieser daher mit grösserer Vollkommenheit Genüge leisten. Die von der Zelle gebildeten Muskelfibrillen, die charakteristischen Elemente der Musculatur, haben von den Eigenschaften des Protoplasmas vornehmlich die Fähigkeit der Con-

traction bewahrt; dieselbe ist aber viel energischer und rascher als die Protoplasmaabewegung. Die Nervenfibrillen vermitteln nur die Leitung der Reize, aber ausserordentlich viel schneller und geordneter als das Protoplasma.

Eintheilung  
der Gewebe.

Da an jedem Gewebe uns am meisten seine Function interessirt, so ist es am naturgemässesten, bei der Eintheilung der Gewebe die Function und den hiermit auf's innigste zusammenhängenden feineren Bau zu Grunde zu legen. Man hat so schon seit längerer Zeit 4 Gewebsgruppen aufgestellt: 1) Epithelgewebe, 2) Bindestsubstanz, 3) Muskelgewebe, 4) Nervengewebe. Dabei finden gewisse Bestandtheile des



thierischen Körpers keine Unterkunft, Bestandtheile, auf die der Begriff „Gewebe“ allerdings auch kaum anwendbar ist; es sind das die Geschlechtszellen, das Blut und die Lymphe. Erstere sollen im Anschluss an das Epithel, diese im Anschluss an die Stützsubstanzen besprochen werden.

### 1. Epithelgewebe.

Aus mehrfachen Gründen müssen die Epithelien an die Spitze der Gewebe gestellt werden. Sie sind die ältesten Gewebe; sie treten in der Thierreihe zuerst auf, so dass es Thiere giebt, welche nur aus Epithelien bestehen. Ferner besteht jeder einzelne Organismus während der ersten Stadien des embryonalen Lebens nur aus Epithelschichten, den Keimblättern. Damit hängt dann weiter zusammen, dass im Epithelgewebe die Zellen das geringste Maass der histologischen Umbildung erfahren, insofern es nur in untergeordnetem Maasse zur Bildung von Plasmaproducten kommt.

Die vornehmste Aufgabe der Epithelien ist es, über Oberflächen einen schützenden und abschliessenden Ueberzug zu bilden, gleichgiltig, ob die Oberflächen nach aussen gewandt sind (Körperoberfläche) oder durch Hohlräume im Innern des Körpers bedingt werden (Darm-lumen, Lumen der Blutgefässe, Leibeshöhle). Wie wichtig hierbei die Epithelien sind, geht am besten daraus hervor, dass Entzündungen entstehen, wenn die schützenden Decken entfernt werden, und so lange anhalten, bis eine Regeneration des Epithels eingetreten ist. Nur ausnahmsweise kommen epithelfreie Strecken vor; die Zähne der Wirbelthiere, die Geweihe der Hirsche sind Theile des Körpers, welche vermöge ihrer Festigkeit wenigstens eine mehr oder minder beträchtliche Zeit lang ohne epithelialen Ueberzug bestehen können.

Function des  
Epithels.

Durch ihre oberflächliche Lage sind die Epithelien geeignet, zwei weiteren Functionen vorzustehen: alle Stoffe, welche aus dem Körper entfernt werden sollen, theils weil sie unbrauchbar und in Folge dessen schädlich geworden sind (Excrete), theils weil sie, wie die Verdauungssäfte, noch weiter wichtige Functionen zu leisten haben (Secrete), müssen die Oberfläche passiren und werden daher von Epithelien ausgeschieden; das sind die Drüsenepithelien. Ferner dringen auf die Körperoberfläche zunächst alle Einwirkungen der Aussenwelt ein, welche die Sinnesempfindungen veranlassen; daher denn auch gewisse Epithelien für das Zustandekommen der sinnlichen Wahrnehmungen von der grössten Bedeutung werden und zum Hören, Sehen, Riechen, Schmecken und Tasten dienen. Derartige Epithelstrecken nennt man Sinnesepithelien.

Unsere Aufmerksamkeit gilt zunächst dem gewöhnlichen Deckepithel, soweit dasselbe ausschliesslich zum Schutz dient oder nur nebenbei excretorische und sensorielle Functionen erfüllt.

Das Deckepithel besteht aus Zellen, welche durch geringe Mengen einer für die Function des Gewebes gleichgiltigen Kittsubstanz unter einander vereinigt werden. Man spricht von einschichtigen und vielschichtigen Epithelien, je nachdem man auf Schnitten, welche senkrecht zur Oberfläche geführt werden, eine oder zahlreiche Lagen von Zellen über einander antrifft (Fig. 24, 25).

Deckepithel.

Einschichtige Epithelien finden sich bei allen wirbellosen Thieren ausschliesslich vor, werden dagegen bei den Wirbelthieren vielfach durch vielschichtiges Epithel ersetzt; sie erhalten sich bei letzteren nur selten

Einschichti-  
ges Epithel.



im Bereich der Haut (*Amphioxus*), häufiger dagegen als Auskleidung der Hohlräume des Körpers. Nach der Form der Zellen unterscheidet man cubisches oder Pflasterepithel, Plattenepithel und Cylinderepithel. Beim Pflasterepithel (Fig. 24 *b*) sind die Zellen nach allen Richtungen des Raumes nahezu gleichmässig entwickelt und sehen, weil sie durch gegenseitigen Druck abgeplattet werden, wie würfelförmige Stücke oder Pflastersteine aus; beim Cylinderepithel ist die Längsaxe, die Entfernung vom centralen zum peripheren Ende der Zelle, besonders gross (Fig. 24 *c*); beim Plattenepithel endlich ist die Längsaxe stark verkürzt (Fig. 24 *a*), die einzelne Zelle zu einem dünnen Schüppchen umgeformt.

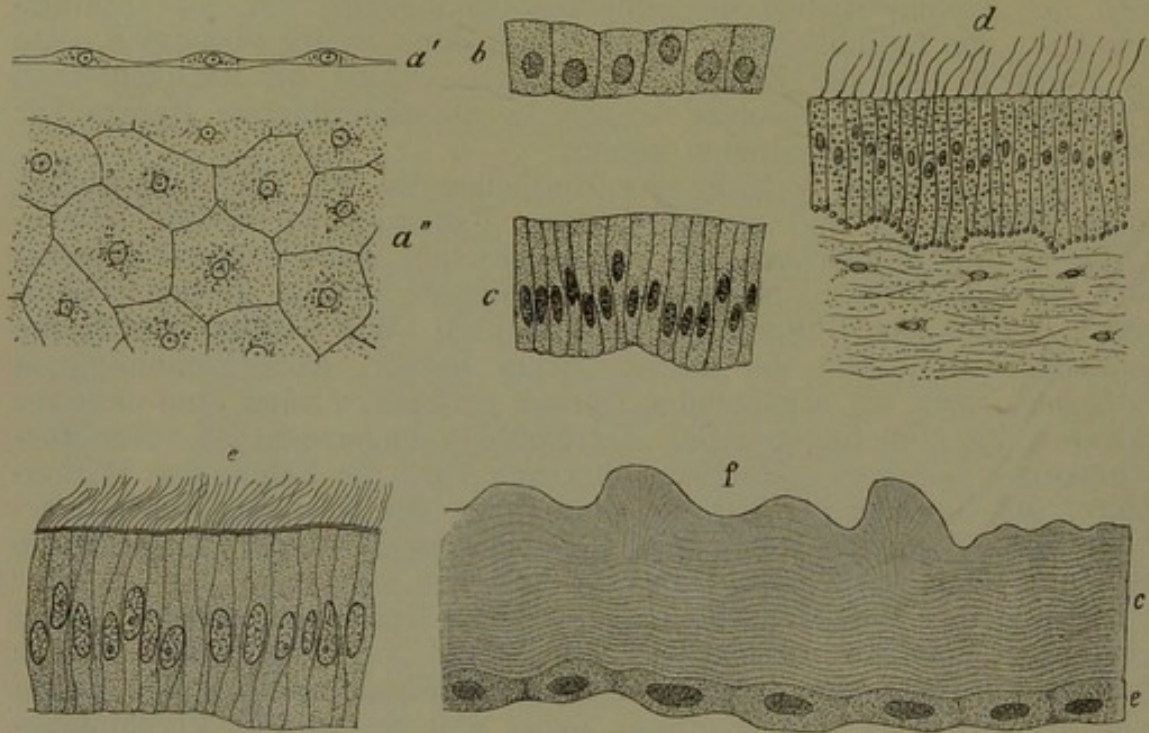


Fig. 24. Verschiedene Formen des einschichtigen Epithels. *a* Plattenepithel von *Sycandra raphanus*, *a'* auf dem Querschnitt, *a''* von der Fläche gesehen, *b* und *c* Pflasterepithel und Cylinderepithel einer Schnecke (*Haliotis tuberculata*), *d* Geisselepithel einer Actinie (*Calliactis parasitica*), *e* Flimmerepithel aus dem Darm der Teichmuschel, *f* Epithel mit Cuticula einer Blattwespenlarve (*Cimbex coronatus*).

Weitere Unterschiede, welche für die drei genannten Epithelformen gelten, werden durch den Mangel oder die Anwesenheit von Zellfortsätzen bedingt, von Geisseln oder Wimpern. Beides sind feine Fädchen, welche aus dem Zellkörper entspringen, über die Oberfläche hervorragen und hier eine äusserst lebhafte Bewegung unterhalten. Beim Geisselepithel (Fig. 24 *d*) besitzt jede Zelle nur einen schwingenden Fortsatz, welcher aber besonders kräftig entwickelt ist; bei dem Flimmerepithel (Fig. 24 *e*) ist dagegen die Oberfläche der Zelle von einem dichten Wald kleiner, gemeinsam schwingender Fädchen bedeckt.

Cuticula.

Die meisten einschichtigen Epithelien erfahren auf ihrer Oberfläche einen festen Abschluss durch die Cuticula, eine Membran, welche von den Epithelzellen gemeinsam ausgeschieden wird und daher nicht selten die Abdrücke der Zellen als eine polygonale Zeichnung erkennen lässt. In vielen Fällen dünn und unscheinbar, kann sie sich in anderen



zu einer gewaltigen Lage verdicken, welche viel mächtiger ist als die mit der Ausscheidung der Cuticula betraute Matrixschicht, das Epithel selbst. Die Cuticula ist dann deutlich der Oberfläche parallel geschichtet und bildet einen wirksameren Schutz der Körperoberfläche als das Epithel; sie wird zu einem Panzer, wie uns die Kalkschalen der *Mollusken*, die aus Chitin bestehenden Körperbedeckungen der *Insecten* (Fig. 24f) und andere Beispiele lehren.

Was beim einschichtigen Epithel die Cuticula zum Schutze beiträgt, kann beim vielschichtigen Epithel unmittelbar durch eine chemische Umwandlung eines Theils der Zellen erreicht werden.

Vielschichtiges Epithel.

Beim vielschichtigen Epithel sind die Zellen der einzelnen Schichten stets durch ihre Formen unterschieden; die tiefste Zellenlage besteht aus Cylinderzellen, die oberflächliche dagegen aus mehr oder minder abgeplatteten Elementen. Dazwischen liegen mehrere Lagen von Uebergangsformen, so dass man, von den Cylinderzellen ausgehend, durch cubische Zellen hindurch allmählig zu den Zellplatten der Oberfläche geführt wird. Wie schon diese Anordnung erkennen lässt, besteht ein genetischer Zusammenhang zwischen den Zellenlagen; die unteren cylindrischen Zellen sind in beständiger Vermehrung begriffen, ihre Abkömmlinge rücken unter allmählicher Gestaltveränderung in die oberflächlichen Lagen, um hier in gleichem Maasse, als sich die Zellen abnutzen, einen Ersatz zu schaffen.

Bei dieser Verlagerung können nun die Protoplasmakörper eine Umwandlung erfahren; bei *Reptilien*, *Vögeln* und *Säugethieren* (Fig. 25b) verhornen sie, d. h. zunächst wird die Zellenrinde, dann die innere Partie der Zelle in die durch grössere Widerstandsfähigkeit ausgezeichnete Hornsubstanz umgewandelt. Von der lebenden Zelle erhält sich einige Zeit noch der Kern, bis auch dieser schwindet und damit die Zelle vollkommen in ein todttes Hornschüppchen verwandelt wird. In der Haut der höheren Wirbelthiere sind die Zonen der lebenden protoplasmatischen und der nicht mehr lebensfähigen verhornten Zellen scharf gegen einander abgegrenzt; man unterscheidet sie auf dem Querschnitt leicht als das Stratum corneum (*sc*) und das Stratum Malpighi (*sM*) der Haut. Bei vielschichtigen Epithelien hat die Cuticula ihre Bedeutung verloren, sie ist entweder ein unansehnlicher Grenzsaum (Fig. 25a *CS*) oder fehlt ganz.

Das Drüsenepithel unterscheidet sich physiologisch vom gewöhnlichen Deckepithel dadurch, dass es zugleich auch Ausscheidungen, Secrete oder Excrete liefert. Anatomisch lässt sich das an der Anwesenheit von „Drüsenzellen“ erkennen, von Zellen, welche die Ausscheidung besorgen und mehr oder minder auffällig durch ihre Structur ihren Charakter verrathen. Charakteristische Drüsenzellen sind z. B. die Becherzellen; hier ist das Secret, wohl meist Schleim, im Innern der Zelle zu einer glasigen Masse angehäuft, das Protoplasma dadurch zu einer dünnen, an einen Becher erinnernden Wandschicht zusammengedrängt, in deren Grund der Kern lagert (Fig. 25a *B*, Fig. 26d). Andere Drüsenzellen sind die Körnchenzellen, bauchig aufgetriebene Körper, die in ihrem Innern von Secretkörnern ganz durchsetzt sind (Fig. 25a *Kö*). Zwischen Deck- und Drüsenepithel giebt es natürlich alle Uebergänge. Den letzteren Namen wird man gewöhnlich nur dann anwenden, wenn die Drüsenzellen besonders häufig sind und damit der Epithelstrecke in erster Linie secretorische Bedeutung verleihen. Das ist vornehmlich in den Apparaten der Fall, welche man mit einem be-

Drüsenepithel.



sonderen Namen „Drüsen“ nennt, unter denen man einzellige und vielzellige Drüsen unterscheidet.

Einzellige  
Drüsen.

Einzellige und vielzellige Drüsen führen zu einer Vergrößerung der secretorischen Oberfläche durch Einstülpung. Einstülpung einer einzigen Zelle liefert die einzellige Drüse, welche vor-

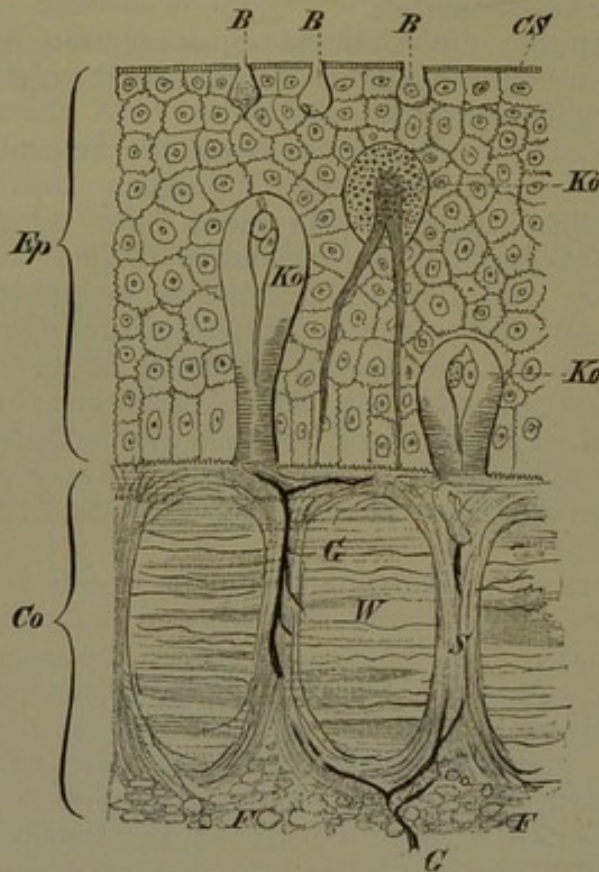


Fig. 25a. Schnitt durch die Haut von *Petromyzon Planeri*. Ep das vielschichtige Epithel der Epidermis, darinnen B Becherzellen, Ko Körnerzellen, CS Cuticula, Co Lederhaut mit Blutgefäßen G, bestehend aus horizontal geschichteten (W) und senkrecht aufsteigenden Bündeln fibrillären Bindegewebes (aus Wiedersheim).

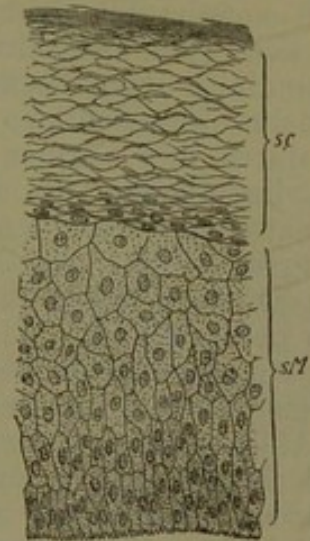


Fig. 25b. Vielschichtiges Epithel des Menschen. sM Stratum Malpighi, sc Stratum corneum.

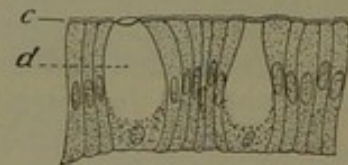


Fig. 26. Einschichtiges Epithel einer Schnecke, c Cuticula, d Becherzellen.

nämlich bei wirbellosen Thieren vorkommt (Fig. 27); eine Drüsenzelle wächst hier so enorm an, dass sie im Epithel keinen Platz hat, sondern in die Tiefe, in die subepithelialen Schichten, hineindringt; hier lagert der von Secret geblähte Zellkörper mit Kern und dringt mit einem dünnen Fortsatz, einem Ausführgang, bis zur epithelialen Oberfläche vor.

Vielzellige  
Drüsen.

Bei der Bildung der vielzelligen Drüsen wächst eine ausgedehnte Strecke Drüsenepithels als cylindrischer Strang oder Rohr von der Oberfläche aus in die tiefere Gewebsschicht; selten bleibt derselbe einfach, meist verästelt er sich und bildet die zusammengesetzte Drüse, die aus Hunderten oder Tausenden von Drüenschläuchen bestehen kann, welche sämmtlich in einen gemeinsamen Ausführgang münden. Man unterscheidet unter den vielzelligen Drüsen tubulöse und acinöse (alveoläre) Formen. Bei den tubulösen Drüsen (Fig. 28)



besitzen die einfachen oder verästelten Drüsenschläuche dasselbe röhrlige Caliber vom Anfang bis zum Ende, bei den acinösen (alveolären) Drüsen (Fig. 29) dagegen erweitert sich das blinde Ende des Drüsenschlauchs zu einer Anschwellung, welche vorwiegend die secretorischen Zellen enthält und an dem vorderen Abschnitt des Drüsenschlauchs, dem Ausführungsgang, ansitzt, wie eine Weinbeere an ihrem Stiel. Zu den tubulösen Drüsen gehören Leber, Niere und Schweissdrüsen des Menschen, zu den acinösen die Speicheldrüsen nicht nur der *Wirbelthiere*, sondern auch der *Arthropoden* und *Mollusken*.

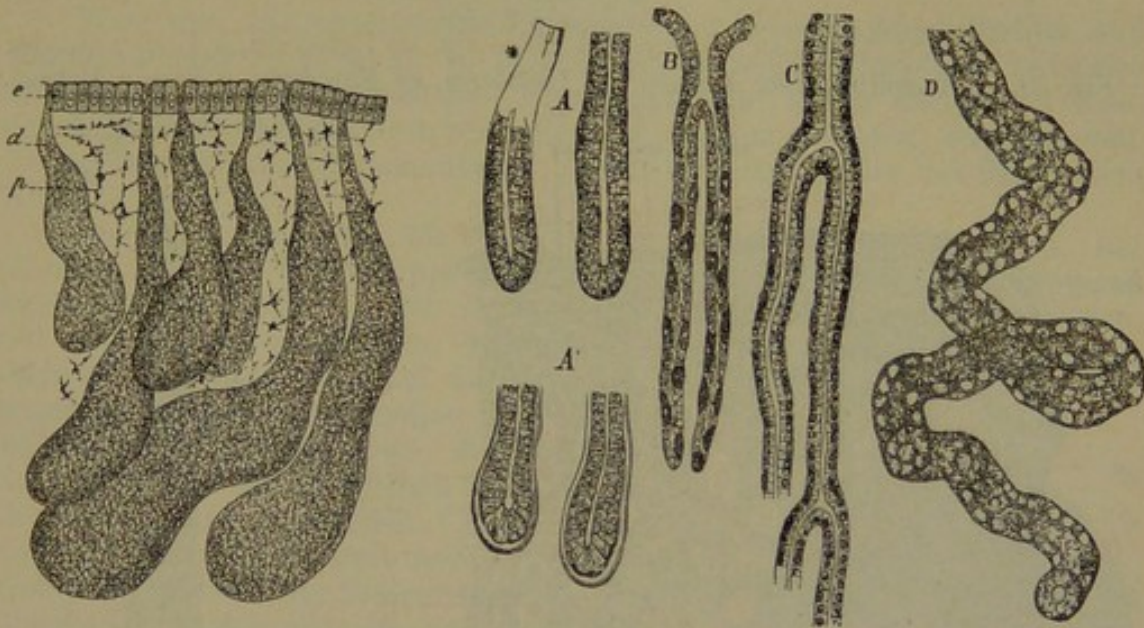


Fig. 27. Einzellige Drüsen aus dem Mantelrande von *Helix pomatia*. *e* Epithel, *d* einzellige Drüsen, *p* Pigmentzellen.

Fig. 28. Tubulöse Drüsen (nach Toldt). *A* Lieberkühn'sche Drüsen des menschlichen Darms, *A'* Drüsen der Bindehaut des Auges, *B* Labdrüsen der Katze, *C*, *D* Nierencanälchen, *C* aus der Nierenpyramide des Hundes, *D* aus der Nierenrinde des Kaninchens.

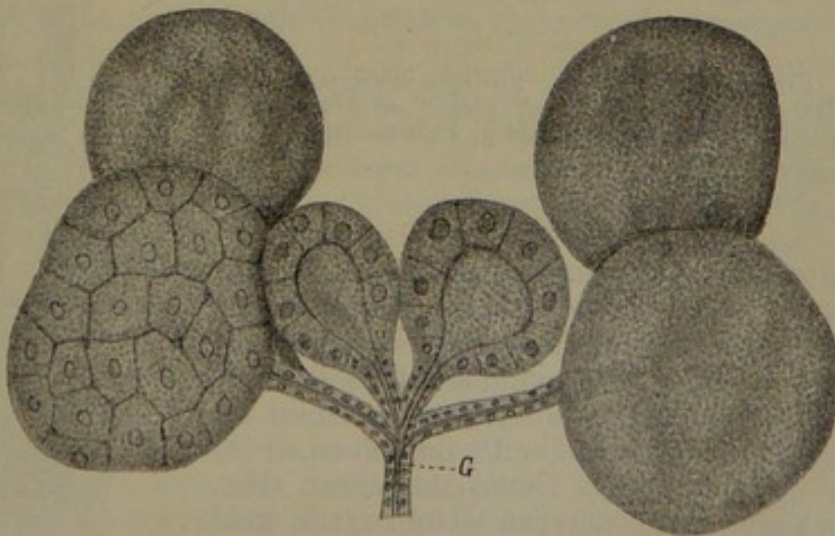


Fig. 29. Acinöse Speicheldrüsen von *Orthetrix cataphracta* (nach List); in einigen Acini sind die Kerne und Grenzen der Zellen eingetragen. *G* Ausführungsgang.



Geschlechts-  
epithelien.

An das Drüsenepithel schliessen wir zweckmässigerweise die Beschreibung der Geschlechtszellen an; denn diese bilden ein vollkommenes Seitenstück zu den Drüsenzellen. Wie das Secret der letzteren aus dem Körper befördert werden muss, so bilden auch die Geschlechtszellen Elemente, die dem Organismus fremdartig gegenüber-

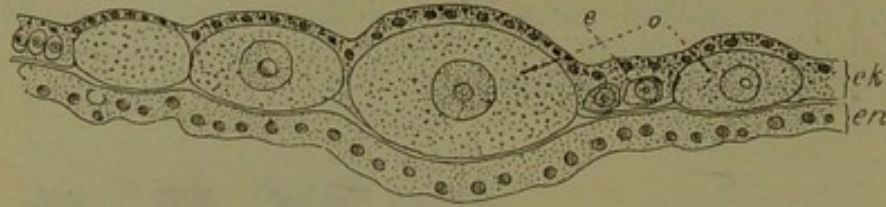


Fig. 30. Keimepithel einer Meduse. *ek* Ektoderm, *en* Entoderm, *o* Eier, *e* Epithel.

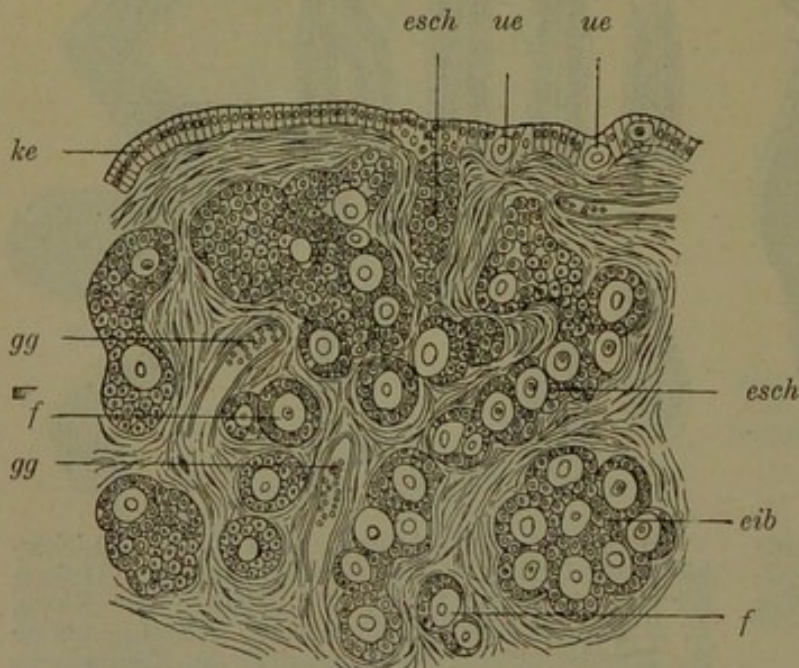


Fig. 31. Schnitt durch den Eierstock eines neugeborenen Kindes (nach Waldeyer). *ke* Keimepithel, *ue* Üreier im Keimepithel, *esch* Eischläuche, *eib* durch Abschnürung aus diesen hervorgegangene Eiballen, *f* einzelne Eifollikel, *gg* Gefässe.

Fig. 32. Eiröhre eines Insects, *Vanessa urticae*. *a* Bildungszellen bei *a*<sup>1</sup> noch zusammenhängend, bei *a*<sup>2</sup> getrennt, *b* Follikelepithel, *c* Nährzellen bei *e*<sup>1</sup> und *e*<sup>2</sup> in Desorganisation, *d* Eizellen, *f* fibröse Umhüllung, in den Endfaden *g* auslaufend. (Nach Waldeyer.)

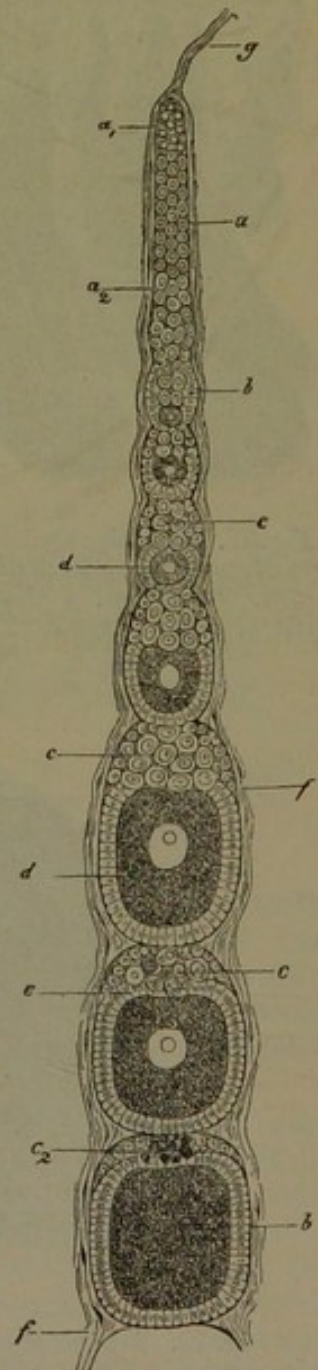


Fig. 32.

stehen und nach aussen gelangen müssen, um in Function zu treten. Wie Drüsenzellen meist zwischen gewöhnliche Epithelzellen eingestreut sind, so liegen auch fast ausnahmslos die Geschlechtszellen im Epithel eingebettet, sei es im Epithel der Haut (Fig. 30), des Darms, der Leibeshöhle oder abgeschnürter Theile derselben (Fig. 31). Diese Verbindung der Sexualzellen mit dem Epithel hat noch einen weiteren Grund darin, dass viele Organismen und besonders Organismen von niederem Bau ausschliesslich aus Epithel be-



stehen und daher nothwendigerweise im Epithel ihre Geschlechtsproducte entwickeln müssen. Geschlechtszellen und Epithelzellen sind, mit anderen Worten, die ältesten Elemente des vielzelligen Thierkörpers und dadurch schon früh in Beziehung zu einander gebracht.

Geschlechtsepithelien, oder wie man sie auch häufig nennt, Keim-epithelien, haben wie Drüsenepithelien die Tendenz, in das subepitheliale Gewebe in Form von isolirten oder verästelten Schläuchen hineinzuwachsen (Fig. 31, 32), und so kommt es, dass in vielen Thiergruppen die Geschlechtsorgane den Charakter von Drüsen tragen, weshalb man im Allgemeinen ebenso häufig von Geschlechtsdrüsen wie von Geschlechtsorganen spricht (Fig. 32).

Was nun die specifischen Elemente der Geschlechtsepithelien und Geschlechtsdrüsen anlangt, so besteht ein grosser Unterschied zwischen den weiblichen und männlichen Elementen, der schon darin zum Ausdruck kommt, dass die ersteren, die Eier, zu den grössten, die letzteren, die Spermatozoen oder Samenfäden, zu den kleinsten Zellen des thierischen Körpers gehören.

Die Eizelle (Fig. 33), wie sie im Ovarium gebildet wird, hat eine je nach der Thiergruppe wechselnde Grösse; bei den mikroskopisch kleinen *Gastrotrichen* misst sie 0,04 mm, beim Menschen fast 0,2 mm, bei den Fröschen mehrere Millimeter, und bei den grossen Vögeln mehrere Centimeter, wobei zu beachten ist, dass als Eizelle nur das sogenannte Gelbei angesehen werden kann, während das Eiweiss und die Schale Bildungen sind, die ausserhalb des Eierstocks in dem Eileiter entstehen. Diese enormen Grössenunterschiede sind weniger durch den Gehalt an eigentlicher Zellsubstanz, an Protoplasma (Bildungs- oder Hauptdotter) bedingt, als durch die Anhäufung von Deutoplasma (Nahrungs- oder Nebendotter, auch Dotter kurzweg genannt). Der Nebendotter hat die Aufgabe, den in Entwicklung begriffenen Embryo zu ernähren, er besteht daher aus fett- und eiweissreichen Stoffen, welche in feinen Körnchen oder polygonalen Körpern, den Dotterplättchen, oder in rundlichen Oelkugeln abgelagert sind. Er ist in um so grösseren Quantitäten vorhanden und bedingt daher auch um so bedeutendere Dimensionen des Eies, je länger die Zeit dauert, in welcher das Ei von jeder Nahrungszufuhr abgeschnitten ist. Die grössten Eier finden wir im Allgemeinen bei eierlegenden Thieren, welche eine hohe Organisation besitzen, bei denen zur Anlage der vielfältigen Organe ein lange dauernder Entwicklungsgang innerhalb der Eischalen nöthig ist.

Ausser Bildungsdotter (Protoplasma) und Nährdotter (Deutoplasma) findet sich im Ei stets noch der Zellkern oder das Keimbläschen vor, ein auffallend grosses Bläschen, welches bei grossen Eiern schon mit unbewaffnetem Auge erkannt werden kann und von einer festen Membran umgeben ist. Sein Inhalt ist vorwiegend Kernsaft. In demselben breitet sich ein achromatisches Kernnetz aus und liegt ferner das Kernkörperchen, nach dem Entdecker auch Wagner'scher Fleck oder Keimfleck genannt. Häufig sind multinucleoläre Keimbläschen, besonders bei Eiern, welche sehr viel Dotter enthalten.

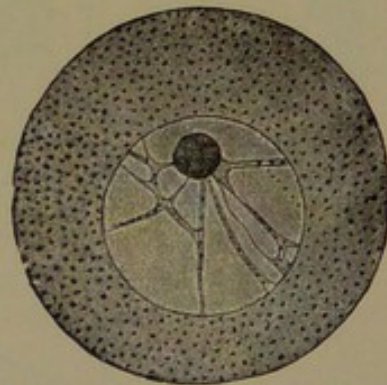


Fig. 33. Eizelle von *Strongylocentrotus lividus*.

Eizelle.



Spermato-  
zoen.

Die Spermatozoen, die Formelemente des männlichen Samens, sind so klein, dass sie nur mit den stärksten Vergrößerungen auf ihren feineren Bau hin untersucht werden können. (Fig. 34  $\alpha$  und  $\beta$ .) Am leichtesten ist an ihnen der Kopf zu erkennen, welcher häufig durch seine sehr verschiedenartige Gestalt, indem er kugelig, oval, sichelförmig u. s. w. ist, die spezifische Bestimmung der Spermatozoen ermöglicht. Der Kopf ist der fest zusammengeballte chromatische Theil des Kerns und färbt sich daher durch Tinctionsflüssigkeiten sehr stark. An ihn setzt sich ein gar nicht färbbarer zweiter Abschnitt an, das Mittelstück, an das letztere wiederum der Schwanzfaden, eine lange Geissel, welche die lebhafteste Beweglichkeit der reifen Spermatozoen vermittelt. Protoplasma kann nur in äusserst geringen Spuren vorhanden sein, welche in dünner Schicht den Kern umgeben. Dagegen findet sich wohl stets ein achromatisches Centrosoma, welches seinen Sitz im Mittelstück hat.

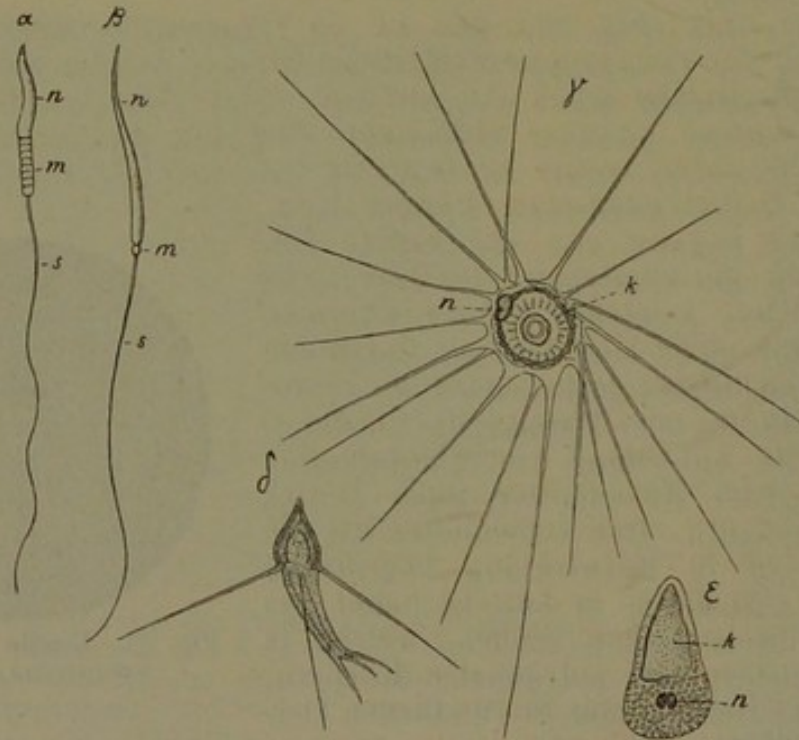


Fig. 34. Verschiedene Spermatozoen.  $\alpha$  von der Nachtschwalbe,  $\beta$  vom Laubfrosch,  $\gamma$  vom Flusskrebs,  $\delta$  einer Krabbe,  $\epsilon$  vom Spulwurm,  $n$  Kern,  $m$  Zwischenstück,  $s$  Geissel,  $k$  homogener Körper.

Nach dem beschriebenen Schema sind die Spermatozoen fast bei sämtlichen Thieren gebaut mit Ausnahme der *Nematoden* und *Crustaceen*. In diesen beiden Classen sind merkwürdigerweise die Spermatozoen auffallend gross und unbeweglich und umschliessen einen sonst nicht vorkommenden homogenen, stark lichtbrechenden Körper ( $k$ ), dessen Bedeutung ganz unklar ist. Die Spermatozoen der Spulwürmer (Fig. 34  $\epsilon$ ) haben die Gestalt eines Zuckerhuts mit abgerundetem, breitem, den Kern enthaltendem Ende; die Spermatozoen des Flusskrebses (Fig. 34  $\gamma$ ) gleichen dagegen einer Tortenschüssel, von deren grösstem Umkreis ein Kranz feiner, starrer und spitzer Fäden entspringt.



Räthselhaft ist noch das bei wenigen Thieren beobachtete Auftreten von zweierlei Spermatozoen. Bei *Paludina vivipara* entstehen im Hoden eines und desselben Thieres neben einander haarförmige Spermatozoen mit korkzieherartig gewundenen Köpfen und wurmförmige Spermatozoen mit einem Wimperbüschel am hinteren Ende. Erstere dienen zur Befruchtung; die physiologische Bedeutung der letzteren ist unbekannt.

Die letzte Modification des Epithels, welche wir noch zu besprechen Sinnesepithel. haben, ist endlich das Sinnesepithel. Seinen besonderen Charakter erhält dasselbe durch die Verbindung, welche einige seiner Zellen, die Sinneszellen, mit den feinsten Endästen verzweigter, vom Centralnervensystem kommender Nerven eingehen. Diese Verbindung kann in zweierlei Weise bewerkstelligt werden. Im ersten Falle verlängern sich die Sinneszellen (primäre S.) direct in feine Nervenfibrillen; sie sind fadenförmige Zellen, in denen durch die Einlagerung des Kerns eine Verdickung herbeigeführt wird. (Fig. 35.) Der nach aussen vom Kern gelegene periphere Theil der Zelle vermittelt die Aufnahme der Sinnesempfindung, während der centrale Theil sich continuirlich in die Nervenästchen fortsetzt und sich demgemäss in zwei oder mehr feinste, den Charakter von Nervenfibrillen annehmende Ausläufer verzweigt. Im zweiten Falle endet der Sinnesnerv in einer unter dem Epithel gelegenen Ganglienzelle, welche in das Epithel Ausläufer entsendet, die sich mit ihren Enden an die Sinneszellen (secundäre S.) anlegen und daher mit denselben nur in Contact stehen. In beiden Fällen trägt das periphere Ende der Sinneszelle besondere, zur Sinnesempfindung in Beziehung stehende Anhänge, Hörhaare, Tasthaare, stiftchenartige Aufsätze bei Geruchs- und Geschmacksorganen, ansehnliche Stäbchen bei den Sehzellen. Fast ausnahmslos gilt der Satz, dass die Sinnesepithelien Theile der Haut (Ektoderm) sind oder wenigstens entwicklungsgeschichtlich von ihr abstammen. Selbst für Sinnesorgane, die von der Haut abgelöst und durch reichliches Zwischengewebe getrennt sind, wie Auge und Gehörorgan der Wirbelthiere, lässt sich der Nachweis führen, dass ihre Sinnesepithelien (Retina, Crista acustica) ektodermaler Herkunft sind.

Im Bereich des Sinnesepithels und zwischen den Sinneszellen finden sich noch anderweitige Epithelzellen, welche nicht mit Nerven in Verbindung stehen und mannichfache Nebenfunctionen zu leisten haben; sie dienen zur Stütze der Sinneszellen, enthalten beim Auge Pigment, tragen beim Gehörorgan öfters die Hörsteine u. s. w. Man kann sie mit dem allgemeinen Namen „Stützzellen“ belegen.

## 2. Bindesubstanzen.

Histologisch genommen, giebt es keinen grösseren Unterschied als zwischen Epithelien einerseits und Bindesubstanzen andererseits; ge-

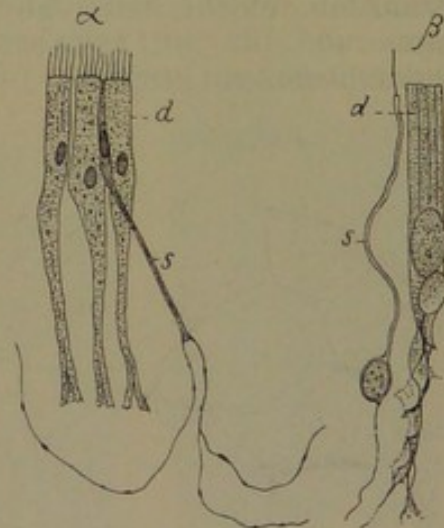


Fig. 35. Sinnesepithel,  $\alpha$  einer Actinie,  $\beta$  aus der Geruchsschleimhaut des Menschen,  $d$  Stützzellen,  $s$  Sinneszellen.



hören jene der Oberfläche an, so finden sich diese im Innern des Körpers; spielen bei jenen die Zellen die Hauptrolle, so sind sie umgekehrt bei diesen von untergeordneter Bedeutung gegenüber den Plasmaproducten, den „Intercellularsubstanzen“, welche den Charakter der verschiedenen Bindesubstanzarten vornehmlich bedingen.

Trotz dieses Gegensatzes hängen die Bindesubstanzen mit dem Epithel genetisch zusammen. Bei Thieren, deren Körper anfänglich nur aus Epithelien besteht, kann man durch directe Beobachtung den Zusammenhang erweisen. Die Epithelien scheiden auf ihrer inneren Seite eine gallertige Masse ab, in welche einzelne ihrer Zellen eindringen. So entsteht der Bindesubstanzkeim oder das Mesenchym (Fig. 103).

Primäre Aufgabe der Bindesubstanzen ist es, die Zwischenräume, welche sich im Innern des Körpers zwischen den einzelnen Organen ergeben, auszufüllen und dabei die Einzeltheile des Organs sowie auch die verschiedenen Organe unter einander zu verbinden. Die Bindesubstanzen tragen in Folge dessen auch zur Festigkeit des Körpergefüges bei und werden häufig zum Aufbau des Skelets verwandt. Um das zu erreichen, bilden die Zellen auf ihrer Oberfläche Substanzen, welche meist eine grössere Festigkeit haben als das Protoplasma und, da sie zwischen die Zellen eingeschlossen sind, Intercellularsubstanzen heissen. Je mehr die Intercellularsubstanzen an

Fig. 36.

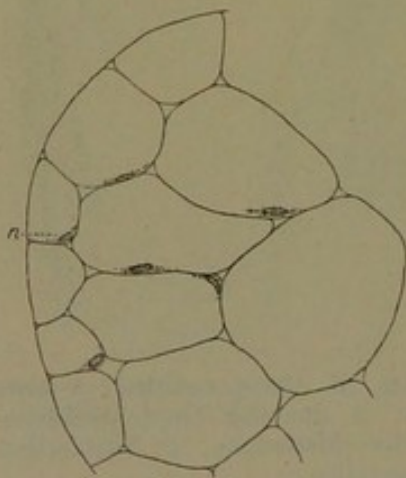


Fig. 37.

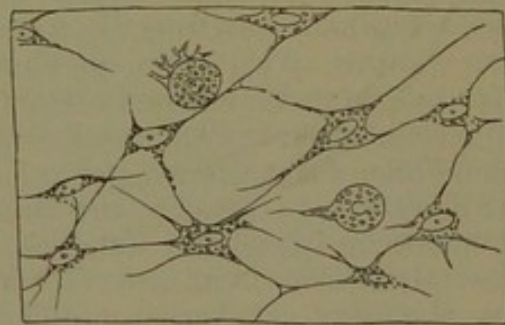


Fig. 36. Zellige Bindesubstanz. Querschnitt durch die Chorda einer eben ausgeschlüpften Forelle.

Fig. 37. Homogene Bindesubstanz von *Sycandra raphanus* (nach F. E. Schulze).

Masse zunehmen, um so mehr verbrauchen sich die Zellen und werden zu unscheinbaren Körperchen, den Bindesubstanzkörperchen, oder verschwinden sogar, was jedoch selten ist, gänzlich. Da die Intercellularsubstanzen das Wichtigste in der Bindesubstanz sind, ist es begreiflich, dass vornehmlich auf ihrer verschiedenen Beschaffenheit die Unterschiede der einzelnen Arten der Bindesubstanz beruhen. Man unterscheidet folgende Formen: 1) zellige Bindesubstanz, 2) homogene Bindesubstanz, 3) faserige Bindesubstanz, 4) Knorpel, 5) Knochen.

Zellige Binde-  
substanz.

Die zellige Bindesubstanz zeigt die Merkmale der Gruppe am wenigsten ausgeprägt; sie hat ihren Namen daher, dass die Zellen bei ihr die Hauptmasse ausmachen, während die Zellproducte nur in ihren ersten Anfängen vorhanden sind. Die Zellen sind grosse, blasige Körper, welche nach Analogie pflanzlicher Zellen fest gegen einander



gepresst sind und sich gegenseitig polygonal abgeplattet haben; sie haben zwischen sich eine feste, wenn auch dünne Schicht von Inter-cellularsubstanz ausgeschieden (Fig. 36).

Bei der homogenen Binde-substanz ist die Inter-cellular-substanz meist reichlich vorhanden als eine glasartig durchsichtige und daher unter dem Mikroskop fast gar nicht wahrnehmbare, bald gallertartig weiche, bald derbere Masse (Fig. 37). Die in ihr liegenden Zellen sind entweder kugelig oder senden verästelte Fortsätze in die Grundsubstanz hinein. Solche Verästelungen können zu einem Netzwerk verschmelzen, welches wie ein Pseudopodiennetz Zelle mit Zelle verbindet. Nicht selten wird ausserdem die homogene Binde-substanz von isolirten festen Fäden oder Strängen durchsetzt, welche vermöge ihrer physikalischen Eigenschaften elastische Fasern heissen und aus einer gegen die meisten Reagentien äusserst widerstandsfähigen Substanz, dem Elastin, bestehen. Endlich können sich in der Grundsubstanz die feineren Binde-substanzfibrillen entwickeln, welche das charakteristische Element der nächsten Gruppe bilden und zu dieser überleiten, je mehr sie durch Zunehmen an Zahl in den Vordergrund treten und den Charakter des Gewebes bestimmen.

Homogene  
Binde-  
substanz.



Fig. 38. Faserige Binde-substanz einer *Actinie*.



Fig. 39. Lockeres faseriges Bindegewebe (nach Gegenbaur).

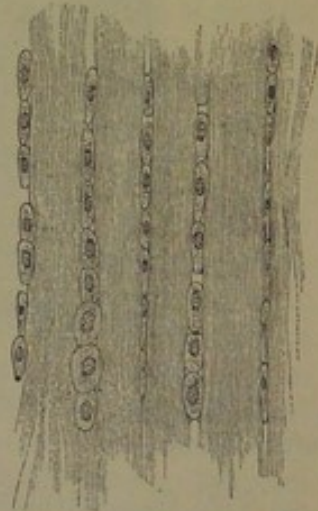


Fig. 40. Sehnengewebe (nach Gegenbaur).

Die faserige Binde-substanz ist ausgezeichnet durch die reichliche Anwesenheit der Bindegewebsfibrillen; dieselben sind Fädchen von ausserordentlicher Feinheit und liegen in einer homogenen Grund-substanz, die sie um so mehr verdecken, je reichlicher sie sind. In ihrem Verlaufe sind sie entweder wirr angeordnet und nach allen Richtungen gekreuzt, oder sie verlaufen im Wesentlichen parallel und in einer bestimmten Richtung. Zwischen ihnen finden sich die runden, spindelförmigen oder verästelten Binde-substanzkörperchen (Fig. 38). Für die *Wirbelthiere* ist es charakteristisch, daß die Fibrillen zu Bündeln gruppirt sind. Jedes Bündel wird gewöhnlich von den zu platten Zellen gewordenen Bindegewebskörperchen umschieden. Die Bündel verlaufen locker gekreuzt nach allen Richtungen (lockeres Bindegewebe, Zellgewebe der früheren Autoren) (Fig. 39), oder sie sind ihrerseits wieder genau parallel gestellt und zu einer straffen Faser-

Faserige  
Binde-  
substanz.



masse zusammengefügt (straffes Bindegewebe der Bänder, Sehnen-  
gewebe) (Fig. 40). Da nun die Fibrillen der faserigen Bindesubstanz  
der Wirbelthiere noch eine weitere, sonst nicht vorkommende Eigen-  
thümlichkeit besitzen, dass sie aus Glutin bestehen und beim Kochen  
Leim liefern, ist es zweckmässig, für diese Gewebsform den besonderen  
Namen „Bindegewebe“ zu reserviren.

In allen faserigen Bindesubstanzen können als weitere Form-  
elemente die elastischen Fasern auftreten; sie können sogar die ge-  
wöhnlichen Bindegewebsfibrillen verdrängen und zum dominirenden  
Bestandtheil der Bindesubstanz werden, weshalb man dann von ela-  
stischem Gewebe spricht.

Knorpel.

Knorpel und Knochen sind gleichfalls Gewebe, welche ihre  
charakteristische Ausbildung nur bei Wirbelthieren finden. Der  
Knorpel hat in seinem Aussehen viel Aehnlichkeit mit der homogenen  
Bindesubstanz mancher wirbelloser Thiere; seine Grundsubstanz ist  
homogen und auf den ersten Blick ganz structurlos (Fig. 41), nimmt

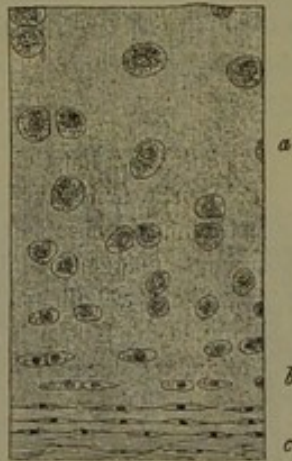


Fig. 41. Knorpel (nach Gegenbaur).  
*c* Perichondrium, *b* Uebergang zum typi-  
schen Knorpel *a*.



Fig. 42. Querschnitt durch einen  
Mittelhandknochen des Menschen. *a* Fläche  
des Periosts, *b* Fläche des Markraums,  
*c* Querschnitte der Haversischen Canäle und  
ihrer Lamellensysteme, *d* Grundlamellen,  
*e* Knochenkörperchen (nach Frey).

Fig. 42.

aber unter dem Einfluss gewisser  
Reagentien eine faserige Beschaffen-  
heit an. Letzteres Verhalten, sowie  
der Umstand, dass der Knorpel  
durch Umwandlung des Perichon-  
drium, einer dünnen, faserigen, seine  
Oberfläche überziehenden Haut,  
wächst, lässt es sicher erscheinen,  
dass er ein homogenisiertes, faseriges Bindegewebe ist und sich somit  
wesentlich von der homogenen Bindesubstanz unterscheidet, da er nicht  
wie diese eine niedere, sondern eine höhere Stufe der Gewebsbildung be-  
zeichnet. — Beachtenswerth in dieser Hinsicht ist ferner, daß auch die  
Knorpelgrundsubstanz (Chondrin) beim Kochen Leim liefert, Chondrin-



leim, der sich aber vom Glutinleim des Bindegewebes dadurch unterscheidet, dass er von Essigsäure ausgefällt wird. In der Grundsubstanz liegen die Knorpelzellen zu Gruppen und Nestern vereinigt, eine Gruppierungsweise, die auf ihre Entstehung hinweist, da jede Zellengruppe durch successive Theilung aus einer einzigen Mutterzelle entstanden ist. — Auch im Knorpel können elastische Fasern auftreten; eine grosse Zahl derselben wandelt den bläulich schimmernden, hyalinen Knorpel in den gelblich gefärbten, elastischen Knorpel um.

Der Knochen ist die complicirteste Bildung in der Binde substanzreihe. Er besteht aus einer dem Glutin sehr nahestehenden Grundsubstanz, dem Ossein, welche mit anorganischen Bestandtheilen so innig verbunden ist, dass man unter dem Mikroskop nur eine homogene Masse sieht. Das Verhältniss von organischer und anorganischer Substanz wechselt nach Alter und Art des Thieres; beim Menschen z. B. kommen 65% anorganische Substanz auf 35% organische, bei der Schildkröte 63% auf 37%. Unter den anorganischen Bestandtheilen ist am wichtigsten der phosphorsaure Kalk, 84% der Gesamtmasse der anorganischen Verbindungen, daneben finden sich noch in geringeren Quantitäten Verbindungen von Fluor, Chlor, Kohlensäure und Magnesia. Morphologisch ist die Grundsubstanz zusammengesetzt aus den Knochenlamellen (Fig. 42), deren Anordnung von den in und an dem Knochen vorhandenen Oberflächen bestimmt wird. In einem Röhrenknochen (wie dem Oberarmbein oder einem Mittelhandknochen) ist eine Oberfläche durch die Begrenzung nach aussen gegeben, wo eine faserige Haut, die Beinhaut oder das Periost, dicht auflagert. Eine zweite Oberfläche ist nach dem Innern nöthig geworden durch die Anwesenheit der Markhöhle. Endlich ist das Massiv des Knochens noch durchsetzt von den Haversischen Canälen, welche vorwiegend in der Längsrichtung angeordnet, durch quere oder schräge Canäle aber zu einem Netz unter einander verbunden sind und dem Verlauf von Blutgefässen dienen. Indem nun die Knochenlamellen sich parallel den besprochenen Oberflächen anordnen, lassen sich auf dem Querschnitt zwei Systeme unterscheiden, die Grundlamellen und die Haversischen Lamellen. Jene sind den Oberflächen des Periosts und des Markraums parallel gestellt und bilden einen Mantel von concentrischen Schichten um die Markhöhle herum. In diesen Grundstock des Knochens sind nun die Haversischen Canäle mit ihren Lamellen eingebohrt, indem sie die ihnen in den Weg tretenden Grundlamellen zerstört und ersetzt haben. Die Haversischen Lamellen sind um das Lumen der Haversischen Canäle ebenso concentrisch geschichtet wie die Grundlamellen um den Markraum.

Knochen.

Die Schichtung des Knochens ist durch die Entstehungsweise begründet. Wo die Knochengrundsubstanz an die Haversischen Canäle, den Markraum und das Periost angrenzt, findet sich vorübergehend oder dauernd eine epithelartige Lage von Zellen, von „Osteoblasten“, welche die Knochensubstanz ausscheiden, was, wie in allen derartigen Fällen, der ausgeschiedenen Substanz eine geschichtete Structur verleiht. Bei dieser Ausscheidung gerathen einige Zellen mit in die Grundsubstanz hinein und geben hier die Knochenkörperchen ab, welche sich von den Knorpelzellen durch die reichlichen, die Grundsubstanz durchsetzenden Ausläufer unterscheiden. Die von einem Knochenkörperchen entspringenden Ausläufer verästeln sich und verschmelzen mit den ihnen entgegenkommenden Verzweigungen benachbarter Zellen; ihre An-



ordnung ist am schönsten am getrockneten Knochen zu erkennen, weil hier die Hohlräume und Canäle der Grundsubstanz mit Luft gefüllt sind. — Als besondere Modificationen des Knochengewebes sind noch zu nennen das Gewebe der Fischschuppen und das Zahnbein, auch Elfenbein oder Substantia eburnea genannt.

Blut und  
Lympe.

Blut und Lymphe, welche wir hier im Anschluss an die Binde-substanzen abhandeln, sind streng genommen gar keine Gewebe, sondern nur ernährende Flüssigkeiten. Zweierlei ernährende Flüssigkeiten finden sich bei den *Wirbelthieren* vor, das roth gefärbte Blut und die farblose oder schwach opalisirende oder weisslich getrübte Lymphe. Am Blut des Menschen und der Wirbelthiere haben wir zunächst die flüssigen und die geformten Bestandtheile auseinanderzuhalten. Die Blutflüssigkeit oder das Blutplasma ist, abgesehen von anorganischen Bestandtheilen, besonders reich an Eiweisssubstanzen, von denen sich jedoch nach der Entleerung des Blutes aus den Gefässen ein Theil durch Gerinnung ausscheidet und den aus Fibrin bestehenden Blutkuchen liefert, während eine an Eiweiss ärmere Flüssigkeit, das

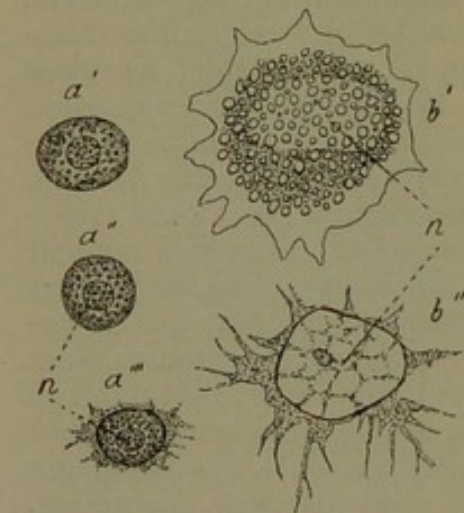


Fig. 43. Weisses Blutkörperchen,  $a'$ — $a'''$  vom Menschen,  $b$  vom Krebs ( $n$  der Kern).

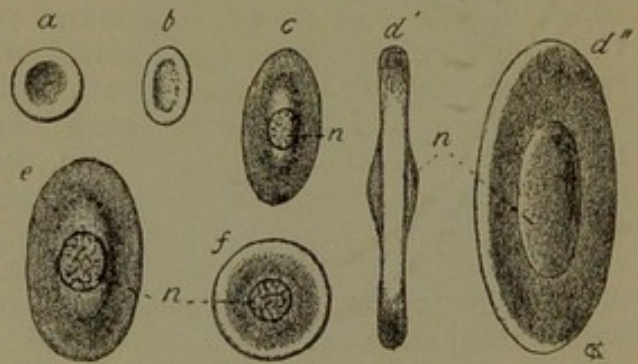


Fig. 44. Rote Blutkörperchen,  $a$  vom Menschen,  $b$  vom Kameel,  $c$  von der Natter,  $d'$  von Proteus, (Kantenansicht),  $d''$  Flächenansicht,  $e$  eines Rochen,  $f$  von Petromyzon,  $n$  Kern. (Alle Blutkörperchen 700mal vergrössert, mit Ausnahme von  $d$ , welche 350mal vergrössert sind.)

Blutserum, übrig bleibt. Die geformten Elemente, die Blutzellen, werden als rothe und weisse Blutkörperchen unterschieden. Letztere (die Leukocyten) sind in geringerer Zahl vorhanden und haben grosse Aehnlichkeit mit den im Wasser vorkommenden *Amöben*; sie sind Protoplasmaeklumpchen, welche einen Kern enthalten, Fremdkörper, wie z. B. in das Blut gespritzte Carminkörnchen, fressen und sich „amöboid“ d. h. durch Aussenden von Pseudopodien fortbewegen (Fig. 43  $a$ ).

Die rothen Blutkörperchen der *Wirbelthiere* (Fig. 44) sind im ausgebildeten Zustand kreisrunde oder ovale Scheiben, welche durch Einwirkungen von aussen, durch Druck und Zug, vorübergehend gebogen, eingeschnürt oder anderweitig in ihrer Form modificirt werden, activ aber ihre Gestalt nicht verändern können, weil sie nicht mehr aus Protoplasma bestehen. Entwicklungsgeschichtlich entstehen sie zwar aus echten, kernhaltigen, protoplasmatischen Zellen, von denen es noch zweifelhaft ist, ob sie mit den Leukocyten identisch sind oder ob nicht



vielmehr besondere „Erythroblasten“ existiren; allmählig jedoch wird der protoplasmatische Zellenleib ganz in ein Plasmaproduct, das Stroma des Blutkörperchens, verwandelt. Wenn sich bei dieser Metamorphose der Kern erhält, so bildet er im Centrum der Scheibe beiderseits eine schwache Hervorwölbung; wird der Kern ebenfalls rückgebildet, dann werden die beiderseitigen Hervorwölbungen durch flache Dellen ersetzt. Im letzteren Fall hat man, streng genommen, kein Recht mehr, von Blutzellen zu reden, da alle charakteristischen Bestandtheile der Zelle, Kern und Protoplasma, geschwunden sind. — Systematisch sind die rothen Blutkörperchen insofern von Interesse, als kernlose Formen nur bei den *Säugethieren* (Fig. 44 a, b), kernhaltige bei allen übrigen Wirbelthieren (c—d) gefunden werden. Auch besitzen die *Säugethiere* kreisrunde, die übrigen *Wirbelthiere* ovale Scheiben. In letzterer Hinsicht kommen jedoch Ausnahmen vor, indem unter den Säugethieren die *Tylopoden* (*Kameel*, *Lama*) ovale, unter den Fischen die *Cyclostomen* kreisförmige Blutkörperchen haben.

Die rothen Blutkörperchen sind sowohl Ursache der Farbe des Blutes als auch Träger einer seiner wichtigsten Functionen, der Vermittlung des Gasaustausches; beides hängt damit zusammen, dass das Stroma den Blutfarbstoff oder das Hämoglobin enthält. Das Hämoglobin gehört zu den wenigen crystallisirbaren Eiweisskörpern und ist ausgezeichnet durch seinen, wenn auch geringen, so doch äusserst wichtigen Gehalt an Eisen und durch seine Wahlverwandtschaft zu Sauerstoff. Sauerstoffhaltiges Hämoglobin oder Oxyhämoglobin bedingt die carminartige Farbe des sogenannten arteriellen Blutes, sauerstofffreies, „reducirtes“ Hämoglobin die dunkelrothe, in's Bläuliche schimmernde Farbe des venösen Blutes.

Vom Blut unterscheidet sich die Lymphe durch den gänzlichen Mangel der rothen Blutkörperchen und die geringere Gerinnungsfähigkeit seines Plasmas. Lymphe ist somit eine eiweisshaltige Flüssigkeit mit weissen Blutzellen, welche deshalb auch die Lymphkörperchen heissen.

Bei den meisten wirbellosen Thieren ist nur eine Art von ernährender Flüssigkeit vorhanden und auch diese nicht einmal bei allen Classen; die Flüssigkeit wird Blut genannt, obwohl sie gewöhnlich farblos ist. Wo Färbung vorkommt, ist dieselbe am häufigsten eine gelblich-rothe oder intensiv rothe; sie kann sogar, ähnlich wie bei den *Wirbelthieren*, durch Hämoglobin bedingt sein (unter den *Mollusken* bei *Planorben*, *Arca tetragona*, *A. noae*, *Solen legumen*, *Tellina planata*, *Pectunculus glycymeris* und anderen, unter *Anneliden* bei *Capitelliden*, *Glycera*, *Polycirrus*, *Leprea*, *Blutegeln*, *Regenwürmern*, unter *Insecten* bei *Chironomus*). Anstatt des Hämoglobins finden sich vielfach andere Farbstoffe, bei *Tintenfischen*, manchen *Schnecken*, beim *Hummer* das bei Sauerstoffzutritt sich bläuende, schwach kupferhaltige Hämocyanin, bei *Sipunculiden* Hämerythrin etc. Sitz der Färbung ist in der Regel das Blutplasma (*Chironomus*, *Hirudineen*, *Regenwürmer* und die meisten *Anneliden*); nur ausnahmsweise kommen gefärbte Blutkörperchen vor, wie bei *Arca*, *Solen* und den übrigen oben genannten *Muscheln*, ferner bei der Gattung *Phoronis*. Gefärbte, mit Blutkörperchen identische, Hämoglobin enthaltende Elemente finden sich ausserdem in der Leibeshöhlenflüssigkeit mancher *Anneliden* (*Capitelliden*, *Glycera*, *Leprea*, *Polycirrus*) und in den Ambulacralgefässen von *Echinodermen* (*Ophiactis virens*, einigen *Holothuriern*) vor.



— Am verbreitetsten sind bei wirbellosen Thieren die Leukocyten, welche sich durch lebhaft amöboide Beweglichkeit auszeichnen; indessen können sie ebenfalls fehlen, so dass dann das Blut eine Flüssigkeit ohne geformte Körperchen ist.

### 3. Muskelgewebe.

Functionell am schärfsten charakterisirt ist das Muskelgewebe, insofern es Träger der activen Bewegungen im thierischen Körper ist. Da nun auch dem Protoplasma active Beweglichkeit zukommt, ist es wichtig, die Unterschiede zwischen beiden Bewegungsweisen zu erörtern. Die Unterschiede sind gegeben in der Richtung und in der Intensität der Bewegung. Ein Protoplasmaeklümpchen hat die Fähigkeit, nach allen Richtungen hin zu wandern, weil in seinem Innern eine hochgradige Verschiebbarkeit der kleinsten Theilchen gegen einander besteht. Alle Muskeln und dementsprechend auch ihre einzelnen Elemente, die Muskelfasern und Muskelfibrillen, besitzen dagegen nur die Fähigkeit der Verkürzung unter gleichzeitiger Zunahme des Querschnitts (Fig. 45); sie können daher auch nur Bewegungen in einer bestimmten Richtung, in der Richtung der Muskelaxe, vollziehen. Ist die Muskelsubstanz somit in ihrer Bewegung beschränkter als das Protoplasma, so bietet sie auf der anderen Seite die Vortheile grösserer Energie und grösserer Schnelligkeit. Ein mit der Natur der verschiedenen Bewegungsarten vertrauter Beobachter wird schon aus der In-

tensität und Schnelligkeit mit ziemlicher Sicherheit entscheiden können, ob in einem gegebenen Fall eine Bewegung durch Protoplasma oder contractile Substanz im engeren Sinne (Muskelsubstanz) ausgeführt wird.

Diese physiologischen Betrachtungen weisen schon darauf hin, dass Protoplasma und contractile Substanz auch morphologisch verschiedenerlei Dinge sind, und dass man daher im Muskelgewebe scharf zwischen Bildungszelle oder Muskelkörperchen und Bildungsproduct oder contractiler Substanz unterscheiden muss, wie im Bindegewebe zwischen Bindegewebskörperchen und Bindegewebsfibrillen. Thatsächlich ist auch dieser Unterschied vorhanden, nur ist er optisch nicht immer gleich gut wahrnehmbar, weshalb er in der Histologie nicht in dem Maasse hervorgehoben wird, als es sein sollte. Man kennt in der thierischen Histologie zwei Arten oder, man kann auch sagen, zwei Ausbildungsstufen der

Muskelsubstanz, die homogene oder glatte und die quergestreifte. Da erstere dem körnchenfreien Protoplasma sehr ähnlich sieht, ist ihre Abgrenzung gegen das Muskelkörperchen schwieriger zu erkennen als bei der quergestreiften Muskelsubstanz, welcher durch ihre feinere Structur ein ganz anderes Aussehen als dem Protoplasma gegeben wird. Bei der quergestreiften Muskulatur besteht die contractile Substanz aus zwei in der Contractionsrichtung des Muskels regelmässig mit einander alternirenden Substanzen, von denen die eine doppelt, die andere einfach lichtbrechend ist (Fig. 23, 45, 48).

Die glatte Muskelsubstanz stellt eine niederere Entwicklungsstufe als die quergestreifte dar, indem sie vorwiegend bei minder hoch organisirten und trägeren Thierformen vorkommt. Interessant ist in

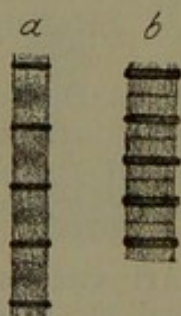


Fig. 45. Quergestreifte Muskelfibrillen *a* im ruhenden, *b* im contrahirten Zustand (nach Merkel).

Glatte und quergestreifte Muskelfasern.



dieser Hinsicht die Erscheinung, dass von zwei Entwicklungszuständen einer und derselben Art der einfach gebaute und träge *Polyp* glatte, die in jeder Hinsicht vollkommene und beweglichere *Meduse* quergestreifte Muskeln hat. Der Unterschied in der Leistungsfähigkeit hat bei den Wirbelthieren zu der eigenthümlichen Vertheilung der Muskelsubstanz geführt, dass die glatte Muskulatur vorwiegend den inneren Organen, welche nicht dem Willen unterworfen sind, zuertheilt worden ist (organische, unwillkürliche Muskulatur), während die dem Willen unterworfenen und daher zu schnellerer Handlung berufene Körpermuskulatur (willkürliche Muskulatur) quergestreift ist. Man muss sich hüten, daraus den Schluss zu ziehen, als ob der Unterschied von glatter und quergestreifter Muskulatur sich mit dem Unterschied von Eingeweide- und Körpermuskulatur decke. Um diese irrthümliche Ansicht gleich von Anfang auszu-schliessen, sei hier bemerkt, dass fast die gesamte Körpermuskulatur der *Mollusken* glatt, dagegen die Eingeweidemuskulatur vieler *Insecten* und *Krebse* und die Herzmuskulatur der Wirbelthiere wie ihre Körpermuskulatur quergestreift ist.

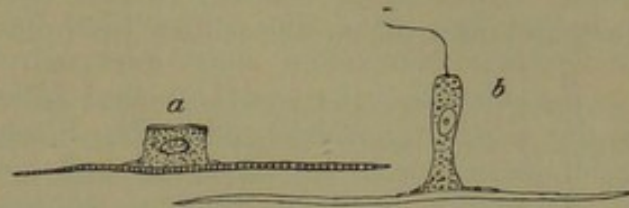


Fig. 46. Epithelmuskelzellen, a einer Meduse, b einer Actinie.

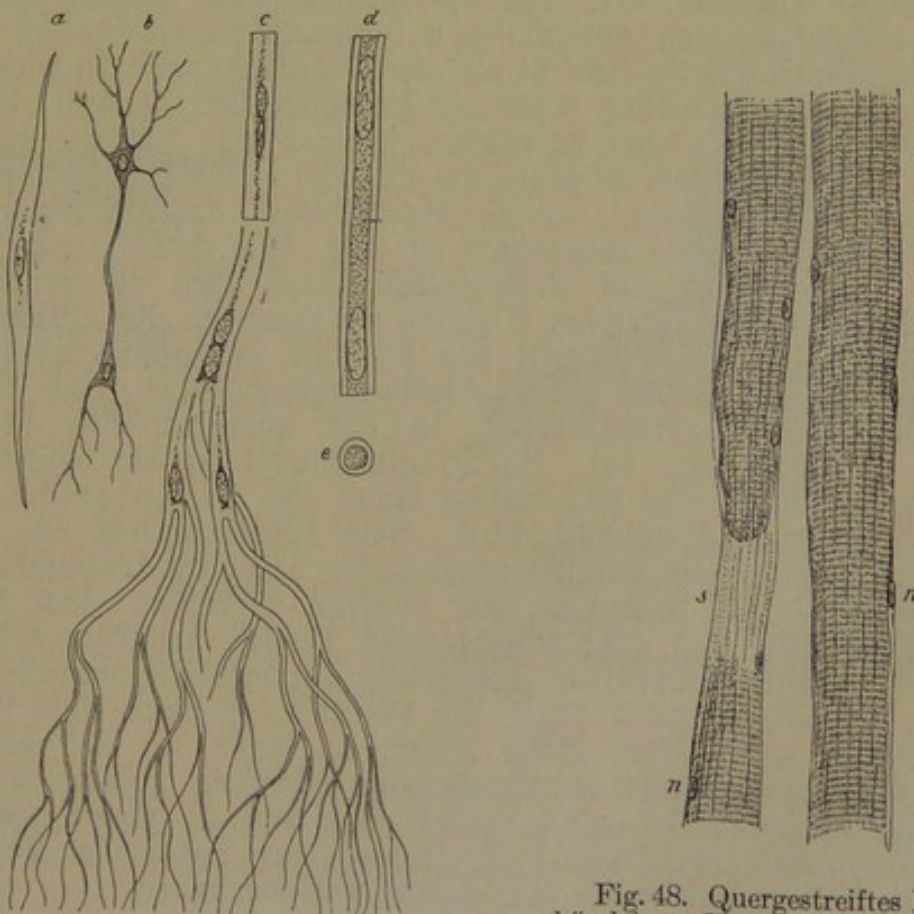


Fig. 47. Contractile Faserzellen, a vom Menschen, b—e einer *Beroë* (*Ctenophore*), b junge Faser, c verästeltes Ende, d Mitteltheil, e Querschnitt einer ausgebildeten Faser.

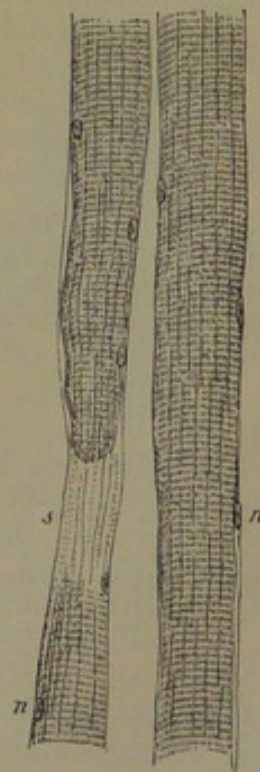


Fig. 48. Quergestreiftes Primitivbündel, n Kerne, s Stelle, an der durch Zerreißen der Fibrillen das Sarkolemm deutlich geworden ist (nach Gegenbaur).



Epithel- und  
Binde-  
substanz-  
muskelzelle.

Im ersten und zweiten Abschnitt der Gewebelehre haben wir im Epithel und in der Bindesubstanz zwei grundsätzlich verschiedene Gewebsformen kennen gelernt. Dieser Gegensatz hat auch für die Besprechung der Muskulatur seine Bedeutung; denn es zeigt sich, dass sowohl Epithelzellen wie Bindesubstanzzellen die Fähigkeit haben, contractile Substanz zu bilden, und dass sich genetisch daher zwei Muskelarten ergeben, die Epithelmuskelzelle und die Bindesubstanzmuskelzelle, für welche letztere wir den seit Langem gebräuchlichen Namen „contractile Faserzelle“ beibehalten wollen. Beide Arten Muskelzellen können a priori sowohl glatte wie quergestreifte Muskelsubstanz bilden; nur hat die Anhäufung der Bindesubstanz um innere Organe es begünstigt, dass die contractilen Faserzellen meist glatt, während die Epithelmuskelzellen meist quergestreift sind.

Epithelmuskelzellen sind Zellen, welche mit dem einen Ende an die Körperoberfläche oder die Fläche eines Innenraumes (Leibeshöhle, Darmlumen) heranreichen und hier sogar eine Cuticula, Geißeln und Flimmern besitzen können, während sie am anderen Ende contractile Substanz in Form von Muskelfibrillen ausgeschieden haben (Fig. 46); sie vereinigen in sich die Doppelfunction der Epithelzelle und der Muskelzelle. Contractile Faserzellen sind dagegen Bindesubstanzzellen, welche sich meist allseitig mit einem Mantel contractiler Substanz umhüllt haben; ihrer Entstehung entsprechend haben sie die Form von Bindesubstanzzellen und sind spindelförmig oder verästelt. Wo Verästelungen vorkommen, sind sie namentlich an den Enden angebracht (Fig. 47). Die Gleichartigkeit der Gestalt erschwert die Unterscheidung von gewöhnlichen Bindesubstanzzellen und Faserzellen; ist die contractile Schicht auf der Oberfläche schwach entwickelt, so kann die Unterscheidung sogar zur Unmöglichkeit werden. Um das Wesen des Elements daher zu erkennen, muss man sich an gut ausgeprägte Beispiele halten, an denen die ein- oder vielkernige Protoplasma-masse, die „Axensubstanz“, von der Muskelmasse, der „Rindenschicht“, durch eine scharfe Linie abgegrenzt ist (Fig. 47 c, d, e).

Bei *Wirbelthieren* und *Arthropoden* finden sich die contractilen Faserzellen in den vegetativen Organen als Elemente der „organischen Muskulatur“ vor; dagegen tritt uns hier die epitheliale Muskulatur, losgelöst vom Epithel und nur entwicklungsgeschichtlich noch auf das Leibeshöhlenepithel zurückführbar, in den quergestreiften Primitivbündeln entgegen (Fig. 48). Ein Primitivbündel ist ein cylindrischer Schlauch, der durch eine structurlose Haut, das Sarcolemma, nach aussen begrenzt und umhüllt wird. Sein Inhalt besteht aus feinen Fibrillen, welche streng parallel zu einander und dicht zusammengefügt von einem Ende des Schlauchs zum anderen verlaufen. Jede Fibrille wird von einfach- und doppeltbrechenden Theilen gebildet, welche in mehr oder minder complicirter Anordnung mit einander alterniren. Da nun die doppeltbrechenden Theile der Fibrillen innerhalb eines Bündels immer genau auf gleicher Höhe liegen, so fügen sie sich zu einer queren, das ganze Bündel durchsetzenden Streifung zusammen. Zwischen die Muskelfibrillen sind endlich hier und da eingesprengt die Muskelkörperchen, spindelige Protoplasma-körper mit einem Kern, die Reste der Zellen, welche die Muskulatur gebildet haben.

#### 4. Nervengewebe.

Wie das Muskelgewebe die Bewegungen vermittelt, so dient das Nervengewebe der Uebertragung von Erregungszuständen; es pflanzt



die in der Peripherie entstehenden Erregungen der Sinnesorgane nach dem Centralnervensystem, dem Sitze des Bewusstseins, fort und bringt sie hier zur Wahrnehmung (centripetale Nervenbahnen); es überträgt ferner die Willensimpulse vom Centralorgan nach der Peripherie, vor Allem auf die Muskulatur (centrifugale N.). Im Nervengewebe des Centralorgans werden endlich die an verschiedenen Orten entstehenden Erregungszustände combinirt und so die Elemente geliefert zu dem, was wir selbständige seelische Thätigkeit nennen. Der Träger der Reizleitung ist unzweifelhaft eine specifische, vom Protoplasma verschiedene Substanz, die Nervensubstanz. Wir sprechen daher analog den Muskelfibrillen von Nervenfasrillen, welche das Bildungsproduct besonderer Nervenzellen sind. Doch sind die einschlägigen Verhältnisse noch nicht genügend geklärt.

Man theilt die Elemente des Nervensystems in „Ganglienzellen“ und „Nervenfasern“ ein, wobei jedoch zu beachten ist, dass beiderlei Elemente nicht unabhängig neben einander bestehen, dass vielmehr die Nervenfasern die weithin verlängerten Ausläufer der Ganglienzellen sind. Im Wirbelthierkörper sind die Ganglienzellen von sehr verschiedener Grösse; neben kleinen Elementen giebt es ansehnliche Kugeln,

Fig. 49.

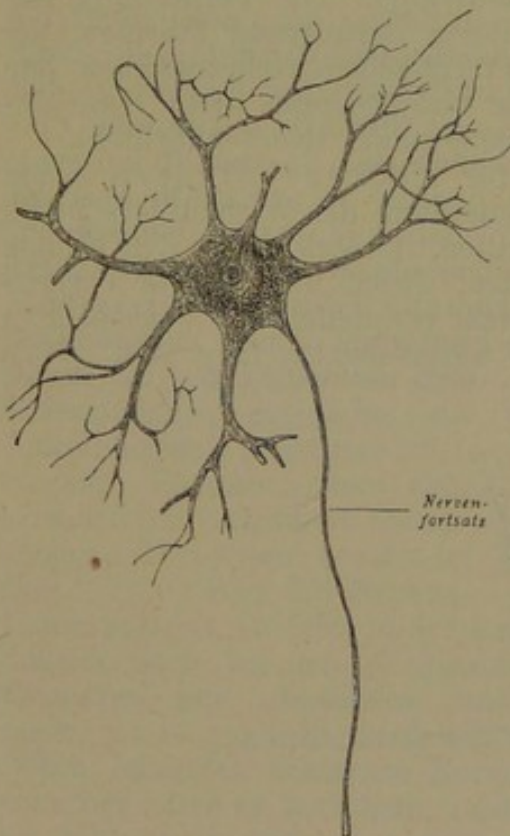


Fig. 49a.

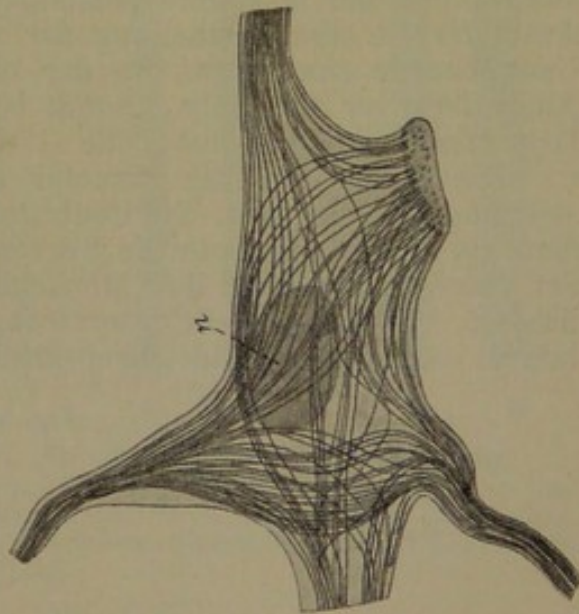


Fig. 49. Multipolare Ganglienzelle des Menschen (nach Gegenbaur).

Fig. 49a. Motorische Ganglienzelle vom Brust-Rückenmark des Hundes; n Kern (nach Bethe).

welche nur noch von den Eiern an Grösse übertroffen werden und dementsprechend auch einen wie ein Keimbläschen aussehenden Kern besitzen. Man unterscheidet unipolare, bipolare und multipolare Ganglienzellen, je nach der Zahl von Nervenfasern oder Fortsätzen, die von der Zelle ausgehen. Deren Zahl ist bei den multipolaren Ganglienzellen (Fig. 49) eine ausserordentlich grosse. Sie sind von zweierlei Art: Dendriten (Protoplasmafortsätze) und Neuriten (Axenfortsätze). Die



Dendriten verdanken ihren Namen dem Umstand, dass sie nicht weit von ihrem Ursprung aus der Zelle sich reichlich zu verästeln beginnen, in immer feinere Ausläufer sich vertheilend. Die Neuriten dagegen, von denen in der Regel nur einer auf eine Ganglienzelle kommt, lassen sich weithin verfolgen, ohne dass sie sich verästeln, nur dass sie hie und da seitliche Fädchen (Collateralen) unter rechtem Winkel abgeben; sie gehen häufig in einen peripheren Nerven über. An ihren Enden sind sie sicherlich auch verästelt, so dass ihre Besonderheit im Vergleich zu den Dendriten nur im weiten Abstand des Verästelungsgebietes von der Ganglienzelle zu suchen ist. Bei den bipolaren Ganglienzellen sind beide Ausläufer Neuriten, die Zelle somit ein in den Verlauf einer Nervenfasern eingeschaltetes Element. Und so ist auch die unipolare Ganglienzelle zu verstehen. Der Fortsatz derselben theilt sich nahe der Ganglienzelle T-förmig in zwei Neuriten, so dass man die unipolare Ganglienzelle als eine bipolare zu deuten hat, deren beide Fortsätze eine Strecke weit vereint verlaufen.

Diese Auffassung wird verständlich durch die neueren Untersuchungen über die Structur der Ganglienzellen und ihrer Ausläufer (Fig. 49a). Beide bestehen aus feinsten Nervenfibrillen und einer dieselben unter einander verkittenden Inter- und Perifibrillärsubstanz. Jeder Ausläufer führt der Ganglienzelle ein Bündel Fibrillen zu, die in ihren Körper ausstrahlen und in andere Ausläufer übertreten. Die Verästelung der Ausläufer ist eine Vertheilung der in ihnen enthaltenen Fibrillen, die Ganglienzelle eine Stätte, an der ein Fibrillenaustausch zwischen den Ausläufern vor sich geht. Somit ist die Ganglienzelle nicht eine einfache Zelle, sondern eine Zelle + Plasmaproduct (Nervenfibrillen).

Die gleiche fibrilläre Structur ist für die Nervenfasern schon seit längerem bekannt. Im Centralnervensystem der Wirbelthiere findet man als feinste Elemente die Nervenfibrillen, die sich durch den Mangel der Querstreifung von den Muskelfibrillen, durch ihre leichte Verletzlichkeit — dass sie bei Conservirung leicht verquellen und Varicositäten bilden — von den Bindegewebsfibrillen unterscheiden (Fig. 51). Viele

Fig. 50.

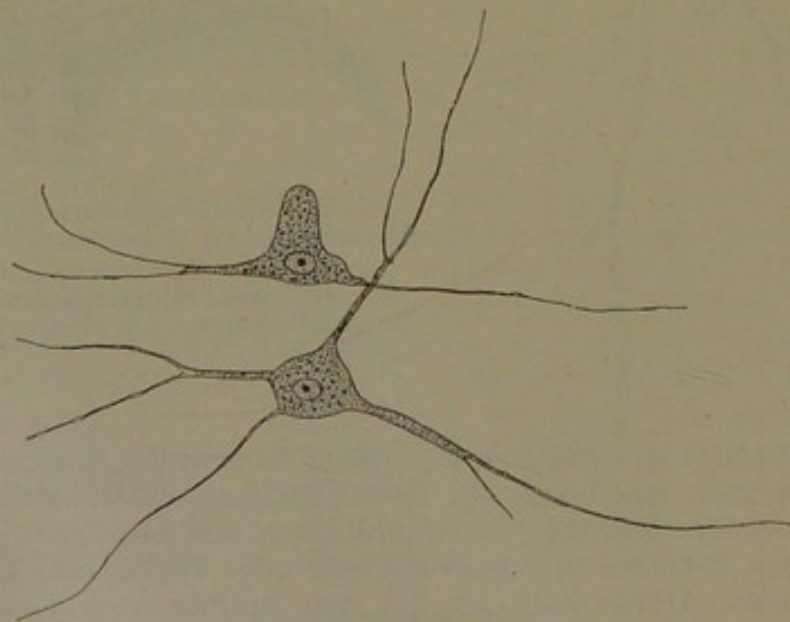


Fig. 50. Ganglienzellen einer Actinie.



Fibrillen, zu einem Bündel vereint, bilden eine Nervenfasern (Fig. 52 A), die man die graue Nervenfasern nennt, im Gegensatz zur weissen oder markhaltigen. Bei letzterer (Fig. 52 B) ist die Fasern selbst, der „Axencylinder“, noch von einer dünnen Scheide Nervenmark oder Myelin umhüllt, einer fettähnlichen Substanz, die stark lichtbrechend ist, in Osmiumsäure sich von schwärzt und leicht zu mannichfach gestalteten Tropfen, „Myelintropfen“, auseinanderfließt. Die „Markscheide“ scheint wie ein Isolator zu wirken.

Marklose (graue) und markhaltige (weisse) Nervenfasern können noch von der Schwann'schen Scheide (Fig. 53 A, B) umhüllt sein. Dieselbe ist eine Besonderheit der das periphere Nervensystem zusammensetzenden Fasern, fehlt somit im Hirn und Rückenmark; sie ist eine zarte Hülle, in die von Strecke zu Strecke Kerne eingelagert sind. Zeitweilig bildet sie Einschnürungen, welche die Markscheide durchsetzen und bis zum Axencylinder vordringen (Ranvier'sche Schnürringe).

Bei den wirbellosen Thieren kommen ebenfalls multi- und bipolare Ganglienzellen vor, am verbreitetsten bei *Coelenteraten* (Fig. 50), seltener bei *Wurmern*, *Arthropoden* und *Mollusken* (z. B. bei *Lumbricus*) und dann vornehmlich im Bereich des peripheren Nervensystems. In den Ganglienknoten, den Centralorganen der letztgenannten drei Thierstämme, entsenden die Ganglienzellen meist nur einen starken Fortsatz, der aber reichlich mit verästelten Seitenzweigen (Dendriten) besetzt ist (Fig. 71). — Was die Nervenfasern anlangt, so fehlt in der Regel die Markscheide und Schwann'sche Scheide auch bei den peripheren Nerven. Nur selten wurde bei *Arthropoden* und *Anneliden* eine dünne Myelinlage beobachtet. Dagegen ist es geglückt, auch bei den wirbellosen Thieren als die eigentlichen leitenden Elemente Nervenfasern nachzuweisen und bis in die Ganglienzellen zu verfolgen, in denen zu- und ableitende Fibrillen durch ein Gitterwerk verbunden sein sollen.

Fig. 51.

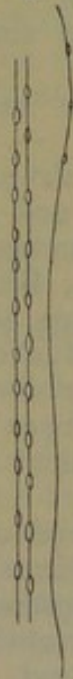
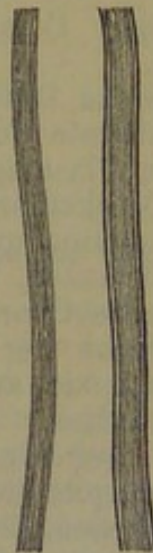


Fig. 52.



A

B

Fig. 53.



A

B

Fig. 51. Nervenfasern (aus Hatschek).

Fig. 52 u. 53. Einfach contourirte (A) und doppelt contourirte (B) Nervenfasern, links ohne, rechts mit Schwann'scher Scheide und Kernen (aus Hatschek).



## Zusammenfassung der wichtigsten Punkte aus der Gewebelehre.

a) Zelle.

1) Das wichtigste Formelement aller Gewebe ist die Zelle.

2) Die Zelle ist ein Klümpchen Protoplasma, das einen oder mehrere Kerne enthält (einkernige, vielkernige Zellen).

3) Der Kern bestimmt wahrscheinlich den specifischen Charakter der Zelle, indem er die Functionen derselben beeinflusst; demgemäss ist er auch Träger der Vererbung.

4) Zelle und Kern vermehren sich ausschliesslich durch Theilung oder Knospung.

b) Gewebe.

5) Gewebe sind Complexe zahlreicher histologisch gleichartig differenzirter Zellen.

6) Die histologische Differenzirung beruht zum Theil darauf, dass die Zellen eine bestimmte Form und Anordnung annehmen, zum Theil auf der Bildung von Plasmaproducten, welche den Charakter des Gewebes ausmachen (Muskelfibrillen, Bindegewebsfibrillen).

c) Eintheilung der Gewebe.

7) Nach der Function und der Structur unterscheidet man 1) Epithelien, 2) Binde-substanzen, 3) Muskelgewebe, 4) Nervengewebe.

8) Der functionelle Charakter der Epithelien ist darin gegeben, dass sie die Oberfläche der Körper überziehen, ihr morphologischer Charakter darin, dass sie aus dicht gedrängten, nur durch Kitt verbundenen Zellen bestehen.

9) Nach ihrem weiteren functionellen Charakter theilt man die Epithelien in Drüsenepithelien (einzellige, vielzellige Drüsen), Sinnesepithelien, Keimepithelien, Deckepithelien ein.

10) Nach der Structur unterscheidet man einschichtige (cubische, cylindrische, Platten-Epithelien) und vielschichtige Epithelien, Geissel- und Flimmerepithelien, Epithelien mit und ohne Cuticula.

11) Der physiologische Charakter der Binde-substanzen beruht darauf, dass sie im Innern des Körpers die Zwischenräume zwischen anderen Geweben ausfüllen.

12) Der morphologische Charakter der Binde-substanzen ist in der Anwesenheit der Intercellularsubstanz gegeben.

13) Nach der Masse und der Structur der Intercellularsubstanz theilt man die Binde-substanzen ein in 1) zellige (spärliche Intercellularsubstanz), 2) homogene, 3) faserige Binde-substanz, 4) Knorpel, 5) Knochen.

14) Der physiologische Charakter des Muskelgewebes ist in der gesteigerten Contractionsfähigkeit gegeben.

15) Der morphologische Charakter beruht darauf, dass die Zellen Muskelsubstanz ausgeschieden haben.

16) Nach der Beschaffenheit der Muskelsubstanz unterscheidet man glatte und quergestreifte Muskelfasern.

17) Nach dem Charakter und der Abstammung der Zellen (Muskelkörperchen) theilt man die Muskulatur in epitheliale (Epithelmuskelzellen, Primitivbündel) und bindegewebige (contractile Faserzellen).



18) Der physiologische Charakter des Nervengewebes beruht auf der Fortpflanzung der sinnlichen Reize und Willensimpulse und auf der Combination derselben zu einheitlicher seelischer Thätigkeit.

19) Die Leitung wird vermittelt durch Nervenfasern (marklose und markhaltige Fibrillenbündel und Fibrillen), die Combination der Reize durch Ganglienzellen (bipolare, multipolare Ganglienzellen).

20) Blut und Lymphe sind eiweisshaltige Flüssigkeiten; selten zellenlos, enthalten sie entweder nur farblose amöboide Zellen (weisse Blutkörperchen, Leukocyten) oder neben diesen noch gefärbte (rothe) Blutkörperchen.

21) Gefärbte Blutkörperchen finden sich vorwiegend nur bei Wirbelthieren und sind hier Ursache der Blutfarbe; sie fehlen den meisten wirbellosen Thieren.

22) Wenn wirbellose Thiere gefärbtes (rothes, gelbes, grünliches) Blut haben, so ist die Ursache dazu meist im Blutplasma zu suchen.

23) Die rothen Blutkörperchen sind kernlos bei Säugethieren, kernhaltig bei allen übrigen Wirbelthieren.

### 3. Umbildung der Gewebe zu Organen.

Aus den Geweben bauen sich die Organe auf. Ein Organ kann man einen Gewebscomplex nennen, welcher gegen die übrigen Gewebe abgegrenzt ist und eine in sich abgeschlossene Gestalt angenommen hat, um eine einheitliche Function zu vollziehen. So ist der einzelne Muskel ein Organ, welches aus einer gewissen Menge von Muskelgewebe besteht, mit Scalpell und Scheere aus seiner Umgebung als ein zusammenhängendes Ganze herausgeschält werden kann und eine bestimmte Bewegung ausführt.

In jedem Organ ist ein Gewebe, welches die Function des Organs vermittelt und daher den physiologischen Charakter desselben ausschliesslich bestimmt; wir wollen es das Hauptgewebe nennen. Neben ihm können noch weitere Gewebe vorhanden sein, welche nur den Zweck haben, die Function des Hauptgewebes zu unterstützen oder zu ermöglichen, die Nebengewebe. So findet man im Muskel der Wirbelthiere ausser den Muskelfasern noch Bindesubstanz, welche als eine Art Cement die Muskelbündel unter einander verkittet, ferner Blutgefässe, welche zur Ernährung dienen, endlich Nerven, durch welche die Muskeln erregt werden. In der Leber des Menschen sind ebenfalls ausser den functionell wichtigsten Theilen, den Leberzellen, noch Blutgefässe, Nerven- und Bindesubstanz vorhanden. Derartige Nebengewebe pflegen im Allgemeinen nur bei einer hohen Entwicklungsstufe des Organs vorhanden zu sein; bei niederen Thieren können sie fehlen. So besitzt der Darm der *Coelenteraten* nur eine epitheliale Auskleidung; ihr Nervensystem besteht nur aus einem Strang von Nervenfasern und Ganglienzellen.

Haupt- und  
Nebengewebe.

Für den dauernden Bestand eines Organs ist es von der grössten Bedeutung, dass seine Gewebe in Function erhalten werden. Die lebende Substanz unterscheidet sich von der unbelebten darin, dass sie



zwar ebenfalls durch den Gebrauch verzehrt wird, zugleich aber einen Ersatz erfährt, welcher oft mehr als hinreichend ist, um die Verluste zu decken. Functionirende Gewebe und Organe nehmen unter günstigen Bedingungen an Masse zu; functionslos gewordene Theile erfahren dagegen einen allmählichen Schwund, welcher schliesslich zu ihrem Untergang führt.

Functions-  
wechsel der  
Organe.

Die zwei erörterten Momente, dass der Fortbestand der Gewebe anhaltende Uebung voraussetzt und dass meist mehrere Gewebe in den Bau eines Organs eintreten, sind wichtig zum Verständniss des Principes des Functionswechsels, welches bei der Umbildung der Thierformen eine hervorragende Rolle spielt. Es kann vorkommen, dass ein Organ unter veränderte Bedingungen gebracht wird und nicht mehr Gelegenheit hat, in der bisherigen Weise zu functioniren. Dann geht zwar allmählig das functionirende Gewebe aus Mangel an Gebrauch zu Grunde, das Organ kann aber noch vermöge seiner Nebengewebe weiter existiren, wenn die neuen Bedingungen es ermöglichen, dass eines der Nebengewebe zur Function gelangt und dem Organ einen neuen physiologischen Charakter verleiht. Ein Muskel z. B. kann aus sehr verschiedenen Ursachen functionslos werden. Wenn dann das Muskelgewebe schwindet, so bleibt zunächst noch die Summe der Hilfgewebe, vor Allem das von Blutgefässen durchsetzte Bindegewebe übrig; es kann erhalten bleiben und ein schützendes Band, eine Sehne oder Fascie liefern. Wir haben dann morphologisch dasselbe Organ, nur dass es seinen physiologischen Charakter geändert hat; der Muskel hat einen Functionswechsel erfahren und ist ein ligamentöser Strang geworden. Ein anderes Beispiel sind die Visceralbögen der *Fische*; dieselben sind ihrer ersten Bedeutung nach Träger der Kiemen; wenn nun die Kiemen beim Uebergang zum Landleben verloren gehen, so werden die Visceralbögen functionslos und bilden sich dementsprechend auch theilweise zurück; ein Theil aber erhält sich, weil er neue Functionen gewonnen hat, und liefert die Kiefer, das Zungenbein und die Gehörknöchelchen, welche trotz ihrer ganz anderen Functionen dieselben morphologischen Gebilde sind wie die Kiemenbögen.

In der Geschichte der Zoologie (S. 11) haben wir gesehen, wie die vergleichende Anatomie dazu geführt hat, homologe oder morphologisch gleichwerthige und analoge oder physiologisch gleichwerthige Organe zu unterscheiden, d. h. Organe, welche in gleichen Lagebeziehungen und Verbindungsweise auftreten, und Organe, welche dieselbe Function besitzen. Was wir hier über den Bau der Organe kennen gelernt haben, macht es verständlich, warum morphologischer und physiologischer Charakter sich nicht nothwendig decken, warum morphologisch gleichartige Organe (Lunge der Säugethiere, Schwimmblase der Fische) verschiedene Functionen, morphologisch differente Organe (Lunge der Säugethiere, Kiemen der Fische) dieselben Functionen haben können.

Organ-  
systeme.

Organe, welche vollkommen gleichartig oder doch wenigstens im gleichen Sinne functioniren, können nun in demselben Körper in grösserer Menge vorkommen. Ein Mensch hat viele Muskeln, vielerlei Organe, welche die Verdauung unterhalten. Man fasst daher alle Organe, die im Körper gleichartig oder ähnlich functioniren, zu einer ideellen, höheren Einheit zusammen und spricht von Organsystemen. Man kennt im Ganzen 9 solcher Systeme: 1) Skeletsystem, 2) Verdauungssystem, 3) Respirationssystem, 4) Blutgefässsystem, 5) Excretorisches System,



6) Genitalsystem, 7) Muskelsystem, 8) Nervensystem, 9) System der Sinnesorgane. Sie müssen nicht alle vorhanden sein; das Skelet z. B. fehlt vielen Thieren. Verschiedenerlei Functionen, welche beim Menschen auf verschiedene complicirte und specialisirte Organsysteme vertheilt sind, können bei niederen Thieren durch ein und denselben Apparat vermittelt werden. Ueberall aber kann man nach den Grundfunctionen des Lebens folgende Organgruppen aufstellen: I. Organe der Ernährung (2—5), II. Organe der Fortpflanzung (6), III. Organe der Bewegung (7), IV. Organe der Empfindung (8 und 9).

Die Organe der Ernährung und Fortpflanzung (I und II) fasst man als vegetative Organe, die übrigen als animale (III und IV) Organe zusammen. Die älteren Zoologen wollten damit sagen, dass Ernährung und Fortpflanzung Functionen seien, welche in gleicher Weise Thieren und Pflanzen zukommen, dass dagegen Empfindung und Bewegung den Pflanzen fehlen und sich nur bei Thieren finden. Die in der Grundidee auf etwas Richtiges hinzielende Lehre bedarf nach unserem jetzigen Wissen eine wesentlich veränderte Fassung. Wir haben gesehen, dass das Protoplasma bei Pflanzen und Thieren nicht nur die Fähigkeit sich zu ernähren und fortzupflanzen, sondern auch Bewegungsfähigkeit und Reizbarkeit besitzt. Letztere Eigenschaften können somit auch der gesammten Pflanze nicht vollkommen abgehen, wenn sie dem wichtigsten Bestandtheil derselben zukommen. In der That zeigen ja auch manche Pflanzen, wie Mimosen, die Compasspflanze, die Insecten fressenden Pflanzen, grosse Reizbarkeit, und viele niedere Pflanzen, die Fortpflanzungszustände der Algen, bewegen sich ebenso lebhaft oder noch lebhafter, als viele niedere Thiere. Umgekehrt giebt es zahlreiche Thiere, welche im ausgebildeten Zustand wie die Pflanzen festgewachsen sind. Viele *Protozoen* und *Würmer*, die meisten *Pflanzenthiere*, einige *Stachelhäuter*, wie die *Seelilien*, ja sogar manche *Krebse*, die *Cirripeden* zeigen nur während der frühesten Entwicklungsstadien Ortsbewegung und sind später auf die Bewegung einzelner Körpertheile, der Arme, Tentakeln, Scheinfüsschen etc. beschränkt. Bei den meisten *Schwämmen* sind sogar die auf bestimmte Körperstellen localisirten Bewegungen so unbedeutend, dass sie mit unbewaffnetem Auge gar nicht und selbst mit Hilfe des Mikroskops nur schwierig nachgewiesen werden können.

Gleichwohl müssen die beiden Bezeichnungen: animal und vegetativ beibehalten werden. Denn wenn auch Bewegung und Empfindung den Pflanzen nicht fremd sind, so sind sie doch im Pflanzenreich zu keiner hohen Ausbildung gelangt. Man kann sogar sagen, dass sie mehr und mehr in den Hintergrund gedrängt werden, je höher sich die Pflanze entwickelt. Umgekehrt entfalten sie sich im Thierreich zu ausserordentlicher Vervollkommnung und bedingen die charakteristische Erscheinungsweise desselben.

## Vegetative Organe.

### A. Organe der Ernährung.

Wenn wir den Begriff der Ernährung im weitesten Sinne fassen, so haben wir in diesem Abschnitte alle Einrichtungen zu besprechen, welche getroffen sind, um zur Zeit der aufsteigenden Entwicklung das



Wachsthum zu ermöglichen und auch später nach beendigtem Wachsthum den mit jeder Arbeitsleistung verbundenen Verlust an Spannkraft auszugleichen und dem Körper seine Leistungsfähigkeit zu bewahren. Bei jeder Arbeitsleistung werden nun organische Verbindungen oxydirt oder, wie man sich bildlich ausdrückt, verbrannt. Verbindungen, welche besonders reich an Kohlenstoff und verhältnissmässig arm an Sauerstoff sind, welche ausserdem Wasserstoff, meist auch Stickstoff und Schwefel enthalten, werden durch Zutritt von Sauerstoff zerlegt in Kohlensäure, Wasser und verschiedenerlei stickstoffhaltige Oxydationsproducte, wie Harnstoff, Harnsäure u. s. w. Ein Gleichgewicht im Stoffwechsel wird herbeigeführt werden, wenn nicht nur das unbrauchbar Gewordene entfernt, sondern auch den Geweben Ersatz für das verbrauchte Material von Sauerstoff und von kohlenstoffreichen Verbindungen geliefert wird.

Niedrig organisirte Thiere erledigen alle den Stoffwechselausgleich vermittelnde Processe mit Hilfe eines und desselben Organs, des Darmes; bei höheren Thieren ist dagegen eine Specialisirung eingetreten und sind für die vielerlei Einzelvorgänge, die in ihrer Gesamtheit das Bild der normalen Ernährung ausmachen, besondere Einrichtungen getroffen. Zwischen niederen und höheren Thieren giebt es selbstverständlich Uebergänge, bei denen die Specialisirung früher oder später Halt gemacht hat.

Verschiedene  
Organe der  
Ernährung.

Jeder Stoffwechsel beginnt mit der Zufuhr der geeigneten Nahrung; es müssen die festen und flüssigen Bestandtheile dem Körper einverleibt und verdaut, d. h. in einen Zustand übergeführt werden, in welchem sie resorbirt und den Geweben zugeleitet werden können. Das Alles geschieht durch den mit Anhangsorganen, den verdauenden Drüsen, versehenen Darm (Tractus intestinalis), welcher zugleich auch alle unverdaut gebliebenen Massen (die Fäcalien) entfernt. Das zum Lebensunterhalt nöthige Gas, der Sauerstoff, wird dagegen gewöhnlich durch besondere Körpertheile, die Respirationsorgane, durch Kiemen oder Lungen aufgenommen. Der Sauerstoff und die verdauten und dadurch in gelösten Zustand übergeführten organischen und anorganischen Verbindungen müssen weiter im Körper vertheilt und nach Bedarf den functionirenden Organen und Geweben zugeleitet werden. Dazu sind zu- meist die Blutgefässe oder die Circulationsorgane da, welche den Körper nach allen Richtungen hin durchsetzen. Die Gewebe bedürfen nun aber nicht allein der Zufuhr neuen Materials, sondern auch der Entfernung der unbrauchbar gewordenen Stoffe. Die bei den Arbeitsleistungen entstehenden Oxydationsproducte, die Stoffe der regressiven Metamorphose, sind dem Organismus, wenn sie in ihm aufgehäuft werden, schädlich und zum Theil geradezu giftig. Damit sie entfernt werden können, werden sie ebenfalls vom Blutgefässapparat oder ähnlich functionirenden Einrichtungen gewöhnlich im gelösten Zustande aufgenommen und an die zur Ausscheidung oder Excretion bestimmten Stellen gebracht; das sind für die Flüssigkeiten die Nieren der *Wirbelthiere*, die Malpighi'schen Gefässe der *Insecten*, die Wassergefässe der *Würmer*, Einrichtungen, welche man sammt ihren Hilfsapparaten unter dem gemeinsamen Namen „Excretionsorgane“ zusammenfasst. Excrete sind sehr wohl von Fäcalien zu unterscheiden; Excrete sind Stoffe, welche den Körper selbst, die Gewebe des Körpers, passirt haben und durch Oxydation unbrauchbar geworden sind, während die von Anfang an unbrauchbaren Theile, welche die Fäcalien bilden, streng genommen



niemals dem Körper angehört haben, sondern von den Geweben stets durch die Grenzschrift des Darmepithels getrennt geblieben sind. Das gasförmige Oxydationsproduct des thierischen Körpers, die Kohlensäure, wird durch die Respirationsorgane entfernt. Indem in den Respirationsorganen ein Austausch der unbrauchbaren Kohlensäure gegen den zum Leben nöthigen Sauerstoff stattfindet, haben dieselben eine Doppelstellung und sind Excretionsorgane und Organe der Nahrungsaufnahme zugleich.

Nach diesem allgemeinen Ueberblick müssen wir noch auf die einzelnen Organsysteme etwas genauer eingehen.

### I. Darmsystem.

Da die Nahrungsaufnahme und Assimilation die für die Erhaltung des Thieres wichtigsten Functionen sind, ist es begreiflich, dass der Darm zuerst von allen Organen in der Thierreihe auftritt und auch entwicklungsgeschichtlich sich fast überall am frühesten anlegt. An diesem Satz wird dadurch nichts geändert, dass manche Würmer (*Cestoden*) und Krebse (*Rhizocephalen*) keinen Darm besitzen: denn wir können mit Bestimmtheit sagen, dass diese Thiere durch Anpassung an besondere Lebensverhältnisse, vornehmlich in Folge von Parasitismus (cf. diesen) den

Darm verloren haben. Die niedrigst organisirten, vielzelligen,

frei lebenden Thiere sind einfache oder verzweigte Darmschläuche, welche nur eine einzige als Mund und After functionirende Oeffnung besitzen (Fig. 54). Ein derartiges Thier muss mindestens

2 epitheliale Schichten haben, von denen die eine den Darm auskleidet, die andere die Körperoberfläche bedeckt. Diese beiden fundamentalen Zellschichten nennen wir Entoderm und Ectoderm. Sie sind bei vielen Coelenteraten die ein-

Archen-  
teron oder  
Urdarm.

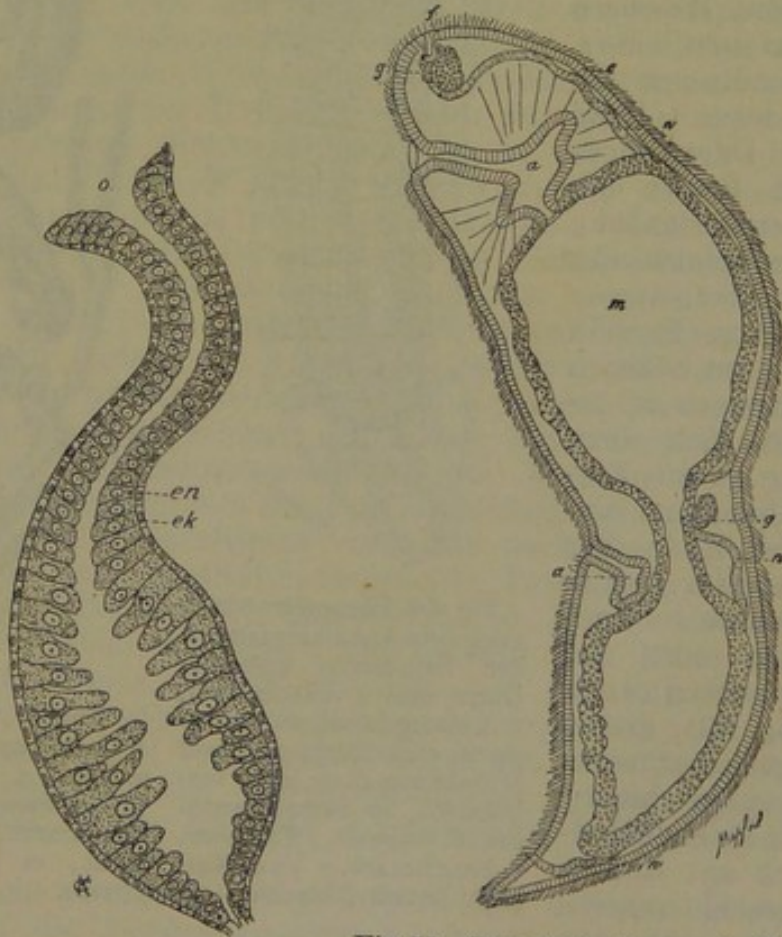


Fig. 54. Längsschnitt durch den Fresspolyp einer *Siphonophore* (nach Haeckel). *o* Mundöffnung, *en* Entoderm, *ek* Ectoderm.

Fig. 55. *Stenostoma leucops* in Theilung. *a* ectodermaler Anfangsdarm, bei *a'* für das hintere Thier neugebildet, *m* blind geschlossener entodermaler Mitteldarm, *e* ectodermale Flimmer-epithel, *g* Ganglion mit Flimmergrube, *f, w* Wassergefäßcanal, *g'* Ganglion des hinteren Thieres.



zigen Körperschichten. Bei den meisten Thieren werden sie durch dazwischen gelagerte Gewebe, die man unter dem Namen Mesoderm zusammenfasst, von einander getrennt. Je höher organisirt ein Thier ist, um so mannichfaltiger ist diese mesodermale Körperschicht. Der von Entoderm ausgekleidete primitive Darm heisst der Urdarm oder das Archenteron; er bildet bei *Medusen* und *Polypen* den gesammten Darm; bei den meisten Thieren jedoch genügt er nicht den Bedürfnissen der Verdauung, sondern erfährt eine Vergrösserung, indem Theile der Körperoberfläche, des Ectoderms, sich einstülpen.

Schon bei vielen *Coelenteraten* und niederen *Würmern* entsteht eine Einstülpung am vorderen Ende des Darmrohres und liefert den ectodermalen Vorderdarm oder das Stomodaeum (Fig. 55). Von den höheren Würmern an gesellt sich dazu eine zweite Einstülpung am hinteren Ende, der ebenfalls ectodermale Enddarm oder das Proctodaeum (Fig. 56); dieses legt sich entwicklungsgeschichtlich als ein Blind-sack an, dessen geschlossenes

Ende an den ebenfalls geschlossenen hinteren Abschnitt des Archenteron, nunmehr auch Mesenteron oder Mitteldarm genannt, angrenzt, bis die Scheidewand schwindet, wodurch Mittel- und Enddarm mit einander communiciren und der Darm zu einem den ganzen Körper durchziehenden Canal wird.

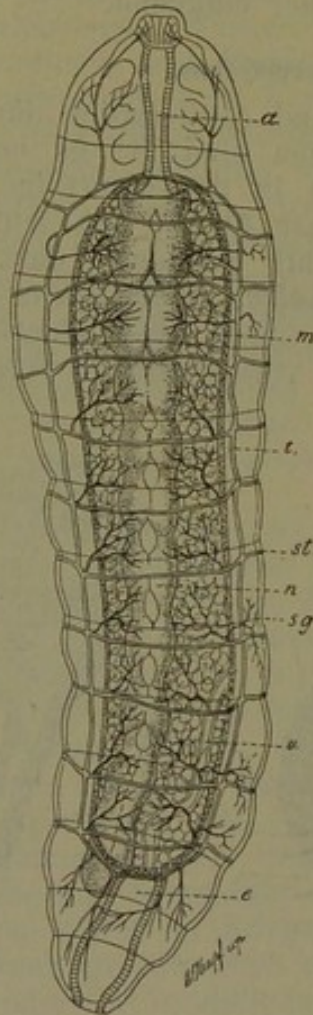


Fig. 56. Bienenlarve kurz nach dem Ausschlüpfen von der Bauchseite gesehen; Darm aus 3 Abschnitten, *a* Anfangsdarm, *m* Mitteldarm, *e* Enddarm (mit dem Mitteldarm noch nicht verbunden), *sg* Segmentgrenzen, *st* Stigmen, *t* Tracheen, *n* Bauchmark, *v* Vasa Malpighi (nach Bütschli).

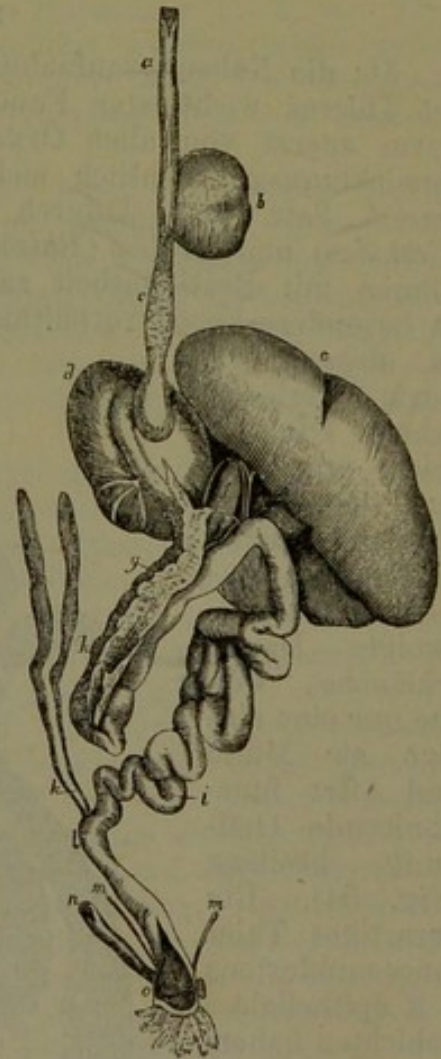


Fig. 57. Darm des Haushuhns. *a* Oesophagus, *b* Kropf, *c* Drüsenmagen, *d* Kaumagen, *e* Leber, *f* Gallenblase, *g* Pankreas *h* und *i* Dünndarm, *k* Blindsäcke, *l* Dickdarm, *m* Ureteren, *n* Eileiter, *o* Cloake.



Der Antheil, welchen das Archenteron im Vergleich zu dem ectodermalen Proctodaeum und Stomodaeum am Aufbau des Gesamtdarms nimmt, ist nach den einzelnen Thierstämmen sehr verschieden. Den grössten Contrast bilden die *Insecten* einerseits, die *Wirbelthiere* andererseits. Die *Insecten* haben einen sehr kurzen Mitteldarm und somit lange, vom Ectoderm gelieferte Darmstrecken des Vorder- und Hinterdarms. Bei den *Wirbelthieren* sind umgekehrt die ectodermalen Darmstrecken äusserst kurz.

Die Weite des Lumens wechselt im Verlaufe des Darmcanals und ermöglicht die Unterscheidung verschiedener Abtheilungen, welche man so weit als möglich in der Thierreihe mit einer einheitlichen Nomenclatur versehen hat. Die vom *Haushuhn* entnommene Abbildung der Figur 57 möge zur Erläuterung der üblichen Bezeichnungen dienen. An die Mundöffnung schliesst sich ein weiter Raum an, den man häufig in einen vorderen Abschnitt, die Mundhöhle, und einen hinteren, den Pharynx, abtheilen kann. Eine nun folgende enge Röhre ist die Speiseröhre oder der Oesophagus (*a*); sie kann stellenweise erweitert sein oder eine beutelartige Ausstülpung zur provisorischen Aufnahme der Nahrung tragen, den Kropf oder Ingluvies (*b*). Vom Oesophagus tritt die Nahrung in eine ansehnliche Erweiterung, den Magen. Die Vögel, wie viele andere Thiere haben einen doppelten Magen, eine mit Drüsen ausgerüstete, dünnwandige Abtheilung und eine zweite Abtheilung, deren Wände durch dicke Muskelmassen ausgezeichnet sind; erstere ist der Drüsenmagen (*c*), letztere der zur Zerkleinerung der Nahrung dienende Kaumagen (*d*). Nach dem Magen verengt sich das Darmrohr zum Dünndarm (*h*), zu welchem als letzter Abschnitt der wiederum verbreiterte Dickdarm (*l*) kommt. An der Grenze von Dün- und Dickdarm finden sich 2 Blinddärme, die Coeca (*k*). Verbinden sich mit dem Afterdarm noch die Ausführungsgänge der Niere (*m*) und des Geschlechtsapparats (*n*), so nennt man den kurzen, sowohl zur Abfuhr von Harn und Fäcalien, wie zur Ausleitung der Geschlechtsproducte dienenden Endabschnitt Cloake (*o*).

Jeder nur einigermaassen reicher gegliederte Darm besteht nicht nur aus ectodermalem und entodermalem Epithel, sondern auch aus mesodermalem Gewebe, welches sich der Epithelauskleidung anschmiegt. In ihm kann man ausser Binde substanz vor Allem noch Muskelgewebe (meist glatte, seltener quer gestreifte contractile Faserzellen) unterscheiden. Diese dem Darmepithel angeschlossene Mesodermschicht heisst Darmfaserblatt (Splanchnopleura); sie verleiht dem Darm eine für die Fortbewegung seines Inhalts wichtige, von den allgemeinen Körperbewegungen unabhängige Beweglichkeit (Peristaltik). Ist sie nicht vorhanden, so muss ihre Wirksamkeit durch die auch den Darm beeinflussenden Contractionen der Körpermuskulatur ersetzt werden, oder das Darmepithel trägt ein die Fortbewegung vermittelndes Wimperkleid.

Bei Thieren, welche reichlichere Nahrung zu sich nehmen, genügt der Darm nicht, um die Verdauungssäfte zu liefern, so dass Ausstülpungen der Darmwand oder Drüsen zur Aushilfe dienen müssen. In die Mundhöhle münden die Speicheldrüsen, in den Anfangstheil des Dünndarms dicht hinter dem Magen die Leber (*e*) und das Pankreas (*g*) (oder ein einheitlicher Drüsenapparat, dessen Secret die Eigenschaften der Galle und des Pancreassaftes in sich vereinigt, das Hepatopancreas). An dem Enddarm endlich finden sich ab und



zu Drüsen, welche ein stinkiges Secret liefern, die Analdrüsen. — Die Länge des Darmrohrs wird vornehmlich von der Art der Nahrung beeinflusst. Bei Säugethieren findet man einen Unterschied zwischen Pflanzen- und Fleischfressern, indem erstere einen viel längeren und in Folge dessen in viele Windungen gelegten Canal haben. Der Darm eines Raubthieres misst etwa das 4—5-fache der Länge des Körpers, der Darm eines pflanzenfressenden Wiederkäuers dagegen das 20—28-fache. Aehnlich, wenn auch nicht so gross, sind die Unterschiede zwischen Raubkäfern und pflanzenfressenden Käfern.

## II. Respirationsorgane.

Der Sauerstoff, welchen jedes Thier aufnehmen muss, um ihn gegen die in den Geweben entstandene Kohlensäure einzutauschen, stammt entweder aus der Luft oder aus dem Wasser, je nachdem das Thier ein Land- oder Wasserbewohner ist. Seltener geschieht es, dass Wasserbewohner Luft athmen und dadurch gezwungen werden, zeitweilig an die Oberfläche des Wassers aufzusteigen, um Luft zu schöpfen; das gilt für die im Meere lebenden grossen *Säugethiere* und für viele im Süsswasser verbreitete *Insecten*, *Spinnen* und *Schnecken*. Luft- und Wasserathmung wird ausschliesslich durch die Haut besorgt, so lange diese zart und leicht durchgängig ist und so lange keine höhere Entfaltung der Organisation einen lebhafteren Stoffwechsel verursacht. Ist das Sauerstoffbedürfniss dagegen ein grösseres, so finden sich noch besondere Athmungsorgane, die Kiemen für die Wasserathmung, die Lungen und Tracheen für die Luftathmung, neben denen dann die Haut noch immer als ein Hilfsorgan von grösserer oder geringerer Bedeutung thätig ist.

Kiemen.

Die Kiemen sind meist dünnwandige Parteen der Haut, welche von Blutgefässen besonders reich versorgt werden und zu vielfach verästelten, buschartigen Anhängen oder breiten Blättern emporgewachsen sind, um für den Gasaustausch eine möglichst grosse Oberfläche zu bieten; sie liegen an solchen Stellen, welche mit frischem Wasser am meisten in Berührung kommen: bei den *Krebsen* z. B. an den in beständiger Bewegung begriffenen und neues Wasser herbeistrudelnden Beinen (Fig. 58), bei schwimmenden *Würmern* am Rücken, bei röhrenbewohnenden *Würmern* (Fig. 59) am vorderen, aus der Röhre herausragenden Körperende, bei den meisten *Amphibien* zu beiden Seiten des Kopfes. Seltener dient der Darm zur Wasserathmung; bei den *Fischen*, *Enteropneusten* und *Tunicaten* ist der Vorderdarm zur Kieme geworden, indem seine Seitenwandungen von den Kiemenspalten durchbohrt werden, welche auf der Oberfläche des Körpers nach aussen münden. Durch die Kiemenspalten tritt sauerstoffhaltiges Wasser aus und ein und bespült die hier angebrachten, reichlich mit Blutgefässen versorgten Kiemenblättchen. Auch der Enddarm kann bei manchen *Fischen*, *Insecten* und *Würmern* als ein Hilfsapparat der Athmung verwandt werden, indem er sich von Zeit zu Zeit mit frischem Wasser füllt.

Bei den Luft athmenden Thieren begegnen wir ebenfalls den beiden Möglichkeiten, dass die Athmungsapparate vom Darm oder von der Haut ausgehen. Bei den *Wirbelthieren* ist das Erstere der Fall, indem die die Athemluft enthaltenden Lungen hier direct oder durch Vermittelung von Trachea und Bronchien mit dem Darmrohr in Verbindung stehen. Wendet man dagegen den Ausdruck „Lunge“ bei wirbellosen



Thieren (*Schnecken* und *Spinnen*) an, so handelt es sich stets um Luftsäcke der Haut, und ebenso sind die Tracheen der *Insecten* Luftröhren, die an der Körperoberfläche mit Luftlöchern oder Stigmen beginnen und sich im Innern verzweigen (Fig. 56 st).

Im Allgemeinen lässt sich somit ein Gegensatz zwischen den *Wirbelthieren* und den *Wirbellosen* constatiren; bei jenen dient zur Luft- und Wasserathmung der Darm oder Theile desselben, bei diesen dagegen die Haut. Von Seiten der *Wirbelthiere* sind als Ausnahmen nur die meisten *Amphibien* und einige *Fische* (*Protopterus*) zu nennen,

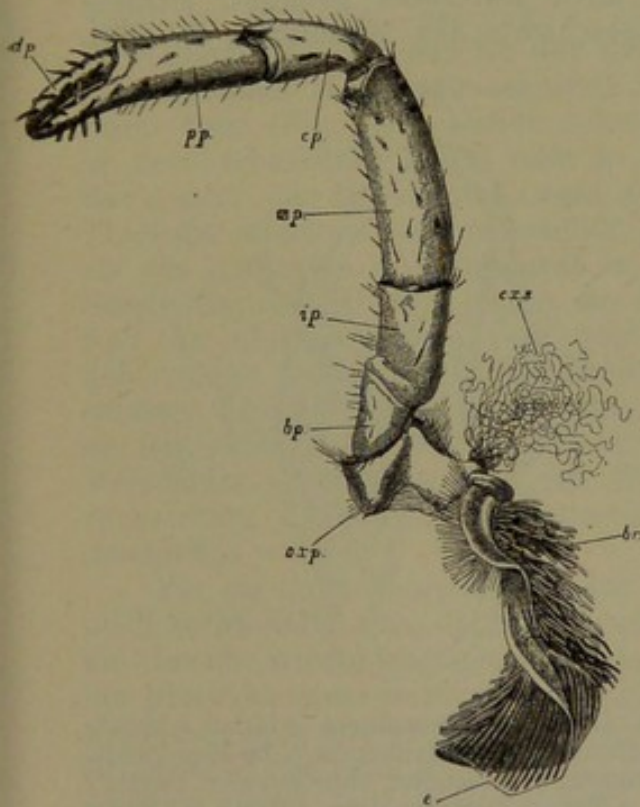


Fig. 58. Zweiter linker Fuss eines Flusskrebsses mit anhängender Kieme *br* (nach Huxley). *cxp* Coxopodit, *bp* Basipodit, *ip* Ischiopodit, *mp* Meropodit, *cp* Carpopodit, *pp* Propodit, *dp* Dactylopodit, *cxs* Coxopoditborsten, *e* Lamina der Kieme.

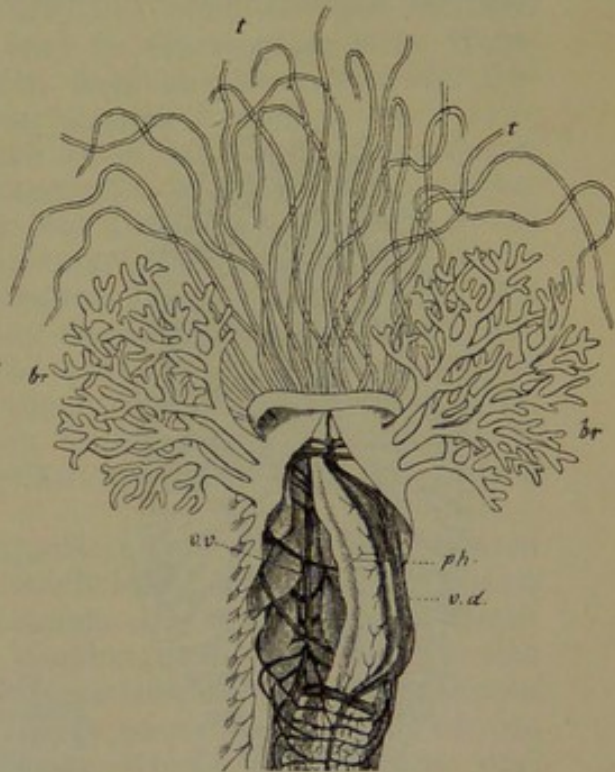


Fig. 59. Vorderes Ende von *Terebella nebulosa* (nach Milne Edwards). *ph* Pharynx, *v. d.* dorsales, *v. v.* ventrales Blutgefäss, *br* Kiemen, *t* Tentakeln.

bei denen die Kiemen büschelförmige Hautanhänge sind (Fig. 4 und 5, S. 29); unter den Wirbellosen dagegen nehmen die mit einem Kiemendarm versehenen *Tunicaten* und *Enteropneusten* eine besondere Stellung ein.

### III. Circulationsapparat.

Damit der durch die Athmungsorgane aufgenommene Sauerstoff und die im Darm verdauten Nahrungsbestandtheile ihr Endziel, die Gewebe, erreichen, bedarf es keiner besonderen Organe, solange als der Körper nur aus 2 dünnen Epithellagen, dem Ectoderm und Entoderm, besteht. Wenn sich dagegen zwischen dieselben das Mesoderm einschleibt und der Körper voluminöser wird, so werden meist Ein-

Gastral-  
taschen,  
Gastrovas-  
cularsystem.



richtungen für die Nahrungsvertheilung getroffen. Am unmittelbarsten wird letztere erreicht, wenn der Darm die Beschaffenheit eines einfachen Rohres aufgiebt und entweder einige wenige weite Aussackungen, Gastraltaschen, treibt oder sich verästelt, um mit seinen Verzweigungen die einzelnen Körperprovinzen aufzusuchen. Im letzteren Falle spricht man von einem Gastrovascularsystem, weil hier der Darm selbst die Function und die verzweigte Anordnung gewinnt, welche sonst den Gefässen, den „Vascula“, eigenthümlich ist (Fig. 60).

Leibeshöhle.

Auf 2 vom Darm vollkommen abgeschnürte Gastraltaschen, eine linke und rechte, ist wahrscheinlich die Leibeshöhle oder das Cölom, nach ihrer Entstehung vom Darm auch Enterocöl genannt, zurückzuführen (vergl. auch Entwicklungsgeschichte des Mesoderms S. 132).

Fig. 60.

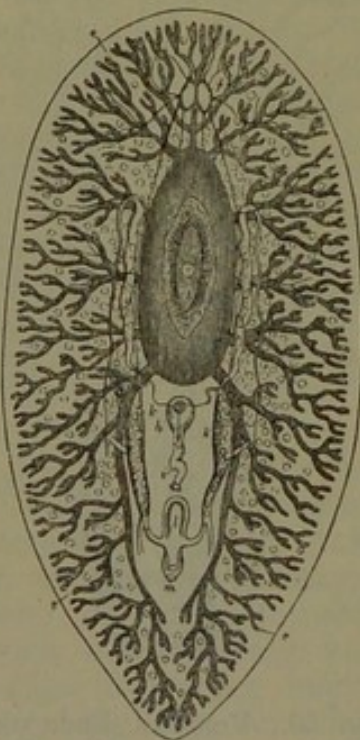


Fig. 61.

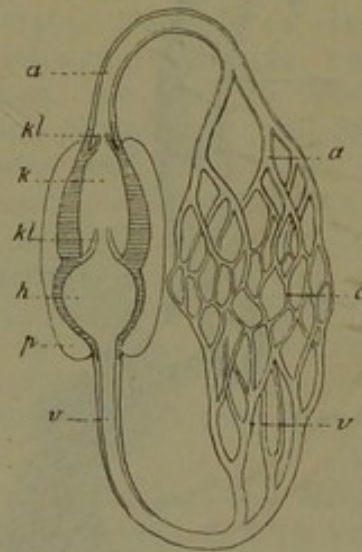


Fig. 60. *Leptoplana tremellaris*. a Mund, b Mundhöhle, c Oeffnung des Schlundkopfes in die Mundhöhle, d Centralmagen, e verästelter entodermaler Darm, f Ganglien, g Hoden, h Samenblase, i Penis, k Uterus, l Receptaculum seminis, m weibliche Genitalmündung.

Fig. 61. Schema der Blutcirculation. a Arterie, c Capillaren, h Vorkammer, k Kammer, kl Klappen, p Pericard, v Venen.

Sie ist ein zwischen Darm und Körperwand eingeschobener Hohlraum, der von einer besonderen epithel-bedeckten Membran, dem Bauchfell oder Peritoneum, ausgekleidet ist und die meisten vegetativen Organe beherbergt. Stossen die beiden Hälften der Leibeshöhle, ohne zusammenzufließen, dorsal und ventral vom Darm auf einander, so entstehen die Aufhängebänder oder Mesenterien, die den Darm in seiner Lage befestigen, von denen aber das ventrale meist, das dorsale wenigstens häufig rückgebildet ist. Für die Nahrungsvertheilung spielt das Cölom bei wirbellosen Thieren eine ganz hervorragende Rolle, indem es von einer Art Lymphe, einer zellhaltigen, eiweissreichen Flüssigkeit erfüllt wird. Es verliert an Bedeutung, je mehr das Blutgefässsystem zur Ausbildung gelingt, und ist bezüglich der Nahrungsvertheilung bei Wirbelthieren nur noch ein rudimentäres Organ.

Herz, Arterien, Venen, Capillaren.

Die vollkommenste Art der Nahrungsvertheilung wird endlich durch die Blutgefässe vermittelt, welche daher auch den höheren Thierstämmen allgemein zukommen, gleichgiltig, ob daneben noch eine



Leibeshöhle vorhanden ist oder nicht (Fig. 61). Blutgefässe sind Röhren mit flüssigem Inhalt, welche von den Athmungsorganen aus den Sauerstoff, vom Darm aus die assimilirte Nahrung aufnehmen und sie später an die Gewebe wieder abgeben. Da ein solcher Stoffaustausch voraussetzt, dass die Blutflüssigkeit in den Gefässen circulirt, so sind bestimmte Theile der Blutbahn contractil; sie sind mit Muskeln bedeckt, welche durch ihre Contractionen die Röhren verengen und die Flüssigkeit vorwärts treiben. Bei niederen Formen sind weite Strecken der Blutbahn contractil; bei höheren wird grössere Regelmässigkeit der Circulation erreicht, indem nur ein bestimmter, besonders muskulöser Theil der Blutbahn, das Herz, die Blutmasse fortbewegt. Eine freie Bewegung des Herzens ist nur dann möglich, wenn dasselbe von den angrenzenden Geweben losgelöst ist und in einem besonderen Hohlraum liegt (Fig. 61). Daher sehen wir, dass das Herz entweder frei in der Leibeshöhle lagert oder in einen eigenen Beutel, in das Pericard oder den Herzbeutel (wohl überall einen selbständig gewordenen Theil der allgemeinen Leibeshöhle), eingebettet ist (*p*). Minder wichtig als das Auftreten des Pericards ist für die Thätigkeit des Herzens die Sonderung desselben in einen das Blut aufnehmenden Theil, den Vorhof (*h*), und einen das Blut austreibenden Theil, die Kammer (*k*); daher denn keineswegs diese Sonderung überall durchgeführt ist. Besondere Einrichtungen des Herzens sind noch die Klappen (*kl*), welche an den Grenzen der Herzabschnitte angebracht sind und durch ihren Verschluss verhindern, dass das Blut in Kammer oder Vorkammer zurückströmt, wenn die Wandungen derselben nach beendigter Contraction erschlaffen.

Für ein gutes Functioniren der Blutgefässe ist ausser der Circulation noch nothwendig, dass die ernährenden Stoffe leicht aufgenommen und an die Gewebe wieder abgegeben werden können. Der betreffende Abschnitt der Blutbahn muss leicht durchgängige Wandungen haben, im Körper sich weit verbreiten und eine für sein Lumen grosse Oberfläche besitzen. Diesen Anforderungen genügen die Haargefässe oder die Capillaren (*c*), äusserst feine und dünnwandige Gefässe, welche alle Organe umspinnen und durchsetzen; durch ihre häufig nur von einer zarten Epithellage gebildeten Wandungen hindurch können die Eiweissstoffe zur Ernährung an die Gewebe abgegeben und der Sauerstoff gegen die Kohlensäure ausgetauscht werden. Zwischen dem Herzen und den Capillaren besteht somit entsprechend ihrer verschiedenen Function der denkbar grösste Unterschied im Bau; sie müssen daher durch besondere, einen Uebergang vermittelnde Gefässe verbunden werden, Gefässe, welche dickwandig und gross am Herzen beginnen und durch Verästelung und Verdünnung ihrer Wand allmählig in die Capillaren übergehen; solcher Gefässe giebt es zwei Arten, die in den Capillarbezirk einleitenden festeren Arterien (*a*) und die nach dem Herzen zurückleitenden dünnwandigeren Venen (*v*).

Bei allen Thieren hat sich als Gesetz herausgestellt, dass das Blutgefässsystem in Anordnung und Bau mehr von der Respiration beeinflusst wird, als von der Nahrungsaufnahme im engeren Sinne. Es besteht eine Correlation zwischen Respirations- und Circulationsorganen. Diese Correlation drückt sich zunächst darin aus, dass man einen doppelten Capillarbezirk unterscheiden muss, ausser dem schon erwähnten Körpercapillarbezirk noch den respiratorischen Capillarbezirk, dessen ausschliessliche Aufgabe es ist, die Kohlensäure

Correlation  
von Ath-  
mungsorga-  
nen und  
Blutgefässen



aus dem Blut zu entfernen und den Sauerstoff ihm zuzuführen (Kiemen- und Lungencapillaren). Zweierlei Capillarbezirke machen auch zweierlei Arterien und Venen nöthig, Körperarterien und Körpervenen, respiratorische Arterien und respiratorische Venen. Dies erläutert beistehendes Schema vom Blutkreislauf der *Fische* (Fig. 62). Aus dem Capillarbezirk der functionirenden Gewebe des Körpers führen Venen nach dem Vorhof des Herzens; vom Vorhof strömt das Blut in die Herzkammer und durch die Kiemenarterien weiter in die respiratorischen Kiemencapillaren. Von diesen wird es durch die Kiemenvenen abgeleitet, die sich zu einem starken Stamm vereinigen, welcher seinerseits sich wiederum verästelt, um in den Capillarbezirk des Körpers überzugehen. Da die Verästelungen des durch die Kiemenvenen gebildeten Hauptstammes wieder in einen Capillarbezirk einleiten, muss man sie, wie den Hauptstamm selbst, Arterien nennen.

Arteriell  
und venöses  
Blut.

Während das Blut seinen Kreislauf durch den Körper beschreibt, ändert es zweimal seine chemische Beschaffenheit und demgemäss auch seine Farbe. Das Blut, welches aus dem Körpercapillarbezirk abfließt, hat einen grossen Theil seines Sauerstoffs an die Gewebe abgegeben, Kohlensäure dafür eingetauscht und eine dunkelrothe Farbe angenommen. Diesen Charakter behält es bis in die Kiemencapillaren bei, wo es wieder unter Abgabe der Kohlensäure sauerstoffhaltig wird und sich hellroth färbt. Die verschiedene Beschaffenheit des Blutes konnte man zuerst von den Arterien und Venen des Körperkreislaufs und nannte das dunklere, kohlensäurereiche Blut venös, das hellrothe, sauerstoffreiche dagegen arteriell, da ersteres in den Venen, letzteres in den Arterien fliesst. Beide Ausdrücke sind, wie aus dem oben gegebenen Schema ersehen werden kann, durchaus ungeeignet, weil sie zu der falschen Auffassung führen können, als ob Venen immer kohlensäurereiches Blut und Arterien immer sauerstoffreiches Blut führen müssten. Dem gegenüber lehrt das Schema, dass im respiratorischen Kreislauf (kleinen Kreislauf) die Verhältnisse umgekehrt sein müssen wie im Körperkreislauf, in-

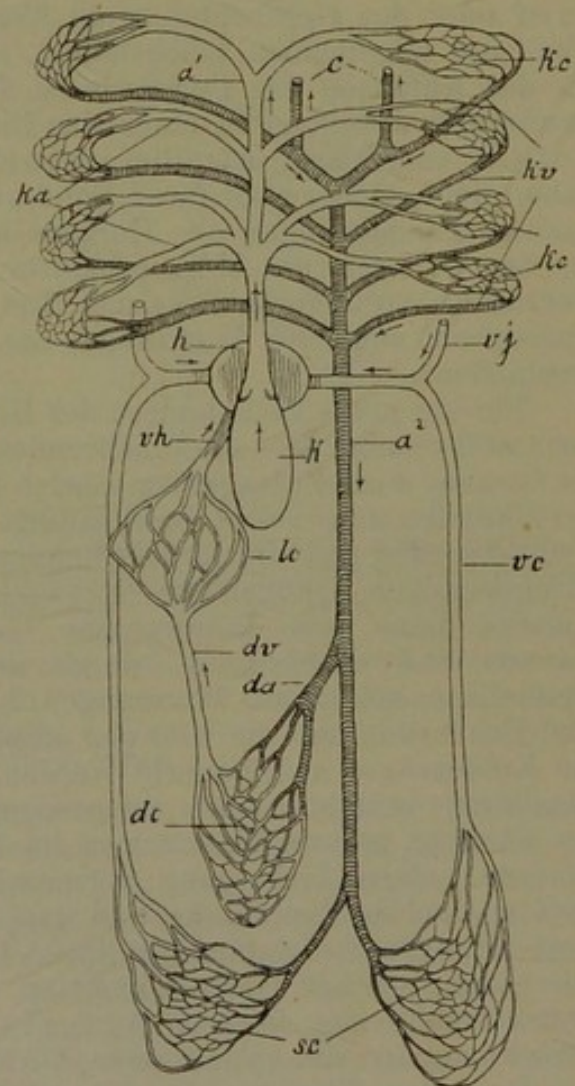


Fig. 62. Schema für den Blutkreislauf der Fische,  $a^1$  aufsteigender Arterienstamm mit den Kiemenarterien ( $ka$ ),  $a^2$  die aus den Kiemenvenen ( $kv$ ) sich sammelnde absteigende Aorta,  $c$  Carotiden,  $kc$  Kiemencapillaren,  $h$  Herzvorkammer,  $k$  Herzkammer,  $vj$  Vena jugularis,  $vc$  Vena cardinalis,  $vh$  Vena hepatica (cava inferior),  $da$  Darmarterien,  $dv$  Darmvenen,  $dc$  Darmcapillaren,  $sc$  Körpercapillaren,  $lc$  Lebercapillaren.



dem die Arterien hier „venöses“, die Venen dagegen „arterielles“ Blut enthalten.

Ein Blutgefäßsystem, wie wir es bisher besprochen haben, nennen wir ein geschlossenes, weil das Blut stets in besonderen, mit eigenen Wandungen ausgerüsteten Röhren fließt. Dem geschlossenen steht das offene Blutgefäßsystem gegenüber; hier verlieren die Blutgefäße nach einiger Zeit den Charakter von Röhren und werden

Geschlossenes und  
offenes Blut-  
gefäßsystem.

zu weiten Hohlräumen, welche ohne besondere Wandungen sich zwischen die Eingeweide und Organe einschieben.

Das beste Beispiel eines offenen Blutgefäßsystems liefern die *Insecten* und *Tausendfüsse*, welche nur das Herz und ganz kurze Arterienstämme besitzen. Aus den Enden der Arterienstümpfe tritt das Blut in die Leibeshöhle; aus der Leibeshöhle gelangt es durch seitliche Spalten wieder in das Herz zurück (Fig. 63). Innerhalb des Stammes der *Arthropoden* und der *Mollusken* sind zwischen einem so extremen Fall von offenem Blutgefäßsystem und einem nahezu geschlossenen alle Uebergänge vorhanden. Hier offenbart sich auf's Neue die engste Correlation der Circulations- und Respirationsorgane, und zwar kommt den letzteren der bestimmende Einfluss zu. Wenn die Athmung über oder durch den Körper diffus verbreitet ist und die Vertheilung des Sauerstoffs ohne besondere Gefäße von selbst sich regelt, ist der Circulationsapparat sehr einfach; er wird dagegen differenzirt in Herz, Arterien, Venen und Capillaren, wenn die Athmung an bestimmte, beschränkte Stellen geknüpft ist und dadurch eine regelmässige Vertheilung des Sauerstoffs nöthig wird. Man vergleiche hierüber das Genauere bei *Crustaceen*, *Spinnen* und *Insecten*.

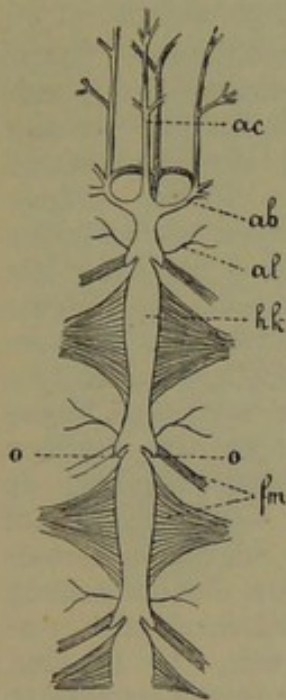


Fig. 63. Vorderes Ende des Herzens von *Scolopendra* (aus Lang nach Newport). *hk* Herzklappen mit Flügel-muskeln (*fm*) und seitlichen Spaltöffnungen (*o*); *ab*, *ac*, *al* vom Herzen ausgehende Arterien, die das Blut in die Leibeshöhle ergießen.

Ein besonderer Abschnitt des Blutgefäßapparats ist endlich das nur bei *Wirbelthieren* vorkommende Lymphgefäßsystem. Im Ca-

Lymph-  
gefäße.

pillarbezirk des Körpers können Eiweissstoffe wohl in die Gewebe übertreten, ein etwaiger Ueberschuss kann aber wegen des in den Capillaren herrschenden höheren Druckes nicht auf dem gleichen Wege wieder in die Blutgefäße zurückgelangen. Dieser Ueberschuss wird durch die Lymphgefäße in die Venen zurückgeführt. Die Lymphgefäße beginnen mit den Gewebslücken, aus denen sie sich erst allmählig zu Gefäßen mit deutlichen Wandungen herausbilden. Besonders wichtig werden die Lymphgefäße des Darms, indem sie während der Verdauung sich mit den Eiweiss- und Fettbestandtheilen der verdauten Nahrung beladen; man nennt sie Chylusgefäße, weil dann ihr Inhalt, der Chylus, sich durch seine milchige Färbung von gewöhnlicher Lymphe unterscheidet.

Im Anschluss an das Blutgefäßsystem mögen noch zwei Ausdrücke Erläuterung finden, welche auch in Laienkreisen viel angewandt, meist aber nicht richtig verstanden werden: *Kaltblüter* und *Warmblüter*, oder

Kalt- und  
Warmblüter.



wie es richtiger heissen sollte, *wechselwarme* und *eigenwarme* Thiere. Unter wechselwarmen (poikilothermen) oder kaltblütigen Thieren verstehen wir Formen, deren Temperatur vollkommen von der Temperatur der Umgebung abhängig ist und mit derselben steigt und fällt, stets aber wenige Grade mehr als dieselbe beträgt. In unseren Klimaten, wo die Temperatur wesentlich niedriger ist als unsere eigene Blutwärme, werden solche Thiere, wie z. B. die *Frösche*, auf unser Gefühl einen erkältenden Eindruck machen, da sie namentlich in der kühlen Jahreszeit eine viel geringere Körpertemperatur besitzen als wir.

Als Warmblüter oder eigenwarme (idiotherme, homoiotherme) Thiere bezeichnet man dagegen Thiere, welche unter allen Verhältnissen immer nahezu dieselbe Temperatur beibehalten. Der *Mensch* hat im Sommer und Winter, unter dem Aequator und am Nordpol stets annähernd eine Temperatur von 36–37° C. und zeigt nur im Fieber höhere Temperaturen. Um eine constante Temperatur gegenüber wechselnden äusseren Wärmeverhältnissen aufrecht zu erhalten, muss ein Thier die Wärmesteuerung besitzen; es muss die Fähigkeit haben, die Wärme seines Körpers zu reguliren, einerseits durch Reguliren der Wärmeproduction, andererseits durch Reguliren der Wärmeabgabe. Ist die Umgebung höher erwärmt, als die Körpertemperatur normaler Weise betragen soll, so muss zunächst die Wärmeproduction auf das mit den Lebensprocessen vereinbare geringste Maass beschränkt werden; da dies aber nicht genügt, so muss ausserdem durch Verdunstung auf der Körperoberfläche, wie sie namentlich durch starkes Schwitzen herbeigeführt wird, die Wärmeabgabe gesteigert werden. Ist die Umgebung dagegen kühl, so muss umgekehrt jede unnöthige Wärmeabgabe vermieden, die Wärmeproduction dagegen gesteigert werden. Es ist klar, dass die Idiothermie, indem sie complicirte Einrichtungen voraussetzt, nur bei höheren Thieren vorkommen kann.

#### IV. Excretionsorgane.

Die Excretionsorgane sind Röhren oder Drüsencanäle, welche direct oder durch Vermittelung des Enddarms (Cloake) auf der Körperoberfläche münden und unbrauchbar gewordene Stoffe nach aussen befördern. Für ihren Bau ist es von Wichtigkeit, ob ein Blutgefässsystem oder eine Leibeshöhle oder beide gleichzeitig vorhanden sind oder ob dieselben fehlen. Wenn Leibeshöhle und Blutgefässe noch nicht entwickelt sind, so müssen die Excretionsröhren, um die Excrete aus den Geweben ableiten zu können, sich verästeln und den Körper nach allen Richtungen (nach Art einer Drainage) durchsetzen, wobei sie häufig sich zu einem an Blutcapillaren erinnernden Netzwerk verbinden (Protonephridien oder Wassergefässsysteme der parenchymatösen Würmer, Fig. 64). Die Anfänge des Canalsystems sind blindgeschlossene Röhrchen, die an ihrem Grund mit lebhaft schlagenden Wimperbüscheln, den Flimmerläppchen, ausgerüstet sind (Fig. 65). Aus dem Canalsystem führen ein oder mehrere Hauptstämme nach aussen. Kurz vor der Ausmündung (Porus excretorius) findet sich meist eine contractile Ausweitung, die Harnblase.

Mit der Entwicklung der Leibeshöhle wird eine Centralstätte wie für die Ernährung so auch für die Aufsammlung der Excretstoffe geschaffen. Aus ihr leiten die Nephridien, Schleifen- oder Segmentalcanäle nach aussen, meist einfache, selten verästelte, an beiden Enden



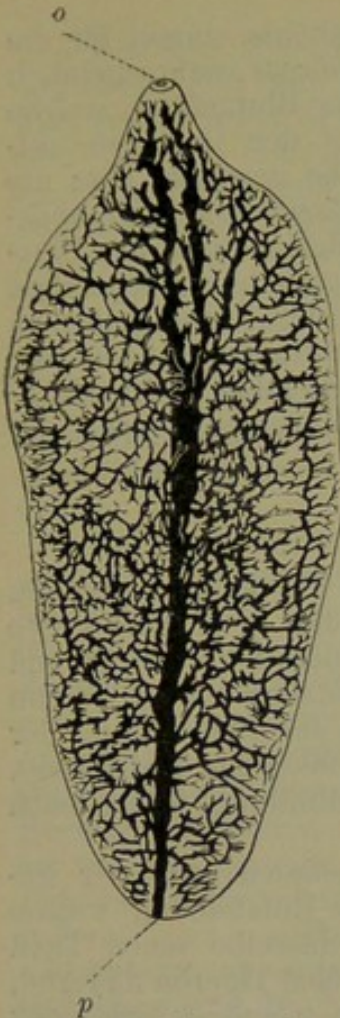


Fig. 64. *Distoma hepaticum* mit Wassergefäßsystem. *p* Porus excretorius, *o* Mundöffnung (aus Hatschek).

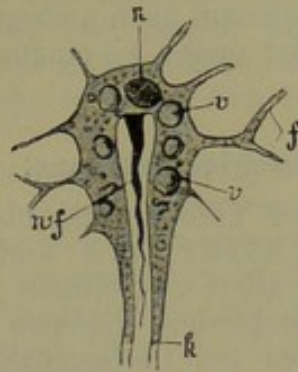


Fig. 65. Blindes Ende eines feinsten Wassergefäßscans (*k*) einer *Turbellarie* (aus Lang), *n* Kern, *f* Fortsätze der Endzelle, *wf* Flimmerlappchen der Endzelle, *v* Vacuolen.

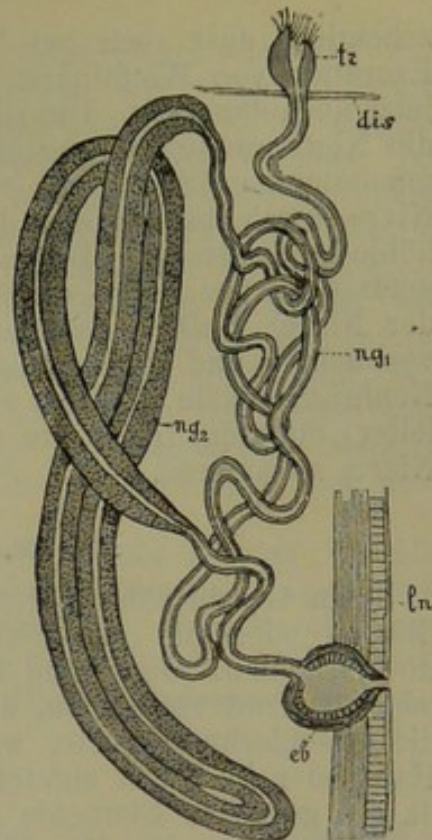
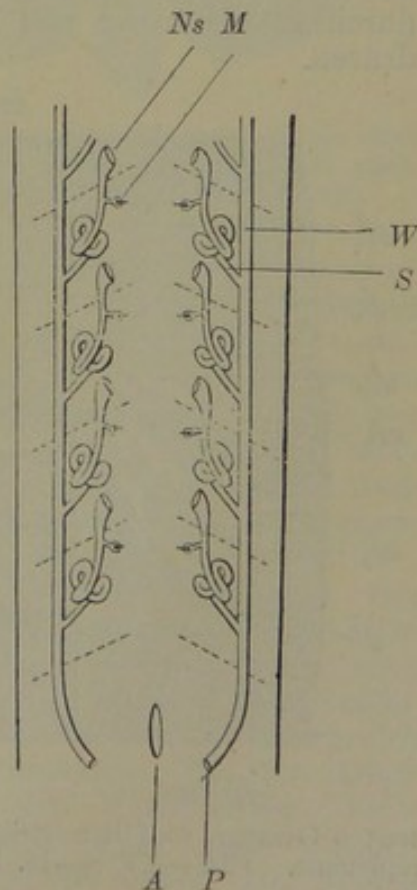


Fig. 66. Segmentalorgan eines *Oligochaeten*, Schema (aus Lang). *tx* Flimmertrichter, *dis* Dissepiment, *ng¹* nicht drüsiger, *ng²* drüsiger Theil des Canals, *eb* Endblase, *ln* Leibeswand.

geöffnete Röhren. Die eine Oeffnung (Fig. 66) führt nach aussen, die andere communicirt nach der Leibeshöhle mittelst eines Flimmertrichters oder Nephrostoms, einer weiten Mündung, deren lebhafteste Flimmerung in den Canal einleitet und die Excretstoffe (bei Anneliden mit Guanin beladene Peritonealzellen, die zerfallenen „Chloragogenzellen“) nach aussen treibt.

Auf derartige Nephridien ist auch die Niere der Wirbelthiere zurückzuführen. Der Umstand, dass bei Embryonen die Nierenkanälchen vielfach noch mit Nephrostomen in die Leibeshöhle münden, macht wahr-

Fig. 67. Schema der Urniere eines Wirbelthieres (aus Hatschek); Segmentgrenzen punktirt. *A* Afteröffnung, *P* Mündung der Urnierengänge (*W*), *Ns* Wimpertrichter (Nephrostom), *M* Malpighi'sche Körperchen der Segmentalcanäle (*S*).





scheinlich, dass auch bei Wirbelthieren die Leibeshöhle einmal für die Excretion von Wichtigkeit gewesen ist (bei *Amphioxus* wahrscheinlich jetzt noch dauernd). Die zunehmende Bedeutung der Blutgefäße, welche die Nierencanälchen umspinnen und ihnen die aus den Geweben aufgenommenen Excretstoffe zuführen, ist wohl Ursache gewesen, dass die Niere durch Rückbildung der Nephrostomen ihre Beziehung zur Leibeshöhle verloren hat. Besonders innig werden die Beziehungen der Blutgefäße zu der Niere durch die Glomeruli (Malpighi'schen Körperchen der Niere), Gefässverästelungen, welche die Wand der Nierencanälchen vorbuchten und so in das Lumen derselben hineinragen. Indem die Nephridialcanäle in einen gemeinsam nach aussen leitenden Canal (Harnleiter) münden, treten sie meist enger zu einem compacten Körper, der Niere, zusammen.

### B. Geschlechtsorgane.

Am Geschlechtsapparat der Thiere muss man die keimbereitenden Stätten oder die Geschlechtsdrüsen und die Ausführwege unterscheiden. Jene sind bei allen vielzelligen Thieren vorübergehend oder dauernd vorhanden, diese können dagegen gänzlich fehlen. Wenn die Geschlechtsproducte, wie es bei *Coelenteraten* der Fall ist, in der Haut oder im Darm entstehen, dann sind die Ausführwege überflüssig, da die gereiften Elemente durch Platzen ihrer Umhüllung direct nach aussen oder in den Darm hinein entleert werden.

Keimepithel  
und Keim-  
drüsen.

Männliche und weibliche Geschlechtszellen nehmen, wie wir gesehen haben, aus einer indifferenten Anlage ihre Entstehung, welche man das Keimepithel nennt. Mit Vorliebe bildet dasselbe einen Theil der epithelialen Auskleidung der Leibeshöhle, bei vielen Thieren dauernd, bei anderen nur vorübergehend; im letzteren Falle trennt es sich meist durch Abschnürung und bildet drüsenartige Körper, die Geschlechtsdrüsen.

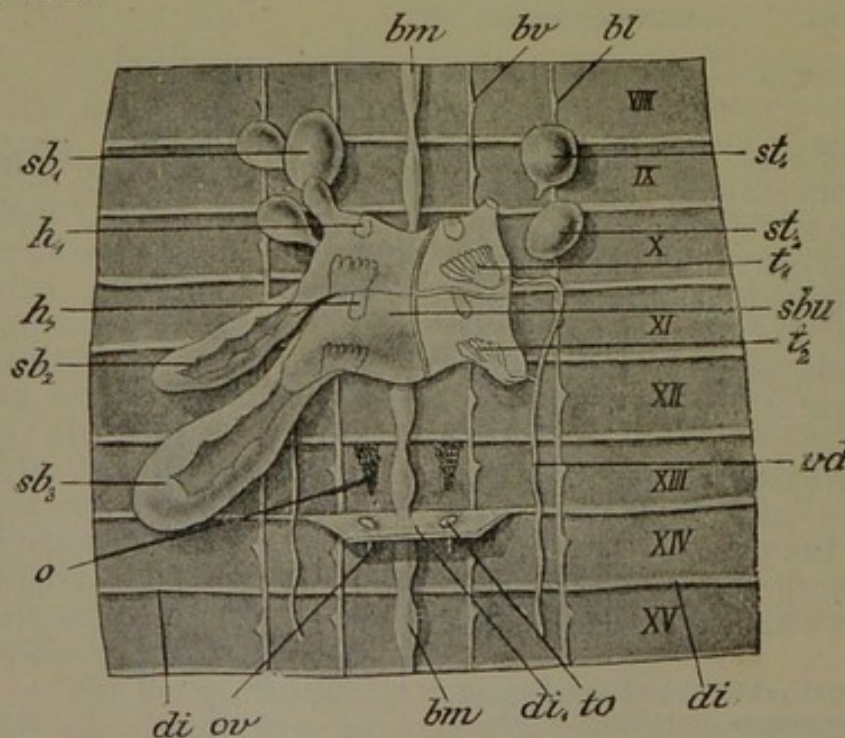


Fig. 68. Geschlechtsorgane von *Lumbricus herculeus* (aus Lang nach Vogt und Yung). Die Samenbläschen der rechten Seite sind abgeschnitten. *bm* Bauchmark, *bv* u. *bl* ventrale u. laterale Borstenreihen, *st<sup>1</sup>* *st<sup>2</sup>* Samentaschen (Receptacula seminis), *sb<sup>1</sup>* *sb<sup>2</sup>* *sb<sup>3</sup>* die 3 Samenbläschen der linken Seite, welche auf 2 unpaaren Samenkapseln (*sbu*) sitzen. In letzteren eingeschlossen *h<sup>1</sup>* *h<sup>2</sup>* die vorderen und hinteren Hoden und *t<sup>1</sup>* *t<sup>2</sup>* die vorderen und hinteren Samenrichter, die in das Vas deferens *vd* lei-

ten; *o* Ovarien, *to* Flimmertrichter, die in die Oviducte *ov* leiten, *di* Reste der Dissepimente. VIII—XV 8.—15. Segment.



Bei den meisten Thieren erzeugt das Keimepithel entweder nur weibliche oder nur männliche Geschlechtszellen; solche Thiere nennt man getrenntgeschlechtlich oder gonochoristisch im Gegensatz zu den hermaphroditen oder zwitterigen Formen, bei denen in einem und demselben Individuum beiderlei Geschlechtsorgane enthalten sind. Man kann verschiedene Grade des Hermaphroditismus unterscheiden. Gewöhnlich sind Hoden und Ovar zwar in demselben Thier vereinigt, innerhalb des Körpers jedoch räumlich getrennt, wie z. B. bei unserem *Regenwurm*, bei welchem ein paar Ringe nur männliche, ein dritter Ring nur weibliche Drüsen enthält (Fig. 68). Seltener ist die Vereinigung von Hoden und Eierstöcken zu einem einzigen Drüsenkörper, einer Zwitterdrüse; unsere *Lungenschnecken* besitzen eine Zwitterdrüse, welche in denselben Follikeln Samen und Eier producirt.

Hermaphroditismus  
und Gonochorismus.

Hermaphroditismus ist bei niedriger organisirten Thieren im Allgemeinen häufiger als bei den höher organisirten. *Insecten* und *Wirbelthiere* sind fast ausnahmslos getrenntgeschlechtlich; man kennt unter letzteren nur zwei Fälle von normalem Hermaphroditismus, den *Seebarsch*, *Serranus scriba*, einen Knochenfisch, und die *Myxine glutinosa*. Häufiger wird Hermaphroditismus als Abnormität beobachtet. Eine auffällige Form desselben ist der Hermaphroditismus lateralis, bei welchem die eine Hälfte des Thieres nur männliche, die andere nur weibliche Geschlechtsdrüsen erzeugt. Sind Männchen und Weibchen einer Art an ihrem verschiedenen Aussehen zu unterscheiden, so drückt sich der Hermaphroditismus lateralis schon äusserlich in der Gestalt aus, indem die eine Hälfte des Thieres die Kennzeichen des Männchens, die andere die des Weibchens besitzt. Man kennt hermaphrodite Schmetterlinge und Bienen, bei denen die männliche Hälfte die besondere Gestalt der männlichen Fühler, Augen und Flügel trägt und sich durch sie wesentlich von der weiblichen Hälfte unterscheidet (Fig. 69). Doch ist hier zu beachten, dass in den meisten Fällen, in denen der äusseren Erscheinung nach Hermaphroditismus vorzuliegen schien, die anatomische Untersuchung entweder nur männliche oder nur weibliche Geschlechtsdrüsen in rudimentärer Beschaffenheit nachweisen konnte (Pseudohermaphroditismus, besser Gynandromorphie).



Fig. 69. Hermaphroditismus lateralis eines Schmetterlings (*Oenaria dispar*). Links weiblich, rechts männlich (nach Taschenberg).

Äusserst selten ist echter Hermaphroditismus (Auftreten von zweierlei Sexualdrüsen in demselben Thier) bei *Säugethieren* und *Menschen* beobachtet worden. Was hier als Hermaphroditismus beschrieben worden ist, verdient in der Mehrzahl der Fälle diesen Namen nicht.

Die Ausführwege der Geschlechtsproducte sind im Thierreich sehr häufig den excretorischen Apparaten entnommen. Bei den *Anneliden* dienen manche Segmentalorgane, bei den *Wirbelthieren* Theile des Nierensystems ausschliesslich oder neben ihrer excretorischen Function der Geschlechtsthätigkeit. Man spricht daher von einem

Ausführwege.



„Urogenital-System“. Diese merkwürdige Vereinigung von Genitalorganen und Excretionsorganen hat eine doppelte Ursache, eine physiologische und eine anatomische. Physiologisch ist wichtig, dass sich Eier und Spermatozoen wie Excrete verhalten; sie sind Stoffe, die nicht mehr für den Nutzen des Individuums bestimmt sind, sondern nach aussen gelangen müssen, um in Wirksamkeit zu treten. Die morphologische Ursache ist im Verhalten zu der Leibeshöhle gegeben. Ein

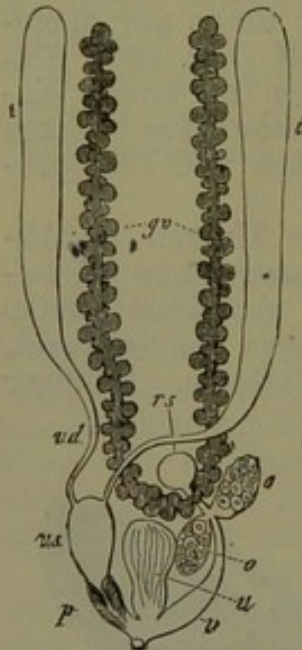


Fig. 70. Geschlechtsapparat von *Vortex viridis* (aus Gegenbaur nach M. Schultze). *t* Hoden, *vd* Vasa deferentia, *vs* Vesicula seminalis, *p* Penis, *o* Ovarium mit Oviducten, *u* Uterus, *v* Vagina, *rs* Receptaculum seminis, *gv* Dotterstöcke.

beim Männchen *Vesiculae seminales*; erstere beherbergen Samen, welcher durch die Begattung in die weiblichen Geschlechtswege gelangte, letztere Samen, welcher im Hoden des gleichen Thieres entstanden ist.

Urogenitalsystem entwickelt sich nur bei Thieren, bei denen das Keimepithel aus dem Epithel der Leibeshöhle abstammt und bei denen die Niere dauernd oder ihrer Anlage nach mit der Leibeshöhle in Verbindung steht und so die natürliche Ableitung für die Producte derselben bildet. — Unabhängig davon, ob die Geschlechtswege Theile der Excretionsorgane oder selbständige Bildungen sind, gewinnen sie in der Thierreihe eine bestimmte, durch ihre Function bedingte Einrichtung (Fig. 70). Von der Geschlechtsdrüse leiten Canäle nach aussen, die Eileiter, Oviducte, des Weibchens, die Samenleiter, Vasa deferentia, des Männchens (bei der Zwitterdrüse der Zwittergang).

Der Endabschnitt des Samenleiters ist häufig sehr muskulös und heisst *Ductus ejaculatorius*; er kann als Penis oder Cirrus herausgestülpt werden oder ragt dauernd über die Körperoberfläche hervor. Der Endabschnitt des Eileiters ist oft erweitert und lässt 2 Abschnitte erkennen, den Uterus, welcher die Eier während ihrer Entwicklung beherbergt, und die zur Begattung dienende Scheide, Vagina. Dazu können dann in den beiden Geschlechtern noch accessoriische Drüsen der verschiedensten Art hinzutreten.

Weibliche und männliche Geschlechtswege können mit Ausstülpungen oder Erweiterungen versehen sein, welche zur Aufnahme von Samen dienen. Man nennt sie beim Weibchen *Receptacula seminis*,

## Animale Organe.

### I. Fortbewegungsorgane.

Die Fähigkeit, den Ort nach freier Wahl zu verändern, ist eine so sehr in den Vordergrund tretende Eigenthümlichkeit der Thiere, dass der Laie geneigt ist, danach zu entscheiden, ob ein Organismus dem Thier- oder Pflanzenreich zugehört. Deshalb ist es nöthig, hervorzuheben, dass zahlreiche Thiere die freie Ortsbewegung aufgeben, indem sie sich auf dem Boden, auf Pflanzen oder auf anderen Thieren fest ansiedeln. Alle *Schwämme* und *Corallen*, die meisten *Hydroidpolypen*, die *Crinoiden* unter den *Echinodermen* haben zwar frei herum-



schwimmende Larven, sitzen aber im ausgebildeten Zustand fest und haben dadurch eine überraschende Aehnlichkeit mit Pflanzen gewonnen, so dass sie, obwohl echte Thiere, lange Zeit für Pflanzen gegolten haben. Ferner sind manche *Muscheln* und *Würmer* mit ihren Gehäusen angewachsen; ja sogar manche Krebsformen, die *Cirripeden*, haben die freie Ortsbewegung vollkommen verloren. Eine genauere Untersuchung wird aber in allen diesen Fällen lehren, dass eine Bewegungsfähigkeit der einzelnen Theile fortexistirt, wie denn die *Corallen* ihre Tentakelkronen und die *Cirripeden* ihre federbuschartigen Füsse einschlagen, die *Muscheln* ihre Schalen activ schliessen können.

Zur Bewegung dienen bei den niederen Formen, den *Protozoen*, fast ausschliesslich Zellfortsätze, seien es *Cilien*, *Geisseln* oder *Pseudopodien*. Bei den vielzelligen Thieren ist das äusserst selten der Fall. Amöboide Beweglichkeit der Epithelzellen kommt zwar noch bei *Coelenteraten* und auch bei manchen *Wurmern* vor, genügt aber nicht zur Ortsbewegung des ganzen Thieres. Wirksamer ist das Geissel- oder Wimperepithel, welches bei *Ctenophoren*, *Turbellarien* und *Rotatorien* die Schwimmbewegung vermittelt; ausserdem findet sich dasselbe noch bei vielen Larven von Thieren, welche, ausgebildet, entweder gar nicht oder nur mit Hilfe von Muskeln ihren Ort verändern können. In der Form von Planulae, d. h. als bewegliche, mittelst Flimmern schwimmende Larven, verlassen fast alle *Coelenteraten*, *Echinodermen* und *Mollusken* und die Mehrzahl der *Würmer* die Eihüllen.

Zu energischerer Thätigkeit ist nur die Muskulatur befähigt. Die Anordnung derselben wechselt und hängt von der Beschaffenheit des Skelets ab. Skeletlose Formen haben gewöhnlich den „Hautmuskelschlauch“, einen Sack von circulären und longitudinalen Fasern, welcher mit der Haut fest vereinigt ist. Bildet sich von der Haut aus ein Skelet, wie bei den *Arthropoden*, so löst sich der Schlauch in Muskelgruppen auf, die am Hautskelet ihre Angriffspunkte finden; bildet sich dagegen, wie bei den *Wirbelthieren*, ein Axenskelet aus, so ist hier das Punctum fixum der Muskelwirkung gegeben, so dass die Muskulatur einen ganz neuen Charakter gewinnt und namentlich tiefer zu liegen kommt. Ein Locomotionsapparat ganz eigener Art ist das Ambulacralsystem der *Echinodermen*, ein System von feinen, zum Theil als Füsschen ausstülpbaren Schläuchen, über deren Verwendung das Nähere bei den *Echinodermen* nachzulesen ist.

## II. Nervensystem.

Kaum ein Organsystem zeigt in der Thierreihe eine so gesetzmässige Fortbildung wie das Nervensystem. Die verschiedenen Stufen, welche man dabei aufstellen kann, wollen wir als die diffuse Form, die Strangform, die gangliöse Form und die Röhrenform bezeichnen.

1) Die diffuse Form des Nervensystems ist jedenfalls die ursprünglichste; sie zeigt die beiden Elemente, Nervenfasern und Ganglienzellen, gleichmässig durch den ganzen Körper oder wenigstens durch gewisse Schichten des Körpers verbreitet. Als eine von den ersten Anfängen an bevorzugte Schicht ist die Haut des Körpers, das Ectoderm, anzusehen, da dieses den Verkehr mit der Aussenwelt vermittelt und daher die für die Ausbildung der Nervengewebe wichtigen Sinneseindrücke erhält. Die *Corallen* und *Hydroidpolypen* können uns als Beispiel dienen, da bei ihnen das Ectoderm nach allen Rich-

Diffuses  
Nerven-  
system.



tungen hin von einem subepithelialen zarten, spinnwebeartigen Netz von Nervenfasern und Ganglienzellen, welches auch auf das Entoderm übergreift, durchsetzt wird.

Strang-  
förmiges  
Nerven-  
system.

2) Aus der diffusen Form lassen sich die übrigen Hauptformen durch Localisation ableiten, welche wohl hauptsächlich dadurch bedingt ist, dass manche Stellen zur Aufnahme von Sinneseindrücken und daher auch zur Entwicklung nervöser Theile geeigneter gelagert sind, als ihre Nachbarschaft. Bei den *Medusen* ist der Rand der Glocke eine solche Stelle, weshalb hier ein kräftiger, an Ganglienzellen auffallend reicher Nervenstrang verläuft. Man kann denselben, ebenso wie den Ringnerven und die 5 Ambulacralnerven der *Echinodermen* ein Centralorgan nennen und davon den Rest des Nervennetzes als peripheres Nervensystem unterscheiden.

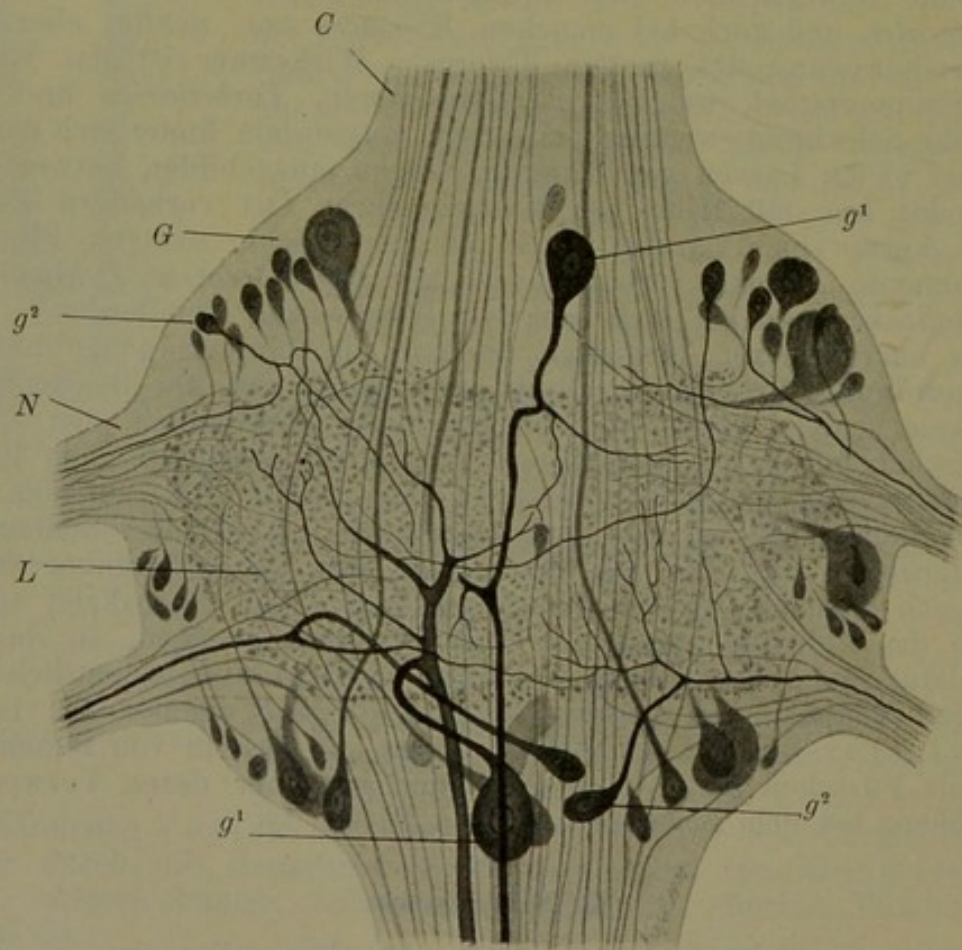


Fig. 71. Drittes abdominales Bauchganglion des Flusskrebses (nach Retzius). *C* Connective oder Längscommissuren, *G* Ganglienzellenschicht, *g¹* Ganglienzellen, deren Neuriten in die Längscommissuren treten, *g²* Ganglienzellen, deren Neuriten in die peripheren Nerven eintreten, *L* Leydig'sche Punktsubstanz, *N* periphere Nerven.

Ganglien-  
knötchen.

3) Vielerlei Uebergangsformen leiten uns zu dem gangliösen Centralnervensystem der *Würmer*, *Mollusken* und *Arthropoden* (Fig. 71). Das Centralnervensystem besteht hier aus 2 oder mehreren Ganglien; jedes Ganglion ist ein rundliches Knötchen gesetzmässig angeordneter Nervenfasern und Ganglienzellen. Jene bilden den Kern des Knötchens und verursachen, indem sie sich nach allen Richtungen kreuzen, das Bild einer feinen Körnelung, welches zu dem ungeeigneten, weil leicht irreführenden Namen „Leydig'sche Punktsubstanz“ geführt hat. Die



Ganglienzellen dagegen häufen sich zu einer dicken Rindenschicht um die Leydig'sche Punktsubstanz an. Aus der centralen Nervenmasse hervor treten die peripheren Nerven, desgleichen die Commissuren, wie man die zu anderen ähnlichen Ganglienknoten verlaufenden Verbindungsstränge nennt.

Da nun die meisten Thiere symmetrisch gebaut sind, findet man die Ganglien paarig gruppiert. Ein linkes und ein rechtes Ganglion entsprechen einander und sind durch einen Strang von Nervenfasern, die Quercommissur, einheitlich verbunden. Am constantesten sind zwei Ganglien, welche dorsal über dem Anfangsdarm liegen und daher die oberen Schlundganglien oder auch Hirnganglien heissen. Wenn noch weitere Ganglien vorkommen, so liegen dieselben ventral und unter dem Darm (Bauchmark).

Fig. 72.

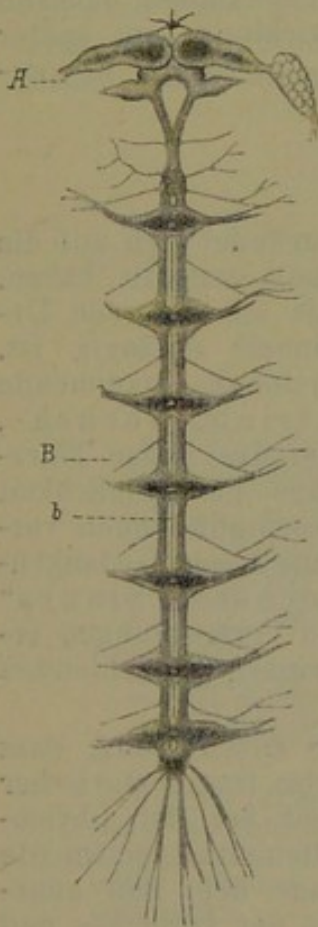


Fig. 73.

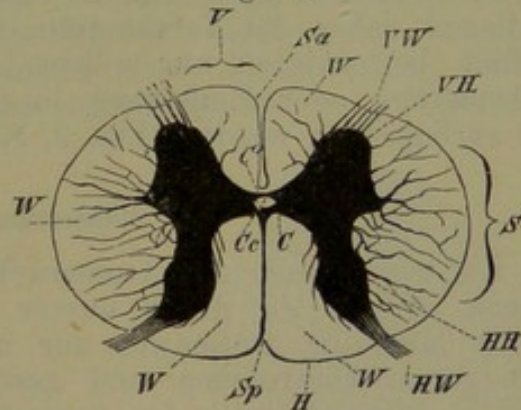


Fig. 72. Strickleiternnervensystem von *Porcellio scaber* (Assel). A Hirn, B Bauchmark, durch die Schlundcommissuren verbunden mit dem Hirn, b ein früher als Sympathicus gedeuteter Strang (nach Leydig).

Fig. 73. Querschnitt durch das Rückenmark des Menschen (aus Wiedersheim), schwarz die graue, weiss die weisse Substanz; Cc Centralcanal, umgeben von der vorderen und hinteren Commissur (CC), Sa, Sp Sulcus anterior und posterior, VW, HW vordere und hintere Nervenwurzel, VH, HH Vorder- und Hinterhorn der grauen Substanz, V, S, H Vorder-, Seiten- und Hinterstränge der weissen Substanz (W).

Eine weit verbreitete Einrichtung ist die als Strickleiternnervensystem (Fig. 72) bezeichnete Form (*Anneliden* und *Arthropoden*). Zahlreiche Ganglienpaare (im vorliegenden Beispiel neun) liegen auf der Bauchseite des Thieres hinter einander und sind durch Längscommissuren (Connective) verbunden, und zwar entsprechen den linken und rechten Ganglien auch linke und rechte Commissuren. Das erste Paar der Reihe wird von den unteren Schlundganglien gebildet, welche zwei links und rechts den Darm umgreifende Commissuren zu den oberen Schlundganglien entsenden. Obere und untere Schlundganglien nebst den Schlundcommissuren erzeugen den Schlundring, einen Nervenring, welcher den Anfangstheil des Darms umfasst.

Strickleiternnervensystem.



Rückenmark  
und Hirn.

4) Die röhrlige Form des Nervensystems findet sich nur bei den *Wirbelthieren* (Fig. 73) und den den *Wirbelthieren* sehr nahe stehenden Larven der *Tunicaten*. Hirn und Rückenmark der *Wirbelthiere* kann man als die in verschiedener Weise entwickelten Abschnitte einer Röhre mit stark verdickten Wandungen auffassen. Im Centrum liegt der äusserst enge Spinalcanal, welcher sich nach vorn in die einzelnen Hirnventrikel erweitert. Auf einem Querschnitt sieht man um den Spinalcanal herum die Nerven Elemente genau im entgegengesetzten Sinne gruppiert als bei den Ganglienknötchen. Zu äusserst liegt eine Schicht Nervenfasern (die weisse Substanz der menschlichen Anatomie); nach innen davon folgt ein aus Ganglienzellen und Nervenfasern gebildeter Kern (die graue Substanz), welcher durch ein besonderes Epithel gegen den Centralcanal abgegrenzt wird.

Fast für alle Thierabtheilungen hat sich nachweisen lassen, dass das Nervensystem aus dem Ectoderm entsteht. Bei vielen Thieren liegen daher die Nervenstränge und Ganglienknoten dauernd in der Haut, bei anderen nur während der Entwicklung, um später durch Abspaltung oder Einfaltung losgelöst und in tiefere Körperschichten verlagert zu werden (Fig. 9, S. 32).

### III. Sinnesorgane.

Was wir vom Wesen der Aussenwelt wissen, gründet sich auf die Erfahrungen, welche wir durch unsere Sinnesorgane gemacht haben. Wir kennen daher die Aussenwelt nur insoweit, als sie den von Urtheilskraft genau controlirten und geschärften Sinnen zugänglich ist. So kommt es, dass die aus der menschlichen Physiologie stammende Unterscheidung von 5 Sinnen, Tast- oder Hautsinn, Geruch-, Geschmack-, Gehör- und Gesichtssinn, auf das ganze Thierreich übertragen wurde. A priori kann allerdings die Möglichkeit nicht bestritten werden, dass bei den Thieren Sinnesempfindungen vorkommen, welche uns gänzlich fehlen. Im Verfolgen dieses Gedankenganges ist man sogar zur Aufstellung eines „sechsten Sinnes“ gelangt, über dessen Wesen man sich jedoch nur in Vermuthungen ergehen kann, da wir uns unmöglich vom Wesen eines uns fehlenden Sinnes eine lebendige Vorstellung machen können.

Ein weiterer, noch wichtigerer Grund für die Erscheinung, dass unsere Kenntnisse vom Sinnesleben der Thiere sehr fragmentarischer Natur sind, ist dadurch gegeben, dass wir zur Zeit bei der physiologischen Deutung von Sinnesapparaten uns nur selten auf Experimente stützen können und somit auf Schlussfolgerungen aus dem Bau angewiesen sind. Der Bau mancher Sinnesorgane, wie der Geruchs- und Geschmacksorgane, ist aber keineswegs so charakteristisch, dass er allein schon zur physiologischen Deutung berechtigte.

Tastorgane.

Als Tastorgan functionirt die Haut der Thiere meist wohl in ganzer Ausdehnung, wenn auch nicht überall mit gleicher Intensität. Hervorragende Partien, wie die Tentakelkronen der *Polypen* und vieler *Würmer*, die Fühler der *Arthropoden* und *Schnecken*, werden auf die Benennung immerhin besonderen Anspruch machen können. Zum Tasten dienen Epithelzellen, welche mit starren, über die Oberfläche ragenden Haaren, den Tastborsten oder Tasthaaren, versehen sind (Fig. 74). Nur bei den *Wirbelthieren* finden die Tastnerven meist unter dem Epithel in besonders modificirten Endorganen (den Vater-Pacini-



schen Körperchen, den Meissner'schen Körperchen etc.) ihr Ende (Fig. 75).

Geruchs- und Geschmacksorgane sind nur bei den *Wirbelthieren* mit Sicherheit bekannt. Das Geruchsorgan der *Fische* besteht aus zwei Grübchen der Haut dorsalwärts von der Mundspalte. Bei den Luft athmenden *Wirbelthieren* werden die bei ihrer Anlage ebenfalls der Haut angehörenden Geruchsgrübchen in die dorsale Wand der Nasengaugänge aufgenommen, zweier zur Athmung dienender, von der Körperoberfläche zur Mundhöhle führender Canäle. Da nun die im Epithel der Grübchen vertheilten Riechzellen häufig durch Büschel von Riechhaaren ausgezeichnet sind, da ferner auch das Epithel der Umgebung öfters bewimpert ist, so ist man geneigt, bei wirbellosen Thieren (z. B. *Medusen*, *Cephalopoden*) flimmernde, von Nerven versorgte Hautgruben oder Sinnesapparate in der Nachbarschaft von Athmungsorganen (Osphradium der *Mollusken*) für Riechorgane zu erklären. Indessen giebt es Ausnahmen. Bei den *Arthropoden* hat das Experiment es wahrscheinlich gemacht, dass die Antennen zum Riechen dienen. Hier kann die Sinnesempfindung nur an gewisse modificirte

Geruchs-  
organe, Ge-  
schmacks-  
organe.

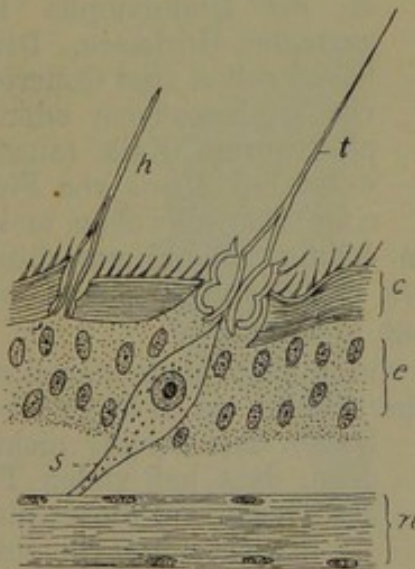


Fig. 74. Haut eines Insects mit einem gewöhnlichen Haar (*h*) und einem Tasthaar (*t*). *n* Nerv, *s* Sinneszelle, *e* Epithel, *c* Cuticula (nach vom Rath).

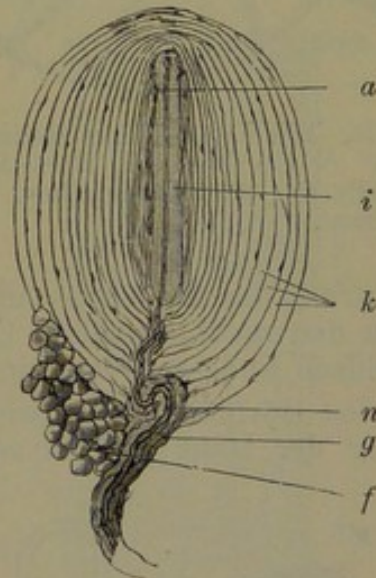


Fig. 75. Vater-Pacini'sches Körperchen aus dem Mesenterium der Katze; *a* Axencylinder, *i* Innenkolben, *k* Kapseln mit Kernen, *n* markhaltige Nervenfasern, *g* Blutgefäß, *f* Fettgewebe (aus Stöhr).

Haare, die Riechröhrchen der *Crustaceen* und die Riechkegel der *Insecten*, geknüpft sein. — Was nun die Geschmacksorgane anlangt, so wird man als solche Nervenendigungen im Bereich der Mundhöhle deuten, da die Geschmacksorgane der *Wirbelthiere*, die sog. Geschmacksknospen, in der Mundhöhle besonders reichlich auf der Zunge liegen.

Gehörorgan und Auge nennt man die höheren Sinnesorgane, weil sie für unser gesamtes Erkennen von viel grösserer Bedeutung sind als die übrigen Sinnesorgane, indem sie Empfindungen vermitteln, welche qualitativ und quantitativ eine viel genauere Bestimmung zu-

Gehör.



lassen. Gehör und Auge haben daher einen complicirteren und charakteristischeren Bau, welcher ein leichtes Wiedererkennen ermöglicht, zumal da zu den der Empfindung dienenden Sinneszellen fast stets leicht kenntliche Hilfsapparate hinzutreten.

Die Gehörorgane der *Wirbelthiere* und der meisten übrigen Thierstämme lassen sich auf eine einfache Grundform, das Hörbläschen, zurückführen (Fig. 76). Dasselbe besitzt eine epitheliale Wandung,

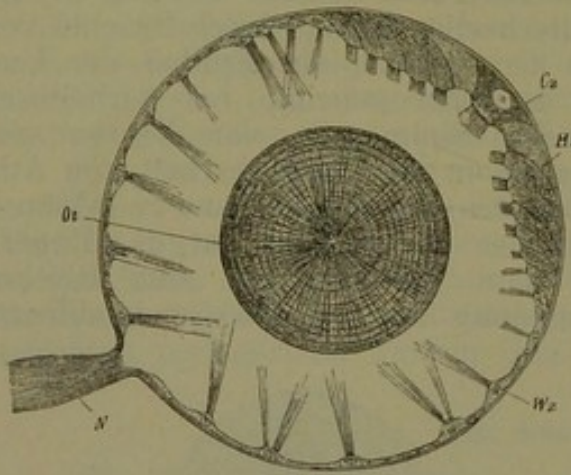


Fig. 76. Hörbläschen eines Mollusks (*Pterotrachea*). *N* Hörnerv, *Hx* Hörzellen mit der Centralzelle *Cx*, *Wz* Wimperzellen, *Ot* Otolith (nach Claus).

im Centrum des Bläschens und werden häufig von Flimmerbüscheln, die von den nicht sensiblen Epithelzellen der Wand ausgehen, oder in mannichfach anderer Weise in ihrer Lage gehalten.

Jedes Hörbläschen entwickelt sich durch eine grubenförmige Einstülpung der Haut und ist somit vorübergehend ein Hörgrübchen.

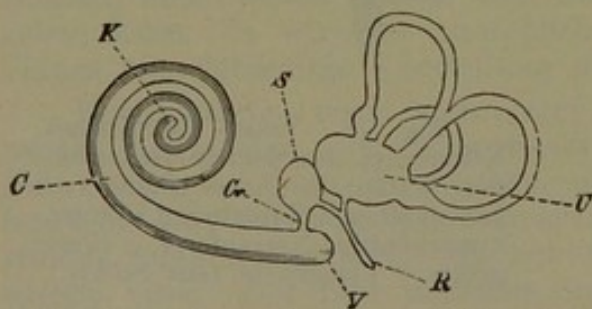


Fig. 77. Schema des menschlichen Labyrinths. *U* Utriculus mit den halbkreisförmigen Canälen, *S* Sacculus, durch den Canalis reuniens (*Cr*) mit der Schnecke (*C*) verbunden, *R* Recessus labyrinthi, *V* Schneckenblindsack, *K* Kuppelblindsack (aus O. Hertwig).

denen Blindsack, der Schnecke, der Utriculus mit den 3 halbkreisförmigen Canälen versehen. Zum Hörbläschen, welches man wegen seines verwickelten Baues „Labyrinth“ nennt, treten bei den *Säugethieren*, wie den meisten *Wirbelthieren* die schallleitenden Apparate

einen flüssigen Inhalt, das Hörwasser oder die Endolymphe, und einen einzigen oder zahlreiche zu einem Haufen zusammengeballte Hörsteine oder Otolithen. In einem bestimmten Bereich der epithelialen Wandung sind die Zellen zur Crista acustica, der Hörleiste, entwickelt; sie stehen mit dem Hörnerven (Nervus acusticus) in Verbindung und tragen die in die Endolymphe hineinragenden Hörhaare. Die Otolithen selbst sind Concretionen von kohlensaurem oder phosphorsaurem Kalk (ausnahmsweise bei *Mysis* von Fluorcalcium); sie schweben meist frei

Daher darf es uns nicht wundern, dass bei vielen Thieren das Organ auf dieser niederen

Entwicklungsstufe stehen bleibt, wie z. B. die *Flusskrebse* ein offenes Hörorgan oder Hörgrübchen besitzen. Andererseits kann das Hörbläschen zu einem äusserst verwickelten Hohlraumssystem auswachsen, so namentlich bei den *Säugethieren* (Fig. 77), wo es durch eine Einschnürung in den Sacculus und den Utriculus zerlegt wird. Der Sacculus ist mit einem spiral gewundenen



hinzu und verleihen dem Gehörorgan einen aussergewöhnlich complicirten Bau.

Da es nun Thiere giebt, welche, ohne Hörblasen zu besitzen, gut hören, wie *Spinnen* und *Insecten*, müssen wir annehmen, dass die Gehörorgane derselben nach einem anderen Typus gebaut sind. Sicherer weiss man jedoch nur über die tympanalen Hörorgane der *Heuschrecken* (vgl. diese).

Experimente an Repräsentanten der verschiedensten *Wirbelthier*-Classen haben zu dem Resultat geführt, dass die 3 senkrecht auf einander stehenden halbkreisförmigen Canäle das Gefühl für die Gleichgewichtslage des Körpers vermitteln. Denn nach ihrer Zerstörung fangen die Thiere an zu taumeln und die Balance zu verlieren. Es ist ferner wahrscheinlich, dass bei den *Fischen* das Labyrinth ausschliesslich diesen Zwecken dient. Denn bis jetzt hat man nicht mit Sicherheit feststellen können, dass die Fische hören. Von diesen Erfahrungen ausgehend, haben neuere Forscher zu beweisen versucht, dass die Hörbläschen der wirbellosen Thiere ausschliesslich oder doch vorwiegend Organe des Gleichgewichtssinnes sind. Dann würde die Bedeutung des Otolithen

Fig. 78.

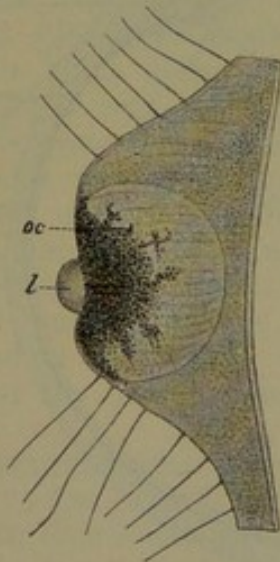


Fig. 78. Ocellus (oc) einer Meduse (*Lixia Koellikeri*) mit Linse (l).

Fig. 79.

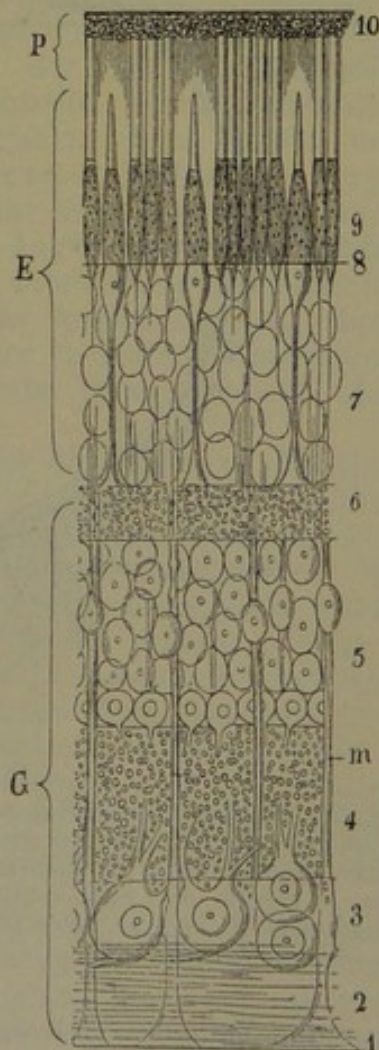


Fig. 79. Retina des Menschen (nach Gegenbaur). P Pigmentschicht, E Schicht der Sehzellen, G Ganglion opticum. 1 Limitans interna, 2 Nervenfaserschicht, 3 Ganglienzellen, 4 innere reticulirte Schicht, 5 innere Körnerschicht, 6 äussere reticulirte Schicht, 7 äussere Körnerschicht, 8 Limitans externa, 9 Stäbchen- und Zapfenschicht, 10 Tapetum nigrum, m Müller'sche Fasern.

verständlich sein. Derselbe, als ein Körper von relativ ansehnlichem specifischen Gewicht, würde je nach der Gleichgewichtslage des Körpers die Crista acustica in verschiedener Weise beschweren und in Erregung versetzen. Er würde daher besser Statolith heissen.



Auge.

Das Auge ist bei allen Thieren schon an der Beschaffenheit des Sinnesepithels, der Retina, zu erkennen. Letztere ist stets durch starke Ablagerung von Pigment ausgezeichnet, welches entweder in den Sinneszellen liegt oder in besonderen Zellen, die zwischen oder hinter den Sinneszellen angebracht sind. Das einfachst gebaute Auge erscheint daher als ein scharf umschriebener, mit Nerven, gewöhnlich auch mit einer Linse versehener Pigmentfleck im Epithel der Haut (Fig. 78).

Die Sinneszellen selbst tragen meist an ihrem peripheren Ende einen Aufsatz, den man das Rhabdom nennt. Das Rhabdom ist eine Art Cuticularbildung, dient wahrscheinlich dazu, die Lichtwellen aufzufangen und dadurch die Erregung der Sehzellen zu ermöglichen, und hat besonders bei den Wirbelthieren einen complicirten Bau, insofern jedes Rhabdom aus einem Innen- und Aussenglied besteht. Auch kann man hier häufig 2 Arten von Rhabdomen, Stäbchen und Zapfen, unterscheiden (Fig. 79).

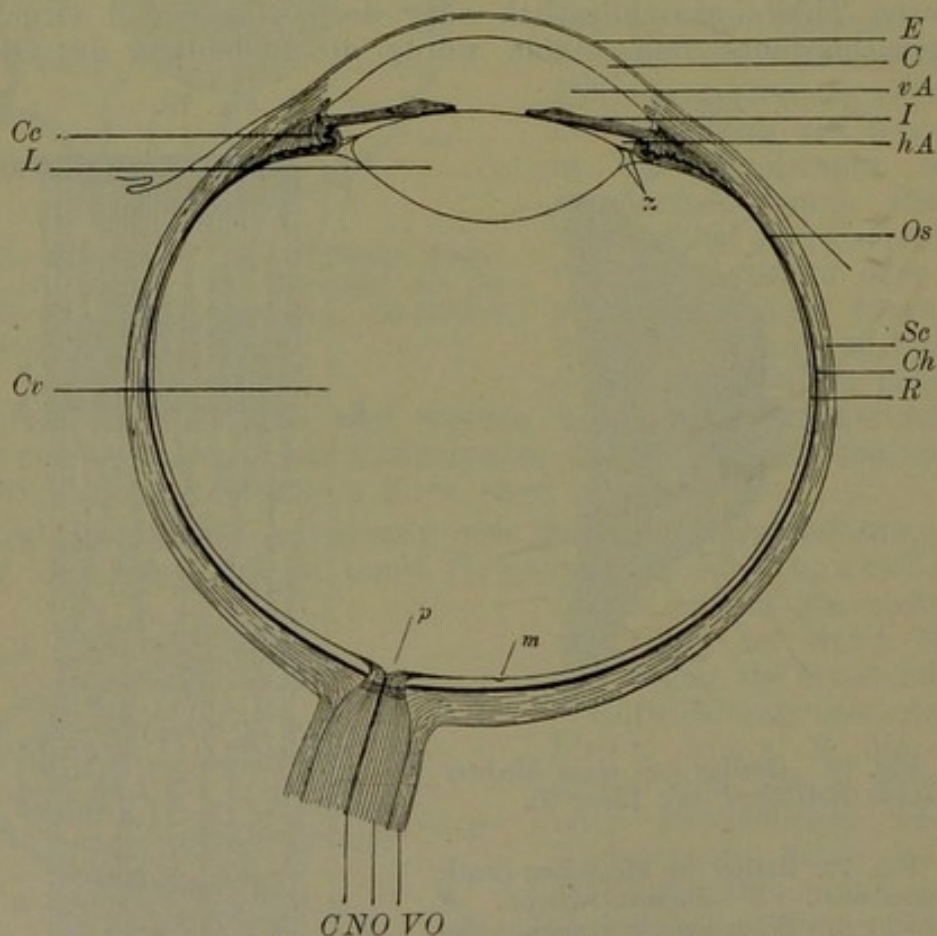


Fig. 80. Horizontalschnitt durch das menschliche Auge (nach Arlt aus Hatschek). *E* Epithel der Cornea (Conjunctiva), *C* Cornea, *vA* vordere Augenkammer, *I* Iris, *hA* hintere Augenkammer, *z* Zonula Zinnii, *Os* Ora serrata, *Sc* Sclera, *Ch* Chorioidea, *R* Retina, *p* Papille des Sehnerven, *m* Macula lutea (Stelle des schärfsten Sehens), *VO* Scheide des N. opticus, *NO* N. opticus, *C* Arteria centralis, *Ce* Corpus ciliare, *L* Linse, *Cv* Glaskörper.

Ehe der Sehnerv sich an die einzelnen Sehzellen vertheilt, bildet er noch eine Anschwellung, das Ganglion opticum, welches entweder als ein geschlossener Körper ausserhalb des Auges liegt oder mit der Retina zu einem zusammenhängenden Ganzen verbunden ist. Bei den Wirbelthieren ist die ansehnliche Dicke der Retina (Fig. 79)



dadurch bedingt, dass sie auch das Ganglion opticum enthält. Die als reticulirte Schichten, Lagen der inneren Körner und Ganglienzellen, Nervenfaserschicht bezeichneten Theile bilden das Ganglion opticum; die Schicht der Sehzellen besteht nur aus der äusseren Körnerschicht und den aufsitzen den Stäbchen und Zapfen. Die äusseren Körner sind die Kerne, die zugehörigen Stäbchen- und Zapfenfasern die Zellenleiber der Sehzellen.

Der complicirte Bau vieler Augen wird ferner dadurch veranlasst, dass besondere lichtbrechende Körper das Licht zum Entwerfen des Bildes auf der Retina concentriren (Cornea, Linse, Glaskörper), dass der Lichteinfall der Regulirung (Iris) bedarf, dass Ernährungsvorrichtungen (Chorioidea) und Schutzvorrichtungen gegeben sein müssen (Sclera). Wenn alle diese Theile vorhanden sind, dann kommt ein Bau zu Stande, wie ihn Tintenfische und Wirbelthiere bieten (Fig. 80).

Das Auge der *Wirbelthiere* ist vielfach ein nahezu kugeliger Körper, dessen Oberfläche von einer festen Membran gebildet wird. Im grössten Theil der Circumferenz ist diese Membran undurchsichtig fibrös oder knorpelig und heisst Sclera oder Sclerotica; nur im vordersten Abschnitt ist sie glashell durchsichtig und bildet hier vermöge ihrer stärkeren Krümmung einen uhrglasförmigen Aufsatz, die Cornea. Nach innen von der Sclera liegt die Chorioidea, eine bindegewebige, pigment- und blutreiche Hülle, welche an der Grenze von Sclera und Cornea in die Iris übergeht. Die Iris, der Sitz der Augenfärbung, ist in ihrer Mitte von der Pupille durchbohrt, einer Oeffnung, deren wechselnde Grösse den Lichteinfall regulirt. Nach innen von der Chorioidea folgt zunächst eine Lage schwarzer Zellen, das Tapetum nigrum, und endlich die Netzhaut oder Retina selbst, die Ausbreitung des am hinteren Ende in das Auge eintretenden Sehnerven. Tapetum nigrum und Retina gehören entwicklungsgeschichtlich zusammen und endigen daher auch beide gemeinsam am Rand der Pupille, nachdem die Retina schon vorher in einiger Entfernung vom äusseren Rand der Iris an der Ora serrata ihren nervösen Charakter verloren hat.

Der Binnenraum des Auges wird von krystallklaren Massen, dem Corpus vitreum, dem Humor aqueus und der Linse, vollkommen ausgefüllt. Für den Sehaet ist die Linse der wichtigste Theil, da sie nächst der Cornea den Gang der Lichtstrahlen am meisten beeinflusst. Sie liegt hinter der Iris befestigt an dem vorderen Rand der Chorioidea, welche hier zu dem Corpus ciliare umgewandelt ist. Vor ihr befindet sich die seröse Flüssigkeit des Humor aqueus in der sogenannten hinteren Augenkammer, zwischen Linse und Iris, und in der vorderen Augenkammer, zwischen Iris und Cornea. Den viel ansehnlicheren einheitlichen Raum hinter der Linse füllt ein gallertartiger Gewebskörper, der Glaskörper oder das Corpus vitreum, aus. Durch den optischen Effekt von Cornea, Linse und Glaskörper wird im Augenhintergrund auf der Retina ein umgekehrtes Bild der Umgebung entworfen.

Zwischen dem einfachen Pigmentfleck und dem hochorganisirten Wirbelthierauge finden sich vielerlei Ausbildungsstufen: Pigmentflecke mit Linse, Pigmentflecke mit Linse und Glaskörper, mit umhüllenden und ernährenden Häuten etc. Einen besonderen Entwicklungstypus zeigt das Facettenauge der *Insecten* und *Krebse*, auf dessen Bau wir bei den *Arthropoden* zurückkommen werden.



### Zusammenfassung der wichtigsten Punkte der Organologie.

1) Organe sind Gewebecomplexe, welche gegen ihre Umgebung zur Bildung eines Körpers von bestimmter Gestalt abgegrenzt sind und eine einheitliche Function verrichten; jedes Organ kann somit morphologisch (nach seinem Bau und seinen Lagebeziehungen) und physiologisch (nach seiner Function) charakterisirt werden.

2) Organe verschiedener Thierarten können physiologisch gleichwerthig sein: analoge (gleichartig functionirende) Organe.

3) Organe verschiedener Thierarten können morphologisch gleichwerthig sein: homologe (in gleichen Lagebeziehungen auftretende) Organe.

4) Bei der Vergleichung der Organe zweier Thiere können sich drei Möglichkeiten ergeben:

a) sie sind homolog und analog zugleich,

b) sie sind homolog, aber nicht analog (Schwimmlase der Fische, Lunge der Säugethiere),

c) sie sind analog, aber nicht homolog (Kiemen der Fische, Lungen der Säugethiere).

5) Die Organe theilt man ein in animale und vegetative.

6) **Animale** Functionen sind Functionen, welche zwar dem Pflanzenreich nicht vollkommen fremd, aber in ihm rudimentär entwickelt sind, dagegen im Thierreich ihre Fortbildung erfahren und das Charakteristische des Thieres ausmachen.

7) **Vegetative** Functionen sind in gleicher Vollkommenheit, wenn auch in verschiedener Weise bei Pflanze und Thier ausgebildet.

8) Zu den animalen Organen gehören die Organe der Bewegung und Empfindung, d. s. die Muskeln, die Sinnesorgane, das Nervensystem.

9) Zu den vegetativen Organen gehören die Organe der Ernährung und der Fortpflanzung.

10) Unter Ernährung im weitesten Sinne verstehen wir nicht nur die Aufnahme und Verdauung von Speise und Trank, sondern auch die Aufnahme von Sauerstoff (Athmung), die Vertheilung der Nahrung an die Körperprovinzen, die Entfernung des unbrauchbar Gewordenen.

11) Zu den Organen der Ernährung gehören daher nicht nur der Darm und seine Anhangsdrüsen, sondern auch die Athmungsorgane, das Blutgefäßssystem und die Excretionsorgane (Niere).

12) Zur Fortpflanzung dienen die männlichen und weiblichen Geschlechtsorgane.

13) Beiderlei Geschlechtsorgane können auf 2 Thiere vertheilt (Gonochorismus) oder in einem und demselben vereinigt sein (Hermaphroditismus).

14) Der höchste Grad von Hermaphroditismus wird erreicht, wenn ein und dieselbe Drüse (Zwitterdrüse) sowohl Eier wie Samenfäden erzeugt.

15) Häufig sind Geschlechtsorgane und Harnwege innig vereinigt; dann spricht man von einem Urogenitalsystem.



#### 4. Promorphologie oder Grundformenlehre der Thiere.

Auf gesetzmässiger Vereinigung verschieden functionirender Organe beruht der Bau der Einzelthiere. Die Organe nehmen dabei ein Lageverhältniss zu einander ein, welches für jeden einzelnen Thierstamm ein bestimmtes ist oder doch nur in untergeordneter Weise variirt. Vergleicht man die einzelnen Thierstämme mit Rücksicht auf das Anordnungsprincip der Theile, so kommt man zur Aufstellung einiger weniger Grundformen, welche für den Morphologen eine ähnliche Rolle spielen wie die Grundformen der Krystalle für den Mineralogen. Nur darf man in Verfolgung dieses Vergleiches die Lehre von den Grundformen oder die Promorphologie der Thiere nicht als eine ebenbürtige Wissenschaft der Krystallographie zur Seite stellen wollen. Ein Krystall ist eine aus gleichartigen Theilen bestehende Masse; seine Form ist die nothwendige und unmittelbare Folge der chemisch-physikalischen Beschaffenheit seiner Molecüle. Ein derartiger directer Zusammenhang zwischen Molecularstruktur und Grundform ist bei den Organismen nicht vorhanden und kann nicht vorhanden sein, da schon jedes Organ sich aus vielerlei chemischen Verbindungen zusammensetzt. Daher fehlt auch bei den Organismen die den Krystallen zukommende mathematische Regelmässigkeit. Selbst bei Thieren, welche die grösste Regelmässigkeit in der Anordnung der Theile besitzen, fügen sich dieselben nicht sämmtlich den Anforderungen der Grundform, so dass wir genöthigt sind, grössere oder kleinere Abweichungen unberücksichtigt zu lassen. Wenn wir z. B. den Menschen bilateral symmetrisch nennen, so müssen wir unberücksichtigt lassen nicht nur die kleinen Asymmetrien von schiefen Nasen etc., sondern auch die wesentlicheren: dass die Leber auf die rechte, das Herz auf die linke Seite verschoben ist, dass der Darm in vollkommen asymmetrischer Weise verläuft.

Man kann nun durch den Körper eines Thieres nach den drei Dimensionen des Raums drei auf einander senkrechte Axen legen und nach ihrer Beschaffenheit ihn bis zu einem bestimmten Grade charakterisiren; ferner kann man den Körper auch charakterisiren nach den Ebenen, in denen man ihn symmetrisch halbiren kann, den Symmetrieebenen. So kommt man zur Aufstellung folgender Grundformen:

- 1) asymmetrische, anaxone, irreguläre oder amorphe Grundform (Fig. 81),
- 2) allseitig symmetrische, homaxone, sphärische Grundform (Fig. 82),
- 3) radial symmetrische, monaxone Grundform (Fig. 83),
- 4) zweistrahlig symmetrische, einfach heteraxone Grundform (Fig. 84, 85),
- 5) bilateral symmetrische, doppelt heteraxone Grundform (Fig. 86).

1) Asymmetrisch oder anaxon nennen wir Thiere, bei denen die Anordnung der Theile in keiner Richtung des Raumes gesetzmässig bestimmt ist, welche daher in jeder Richtung unregelmässig weiter wachsen können. Bei ihnen ist kein in bestimmten Beziehungen zur Organisation stehender Mittelpunkt gegeben; es ist ferner unmöglich, den Körper in symmetrische Stücke zu theilen oder Axen durch den Körper zu legen, welche in einem constanten Verhältniss zu den Organen stehen (viele *Schwämme* und viele *Protozoen*).



2) Sphärische oder homaxone Thiere haben die Grundform der Kugel; die Theile des Körpers sind concentrisch um einen feststehenden Mittelpunkt angeordnet. Alle Ebenen, die man durch den

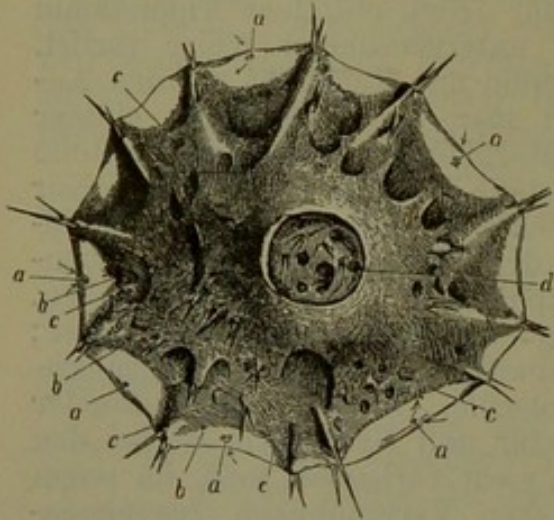


Fig. 81. *Spongilla fluviatilis* (nach Huxley). *a* oberflächliche Schicht mit Dermalporen, *b, c* Gegend der Geisselkammer, *d* Osculum.

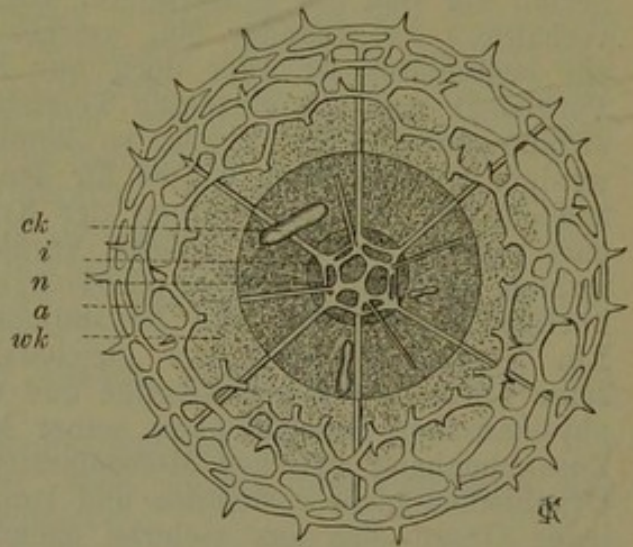


Fig. 82. *Haliomma erinaceus*. *a* äussere, *i* innere Gitterkugel, *ck* Centralkapsel, *wk* extracapsulärer Weichkörper, *n* Binnenbläschen (Kern).

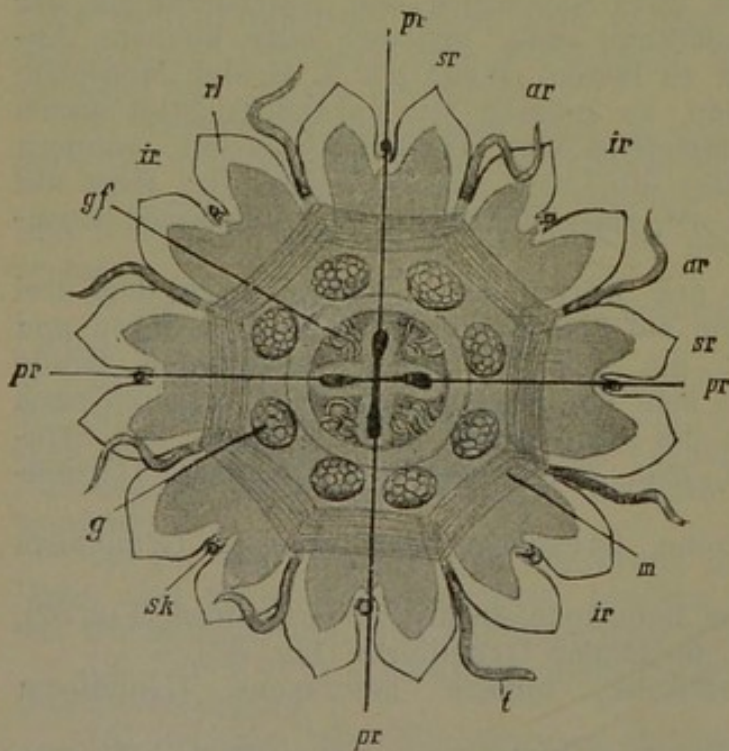


Fig. 83. *Nausithoë*, eine acraspede Meduse (nach Lang), vom oralen Ende der stark verkürzten Hauptaxe aus betrachtet. *pr* Perradien, *ir* Interradien, *ar* Adradien (Perradien und Interradien bezeichnen die 4 Symmetrieebenen des Thieres), *sr* Subradien, *rl* Randlappen, *t* Tentakeln, *sk* Randkörper, *g* Geschlechtsorgane, *gf* Gastralfilamente, *m* subumbrellarer Ringmuskel; im Centrum die kreuzförmige Mundöffnung.

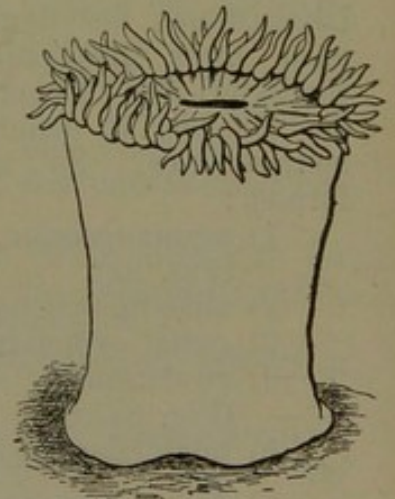


Fig. 84. Schema einer Actinie nach Angelo Andres (aus Hatschek). Seitliche Ansicht, senkrecht zur stark verlängerten Hauptaxe.

Mittelpunkt legt, sind Symmetrieebenen; alle durch den Mittelpunkt verlaufenden geraden Linien sind gleichwerthig und gleich gross und können als Axen benutzt werden (wenige kugelige Protozoen, namentlich *Radiolarien*).



3) Monaxonie oder Radialsymmetrie wird herbeigeführt, wenn in einer bestimmten Richtung das Wachstum und demgemäss auch die Bildung der Organe in anderer Weise sich vollzieht, als in den senkrecht dazu gestellten Richtungen. Wir nennen die Linie, welche diese Richtung bezeichnet, Hauptaxe im Gegensatz zu den noch unter einander gleichen Nebenaxen oder Radien. Die Hauptaxe kann als solche bestimmt sein, weil sie länger oder kürzer ist als die Nebenaxen; sie kann aber auch gleich lang wie diese und dennoch genau bestimmt sein, indem in ihr gewisse Organe (z. B. die Mundöffnung) liegen, welche in den anderen Richtungen fehlen. Bei radial-symmetrischen Thieren sind die meisten Organe in grösserer Anzahl vorhanden und gleichmässig um die Hauptaxe in der Richtung der Radien vertheilt. Durch ein solches Thier kann

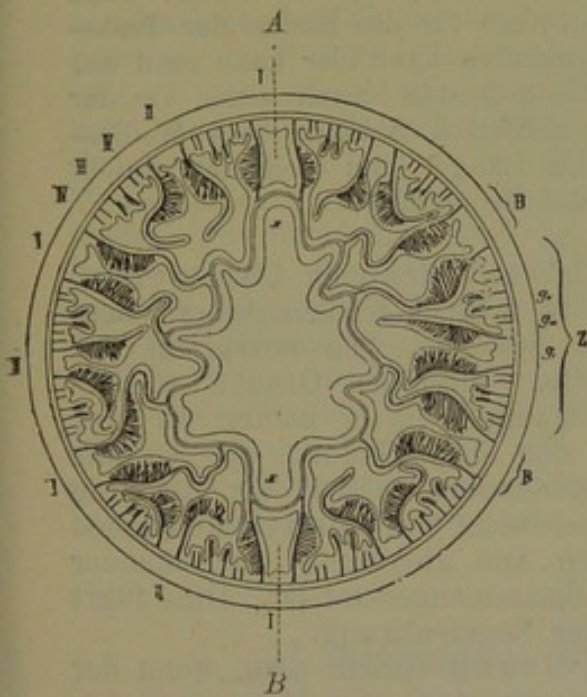


Fig. 85. Querschnitt einer Actinie (*Adamsia diaphana*). A, B Richtungsfächer, zugleich Enden der Sagittalaxe, welche die eine Symmetrieebene des Körpers bezeichnen, während die zweite dazu senkrecht steht. I—IV Cyclen der Septenpaare I—IV. Ordnung. B Binnenfach erster Ordnung, Z Zwischenfach erster Ordnung, in welchem neuangelegt sind Septenpaare und Binnenfächer II., III., IV. Ordnung ( $g^1 g^2 g^3$ ); x Schlundrinnen.

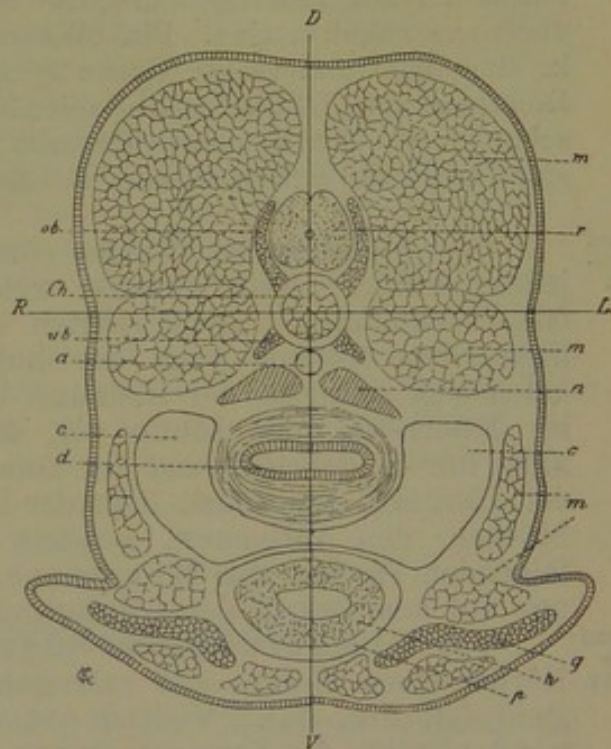


Fig. 86. Querschnitt durch einen Fisch auf der Höhe der vorderen Extremität. D V Sagittalaxe, R L Transversalaxe; a Aorta descendens, c Leibeshöhle, d Darm, Ch Chorda, g Schultergürtel, h Herz, m Muskeln, n vorderes Ende der Niere, p Pericard, ob obere Bogen, ub untere Bogen, r Rückenmark.

man eine grössere Anzahl Schnitte führen, welche durch die Längsaxe gehen und den Körper symmetrisch halbiren. Zerschneidet man das Thier in der Richtung aller möglichen Symmetrieebenen, so erhält man Stücke, welche im Wesentlichen gleich gebaut sind. Gewisse Thierstämme, wie die meisten *Echinodermen* und *Coelenteraten*, sind mehr oder minder vollkommen radial-symmetrisch.

4) und 5) Die nächsten 2 Grundformen haben das Gemeinsame, dass 3 ungleichwerthige, auf einander senkrecht stehende Axen unterscheidbar sind, die man als Hauptaxe, Quer- oder Transversalaxe und Pfeil- oder Sagittalaxe bezeichnet. Dies ist der Fall, wenn, abgesehen von der Hauptaxe, auch in der Sagittalrichtung eine andere Organvertheilung



herrscht als in der Transversalrichtung, wenn in der ersteren Organe liegen, die in der letzteren fehlen, und umgekehrt. Dann sind zunächst, solange es sich nur um Ungleichwerthigkeit der Axen handelt, 2 Symmetrieebenen möglich; man kann das Thier symmetrisch theilen, 1) wenn man den Schnitt durch Haupt- und Transversalaxe, 2) wenn man ihn durch Haupt- und Sagittalaxe legt. Derartige zweistrahlig symmetrische Thiere sind die *Ctenophoren*, *Actinien* (Fig. 84, 85) und *Corallen*.

Nehmen wir nun weiter an, dass die Enden der Sagittalaxe ungleichwerthig werden, dass an dem einen Ende ganz andere Organe als an dem entgegengesetzten liegen, dann erhalten wir die weitest verbreitete Grundform, die bilaterale Symmetrie. Die ungleichwerthigen Enden der Sagittalaxe nennt man „dorsal“ und „ventral“, womit dann ferner die Bezeichnungen „rechts“ und „links“ für die Enden der Transversalaxe gegeben sind. Ein bilateral symmetrisches Thier kann man nur in eine linke und rechte Hälfte symmetrisch theilen durch einen in der Richtung von Längs- und Sagittalaxe geführten Schnitt, den Median-schnitt; ein Frontalschnitt (Schnitt durch Längs- und Queraxe) ergibt stets ungleichwerthige Theile, Rücken- und Bauchseite.

Antimeren  
und Meta-  
meren.

Die symmetrischen Stücke eines Thieres nennt man Antimeren; jedes Antimer besitzt Organe, welche in seinem Nebenantimer ebenfalls vorkommen. Dem rechten Arm des Menschen entspricht der linke, dem rechten Auge das linke etc. Dieselben Organe wiederholen sich somit in der Richtung der Queraxe. Nun kommt es aber im Thierreich sehr häufig vor, dass die Wiederholung der Organe nicht nur in der Richtung der Queraxe, sondern auch in der Richtung der Längsaxe stattfindet, dass der Körper nicht nur aus symmetrischen Stücken, den Antimeren, sondern auch aus gleichartig auf einander folgenden Theilen, den Metameren, zusammengesetzt ist. Dies führt uns auf den Begriff der Gliederung oder Segmentirung.

Innere und  
äussere  
Gliederung.

Von Gliederung oder Segmentirung spricht man, wenn der Körper eines Thieres aus zahlreichen Segmenten oder Metameren besteht (cf. Fig. 56). Vielfach ist das äusserlich schon zu erkennen, wenn nämlich die Segmentgrenzen auf der Oberfläche durch Einkerbungen markirt sind (*Arthropoden* und *Anneliden*). Die „äussere Gliederung“ kann aber gänzlich fehlen und die Gliederung nur innerlich in der reihenweisen Aufeinanderfolge, in der metameren oder segmentalen Anordnung der Organe, zum Ausdruck kommen. Der *Mensch* ist z. B. innerlich gegliedert, weil unter Anderem sein Skelet aus zahlreichen gleichwerthigen Stücken, den Wirbeln, besteht, die in der Längsaxe auf einander folgen. Beim *Fisch* besteht auch die Muskulatur, wovon man sich an jedem gekochten Fisch leicht überzeugen kann, aus zahlreichen Muskelsegmenten. Bei dem auch äusserlich gegliederten *Regenwurm* kehren in jedem Segment die Ganglienknötchen, die Gefässschlingen, die Nierenkanälchen oder Segmentalorgane, die Borstenbüschel und die Scheidewände der Leibeshöhle wieder.

Homonome  
und hetero-  
nome  
Gliederung.

Die genannten Beispiele sind zugleich geeignet, um das Wesen der verschiedenen Formen der Gliederung, der homonomen und heteronomen Gliederung, zu erläutern. Der *Regenwurm* ist homonom gegliedert, weil die einzelnen Segmente im Bau einander ausserordentlich gleichen und nur geringfügige Unterschiede zwischen dem Kopf, dem Hinterende und den Genitalsegmenten vorhanden sind. Die



Menschen und alle Wirbelthiere sind dagegen heteronom gegliedert, weil die auf einander folgenden Segmente trotz mancher Uebereinstimmung einander sehr unähnlich geworden sind. Die Segmente des Kopfes haben eine ganz andere Bedeutung für den Gesamtorganismus wie die des Halses oder der Brust oder gar der Schwanzregion. Zwischen den Segmenten eines heteronomen Thieres ist eine Arbeitstheilung eingetreten.

Die Unterschiede zwischen Heteronomie und Homonomie sind von hervorragendem physiologischem Interesse. Je verschiedenartiger die Segmente eines Thieres geworden sind, um so mehr sind sie, um normal functioniren zu können, auf einander angewiesen, um so einheitlicher zusammengefügt ist das Ganze, so dass die einzelnen Theile nur in ihrem Zusammenhang zu leben vermögen. Umgekehrt ist der Zusammenhalt der Theile um so lockerer, je gleichartiger sie sind, je mehr sie im Falle der Trennung für einander vicariiren können. Dies äussert sich am schönsten bei Verstümmelungen. Manche *Lumbriciden* kann man durchschneiden und beobachten, dass nicht nur jedes Stück für sich weiter lebt, sondern dass es sogar das Fehlende ergänzt. Wenn dagegen ähnliche Eingriffe heteronom gegliederte Thiere betreffen, tritt entweder sofort der Tod ein, wie bei den höheren *Wirbelthieren*, oder die Stücke leben nur kurze Zeit eine hoffnungslose Existenz weiter, wie *Frösche*, *Schlangen*, *Insecten* etc. erkennen lassen. Bei der Gliederung wiederholt sich somit eine Erscheinung, welche im Thierreich eine weite Verbreitung besitzt und zu der höheren Entwicklung desselben beiträgt; zunächst tritt eine Vervielfältigung der Theile (hier der Segmente) ein, dann wieder eine Arbeitstheilung, so dass das Endresultat ein vielgestaltiges, trotzdem aber wieder einheitlich organisirtes Ganze ist.

## II. Allgemeine Entwicklungsgeschichte.

Da jede Entwicklung mit einem Act der Zeugung beginnt, so haben wir zunächst in diesem Kapitel zu erörtern, in welcher Weise Organismen neu entstehen können. Wenn wir hierbei allein das Gebiet des Beobachteten berücksichtigen wollten, so müssten wir uns an den alten Satz des berühmten Engländers Harvey halten: *Omne vivum ex ovo*, und, denselben etwas modificirend, sagen: *Omne vivum ex vivo*, dass jeder lebende Organismus von einem anderen lebenden Organismus abstammt. Wir müssten uns auf die Entstehungsweisen beschränken, welche man als *Tocogonie* oder *Elternzeugung* bezeichnet hat. Die grosse Bedeutung, welche jedoch die Lehre von der elternlosen Zeugung oder der *Urzeugung* in der Neuzeit durch den Darwinismus gewonnen hat, macht ein Eingehen auf dieselbe an dieser Stelle nöthig.

### 1. *Generatio spontanea. Archigonie.*

Die alten Zoologen, selbst Aristoteles, liessen zahlreiche Thiere, darunter auch höher organisirte Formen, wie die *Frösche* und die meisten *Insecten*, aus dem Schlamm durch Urzeugung entstehen. Erst im 17. und 18. Jahrhundert fand diese Lehre ihre energischen Gegner in Spallan-



zani, Francesco Redi, Rösel v. Rosenhof, Swammerdam u. A., welche den experimentellen Beweis beizubringen suchten, dass alle Thiere Eier legen, welche durch Samen befruchtet werden müssen, um sich weiter zu entwickeln. Gegenüber diesen überzeugenden Untersuchungen flüchtete sich die Lehre von der Urzeugung auf das Gebiet der Naturgeschichte der niederen Thiere. Sie fand hier neue Stützpunkte in dem Auftreten der Parasiten im Innern anderer Thiere, welche bei Beginn ihres Lebens zweifellos frei von Inwohnern gewesen sein mussten. Die Parasitologen nahmen an, dass die Parasiten aus dem überschüssigen plastischen Material ihrer Wirthe vollkommen neu entstanden, bis durch eine Reihe epochemachender Arbeiten die Wege festgestellt wurden, auf denen die sich aus Eiern entwickelnden Jugendformen der Parasiten in den Körper ihres Wirthes hinein gelangen. — Als Beweis für die Lehre von der Urzeugung galt endlich bis in die Neuzeit die Thatsache, dass sich in gänzlich unbelebten Gläsern mit Wasser nach einiger Zeit thierisches und pflanzliches Leben bemerkbar macht, dass namentlich einzellige Organismen, *Infusionsthierchen* etc., in solchen Gläsern auftreten, dass ferner organische Flüssigkeiten in Folge der Entwicklung niederster Pflanzen, der *Bakterien*, in Fäulniss übergehen. Jetzt wissen wir, dass in allen diesen Fällen Keime von Organismen, welche durch die Luft verschleppt worden waren, Veranlassung zu der Neuentwicklung von Leben gewesen sind. Tödtet man durch Erhitzen der Gläser und Kochen der Flüssigkeiten die Keime ab und verhindert man durch geeignete Verschlussmittel den Zutritt neuer Lebensträger, so bleibt eine derartige „sterilisirte Flüssigkeit“ dauernd unverändert. Freilich hat sich dabei herausgestellt, dass die Keime, namentlich von *Bakterien*, eine ganz aussergewöhnliche Widerstandskraft entwickeln und nicht selten mehr als 10 Minuten gekocht werden müssen, ehe sie zu Grunde gehen. Als Endresultat aller neueren Versuche und Beobachtungen kann nur das Eine gelten, dass die derzeitige Existenz einer Urzeugung nicht bewiesen ist. Nun fragt sich, mit welchem Rechte kann man daraus folgern, dass Urzeugung weder existirt noch je existirt hat.

Wer entsprechend den Lehren der Astronomie die Ansicht vertritt, dass unser Erdball sich einmal in einem feurig-flüssigen Zustand befunden hat und erst allmählig erkaltete, muss annehmen, dass das Leben auf der Erde nicht von Urewigkeit existirte, sondern einmal seinen Anfang gehabt hat. Will er ferner nicht einen übernatürlichen Schöpfungsact oder willkürlich aufgestellte Hypothesen, wie die von der Verschleppung lebender Keime von anderen Weltkörpern mittelst der Meteore zur Erklärung heranziehen, so bleibt ihm nur die Hypothese übrig, dass nach den allgemein giltigen und jetzt noch zu beobachtenden Gesetzen der Affinität oder chemischen Wahlverwandtschaft Verbindungen von Kohlenstoff, Sauerstoff, Wasserstoff, Schwefel und Stickstoff sich zusammengefügt haben, um lebende Substanz zu erzeugen. Diesen Process nennt man Urzeugung. Da der Kohlenstoff, Sauerstoff, Stickstoff etc., welche jetzt in Organismen festgelegt sind, damals noch disponibel waren, mögen die Bedingungen für die Entstehung organischer Verbindungen, durch deren weiteres Zusammentreten das Leben möglich wurde, günstiger gewesen sein. So gestaltet sich die Hypothese von der ersten Entstehung des Lebens durch Urzeugung zu einem logischen Postulat.

Die Lehre kann aber nicht weiter dahin ausgedehnt werden, dass auch jetzt noch Urzeugung existirt. Da hierfür weder Beobachtungen



noch zwingende theoretische Erwägungen geltend gemacht werden können, liegt kein Grund vor, den Gegenstand hier zu erörtern.

## 2. Elternzeugung oder Tocogonie.

Nach den vorausgeschickten Erörterungen haben wir uns hier nur mit den Fortpflanzungsarten, welche thatsächlich beobachtet worden sind, zu befassen, mit den Elternzeugungen. Dieselben zerfallen vornehmlich in zwei grosse Gruppen, die ungeschlechtliche und die geschlechtliche Zeugung, Monogonie und Amphigonie, zu denen eine dritte Gruppe, die gemischten Fortpflanzungsweisen, noch hinzukommt.

### a) Ungeschlechtliche Fortpflanzung. Monogonie.

Zum Wesen der ungeschlechtlichen Fortpflanzung gehört zunächst, dass bei ihr nur ein einziger Organismus thätig ist. Da nun bei gewissen geschlechtlichen Fortpflanzungsweisen, wie bei der Fortpflanzung hermaphroditer Thiere und der Parthenogenesis, dieser Satz ebenfalls zutrifft, so bedarf er noch der Erläuterung. Die ungeschlechtliche Fortpflanzung muss auf Wachsthumsvorgänge zurückgeführt werden. Das die Fortpflanzung vorbereitende Wachsthum des Organismus kann nun entweder ein allgemeines sein und zu einer gleichmässigen Vergrösserung des Thieres in allen seinen Theilen führen, oder es ist localisirt und bedingt eine partielle Vergrösserung und demgemäss die Bildung eines Auswuchses in der Gegend des starken Wachsthums; im ersteren Falle kommt es zur Theilung, im letzteren Falle zur Knospung.

Bei der Theilung (cf. Fig. 114, 116 u. 138) zerfällt ein Thier in 2 oder mehr unter einander gleichwertige Stücke, so dass es nicht möglich ist, Mutter- und Tochterthiere zu unterscheiden; denn das ursprüngliche Thier hat sich vollkommen in die junge Generation aufgelöst. Die Theilung ist gewöhnlich eine Quertheilung, wobei die Theilebene senkrecht zur Längsaxe des Thieres steht. Seltener ist Längstheilung, am seltensten die Schrägtheilung (die Theilungsebene

Theilung.

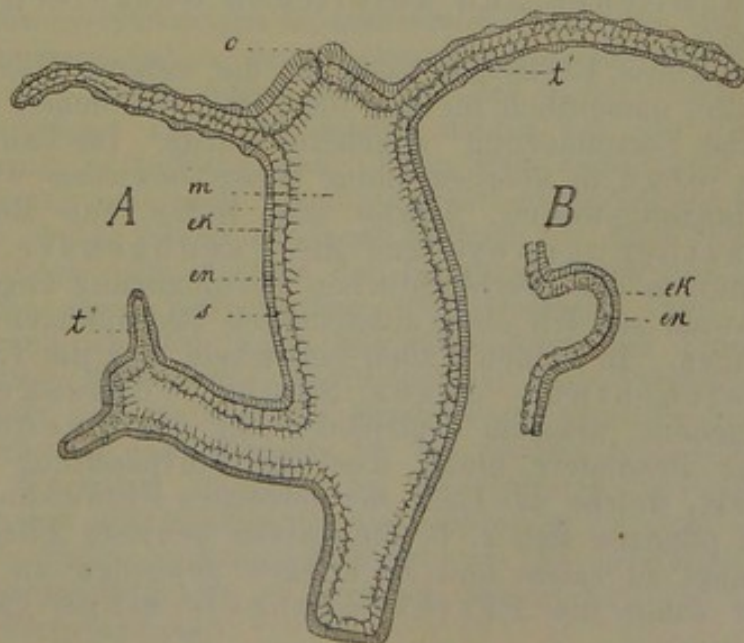


Fig. 87. *A Hydra grisea* in Knospung auf dem optischen Längsschnitt, daneben *B* erste Anlage einer Knospe. *en* Entoderm, *ek* Ectoderm, *s* Stützlammelle, *t'* Tentakeln des Mutterthieres, *t''* Tentakeln der Knospe, *m* Magen, *o* Mundöffnung.



schneidet in der Richtung der Längsaxe durch oder bildet mit ihr einen spitzen Winkel).

Knospung.

Bei der Knospung sind die sich ergebenden Producte ungleichwerthig. Das eine Thier führt den Bau des Mutterthieres weiter. Der durch locales Wachsthum bedingte Auswuchs dagegen, die Knospe, erscheint als eine Neubildung, als das Tochterindividuum. Immerhin ist der Unterschied zwischen Theilung und Knospung kein unvermittelter. Wenn wir von der Zweitheilung ausgehen, so wird dieselbe sich der Knospung in gleichem Maasse nähern, als die Theilproducte ungleich werden, so dass das eine mehr und mehr den Charakter einer Knospe, das andere den Charakter des fortexistirenden Mutterthieres annimmt. Solche Uebergänge sind namentlich bei der terminalen Knospung möglich, bei der die Knospe in der Verlängerung des Mutterthieres an dem einen Ende der Hauptaxe auftritt. Der Charakter der Knospung ist dagegen unverkennbar, wenn die Knospe unter Neubildung ihrer Körperaxe als ein seitlicher Auswuchs der Mutter entsteht (Fig. 87), oder wenn von einem gemeinsamen Mutterthier gleichzeitig zahlreiche Knospen abgeschnürt werden (cf. Fig. 21) (laterale oder multiple Knospung).

#### b) Geschlechtliche Fortpflanzung. Amphigonie.

Die geschlechtliche Fortpflanzung setzt gewöhnlich zwei Thiere, ein männliches und ein weibliches, voraus; die Fortpflanzungszellen des einen, die Eier, müssen von den Fortpflanzungszellen des anderen, den Spermatozoen, befruchtet werden und erhalten dadurch die Fähigkeit, sich zu einem neuen Organismus zu entwickeln. Da es nun hermaphrodite Thiere giebt, welche Eier und Spermatozoen gleichzeitig erzeugen, und da für viele derselben wenigstens die Möglichkeit der Selbstbefruchtung sicher erwiesen ist, so ist es klar, dass der Schwerpunkt bei der Definition der geschlechtlichen Fortpflanzung nicht auf die Individuen, sondern auf deren Geschlechtsproducte gelegt werden muss. Das Wesen der geschlechtlichen Fortpflanzung würde demnach in der Vereinigung der männlichen und weiblichen Geschlechtszellen zu suchen sein.

Diese Erklärung passt für die weitaus überwiegende Mehrzahl der Fälle, namentlich für alle die Fälle, von denen der Begriff „geschlechtliche Fortpflanzung“ abgeleitet wurde. Im Laufe der letzten 20 Jahre ist jedoch in überzeugender Weise bewiesen worden, dass zwei Fortpflanzungsweisen, welche man früher zur Monogonie rechnete, die Parthenogenese und die Paedogenese, als besondere Modificationen der geschlechtlichen Fortpflanzung angesehen werden müssen, obwohl sie den oben aufgestellten Bedingungen nicht vollkommen genügen. In beiden Fällen entwickeln sich die Eier, ohne dass eine Befruchtung durch Samen vorausgegangen wäre, aus eigenem, innerem Antriebe. Bei der Paedogenese kommt noch das Besondere hinzu, dass die Fortpflanzung sich an Thieren vollzieht, welche das Ende der normalen Entwicklung nicht erreicht haben: es pflanzen sich z. B. die Larven gewisser *Fliegen* fort, ohne sich verpuppt zu haben und zu Fliegen geworden zu sein. Paedogenese ist somit die Parthenogenese eines jugendlichen Organismus.

Parthenogenese.  
Paedogenese.



Einige Forscher haben versucht, die Parthenogenese von der geschlechtlichen Fortpflanzung auszuschliessen, indem sie die parthenogenetisch sich entwickelnden Eier für Pseudova erklärten, für Gebilde, welche thatsächlich keine Eier sind. Diese Ansicht ist gänzlich unhaltbar gegenüber dem Nachweis, dass die „Pseudova“ vollkommen wie gewöhnliche Eier entstehen und auch wie diese sich weiter entwickeln, indem sie sich theilen und Keimblätter bilden. Am überzeugendsten ist die Gleichwerthigkeit der parthenogenetischen Eier mit denen, welche befruchtet werden, für die *Bienen* bewiesen, bei denen der Entscheid, ob die Zellen von der Königin mit Samenfäden versehen werden oder nicht, im Moment der Eiablage erst getroffen wird, wovon es weiter abhängt, ob sie weibliche (befruchtete Eier) oder männliche Thiere (unbefruchtete Eier) liefern werden. Parthenogenese ist daher nicht eine ungeschlechtliche Fortpflanzung, welche die geschlechtliche vorbereitet, sondern vielmehr eine Fortpflanzung, welche aus der geschlechtlichen abgeleitet werden muss; sie ist eine geschlechtliche Fortpflanzung, bei welcher es zu einer Rückbildung der Befruchtung gekommen ist. In Erwägung dieser Verhältnisse müssen wir uns an die Auffassung gewöhnen, dass für das Wesen der geschlechtlichen Fortpflanzung die Befruchtung (der Zutritt der Spermatozoen) zwar einen äusserst wichtigen, keineswegs aber einen unerlässlichen Charakterzug bildet. Für alle zur Amphigonie gehörigen Fälle passt nur die Definition: „die geschlechtliche Fortpflanzung ist eine Fortpflanzung durch Geschlechtszellen.“

Die Unterschiede der Geschlechtszellen von den ungeschlechtlichen Fortpflanzungskörpern, den Theilstücken und Knospen, ergeben sich aus ihren Beziehungen zu den Lebensprocessen des Thieres. Die Zellen einer Knospe haben vor Eintritt der Fortpflanzung an den Lebensprocessen des Thieres Antheil gehabt, sie waren functionirende oder „somatische“ Zellen. Wenn bei unserem *Süsswasserpolyptyp* eine Knospe entsteht, so ist das Zellenmaterial, welches zur Verwendung kommt, bisher vom Mutterthier ganz ebenso verwandt worden, wie die übrigen Theile der Körperwand. Die Geschlechtszellen eines Thieres sind dagegen dauernd oder wenigstens auf längere Zeit von den Lebensverrichtungen ausgeschlossen, als Zellen, welche in einem Ruhezustand verharren haben, deren Lebensenergie während dieser Ruhe geschont worden ist. Daher fehlen auch bei der geschlechtlichen Fortpflanzung die Beziehungen zum Wachsthum, welche bei der ungeschlechtlichen Fortpflanzung so auffällig sind. Denn wenn auch häufig die geschlechtliche Fortpflanzung erst nach beendigtem Körperwachsthum eintritt, so kommt es doch ebenso häufig und noch häufiger vor, dass Thiere, wie z. B. alle *Fische*, noch nach Eintritt der Geschlechtsreife auf das Doppelte und Mehrfache ihrer Körpergrösse weiterwachsen. Die geschlechtliche Fortpflanzung ist eben keine besondere Form des Wachstums, sondern eine völlige Erneuerung des Organismus, eine Verjüngung desselben. Daraus erklärt sich die wichtige Erscheinung, dass die ungeschlechtliche Fortpflanzung am verbreitetsten ist bei niedrig organisirten Thieren (*Coelenteraten*, *Würmern*), dagegen bei *Wirbelthieren*, *Mollusken*, *Arthropoden* fehlt. Je höher die Organisation des Thieres ist, je mehr sich die Lebensenergie seiner Zellen verbrauchen muss, um den gesteigerten Ansprüchen an die Leistungsfähigkeit zu genügen, um so nothwendiger ist die geschlechtliche Fortpflanzung.



## c) Combinirte Fortpflanzungsweisen.

Sehr häufig kommen bei einer und derselben Thierspecies zweierlei Fortpflanzungsweisen neben einander vor. Viele *Corallen* und *Würmer* haben sowohl die Fähigkeit, sich durch Theilung oder Knospung zu vermehren, als auch Eier und Spermatozoen zu bilden; andere wiederum besitzen zwar keine ungeschlechtliche Fortpflanzung, ihre Eier aber entwickeln sich je nach Umständen entweder parthenogenetisch oder nach vorausgegangener Befruchtung. Das Auftreten von zweierlei Fortpflanzungsarten ist nun vielfach in der Weise geregelt, dass Individuen mit verschiedener Fortpflanzung in einem ganz bestimmten Rhythmus mit einander alterniren. Man nennt eine derartige Entwicklung Generationswechsel im weiteren Sinne und unterscheidet zwei besondere Formen desselben, die Metagenesis oder den Generationswechsel im engeren Sinne (progressiven Generationswechsel) und die Heterogonie (regressiven Generationswechsel).

Progressiver  
Generations-  
wechsel.  
Metagenesis.

Generationswechsel im engeren Sinne oder Metagenesis ist der Wechsel von mindestens zwei Generationen, von denen die eine sich nur ungeschlechtlich, durch Theilung oder Knospung, vermehrt, die andere ausschliesslich oder doch vorwiegend geschlechtlich. Die erste Generation heisst die Amme, die zweite das Geschlechtsthier. Das beste Beispiel liefert die Fortpflanzung der *Hydromedusen* (Fig. 88). Die Ammen sind hier die *Polypen*, welche meist zahlreich unter einander zu einer Colonie vereint sind, niemals Geschlechtsorgane erzeugen, wohl aber durch Knospung Geschlechtsthiere, die *Medusen*. Die *Medusen* sind den *Polypen* vollkommen unähnlich, viel höher organisirt, freibeweglich; sie haben nur ausnahmsweise die ungeschlechtliche Fortpflanzung bewahrt; dagegen entwickeln sie Eier und Spermatozoen, aus denen wiederum die festsitzenden Ammen, die Polypen, entstehen. Das Beispiel lehrt zugleich, dass beim Generationswechsel nicht nur ein Unterschied in der Fortpflanzungsweise vorhanden ist, sondern dass meistens noch dazu ein Unterschied in der Gestalt und Organisation kommt. Zwischen *Polyp* und *Meduse* ist der Unterschied so gross, dass man beide, obwohl Repräsentanten derselben Art, lange Zeit in ganz verschiedenen Classen des Thierreichs unterbrachte. — In manchen Fällen kann sich der Generationswechsel noch dadurch compliciren, dass

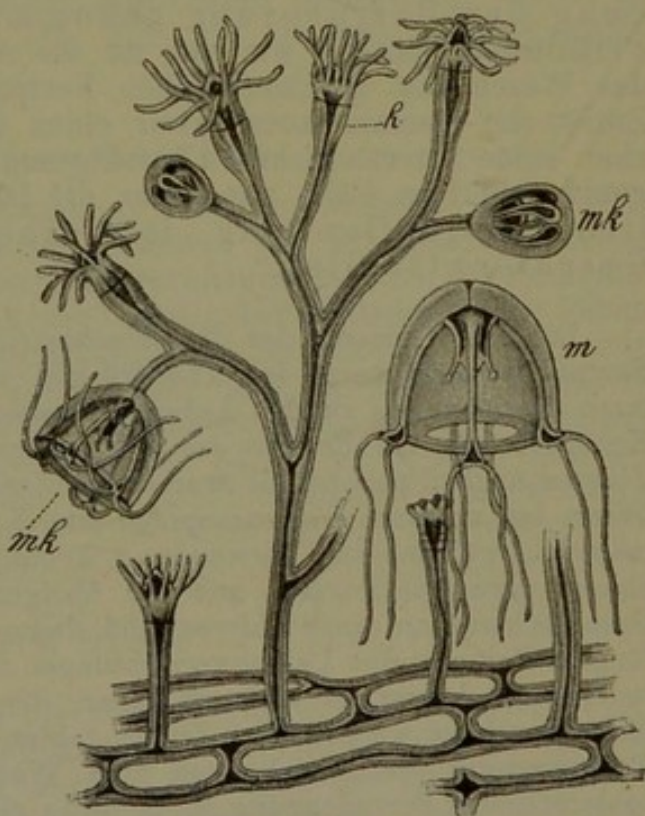


Fig. 88. *Bougainvillea ramosa* (aus Lang). *h* Hydranthen, welche Medusenknospen (*mk*) erzeugen (Ammen), *m* losgelöste Meduse, *Margelis ramosa* (Geschlechtsthier).

entstehen. Das Beispiel lehrt zugleich, dass beim Generationswechsel nicht nur ein Unterschied in der Fortpflanzungsweise vorhanden ist, sondern dass meistens noch dazu ein Unterschied in der Gestalt und Organisation kommt. Zwischen *Polyp* und *Meduse* ist der Unterschied so gross, dass man beide, obwohl Repräsentanten derselben Art, lange Zeit in ganz verschiedenen Classen des Thierreichs unterbrachte. — In manchen Fällen kann sich der Generationswechsel noch dadurch compliciren, dass



zwei ungeschlechtliche Generationen auf einander folgen, ehe die Rückkehr zur geschlechtlichen Fortpflanzung eintritt: dann spricht man von Grossamme, Amme und Geschlechtsthier.

Die Heterogonie unterscheidet sich von dem gewöhnlichen <sup>Heterogonie.</sup> Generationswechsel oder der Metagenesis dadurch, dass die ungeschlechtliche Fortpflanzung durch Parthenogenesis ersetzt ist. Es alterniren somit Thiere von manchmal ganz verschiedenem Bau, von denen die einen von befruchteten, die anderen von unbefruchteten Eiern abstammen. Gewisse *Krebse*, die *Daphniden*, zeigen die Heterogonie in typischer Weise. Lange Zeit im Jahre findet man nur Weibchen, die sich parthenogenetisch durch Sommereier vermehren; vorübergehend treten dann Männchen auf; es werden die befruchteten Winterer gebildet, aus denen wiederum parthenogenetische Generationen hervorgehen. — Die Heterogonie hat man vielfach von der Metagenesis nicht genügend unterschieden, meistens deswegen, weil man die parthenogenetische Fortpflanzung für eine ungeschlechtliche hielt: so bei den *Trematoden*. Die geschlechtsreifen *Distomen* erzeugen die ganz abnorm gestalteten Sporocysten, diese liefern parthenogenetisch wieder die Larven der *Distomen*, die Cercarien. Lange Zeit huldigte man hier der irrthümlichen Ansicht, dass die Zellen, aus denen die Cercarien abstammen, keine Eier, sondern „innere Knospen“, „Keimkörner“ seien (vergl. Fig. 212). — Unter die Heterogonie hat man andererseits auch Fortpflanzungsweisen aufgenommen, bei denen gar keine Parthenogenesis vorkommt. Man nennt Heterogonie auch die Fälle, wo zwei Generationen alterniren, welche nur verschiedene Gestalt und Organisation haben. In der Froschlunge wohnt die *Ascaris nigrovenosa*, ein hermaphroditer Wurm; er erzeugt das getrennt geschlechtliche, im Schlamm lebende *Rhabdonema nigrovenosum*, aus dessen Eiern wieder die Froschascariden entstehen.

### Allgemeine Erscheinungen der geschlechtlichen Fortpflanzung.

Bei der geschlechtlichen Fortpflanzung kommt eine Reihe von Entwicklungsvorgängen zur Beobachtung, welche in principiell gleicher Weise bei allen vielzelligen Thieren wiederkehren und daher hier im Zusammenhang besprochen werden sollen; das sind 1) die Reife der Eier, 2) der Befruchtungsprocess, 3) der Furchungsprocess, 4) die Bildung der 3 Keimblätter.

#### 1. Eireife.

Das Ei mit dem grossen, bläschenförmigen Kern, dem Keimbläschen, wie wir es in der Histologie kennen gelernt haben, kann noch nicht befruchtet werden; um befruchtungsfähig zu werden, muss es eine Summe von Veränderungen durchmachen, die Reifeerscheinungen, welche darin bestehen, dass das Keimbläschen durch den sehr viel kleineren Eikern ersetzt wird und dass gleichzeitig an dem einen Pol des Eies die Richtungskörperchen (Polkörperchen) abgeschnürt werden.

Das Keimbläschen macht mit den Umwandlungen den Anfang, in dem seine Wandung aufgelöst, sein Inhalt zum Theil dem Protoplasma des Eies beigemischt, zum Theil zur Bildung einer Kernspindel verbraucht wird. Die letztere, auch die Richtungsspindel genannt, stellt

Bildung der  
Richtungs-  
körperchen.



sich mit ihrer Axe in einen Eiradius ein, so dass ihr einer Pol dem Centrum zugewandt, der andere in der oberflächlichsten Schicht des Eies befestigt ist (Fig. 89a). Nunmehr beginnt ein regelmässiger Zelltheilungsprocess, nur dass die Theilproducte sehr ungleich gross sind; das grössere Theilstück ist das Ei, das kleinere, ganz unansehnliche Theilstück ist der Richtungskörper (Fig. 89b, c). Letzterer erhebt sich über die Eioberfläche als ein Hügel empor, in den die Richtungsspindel mit ihrer einen Hälfte hineinragt; bei der Abschnürung wird diese Hälfte in den Richtungskörper hinübergenommen.

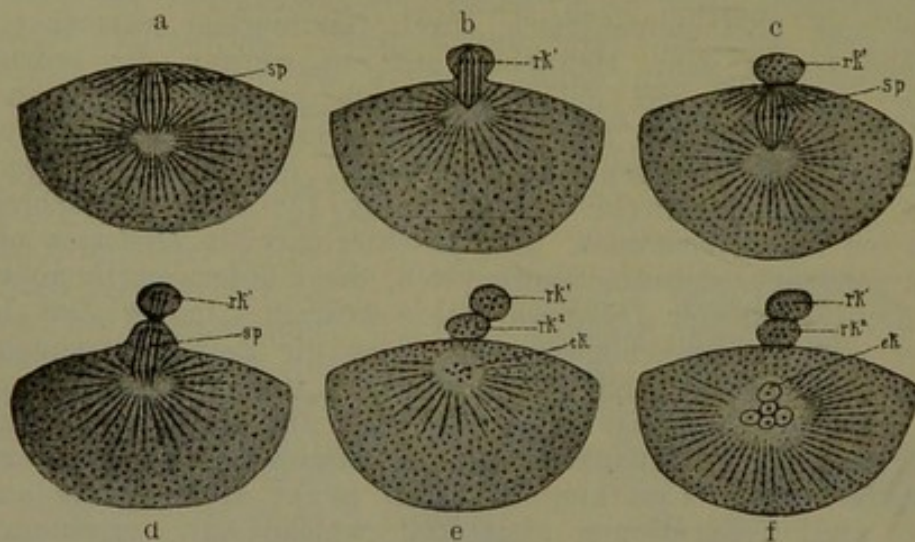


Fig. 89. Verschiedene Stadien der Richtungskörperbildung von *Asterias glacialis*. *sp* Richtungsspindel, *rk¹* erster Richtungskörper, *rk²* zweiter Richtungskörper, *ek* Eikern in Bildung.

Der im Ei verbleibende Theil der Richtungsspindel ergänzt sich sofort zu einer neuen Spindel; die Zellknospung wiederholt sich und führt zur Bildung des zweiten Richtungskörpers. In Folge dessen liegen an dem einen Ende des Eies zwei kleine Zellen, in vielen Fällen sogar drei, da während der Bildung des zweiten Richtungskörpers der erste sich ebenfalls noch einmal getheilt haben kann (Fig. 89d–f). Der nach der zweiten Theilung noch übrige Rest der Richtungsspindel ist zu einem ruhenden bläschenförmigen Kern, welchen wir Eikern nennen, geworden, das charakteristische Merkmal des reifen, befruchtungsfähigen Eies. Mit anderen Worten, durch doppelte Theilung sind aus dem unreifen Ei 4, resp. 3 Zellen entstanden, von denen die eine bei Weitem den grössten Theil der ursprünglichen Zellenmasse übernommen hat und das reife Ei darstellt, während die übrigen zwei oder drei kleine Körper sind, gleichsam rudimentäre Eier. Den Namen Richtungskörperchen haben dieselben dem Umstand zu verdanken, dass ihre Lage in sehr vielen Fällen eine bestimmte Orientirung im Ei ermöglicht: man kann durch das Ei einen Durchmesser, die Hauptaxe, legen, dessen eines Ende durch die Richtungskörperchen bezeichnet wird. Mit Rücksicht auf spätere Entwicklungsprocesse nennt man dieses Ende den animalen Pol des Eies, das entgegengesetzte Ende den vegetativen Pol.

In vielen Fällen verläuft die Eireife schon vor der Besamung des Eies entweder im Eierstock selbst oder im Anfang der Ausführwege. Bei



manchen Thieren tritt dagegen eine Ruhepause ein, wenn die erste Richtungsspindel gebildet worden ist; das Ei bedarf dann des Zusatzes von Samen, damit die weiteren Vorgänge, Abschnürung der Richtungskörper und Reconstruction des Eikerns, zu Ende geführt werden. Diese Abhängigkeit der letzten Reifeerscheinungen vom Eintritt der Befruchtung hat lange Zeit zu dem Irrthum geführt, dass die Bildung der Richtungskörper einen Theil der Befruchtungsvorgänge selbst ausmache.

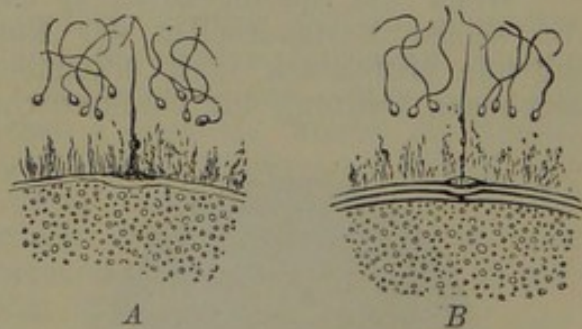
## 2. Befruchtung.

Wenn man den Ausdruck „Befruchtung“ im wissenschaftlichen Sinne anwenden will, so muss man ihn auf die intimen Vorgänge beschränken, welche sich nach dem Zusammentreffen der Eier und Spermatozoen im Innern der ersteren abspielen und mit einer vollkommenen Verschmelzung beider Geschlechtszellen endigen; dagegen muss man besondere Ausdrücke für die vorbereitenden Vorgänge wählen, welche den Zweck haben, die Befruchtung zu ermöglichen. Sehr häufig ist zu diesem Zweck die active Uebertragung des Samens von dem Männchen auf das Weibchen nöthig, die Begattung; indessen nicht immer. Bei vielen Wasser bewohnenden Thieren, namentlich bei den meisten *Fischen*, *Echinodermen*, *Coelenteraten*, werden Eier und Spermatozoen in das Wasser entleert, und der Zufall bedingt ihre Vereinigung, die Besamung der Eier. Man kann dann, was sich in der Natur vollzieht, künstlich erzielen, aus den Geschlechtsorganen die reifen Producte entleeren und sie zur Vereinigung bringen; man kann z. B. aus dem Uterus eines *Froschweibchens* die Eier entnehmen und mit Sperma des Männchens besamen, oder durch geeigneten Druck auf den Leib laichreifer *Fische* die Eier in eine Schüssel, das Sperma in eine zweite Schüssel sammeln und den Inhalt der letzteren auf die erstere ausgiessen und so in vielen Fällen eine vollkommen naturgemässe Entwicklung erzielen. Man nennt ein solches Verfahren künstliche Befruchtung; besser würde es sein, von künstlicher Besamung zu reden.

Begattung.

Besamung.

Fig. 90. Ei von *Asterias glacialis* während der Befruchtung. A Eindringen des Spermatozoons, B das Spermatozoon ist eingedrungen, die Dottermembran gebildet (nach Fol).



A

B

Gehen wir nun auf die Befruchtungsvorgänge im engeren Sinne ein, so beginnen dieselben mit dem Eindringen des Spermatozoons in das Ei. Gewöhnlich ist das Ei von einer gallertigen Hülle, dem Chorion, umgeben, auf dessen Oberfläche die Spermatozoen bei der Besamung haften bleiben und durch das sie sich durchbohren, bis sie die Oberfläche des Dotters erreichen (Fig. 90). Da nun aber das Chorion namentlich bei Eiern, welche im Trocknen abgelegt werden, hart und unnachgiebig sein kann, existirt häufig an ihm eine besondere

Befruchtung.



Einrichtung, welche den Spermatozoen den Zugang ermöglicht, der Mikropylapparat; derselbe ist ein einziger, die Dicke des Chorions durchbohrender Canal, wie bei den *Fischen*, oder ein ganzes Bündel solcher Canäle, wie bei fast allen *Insecten*.

Monospermie  
und Poly-  
spermie.

Durch die Gallerthülle oder den Mikropylcanal können viele Spermatozoen eindringen; in das Ei selbst gelangt unter normalen Verhältnissen stets nur ein einziges. Demjenigen Spermatozoon, welches einen, wenn auch noch so kleinen, Vorsprung vor den übrigen gewonnen hat, sendet das Ei einen Fortsatz entgegen, auf welchem es in das Innere des Dotters einwandern kann. Damit wird das Ei unzugänglich für alle übrigen Samenfäden, welche unbenutzt zu Grunde gehen. Nur bei krankhaft veränderten oder durch langes Liegen geschädigten Eiern kann es vorkommen, dass 2 oder mehr Spermatozoen eindringen. Der normalen Einfachbefruchtung oder Monospermie haben wir die Di- und Polyspermie, die Mehrfachbefruchtung, als pathologische Erscheinungen entgegenzustellen. Im Ei existiren gegen diese anormalen Befruchtungen Schutzvorrichtungen, welche durch Abnehmen der Lebensenergie ausser Thätigkeit gesetzt werden. Eine dieser Schutzvorrichtungen, aber keineswegs die einzige, ist die Bildung der Dottermembran, einer undurchgängigen Hülle, die plötzlich von der Oberfläche des Eies ausgeschieden wird, wenn ein Spermatozoon die Befruchtung vollzogen hat. Innerhalb der Dottermembran zieht sich der Körper des Eies unter Entleerung flüssiger Bestandtheile auf ein kleineres Volumen zusammen, so dass zwischen Dottermembran und Eioberfläche ein Zwischenraum entsteht, an welchem man kleinere befruchtete Eier leicht erkennen kann (Fig. 90 B).

Bei den grossen dotterreichen Eiern mancher *Insecten* und *Wirbelthiere* dringen auch unter normalen Verhältnissen mehrere Spermatozoen ein (physiologische Polyspermie). Dadurch wird aber die principielle Auffassung vom Wesen der Befruchtung nicht geändert. Denn auch dann verschmilzt nur ein Samenkern mit dem Eikern, während die anderen nach mehrfachen Theilungen schliesslich doch noch zu Grunde gehen.

Wenn das Spermatozoon in das Ei eingedrungen ist, dann sind von seinen Bestandtheilen der Kopf und das Centrosoma enthaltende Mittelstück noch erkennbar, — nach der in der Histologie gegebenen Deutung die chromatischen und achromatischen Theile des

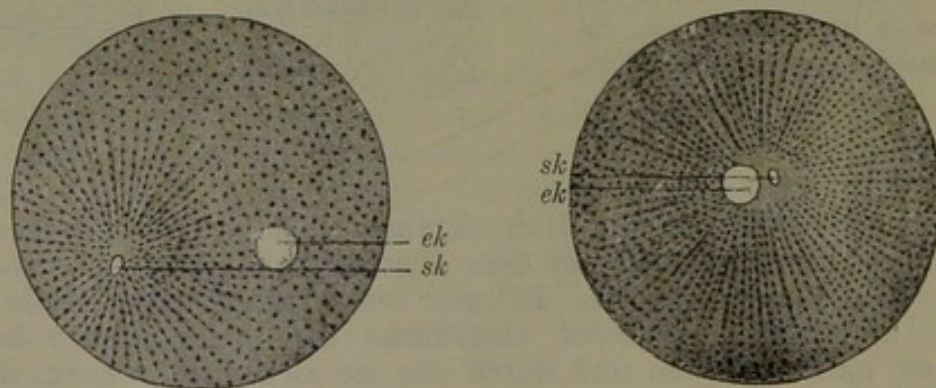


Fig. 91. Befruchtungsstadien des Seeigeleies (nach O. Hertwig). Spermakern *sk* mit Strahlung, in dem einen Ei oberflächlich, in dem anderen Ei dicht am Eikern *ek* gelagert.



Kerns des Spermatozoons oder des Spermakerns —, während der Schwanzfaden und das etwa vorhandene Protoplasma vom Dotter des Eies amalgamirt worden sind. Im Protoplasma des Eies erzeugt das Centrosoma des Spermakerns eine intensive Strahlung, wie sie auch während der Theilung beobachtet wird. Die Strahlung voran, wandert der Spermakern auf den Eikern zu, bis er ihn erreicht hat (Fig. 91) und mit ihm zum Furchungskern verschmilzt. Jetzt theilt sich das Centrosoma in zwei, welche an entgegengesetzte Enden des Kerns wandern. In Folge davon wird der Furchungskern zur Furchungsspindel, die sich theilt und damit den Anstoss zur Embryonalentwicklung, zu den als Furchungsprocess bekannten successiven Theilungen giebt. Da erst mit der Vereinigung der Geschlechtskerne die Befruchtung abgeschlossen ist, so gelangen wir zu dem fundamental wichtigen Satz, dass das Wesen der Befruchtung in der Vereinigung von Ei- und Spermakern besteht.

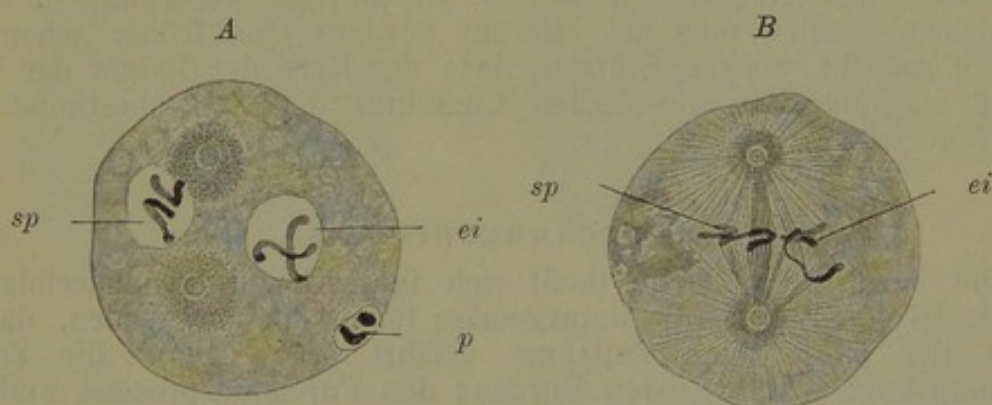


Fig. 92. Befruchtung von *Ascaris megalocephala* (nach Boveri). A Die Spindelenden (Centrosomen) gebildet, B die Spindel fertig gestellt, sp Spermakern resp. die aus ihm hervorgehenden Chromosomen, ei Eikern, p Richtungskörperchen.

In vielen Fällen kann eine Abkürzung der Entwicklung eintreten, indem das Stadium des Furchungskerns ausfällt und das Material von Eikern und Spermakern ohne vorherige Vereinigung direct in die Furchungsspindel übergeführt wird. Diese Fälle ändern nichts an dem oben aufgestellten Satz; wohl aber sind sie wichtig, weil sie deutlicher erkennen lassen, in welcher Weise sich die beiden Kerne am Aufbau der Furchungsspindel betheiligen. Es ergiebt sich, dass von den Chromosomen, d. h. den chromatischen Elementen, welche die Aequatorialplatte des Kerns bilden, genau die eine Hälfte vom Eikern, die andere vom Spermakern geliefert wird. Denn ehe noch die Spindel entstanden und die Contour der beiden Kerne geschwunden ist, sind die für die Spindel bestimmten Chromosomen in jedem derselben in vollkommen gleicher Zahl entwickelt (Fig. 92).

Die mitgetheilten Beobachtungen über die Befruchtung haben in der Neuzeit eine sichere Basis für die Lehre von der Vererbung geliefert. Unter Vererbung verstehen wir die Uebertragung der elterlichen Eigenschaften auf die Nachkommenschaft. Diese Uebertragung erfolgt im Grossen und Ganzen mit gleicher Energie von Seiten des Vaters wie der Mutter. Denn wenn wir aus zahlreichen Fällen das Mittel ziehen, so sind die Eigenschaften des Kindes eine Resultante, welche zwischen den Eigenschaften von Vater und Mutter die Mitte hält; oder mit anderen Worten, die männlichen und weiblichen In-

Vererbung.



dividuen, im Durchschnitt betrachtet, haben gleichviel Vererbungsenergie.

Da bei allen Thieren mit äusserlicher Befruchtung ein materieller Zusammenhang zwischen Eltern und Nachkommenschaft nur durch die Geschlechtszellen vermittelt wird, so müssen diese die Substanzen enthalten, welche die Vererbung bewirken. Ferner müssen bei der gleichen Vererbungsenergie beider die Vererbungssubstanzen im Ei und Spermatozoon in gleicher Menge vorhanden sein. Auf diesem Wege der Ueberlegung kommen wir dahin, mit grosser Bestimmtheit die chromatische Kernsubstanz, welche die Chromosomen liefert, als den Träger der Vererbung zu bezeichnen. Denn da wir wissen, dass das Ei grosse Mengen von Protoplasma, das Spermatozoon aber nur die allergeringsten Spuren davon enthält, dass dagegen Eikern und Spermakern gleichviel Substanz und namentlich gleichviel Chromosomen zur Furchungsspindel liefern, so genügt nur das Chromatin des Kernes den Ansprüchen, welche wir an eine Vererbungssubstanz (Idioplasma) stellen müssen. Hiermit gewinnt eine früher schon geäusserte Ansicht weitere Stützen, dass der Kern der Träger der Vererbung ist und den specifischen Charakter der Zelle bestimmt (cf. Seite 55).

### 3. Furchungsprocess.

Anordnung  
der Theil-  
furchen.

Die befruchtete Eizelle theilt sich in rascher Aufeinanderfolge in 2, 4, 8, 16 etc. Zellen, die naturgemäss immer kleiner werden, da die Masse des Eies keine Zunahme erfährt. Man nennt die Zellen Furchungskugeln, den ganzen Vorgang den Furchungsprocess, weil bei jeder Theilung auf der Oberfläche Furchen entstehen, die immer tiefer durchschnüren (Fig. 93). Im Grossen und Ganzen herrscht die Regel,

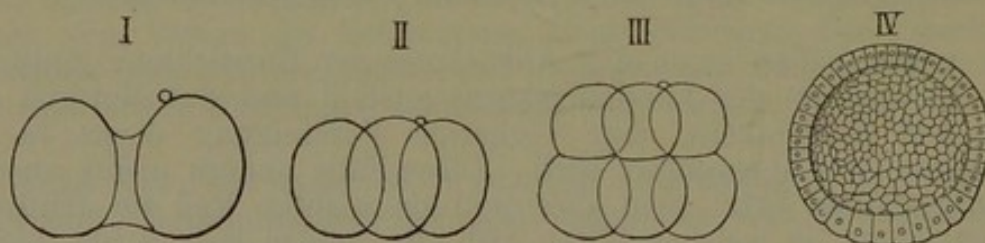


Fig. 93. Aequale Furchung von *Amphioxus lanceolatus* (nach Hatschek). I Zweitheilung (Bildung der ersten Meridionalfurche), II Viertheilung (zweite Meridionalfurche gebildet, Furchungskugel 4 ist verdeckt), III Achttheilung (Aequatorialfurche, Furchungskugel 7 und 8 sind verdeckt), IV Blastula auf dem optischen Durchschnitt; eine einschichtige Zellenblase umgiebt die Furchungshöhle. In I, II, III bezeichnet ein kleines Körperchen (Richtungskörperchen) den animalen Pol.

dass jede neue Furchungsebene sich möglichst senkrecht auf die vorhergehende stellt. Daher die Erscheinung, dass die 3 ersten Furchungsebenen, welche die 2-, 4- und 8-Theilung veranlassen, fast bei allen Thieren gleich angeordnet sind. Den Vergleich mit der Erdkugel zu Grunde legend, spricht man von einer ersten und zweiten Meridionalfurche (I, II) und nennt die dritte Furche die Aequatorialfurche (III). Die Kreuzungspunkte der beiden Meridionalfurchen liefern uns die Pole des Eies, den animalen und den vegetativen, so genannt, weil das Material des einen vorwiegend für animale Organe (Nerven-



system), das Material des anderen für vegetative Organe (Darm) verwandt wird.

In der Entwicklungsgeschichte unterscheidet man verschiedene Arten des Furchungsprocesses, deren Besonderheiten von 2 Momenten bestimmt werden: 1) von der Masse des zur Ernährung des Eies dienenden Materials, des Nahrungsdotters, 2) von der Anordnung desselben. Der Nahrungsdotter wirkt hemmend auf die Theilung ein, da er ein Material darstellt, welches keiner activen Bewegung fähig ist und nur durch die Thätigkeit des Protoplasma auf die Furchungszellen vertheilt wird. Je mehr die Masse dieses Ballastes im Verhältniss zum Protoplasma zunimmt, um so langsamer werden die Theilungsvorgänge verlaufen. Schliesslich tritt ein Moment ein, wo der Widerstand des

Einfluss des  
Dotters auf  
den Fur-  
chungspro-  
cess.

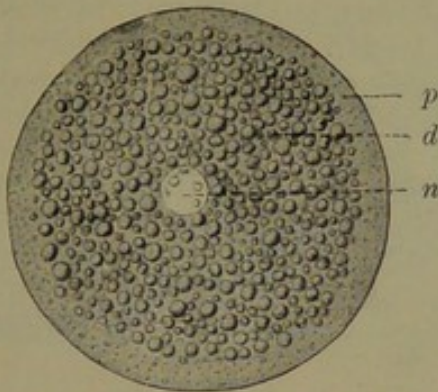


Fig. 94. Centrolecithales Ei (aus O. Hertwig). *n* Kern, *p* protoplasma-reiche, *d* dotterreiche Partie des Eies.

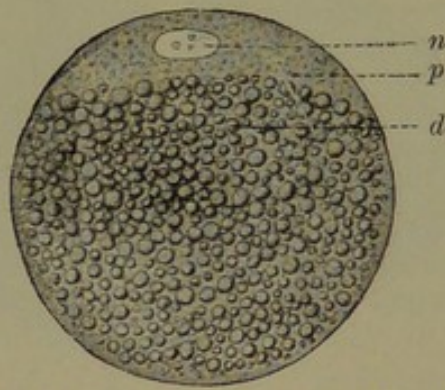


Fig. 95. Telolecithales Ei (aus O. Hertwig). *n* Kern, *p* protoplasma-reiche, *d* dotterreiche Partie des Eies.

Dotters so gross wird, dass das Protoplasma der Arbeit nicht mehr vollkommen gewachsen ist; dann werden nur die protoplasmareicheren Partien des Eies getheilt, die dotterreicheren bleiben eine ungetheilte Masse. Man spricht in diesen Fällen von einer partiellen Furchung im Gegensatz zu dem gewöhnlichen und ursprünglicheren Verhalten, der totalen Furchung; ferner nennt man die Eier, welche die partielle Furchung zeigen, meroblastische, weil nur der abgefurchte Theil des Eies direct zum Aufbau des Embryo oder des Sprosses (Blastos) verbraucht wird, während die ungetheilte Hauptmasse als Nährmaterial beim Wachsthum dient. Die Eier mit totaler Furchung sind dagegen die holoblastischen.

Was nun zweitens die Anordnung des Dotters anlangt, so steht dieselbe in Beziehung zur Lage des Kerns. Entweder behauptet der Eikern seine centrale Lage, und der Dotter sammelt sich um ihn in concentrischer Anordnung (centrolecithale Eier; Fig. 94); oder er wird mit der Hauptmasse des Protoplasma nach einem Pole des Eies verdrängt, während nach dem anderen Pole zu das Dottermaterial überwiegt (telolecithale Eier). Da der kernhaltige Pol im Lauf der Entwicklung stets zum animalen wird, so kann man im Ei eine animale protoplasmareichere und eine vegetative dotterreichere Partie unterscheiden (Fig. 95). Bei vielen telolecithalen Eiern gehen beide Partien allmählig in einander über, bei anderen wieder ist der Unterschied scharf ausgeprägt, so dass eine deutliche Grenze die fast rein protoplasmatische animale Partie von der dotterhaltigen vegetativen Partie trennt. Am schönsten zeigt dies Verhalten das Vogelei (Fig. 96). Als Ei im Sinne der Embryologie ist hier nur das Gelbei anzusehen,

Vertheilung  
des Dotters



während das Eiweiss, die faserige Eihaut und die Kalkschale erst spätere Ablagerungen auf der Oberfläche des Eies sind. Die Hauptmasse des Gelbeies ist Nahrungsdotter, auf welchem eine bei jeder Lage nach oben gewandte dünne Schicht von Protoplasma ruht, die Keimscheibe. Letztere enthält den Eikern und grenzt sich nach der Befruchtung und mit fortschreitender Entwicklung immer schärfer von dem darunter gelegenen Dotter ab.

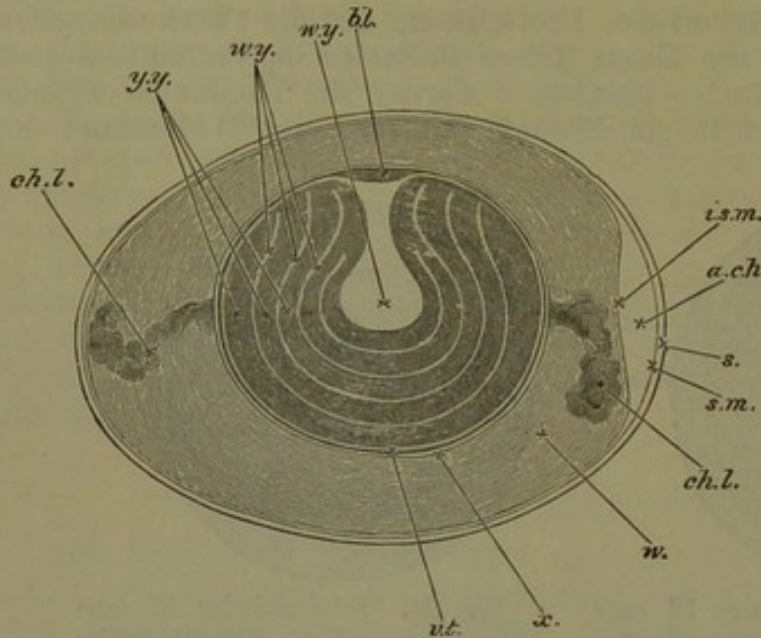


Fig. 96. Schematischer Längsschnitt durch ein Vogelei (aus Balfour).

1) das Ei: *b. l.* Keimscheibe, *w. y.* weisser Dotter, *y. y.* gelber Dotter. 2) Hüllen des Eies: *v. t.* Chorion, *x. u. w.* innere und äussere Eiweisslage, *ch. l.* Chalazae, *i. s. m.* und *s. m.* innere und äussere Schalenhaut, dazwischen am rechten Ende *a. c. h.* die Luftkammer, *s.* Schale.

Verschiedene  
Arten des  
Furchungs-  
processes.

Nach den vorausgeschickten Bemerkungen werden wenige kurze Erläuterungen genügen, folgende Tabelle der verschiedenen Furchungsarten verständlich zu machen.

### a) Holoblastische Eier mit totaler Furchung.

1) äquale Furchung: Der Dotter ist in geringen Mengen gleichmässig im Ei vertheilt; bei der Furchung zerfällt das Ei in Theil-

Fig. 97.

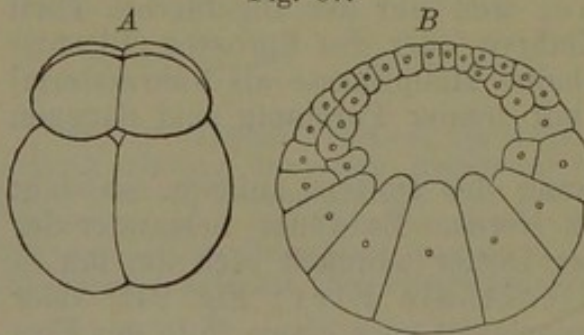


Fig. 97. Inäquale Furchung des Eies von *Petromyzon* (nach Shipley aus Hatschek). *A* Stadium der 8 Furchungskugeln. *B* Blastula, in meridionaler Richtung durchschnitten. Die Ungleichheit der Furchungskugeln tritt hier erst mit der Aequatorialfurche ein.

Fig. 98.

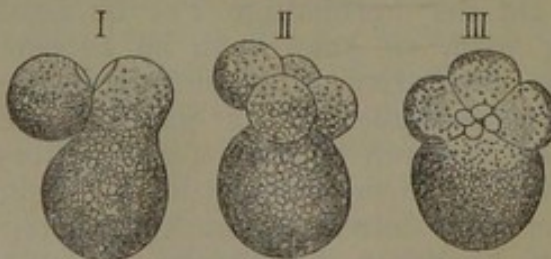


Fig. 98. Inäquale Furchung des Eies einer Schnecke, *Nassa mutabilis* (nach Bobretzky). *I* Die erste Meridionalfurche hat das Ei in ungleiche Stücke getheilt. *II* Die zweite Meridionalfurche hat 3 kleinere und eine grössere Furchungskugel gebildet (beides seitliche Ansichten). *III* Die äquatoriale Furche hat 4 kleinere animale und 4 grössere, aber ungleiche vegetative Zellen erzeugt (Ansicht vom animalen Pol).



stücke von annähernd gleicher Grösse und gleichem Dotterreichthum (alecithale holoblastische Eier) (Fig. 93).

- 2) inäquale Furchung: Der Dotter ist reichlich, aber nicht reichlich genug, um die vollkommene Furchung zu verhindern; er liegt besonders am vegetativen Pole des Eies und ist Ursache, dass hier die Furchung langsamer verläuft, und dass hier grössere, weil dotterreichere Furchungskugeln entstehen. Man findet daher den Keim gebildet von kleinen animalen dotterarmen und grossen vegetativen dotterreichen Zellen (telolecithale holoblastische Eier) (Fig. 97 u. 98).

#### b) Meroblastische Eier mit partieller Furchung.

- 3) discoidale Furchung: Der Dotter ist in der vegetativen Partie des Eies so stark angehäuft, dass er ihre Abfurchung verhindert. Die Furchung bleibt daher auf die Umgebung des animalen Poles beschränkt und zerlegt dieselbe in eine Scheibe kleiner Zellen, die Embryonalanlage oder Keimscheibe (telolecithale meroblastische Eier) (Fig. 99).
- 4) superficielle Furchung: Der Dotter ist im Centrum des Eies angehäuft und verhindert dessen Abfurchung; in Folge dessen zerfällt nur die Rinde des Eies in Furchungszellen, welche in Form einer zusammenhängenden superficiellen Schicht die ungefurchte centrale Masse umhüllen (centrolecithale Eier) (Fig. 100).

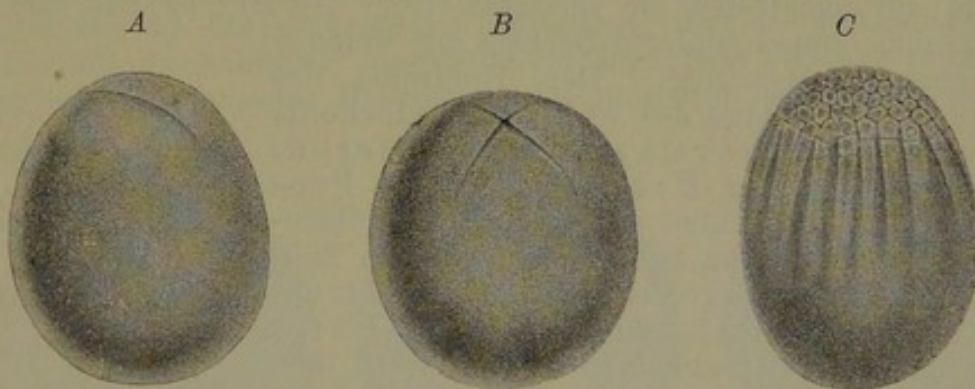


Fig. 99. Discoidale Furchung des Cephalopodeneies (*Loligo Pealei*, nach Watasé).

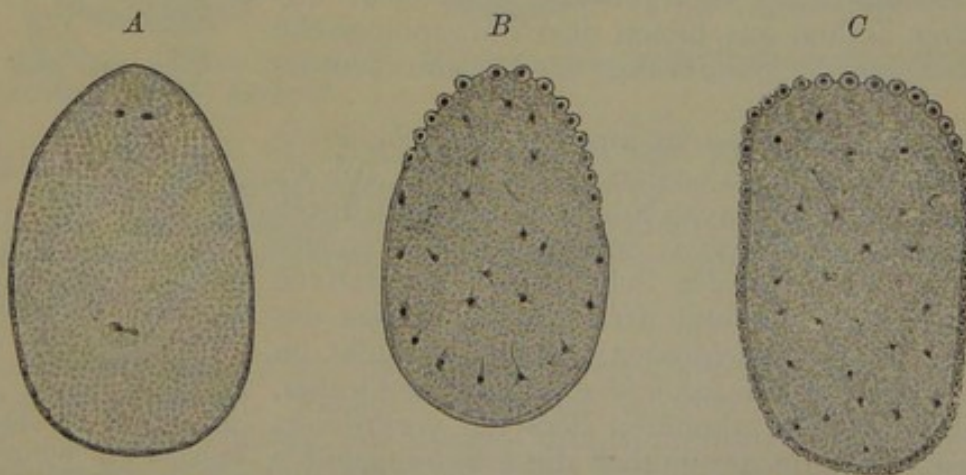


Fig. 100. Superficielle Furchung des Insecteneies (*Pieris crataegi*). A Theilung des Furchungskerns, B Heraufrücken der Kerne zur Bildung des Blastoderms, C Bildung des Blastoderms (nach Bobretzky).



Von den genannten 4 Arten der Furchung hat die superficielle Furchung ein systematisches Interesse, indem sie ausschliesslich bei den *Arthropoden* vorkommt. Die übrigen Furchungsarten vertheilen sich in der Weise, dass die discoidale bei der Mehrzahl der *Wirbelthiere* und bei den höchstorganisirten *Mollusken*, den *Tintenfischen*, einigen *Arthropoden* und *Tunicaten* beobachtet wird, während äquale und inäquale Furchung bei allen Stämmen der vielzelligen Thiere auftreten können.

Blastula.

Während der Furchung bildet sich früher oder später im Innern des Eies zwischen den Zellen ein Hohlraum aus, welcher mit dem Fortschreiten der Entwicklung immer grösser wird und die Furchungshöhle heisst. Um dieselbe herum liegen die Zellen in Form eines ein- oder vielschichtigen Epithels und bilden das Blastoderm. Daher der Name *Vesicula blastodermica* oder kurz *Blastula* für das vorliegende Stadium. Je mehr Dotter vorhanden ist, um so kleiner ist der Durchmesser der Furchungshöhle; bei den centrolecithalen Eiern mit superficieller Furchung fehlt sie sogar ganz.

#### 4. Bildung der Keimblätter.

Ausser der Blastula giebt es noch ein zweites Entwicklungsstadium, welches allen vielzelligen Thieren gemeinsam ist, die Gastrula oder der zweischichtige Keim. Bei den äqual sich furchenden Eiern ist das Stadium am leichtesten zu verstehen (Fig. 101 B); es hat hier die Gestalt eines doppelwandigen Bechers mit weiterer oder engerer Mündung. Der Hohlraum des Bechers ist die Anlage des wichtigsten Abschnitts des Darms, des Urdarms oder Archenteron; die Mündung ist der Urmund oder das Prostoma; von den beiden die Becherwand bildenden und am Prostoma zusammenhängenden Zell-schichten ist die äussere der Ectoblast oder das äussere Keimblatt, die innere der Entoblast oder das innere Keimblatt. Mit dem Gastrulastadium beginnt die Keimblattbildung, d. h. die Bildung von bestimmten, gegen einander abgegrenzten Lagen embryonaler, noch nicht differenzirter Zellen, aus denen durch organologische und histologische Sonderung die Organe hervorgehen.

Gastrula.

Die Gastrula entsteht aus der Blastula durch Einstülpung oder Invagination (Fig. 101 A). Wie wenn man bei einem hohlen Gummiball durch den Fingerdruck die eine Seite gegen die andere einpresst, so sinkt die Schicht der vegetativen Zellen allmählig ein und wird von den Zellen des animalen Poles umschlossen. Dabei entsteht im Ei neben der Furchungshöhle ein neuer Hohlraum, die Anlage des Darmlumens; derselbe vergrössert sich und verdrängt gewöhnlich die Furchungshöhle ganz, so dass dann der eingestülpte Theil des Blastoderms, der Entoblast, gegen den aussen verbleibenden Theil, den Ectoblast, angepresst wird.

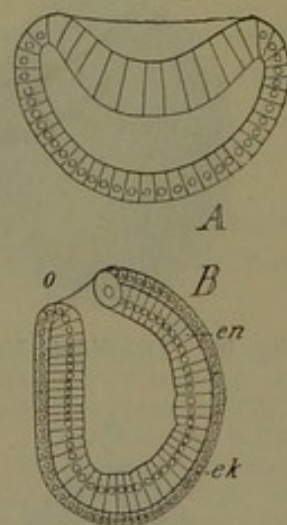


Fig. 101. Gastrulation des *Amphioxus* (nach Hatschek). Im Unterschied zu Fig. 93 ist der animale Pol abwärts, der vegetative aufwärts gerichtet. In Fig. A beginnen die Zellen des vegetativen Poles einzusinken. B Einstülpung beendet, Furchungshöhle auf einen Spalt zwischen Entoblast *en* und Ectoblast *ek* reducirt. *o* Gastrulamund.



Bei dotterreichen Eiern wird das Verständniss des Baues und der Bildungsweise der Gastrula wesentlich erschwert. Es genügt hier die Bemerkung, dass es geglückt ist, für alle auch noch so dotterreichen Eier das Gastrulastadium nachzuweisen, wobei das Dottermaterial vorwiegend in den entoblastischen Zellen oder einem Theil derselben seine Unterkunft findet.

Für äusseres und inneres Keimblatt hat man vielfach die Bezeichnungen Epiblast und Hypoblast, oberes und unteres Keimblatt benutzt. Die Namen passen streng genommen nur auf die Eier mit discoidaler Furchung. Beim Vogelei z. B. bilden die beiden Keimblätter über dem ungefurten Dotter, von dem sie durch die Gastrulahöhle getrennt werden, einen uhrglasförmigen Aufsatz; dabei liegt dann das äussere Keimblatt thatsächlich oben, das innere unten. Weitere Bezeichnungen für die beiden Keimblätter sind Ectoderm und Entoderm. Diese Namen wurden ursprünglich für die Körperschichten ausgebildeter Thiere, der *Coelenteraten*, gebraucht und sind erst später auf die Entwicklungsgeschichte übertragen worden. In diesem Lehrbuch sollen sie nur in ihrer ursprünglichen Bedeutung für Zellschichten, welche schon die organologische und histologische Sonderung erfahren haben, angewandt werden, da für embryonale Zellschichten die Namen Entoblast und Ectoblast geeigneter sind.

Ueber die Entwicklungsweise der Gastrula haben sich mehrfache Controversen entwickelt, welche noch nicht ganz zum Abschluss gelangt sind. Neben der Invagination soll noch ein zweiter, allerdings sehr seltener Bildungsmodus, die Delamination, existiren. Bei der Delamination soll die Blastula zweischichtig werden durch tangential Theilung ihrer Zellen (Fig. 102); jede einzelne Blastodermzelle oder doch wenigstens die Mehr-

Delamination.

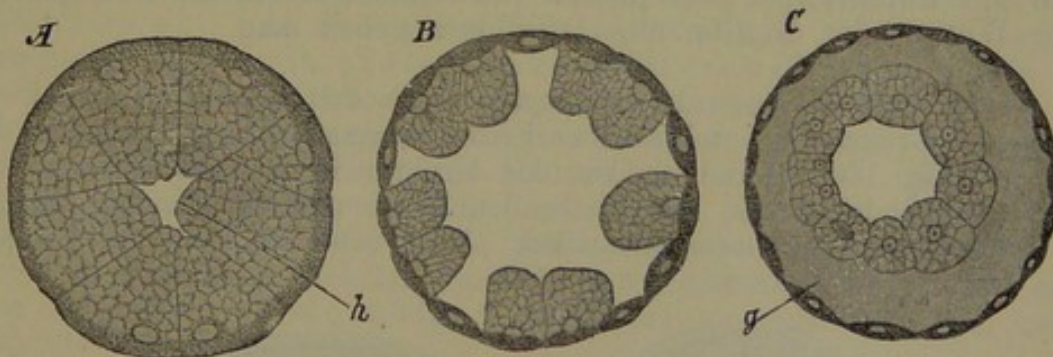


Fig. 102. Delamination des Geryonideneies nach Fol (aus Korschelt-Heider).  
h Furchungshöhle, g Gallerte.

zahl der Zellen soll bei dieser Theilung in eine periphere ectoblastische und eine centrale entoblastische Zelle zerfallen. Bei der Delamination würde die Furchungshöhle direct zur Darmhöhle werden, was es erschwert, Delamination und Invagination als Modificationen eines und desselben Processes anzusehen.

Viele niedere Thiere, die meisten *Coelenteraten*, besitzen überhaupt nur 2 Keimblätter. Nachdem dieselben angelegt sind, beginnt hier sofort die Ausscheidung von Muskel- und Nervenfasern und die übrigen Processe der histologischen Umbildung der Zellen, sowie eine Reihe von Gestaltveränderungen, durch welche die Gastrulae zu ausgebildeten Thieren werden. Bei höherer Organisation dagegen entsteht, bevor es

Bildung des Mesoblasts.



zur organologischen und histologischen Sonderung kommt, noch ein drittes Keimblatt, welches seiner Lage zwischen den beiden ersten den Namen Mesoblast oder mittleres Keimblatt verdankt. Dasselbe kann natürlich nur von dem Zellenmaterial der vorhandenen Keimblätter abstammen, und zwar scheint dabei allein der Entoblast betheiligt zu sein. Man kann zwei Arten in der Bildung des mittleren Keimblattes unterscheiden. In einem Fall wird der Zwischenraum zwischen Ectoblast und Entoblast durch Ausscheidung von Gallerte von Neuem ausgeweitet, und in die Gallerte dringen isolirte Zellen aus dem Entoblast ein; so entsteht eine an gallertige Bindesubstanz erinnernde Zwischenschicht, das Mesenchym, aus welchem ein Theil der Organe seine Entstehung nimmt. Das Mesenchym kann schon gebildet werden, ehe die Gastrulation begonnen hat oder zu Ende geführt ist (Fig. 103; vergl. auch S. 70).

Mesenchym.

Zweitens aber kann das mittlere Keimblatt den epithelialen Charakter der beiden primären Keimblätter beibehalten, so dass wir es Mesepithel nennen. Das Mesepithel ist ein durch Faltung abgeschnürter Theil des Entoblastes, über dessen Entwicklungsweise die Embryologie eines Wurms, der *Sagitta*, uns Aufschluss geben mag.

Mesepithel.

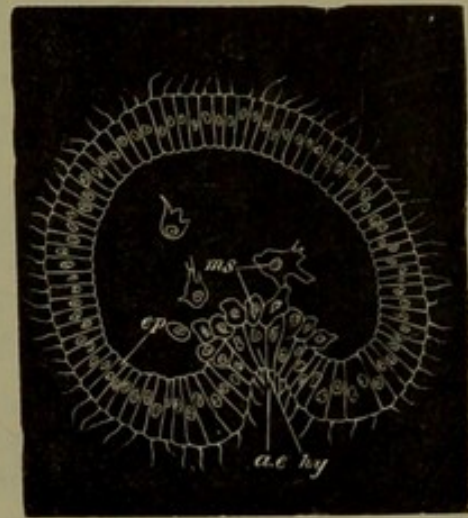


Fig. 103. Bildung des Mesenchyms und beginnende Gastrulation, von *Holothuria tubulosa* (nach Selenka aus Balfour). *ep* Ectoblast, *hy* Entoblast, *ms* Mesenchymzellen, *ae* Archenteron.

Wenn sich die Gastrula der *Sagitta* entwickelt hat, erheben sich am Grund des Urdarms 2 entoblastische Falten symmetrisch zur Mittellinie des Körpers (Fig. 104 A) und theilen den Urdarm in 3 zunächst noch zusammenhängende Räume, den bleibenden Darm und die beiden Anlagen der Leibeshöhle, die Coelomdivertikel. Jetzt schliesst sich der Urmund

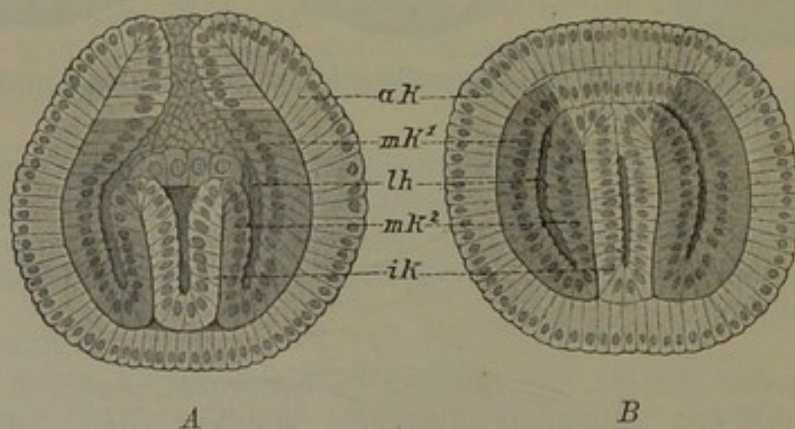


Fig. 104. Bildung des Mesepithels und des Coeloms von *Sagitta*. A Vom Grund der Gastrula erheben sich 2 Falten, welche den Urdarm in den bleibenden Darm und die Coelomdivertikel abtheilen. B Die Sonderung durch Vordringen der Falten fast beendet. *ak* äusseres, *mk* mittleres, *ik* inneres Keimblatt, *mk*<sup>1</sup> Hautfaserblatt, *mk*<sup>2</sup> Darmfaserblatt, *lh* Leibeshöhle.



und wachsen die Entoblastfalten bis an das vordere Ende der Gastrula, um hier mit den Wandungen zu verkleben. Dadurch wird zweierlei bewirkt: die beiden Coelomdivertikel werden vom Darm vollkommen getrennt; ferner wird in entsprechender Weise der bis dahin einheitliche Entoblast in 3 Epithelsäckchen zerlegt. Das mittlere ist die Auskleidung des Darms oder der secundäre Entoblast (Darmdrüsenblatt), die seitlichen sind die Auskleidungen der Coelomsäcke oder die paarigen Anlagen des mittleren Keimblatts. Jede Mesoblastanlage besteht aus 2 Schichten, welche durch die Leibeshöhle getrennt werden; die eine Schicht liegt dem Darm an und heisst daher das Darmfaserblatt, die andere Schicht folgt dicht unter dem Ectoblast oder der embryonalen Haut und heisst Hautfaserblatt. Aus dem Gesagten ist ersichtlich, dass der epitheliale Mesoblast streng genommen keine einheitliche Schicht ist, sondern aus 2 allerdings in einander übergehenden Lagen besteht, und dass seine Entstehung mit der Bildung der Leibeshöhle eng verknüpft ist.

Was nun die Verbreitungsweise des Mesenchyms und des Mesepithels anlangt, so sind 3 Fälle möglich und thatsächlich auch vorhanden. Es giebt rein mesenchymatöse Thiere, wie die *Plattwürmer*, und rein mesepitheliale, wie die *Sagitten*, viele *Anneliden* und der *Amphioxus*; es giebt endlich aber auch Thiere, bei denen der Mesoblast aus Mesenchym und Mesepithel besteht. Entweder entsteht zuerst das Mesenchym und später das Mesepithel, wie bei den *Echinodermen*, oder es wird wie bei den meisten *Wirbelthieren* die umgekehrte Reihenfolge eingehalten.

Aus den 3 Keimblättern entstehen alle Organe eines Thieres dadurch, dass sich zunächst embryonales Zellenmaterial, meist durch Einfaltung, zu gesonderten Complexen abgrenzt (organologische Differenzirung), und dass diese Zellcomplexe dann später in Gewebe verwandelt werden (histologische Differenzirung). Wie das geschieht, ist bei den einzelnen Thierstämmen verschieden. Immerhin lassen sich folgende allgemeine Sätze aufstellen: dass aus dem Ectoblast die Epidermis mit ihren Drüsen und Anhängen, das Nervensystem und die Sinnesepithelien hervorgehen, dass der Entoblast den wichtigsten Theil des Darms mit seinen wesentlichen Drüsen erzeugt, dass endlich Muskeln, Binde substanz, excretorische Organe ganz oder zum Theil im Mesoblast entstehen; mesoblastisch sind meist auch die Geschlechtsorgane.

In der Neuzeit ist die Frage viel erörtert worden, inwieweit die Keimblättertheorie auch für die Vorgänge bei der ungeschlechtlichen Fortpflanzung Geltung besitzt. Zunächst würde man erwarten, dass bei der Knospung und noch mehr bei der Theilung jedes Organ des Tochterthieres sich von dem entsprechenden Organ des Mutterthieres abspalte, oder, wenn das durch räumliche Verhältnisse unmöglich gemacht wird, von einer dem gleichen Keimblatt angehörigen Gewebsmasse. In vielen Fällen ist das sicher der Fall, wie z. B. bei der Knospung der *Hydroiden* Entoderm und Ectoderm der Knospe von den entsprechenden Körperschichten der Mutter abstammen (Fig. 87). Durch neuere Untersuchungen sind wir aber mit Ausnahmen von dieser Regel bekannt geworden. Bei *Bryoxoen* und *Tunicaten* sind die bei der Knospung zur Verwerthung kommenden Zellen indifferent, noch nicht mit den Merkmalen einer bestimmten Körperschicht ausgestattete Elemente, welche demgemäss auch unabhängig von der Lage, welche sie im Mutterthier einnahmen, je nach Bedürfniss zum Aufbau der

Verhalten der  
Keimblätter  
bei der  
Knospung.



Organe benutzt werden können. Auch bei der Regeneration verloren gegangener Theile hat sich für *Würmer* und selbst für *Wirbelthiere* ergeben, dass die betreffenden Organe nicht immer aus derselben Körperschicht, welche sie im Embryonalleben liefert, entstehen. Die Linse des *Wassersalamanders* z. B. entsteht embryonal aus dem Epithel der Haut, nach ihrer Exstirpation dagegen wird sie vom Pigmentepithel der Iris regenerirt.

### 5. Die verschiedenen Formen der geschlechtlichen Entwicklung.

Embryonale  
und post-  
embryonale  
Entwicklung.

Zur Zeit, in welcher sich die beschriebenen Vorgänge (Befruchtung und Theilung des Eies, Bildung der Keimblätter) abspielen, sind die jungen Thiere gewöhnlich noch in schützenden derben Eihüllen oder gar in dem mütterlichen Geschlechtsapparat (Uterus) eingeschlossen und werden deshalb Embryonen genannt. Auch spätere Stadien, die Bildung der wichtigsten Organe, können noch in die Zeit des Embryonallebens fallen, wie uns die *Säugethiere*, *Vögel*, *Reptilien*, viele *Fische*, *Würmer* und *Krebse* lehren, welche, am Ende ihres embryonalen Daseins angelangt, in allen Theilen fertig gestellt sind und nur noch der Reife der Geschlechtsorgane und des Wachstums des gesammten Körpers bedürfen, um den Höhepunkt ihrer Ausbildung zu erreichen. Auf der anderen Seite giebt es Thiere, namentlich Wasserbewohner, welche nach dem Verlassen der Eihüllen noch wichtige Umgestaltungen erfahren, wie *Coelenteraten*, *Ringelwürmer*, *Echinodermen*, *Insecten*, *Amphibien* etc. Die *Coelenteraten*, *Echinodermen* und viele *Würmer* pflegen sogar vor der Entstehung der Keimblätter die Hüllen zu durchbrechen und, mittelst eines die Körperoberfläche bedeckenden Wimperkleides frei herumschwimmend, als „*Planulae*“ die Keimblätter und Organe zu bilden. Da hier zur embryonalen Entwicklung eine mehr oder minder ausgedehnte postembryonale Entwicklung kommt, ist es missbräuchlich, für jede Form der Entwicklungsgeschichte den Namen „Embryologie“ anzuwenden; vielmehr ist es nöthig, diesen Namen auf die Entwicklungsvorgänge in den Eihüllen zu beschränken, generell dagegen von Entwicklungsgeschichte oder Ontogenie zu sprechen. Wie man das unentwickelte Thier innerhalb seiner Hüllen einen Embryo nennt, so ist der Name Larve für das freilebende, aber noch entwicklungsbedürftige Thier üblich.

Directe und  
indirecte  
Entwicklung.

Die Larvenentwicklung kann nun entweder eine directe oder eine indirecte sein. Bei der directen Entwicklung bewegt sich die Larve, wie der Name sagt, gleichsam geraden Wegs auf ihr Endziel, das geschlechtsreife Thier, zu, indem sie allmählig die ihr fehlenden Organe anlegt und stetig somit dem geschlechtsreifen Thiere ähnlicher wird. Die indirecte Entwicklung macht dagegen Umwege; es werden Organe angelegt, die später wieder zu Grunde gehen und nur auf das Larvenleben berechnet sind, die man demgemäss auch Larvenorgane nennt. Bei der Definition der indirecten Entwicklung oder, wie sie gewöhnlich genannt wird, der Metamorphose ist daher besonderes Gewicht auf die Anwesenheit der „Larvenorgane“ zu legen. So unterscheiden sich die *Raupen* von den *Schmetterlingen* nicht nur durch den Mangel der zusammengesetzten Augen und der Flügel, sondern auch durch die Anwesenheit der dem *Schmetterling* fehlenden Afterfüsse und Spinndrüsen, ferner durch die andere Gestalt von Kiefern, Antennen und Beinen, die verschiedene Anordnung des

Metamor-  
phose.



Tracheen- und Nervensystems etc. Die *Kaulquappen* unterscheiden sich vom *Frosch* nicht nur durch den Mangel der Lungen und Extremitäten, sondern auch durch die Anwesenheit der Kiemen und des Ruderschwanzes. Je mehr Larvenorgane vorhanden sind, um so deutlicher wird daher auch der Charakter der Metamorphose sein.

Unabhängig von der Zeit, um welche der Embryo die Eihüllen verlässt, ist der Zeitpunkt, auf welchem das Ei aus dem mütterlichen Organismus entfernt wird. Wir kennen hier zwei Extreme, die oviparen oder eierlegenden und die viviparen oder lebendig gebärenden Thiere. Zu den oviparen Thieren können streng genommen nur solche Formen gerechnet werden, bei denen das Ei zur Zeit der Geburt noch den Charakter einer einzigen Zelle hat, bei denen es entweder wie bei den meisten *Fischen*, *Seeigeln* etc. erst nach der Ablage oder wie bei *Batrachiern* und *Insecten* während der Ablage befruchtet wird. Bei viviparen Thieren dagegen treffen Geburt und Zerreißen der Eihüllen zeitlich vollkommen oder nahezu zusammen, und aus den mütterlichen Geschlechtswegen tritt ein Thier hervor, welches seine Entwicklung abgeschlossen oder doch so weit fortgeführt hat, dass es ohne schützende Hüllen zu leben vermag.

Ovipare, vivipare, ovovivipare Thiere.

Zwischen beiden Extremen vermitteln die wechselnden Formen der „ovo-viviparen“ Entwicklung. Was hier bei der Geburt zum Vorschein kommt, macht zunächst vermöge seiner Hüllen den Eindruck eines Eies; allein die ersten Entwicklungsstadien sind schon in ihm abgelaufen, so dass man beim künstlichen Sprengen der Eihüllen einen mehr oder minder weit entwickelten Embryo herausschält. In die Kategorie der ovo-viviparen Thiere sind auch die *Vögel* zu rechnen; denn ihre Eier sind längere Zeit, bevor sie gelegt wurden, befruchtet worden und haben die Bildung des Blastoderms schon vollendet. Bei vielen *Schlangen* kann sogar bei der Ablage schon ein zum Ausschlüpfen bereites Thier in der Eischale enthalten sein.

Derartige Uebergangsformen lehren, dass zwischen „Eier legen“ und „lebendig gebären“ keine scharfe Grenze gezogen werden kann, und dass man sich hüten muss, den hier zu Tage tretenden Unterschieden grössere Bedeutung beizumessen. Es war gänzlich verfehlt, dass Linné nach dem Vorgang von Aristoteles den Zeitpunkt der Geburt systematisch verwerthen wollte. In vielen Thierabtheilungen finden sich sowohl Eier legende wie lebendig gebärende Formen. Die meisten *Haifische* sind lebendig gebärend, einige Arten aber legen Eier; umgekehrt gilt für die *Knochenfische* als Regel, dass die Eier vor der Befruchtung entleert werden. Ausnahmen davon sind der lebendig gebärende *Zoarcus viviparus* u. A. Von *Amphibien*, *Reptilien* und *Insecten* sind die meisten Eier legend, nicht wenige Formen aber lebendig gebärend. Selbst bei den *Säugethieren*, bei welchen das „Lebendiggebären“ lange Zeit für typisch galt, kennt man seit Kurzem Eier legende Formen, *Echidna* und *Ornithorhynchus*. Schliesslich kommen sogar bei einer und derselben Art Ausnahmen von der Regel vor. Die *Nattern* legen gewöhnlich Eier, unter ungünstigen Bedingungen aber behalten sie dieselben bis kurze Zeit vor dem Ausschlüpfen der Jungen bei sich.



### Zusammenfassung der Resultate der Entwicklungsgeschichte.

1) Die Entwicklung eines Thiers beginnt mit einem Act der Zeugung; man unterscheidet Urzeugung und Elternzeugung.

2) **Urzeugung** (*Generatio aequivoca*, *G. spontanea*, *Abiogenesis*) ist die Entstehung lebender Wesen aus unbelebter Materie (ohne präexistierende Mutterorganismen).

3) Die derzeitige Existenz der Urzeugung ist weder durch Beobachtung erwiesen, noch überhaupt wahrscheinlich; dagegen ist die Urzeugung ein logisches Postulat, um die erste Entstehung der Organismen auf unserem Erdball zu erklären.

4) **Elternzeugung** (*Tocogonie*), Abstammung eines Thiers von einem Thiere gleichen oder ähnlichen Baues, kann entweder auf geschlechtlichem oder ungeschlechtlichem Wege erfolgen.

5) Die **ungeschlechtliche Fortpflanzung** kann sein: Theilung oder Knospung.

6) Bei der Theilung wächst ein Organismus gleichmässig in allen seinen Theilen und zerfällt durch Einschnürung in zwei oder mehr gleichwerthige neue Stücke.

7) Nach der Richtung der Theilungsebene zur Längsaxe des Thiers spricht man von Längs-, Quer- und Schrägtheilung.

8) Bei der Knospung findet ein locales gesteigertes Wachsthum statt; der locale Auswuchs, die Knospe, löst sich als ein kleineres, meist auch unvollkommener gebautes Individuum vom Mutterthier ab.

9) Nach der Lage und der Zahl der Knospen unterscheidet man laterale, terminale, multiple Knospung.

10) Die **geschlechtliche Fortpflanzung** ist eine Fortpflanzung mittelst besonderer, vom Antheil an den Körperfunktionen längere Zeit oder dauernd ausgeschlossener Zellen, der Geschlechtszellen.

11) Bei der geschlechtlichen Fortpflanzung vereinigen sich zweierlei Geschlechtszellen, das weibliche Ei und der männliche Samenfaden (*Befruchtung*).

12) Selten kann sich das Ei ohne Befruchtung entwickeln: *Parthenogenesis*; diese ist eine geschlechtliche Fortpflanzung mit rückgebildeter Befruchtung.

13) *Pädogenesis* ist die parthenogenetische Fortpflanzung eines jugendlichen, d. h. unvollkommen entwickelten Thiers.

14) Verschiedene Arten der Fortpflanzung (ungeschlechtliche, geschlechtliche, *Parthenogenesis*, *Pädogenesis*) können bei derselben Species vorkommen; häufig wird dann die Vertheilung derselben gesetzmässig geregelt, derart, dass Individuen mit verschiedener Fortpflanzung mit einander alterniren: *Generationswechsel* im weiteren Sinne.

15) **Generationswechsel** im engeren Sinne (*progressiver G.*, *Metagenesis*) ist der Wechsel zweier Generationen, von denen sich die eine durch Theilung oder Knospung, die andere geschlechtlich fortpflanzt. Erstere heisst die Amme, letztere das Geschlechtsthier.

16) Das Alterniren von *Parthenogenesis* oder *Pädogenesis* mit streng geschlechtlicher Fortpflanzung nennt man *regressiven Generationswechsel* oder *Heterogonie*.



17) Die durch die geschlechtliche Fortpflanzung eingeleitete Entwicklung zeigt fast bei allen vielzelligen Thieren principielle Uebereinstimmung in den Anfangsstadien: Befruchtung, Furchung, Keimblattbildung.

18) Das Wesen der Befruchtung beruht auf der vollkommenen Verschmelzung von Ei und Spermatozoon, vor Allem auf der Vereinigung der Kerne, Ei- und Spermakern, zum Furchungskern (resp. Furchungsspindel).

19) Die Eifurchung ist eine Zelltheilung, eine Theilung des befruchteten Eies in die Furchungskugeln. Die Furchung kann sein eine totale (holoblastische Eier) oder eine partielle (meroblastische Eier); die totale Furchung ist entweder äqual oder inäqual, die partielle entweder discoidal oder superficiell.

20) Durch fortgesetzte Theilung der Furchungskugeln und durch Ausbildung der Furchungshöhle entsteht der einschichtige Keim, die Blastula (Vesicula blastodermica).

21) Durch Einstülpung der Blastula entsteht die Gastrula oder der zweischichtige Keim.

22) Die Gastrula umschliesst einen durch den Gastrulamund nach aussen sich öffnenden Hohlraum, den Urdarm oder das Archenteron; sie besteht aus 2 Epithellagen, dem den Urdarm auskleidenden Entoblast (Hypoblast) oder inneren Keimblatt und dem die Körperoberfläche bildenden Ectoblast (Epiblast) oder äusseren Keimblatt.

23) Zwischen äusserem oder innerem Keimblatt kann noch ein drittes, mittleres Keimblatt, Mesoblast, entstehen.

24) Das mittlere Keimblatt entsteht entweder durch Einfaltung und Abschnürung eines Theils des Entoblastepithels: epithelialer Mesoblast, Mesepithel, oder durch Auswandern einzelner Zellen zur Bildung eines Gallertgewebes: Mesenchym.

25) Viele Thiere legen die Eier vor oder gleich nach der Befruchtung ab (ovipare Thiere), andere legen Eier ab, welche schon im Mutterleib befruchtet waren und bei der Geburt einen Theil der Entwicklungsstadien durchlaufen haben (ovo-vivipar). Eine dritte Reihe von Thieren gebärt lebendige Junge (vivipar).

26) Die Entwicklung eines Thiers ist entweder eine directe oder eine indirecte (Metamorphose).

27) Von indirecter Entwicklung oder Metamorphose spricht man, wenn das aus dem Ei hervortretende junge Thier von dem geschlechtsreifen Thier sich in zwei Punkten unterscheidet:

- 1) durch den Mangel gewisser dem geschlechtsreifen Thier zukommender Organe,
- 2) durch das Auftreten von Organen, die umgekehrt dem geschlechtsreifen Thier fehlen, von Larvenorganen.

### III. Beziehungen der Thiere zu einander.

Wie zwischen den Organen eines und desselben Thierkörpers ein gesetzmässiger Zusammenhang besteht, welcher als Correlation der Theile bezeichnet wird, so stehen auch die verschiedenen Individuen derselben Thierbevölkerung in vielfacher und inniger Wechselwirkung zu einander. An einer Fülle von Beispielen hat Darwin durchgeführt,



wie die Existenzbedingungen mancher Thierarten verändert werden, wenn andere Formen neu auftreten oder verschwinden oder eine aussergewöhnliche Reduction oder Vermehrung der Individuenzahl erfahren. Derartige Wechselwirkungen sind meist specieller Natur und können nur durch besondere Studien klar gelegt werden. Nur wenige Verhältnisse haben allgemeinere Verbreitung und sind daher auch einer allgemeinen Besprechung zugänglich. Hierher gehören Stock- und Staatenbildung, Parasitismus und Symbiose.

### 1. Beziehungen zwischen Individuen derselben Art.

Stockbildung  
durch Con-  
crescenz.

Stock- und Staatenbildung sind Beziehungen, welche sich zwischen Individuen derselben Art ergeben. Unter einem Thierstock verstehen wir eine Vereinigung von Thierindividuen, welche auf einem festen organischen Zusammenhang der Körper beruht. Letzterer kann auf zweierlei Weise zu Stande kommen, einmal indem Thiere, welche von Anfang an getrennt waren, sich einander nähern und theilweise mit einander verschmelzen, zweitens indem Thiere, welche durch Theilung oder Knospung entstehen, sich nicht vollkommen ablösen, sondern unter einander resp. mit dem Mutterthier vereint bleiben. Der

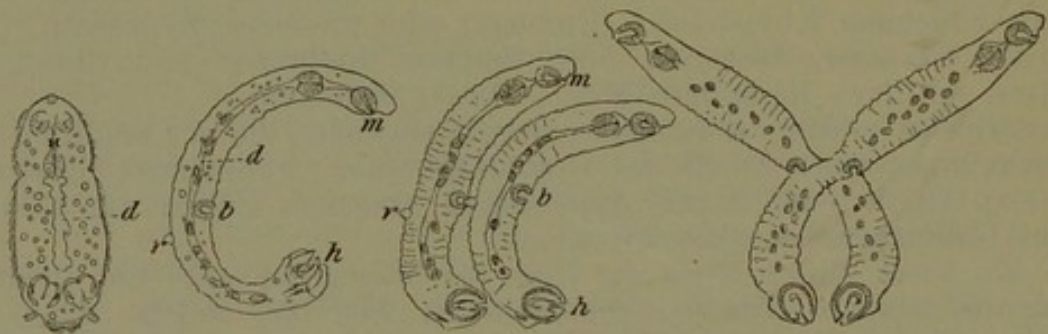


Fig. 105. Entwicklung von *Diplozoon paradoxum* (aus Boas). 1) Larve, 2) daraus hervorgegangene „Diporpa“. 3) Zwei Diporpen vereinigen sich. 4) Die Diporpen sind zum Diplozoon vereint. m Mund, d Darm, h hinterer Haftapparat, b Bauchsaugnapf, der zum Fassen des Rückenzapfens r dient.

erstere Fall der Stockbildung ist äusserst selten und spielt im Thierreich gar keine Rolle. Manche *Protozoen* verschmelzen mit einander und bilden grössere Körper, in denen man die Einzelthiere noch erkennen kann. Unter den vielzelligen Thieren kennt man nur den Fall des *Diplozoon paradoxum*, bei welchem normalerweise jedesmal zwei aus verschiedenen Eiern stammende Thiere (die *Diporpen*) sich zu einem Doppelthier vereinen, welches an gewisse Doppelmissbildungen, wie z. B. die siamesischen Zwillinge, erinnert (Fig. 105).

Stockbildung  
durch unvoll-  
kommene  
Theilung und  
Knospung.

Im Allgemeinen kann man sagen, dass die in der Natur vorkommenden Fälle von Stockbildung auf unvollkommener Theilung und Knospung beruhen. Ein Thier besitzt die Fähigkeit der ungeschlechtlichen Vermehrung; letztere kommt jedoch nicht zum normalen Abschluss, indem zwar die Ausgestaltung von zwei oder mehr Individuen, nicht aber die völlige Trennung herbeigeführt wird. Mehr oder minder breite Gewebsbrücken bleiben erhalten, welche die Theilstücke unter einander oder die Knospen mit ihrem Mutterthier vereinigen. Die marinen Stöcke der *Corallen* und *Hydroiden* (Fig. 88, 189) können aus Tausenden von Individuen bestehen, welche durch fortgesetzte unvoll-



kommene Knospung oder Theilung von einem einzigen geschlechtlich erzeugten Mutterthier abstammen.

Der Zusammenhang der Gewebe bedingt in der Mehrzahl der Fälle einen hohen Grad von Gemeinsamkeit der Functionen. Reize, welche ein Individuum treffen, werden durch verbindende Nerven den übrigen Thieren des Stockes mitgetheilt, und so einheitliche Bewegungen ermöglicht. Die von einem Thier erbeutete und verdaute Nahrung kommt dem gesammten Stock zu Gute. Vermöge der Gemeinsamkeit seiner Functionen erscheint ein Stock wie ein einheitliches Ganze, wie ein Individuum höherer Ordnung; es wiederholt sich ein analoger Process,

wie er zur Bildung vielzelliger Organismen führt. Wie dort die Elementarorganismen, die Zellen (Individuen I. Ordnung), zum Einzelthier (Individuum II. Ordnung) verbunden bleiben, so hier die Einzelthiere zum Stock (Individuum III. Ordnung).

Wo ein Ganzes aus zahlreichen gleichwerthigen Theilen besteht, sind die Bedingungen zur Arbeitstheilung gegeben. Anstatt dass die Functionen der Gesamtheit sich gleichmässig auf die Einzelstücke vertheilen, werden manche der letzteren mehr für diese, andere wiederum mehr für jene Function geschickt und erhalten eine dem entsprechende Organisation. Bei solchen Thierstöcken spricht man dann von Vielgestaltigkeit oder *Polymorphismus*. Der Polymorphismus äussert sich am häufigsten auf dem Gebiet der vegetativen Functionen, indem er zu einem Gegensatz von Geschlechtsthieren und Nährthieren führt, wie bei den meisten *Hydroscoen*, bei denen nicht selten die Ernährung durch Thiere ohne Geschlechtsorgane und die Fortpflanzung durch Thiere ohne Mund besorgt wird. Aber auch die übrigen Functionen, wie Fortbewegung, Empfindung, Schutz und Trutz, können specialisirt werden. Das classische Beispiel für Polymorphismus sind die *Siphonophoren* (Fig. 106). Zu einem einzigen Körper vereint sind hier locomotorische Thiere, die Schwimglocken, welche nur der Bewegung dienen, Deckstücke, welche nur die übrigen beschützen, Fresspolypen, welche nur Nahrung aufnehmen und verdauen, Geschlechtsthier und Tastpolypen, welche nur die geschlechtliche Fortpflanzung, beziehungsweise die Empfindung vermitteln. Rücksichtlich der übrigen Functionen ist hier jedes Thier auf seine Geschwister angewiesen; seine

Polymorphismus.

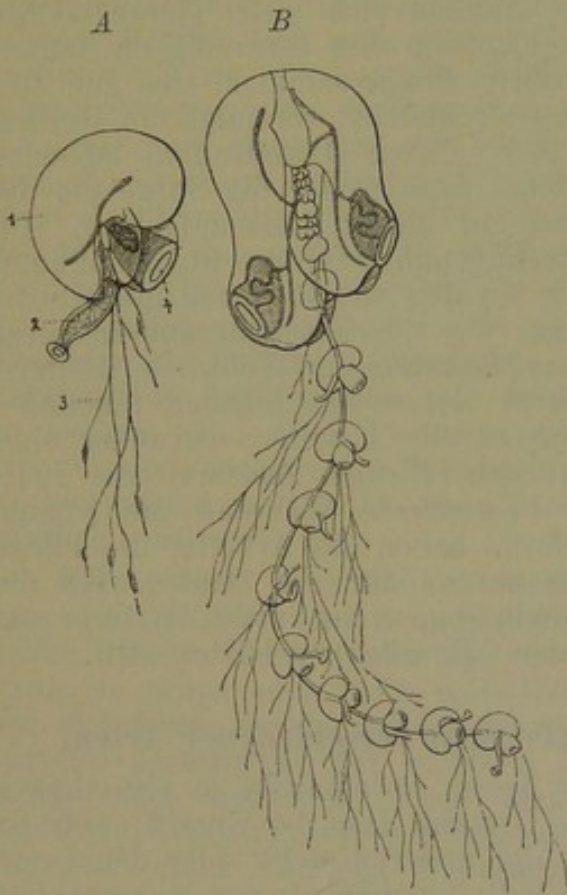


Fig. 106. *Praya diphyes* (nach Gegenbaur). A das ganze Thier, B eine einzelne Individuengruppe stärker vergrößert (Eudoxie). 1 Deckstück, 2 Fresspolyp, 3 Senkfaden, 4 Geschlechtsglocke.

zuzug durch Thiere ohne Mund besorgt wird. Aber auch die übrigen Functionen, wie Fortbewegung, Empfindung, Schutz und Trutz, können specialisirt werden. Das classische Beispiel für Polymorphismus sind die *Siphonophoren* (Fig. 106). Zu einem einzigen Körper vereint sind hier locomotorische Thiere, die Schwimglocken, welche nur der Bewegung dienen, Deckstücke, welche nur die übrigen beschützen, Fresspolypen, welche nur Nahrung aufnehmen und verdauen, Geschlechtsthier und Tastpolypen, welche nur die geschlechtliche Fortpflanzung, beziehungsweise die Empfindung vermitteln. Rücksichtlich der übrigen Functionen ist hier jedes Thier auf seine Geschwister angewiesen; seine



Existenz ist daher von diesen abhängig geworden; das einzelne Individuum kann nur als Theil eines Ganzen dauernd leben. So führt auch hier die Arbeitstheilung zu grösserer Centralisation; je polymorpher ein Thierstock ist, um so einheitlicher ist er, um so mehr macht er den Eindruck eines Einzelthieres, anstatt einer Summe von Individuen.

Staaten-  
bildung.

Viel geringer ist die wechselseitige Abhängigkeit der Thiere bei der Staatenbildung, da es sich hier um keinen organischen Zusammenhang, sondern nur um ein freiwilliges Zusammenleben handelt. War bei der Stockbildung die ungeschlechtliche Fortpflanzung von Wichtigkeit, so spielt hier die geschlechtliche eine grosse Rolle. Unter dem Einfluss des Geschlechtstriebes drängen sich viele Thiere, selbst solche von niedrigster Organisation, dauernd oder zeitweilig zu Haufen zusammen: die *Seeigel*, *Seewalzen*; viele *Fische* sammeln sich zur Zeit der Eiablage an der Küste; der Geschlechtstrieb vereinigt die Herden der *Hirsche*, *Elephanten* etc. Zu einer festen Organisation, zu einer Staatenbildung im engeren Sinne führt dann weiter die Sorge um die junge Brut; alle *Insectenstaaten* sind auf dieser Basis aufgebaut. Da somit das Geschlechtsleben der Ausgangspunkt für die Staatenbildung ist, so ist es weiter begreiflich, dass bei den verschiedenen Individuengruppen, den „Ständen“ des Staates, die Geschlechtsorgane in ihrer Ausbildung beeinflusst werden. Ausser Männchen und Weibchen (Königen und Königinnen) giebt es noch Thiere mit rückgebildetem, functionsunfähig gewordenem Geschlechtsapparat, die Arbeiter; entweder sind die letzteren nur rudimentäre Weibchen (*Bienen*, *Ameisen*) oder rudimentäre Weibchen und Männchen (*Termiten*). Während die Könige und Königinnen den Nachwuchs liefern, haben die Arbeiter die Pflege der jungen Brut übernommen; sie sorgen für die Bauten, für die Nahrung und auch für die Vertheidigung, wenn nicht letztere von einem besonderen Stand, den Soldaten (*Termiten*), geleistet wird.

## 2. Beziehungen zwischen Individuen verschiedener Arten.

Wenn Individuen verschiedener Arten zu einander in ein engeres Wechselverhältniss treten, so ist die Ursache dazu der Nutzen, welchen entweder einseitig die eine Art von der anderen zieht, oder den beide sich gegenseitig bieten; im ersteren Fall sprechen wir von Parasitismus, im letzteren von Symbiose.

Parasitismus.

Unter Parasiten verstehen wir Thiere, welche auf oder in anderen Thieren, den Woonthieren oder Wirthen, Wohnung und Nahrung finden, welche dadurch in ein Abhängigkeitsverhältniss zu diesen getreten sind und mehr oder minder eingreifende Veränderungen ihrer Organisation erfahren haben.

Um ein Thier für einen Parasiten zu erklären, genügt es nicht, dass es auf einem anderen sich niedergelassen hat. Es giebt viele Thiere, welche überhaupt festsitzen und welche, je nachdem sich ihnen Gelegenheit bietet, sich auf einem Stein, einer Pflanze oder einem anderen Thiere ansiedeln; in solchen Fällen von Raumparasitismus zu reden, ist missbräuchlich, weil von einem Abhängigkeitsverhältniss nicht die Rede sein kann. Wenn ein *Hydroidpolyp* anstatt auf einem Stein sich einmal auf dem Rücken einer *Krabbe* niederlässt, so handelt es sich dabei um einen Zufall, durch den das Wesen des *Hydroidpolypen* in keiner Weise betroffen wird. Ganz anders würden wir den Fall beurtheilen, wenn der betreffende *Polyp* nur



auf der *Krabbe* zu leben vermöchte und an anderen Orten zu Grunde ginge. Ein derartiges Abhängigkeitsverhältniss trifft nur zu, wenn von dem Aufenthaltsort auch die Ernährungsweise abhängt, wenn das Wohnthier nicht nur zum Wohnen dient, sondern dem Bewohner auch die Nahrung liefert, wenn der Bewohner auf Kosten des Wohnthiers lebt.

Das Maass, in welchem ein Parasit von seinem Wirth abhängig geworden ist, wechselt nach den einzelnen Arten; es wird davon bestimmt, inwieweit der Parasit sich in seiner Organisation seinem Wirth angepasst hat. Darum ist es nöthig, bei der Besprechung des Parasitismus auch der Umgestaltungen zu gedenken, welche die parasitische Lebensweise in dem Bau der Thiere hervorruft. Dieselben betreffen am unmittelbarsten die Organe der Fortbewegung und Ernährung. Da ein Parasit sich auf seinem Wohnthier möglichst fest anzusiedeln sucht, so gehen die den Ortswechsel vermittelnden Einrichtungen allmählig verloren oder werden doch schlechter entwickelt. Dafür treten Apparate zum Festhalten am Wirth auf. Parasiten der verschiedensten Abtheilungen besitzen Haken, Klammern, Saugnäpfe etc. Zur Ernährung dient den Parasiten das Blut oder der Gewebssaft oder der Speisebrei des Wirths; das sind gelöste Substanzen, welche kaum der Verdauung bedürfen. Daher ist gewöhnlich der Darmcanal vereinfacht oder er geht gänzlich verloren; es giebt unter den Parasiten sowohl darmlose *Würmer* als darmlose *Crustaceen*. Auch sonst vereinfacht sich die Lebensweise des Parasiten, da er nicht gezwungen ist, nach Nahrung zu suchen. Bei allen Parasiten erfahren Nervensystem und Sinnesorgane eine hochgradige Rückbildung; ersteres wird zumeist auf das Nothwendigste beschränkt, diese können mit Ausnahme der Tastapparate gänzlich verloren gehen.

Eine starke Ausbildung erleidet dagegen der Geschlechtsapparat. Während es dem Parasiten leichter wird, sich selbst zu erhalten, ist die Existenz der Art um so gefährdeter. Wenn ein Mensch stirbt, so gehen auch meist seine Parasiten mit ihm zu Grunde, namentlich diejenigen, welche im Innern des Körpers existiren. Soll eine bestimmte parasitische Art nicht in kurzer Zeit aussterben, so ist es nöthig, dass ihre Eier immer wieder in neue Wirthe hineingerathen. Da diese Uebertragung mit Schwierigkeiten verknüpft ist, müssen die Parasiten einen enormen Ueberfluss an Eiern produciren. Die Eier ihrerseits wiederum zeichnen sich durch grosse Widerstandsfähigkeit und gut entwickelte Schutzorgane, wie starke Schalen, aus; es ist z. B. bekannt, dass die Eier von *Ascariden* sich längere Zeit sogar in Spiritus weiter entwickeln, da sie durch ihre schwer durchgängigen Schalen geschützt sind.

Alle die hervorgehobenen Einrichtungen werden mehr bei Schmarotzern, welche im Innern von anderen Thieren leben, den Entoparasiten, Geltung gewinnen, als bei Bewohnern der Haut oder anderer oberflächlicher Organe, den Ectoparasiten. Bei den Entoparasiten sind die umgestaltenden Einflüsse des Parasitismus so bedeutend, dass Vertreter der verschiedensten Thierabtheilungen eine auffallende Aehnlichkeit des Aussehens und des Baues gewinnen. *Pentastomum taenioides* z. B. gehört mit den *Spinnen* in dieselbe Classe, die Classe der *Arachnoideen* (Fig. 108) gleicht denselben aber gar nicht in der äusseren Erscheinung, sondern erinnert an die *Bandwürmer* (Fig. 107). Man hat daher auch lange alle Entoparasiten wegen ihrer

Parasitische Rückbildung.

Ectoparasiten und Entoparasiten.



Gleichartigkeit in eine einzige systematische Gruppe unter dem Namen „*Helminthes*“ zusammengefasst und darin gewisse *Crustaceen*, *Würmer* und *Arachnoideen*, also Thiere aus ganz verschiedenen Thierstämmen, vereinigt. Erst durch die Entwicklungsgeschichte wurden die Zoologen auf das Unnatürliche der Helminthengruppe aufmerksam gemacht. Der Entoparasitismus ist somit eines der schönsten Beispiele, um das Wesen der convergenten Züchtung zu erläutern: dass Thiere von ganz verschiedener systematischer Stellung unter gleichen Lebensbedingungen auch eine grosse Gleichartigkeit des Baues und der Erscheinung gewinnen.

#### Symbiose.

Viel seltener als Parasitismus ist die Symbiose oder das Zusammenleben der Thiere zu gegenseitigem Nutzen. Bei Staaten bildenden Thieren beobachtet man zwar nicht selten, dass sie gewisse Thierarten nicht nur in ihren Verbänden dulden, sondern sogar hegen und pflegen, wie man in Gesellschaft der *Ameisen* andere Insecten (*Myrmecophilen*), z. B. gewisse Käfer, wie den blinden *Claviger*, oder manche *Blattläuse* oder sogar *Ameisen* aus anderen Arten und Gattungen findet. Solche Fälle des Zusammenlebens entsprechen zum Theil der Hausthierzucht und der Sklaverei, wie sie vom Menschen betrieben werden. Die *Ameisen* halten die *Blattläuse*, um die süßen Säfte zu lecken, welche in ihren Fäcalien enthalten sind; sie rauben die Puppen anderer *Ameisen* und ziehen sie auf, um sie später als Sklaven zu ihrem Vorthheil zu benutzen. Das Verhältniss beruht somit nicht auf Gleichberechtigung, indem das eine Thier, in den beiden vorliegenden Beispielen die *Ameise*, das Zusammenleben veranlasst, das andere Thier passiv in dasselbe hineingeräth.

Einen Fall vollkommenster Gleichberechtigung und echter Symbiose liefern uns dagegen ein Krebs und eine Actinie, der *Pagurus Prideauxi* und die *Adamsia palliata*. Wie jede *Pagurus*art, bewohnt auch dieser Einsiedlerkrebse die Schale einer Schnecke, aus deren Mündung er nur mit seinen Beinen und Scheeren hervorragt. Auf dem Schneckenhaus siedelt sich eine kleine Actinie an, welche mit ihrem Körper den Eingang des Schneckenhauses umgiebt. Wenn der Krebs im Laufe seines Wachstums gezwungen wird, ein neues grösseres Schneckenhaus zu beziehen, so nimmt er stets seine Begleiterin mit. Die Vorthheile, welche die Actinie aus dieser Symbiose zieht, sind klar; sie bekommt ihren Antheil an der Beute, welche der schnellfüssige Krebs erjagt. Weniger klar ist es, warum der Krebs auf das Zusammenleben so grossen Werth legt. Vielleicht ist die Actinie ihm von Vorthheil, indem sie mit ihren Nesselbatterien

Fig. 107.



Fig. 108.

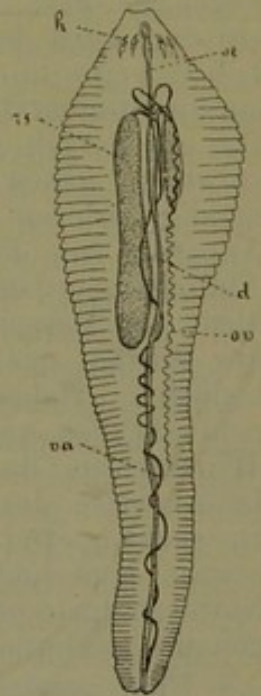


Fig. 107. *Taenia nana* (nach Leuckart).

Fig. 108. *Pentastomum taenioides*, Weibchen (nach Leuckart). *h* Haken links und rechts vom Mund; *ov* unpaares Ovar, gabelt sich in 2 Oviducte, die sich zur unpaaren Vagina (*va*) vereinigen, letztere empfängt die Ausführwege zweier Receptacula seminis *rs* und windet sich um den Darm *d*, *oe* Oesophagus.



den Eingang in die Schale vertheidigt und somit Eindringlinge abhält, welche in das Innere der Schale hineinschleichen und dem weichen Hinterleib des Krebses gefährlich werden könnten.

Dass im Allgemeinen Thiere selten in Symbiose leben, hat vornehmlich seinen Grund wohl darin, dass die Lebensbedingungen aller Thiere bis zu einem gewissen Grade ähnlich oder gleich sind. Sie alle nehmen kohlenstoff- und stickstoffreiche Verbindungen auf und zersetzen sie, indem sie unter Zutritt des Sauerstoffs der Luft dieselben in Kohlensäure, Wasser und stickstoffhaltige Oxydationsproducte zerlegen. Alle Thiere sind somit Concurrenten im Wettbewerb um die Nahrung. Derselbe Grund macht es auf der anderen Seite begreiflich, weshalb umgekehrt echte Symbiose zwischen Pflanzen und Thieren gar nicht selten ist. Besonders sind es niedere Algen, die *Zooxanthellen*, welche oft in Thieren leben. Gewisse *Rhizopoden*, vor Allem die *Radiolarien*, enthalten in ihrem Weichkörper grün oder gelb gefärbte Zellen mit solcher Constanz, dass man sie lange für Bestandtheile ihres Körpers gehalten hat. Ganz ähnliche gelbe und grüne Zellen bevölkern das Magenepithel vieler *Actinien*, *Corallen* und sogar mancher *Würmer*. Die *Zooxanthellen* ernähren sich von der Kohlensäure, welche in den thierischen Geweben gebildet wird, und athmen Sauerstoff aus, welcher wiederum für das Thier von grosser Bedeutung ist; sie bilden ferner Stärke und andere Kohlenhydrate. Auch ist es nicht ausgeschlossen, dass ein hierbei entstehender Ueberschuss als Nährmaterial dem Thiere zu Gute kommen kann. So spielt sich hier im kleinen Raum der Kreislauf der Stoffe ab, wie er in der Natur im Grossen zwischen Thier- und Pflanzenreich vorhanden ist. Mit Hilfe des Blattgrüns und der chemischen Einwirkung des Sonnenlichts zerlegen die Pflanzen Wasser und Kohlensäure und bilden aus ihnen Sauerstoff, den sie ausathmen, und kohlenstoffreiche Verbindungen, welche sie in ihren Geweben ablagern; sie sind Reductionsorganismen. Umgekehrt athmen die Thiere Kohlensäure und Wasser aus, nehmen dagegen Sauerstoff aus der Luft und kohlenstoffreiche Verbindungen durch ihre Nahrung auf; den Sauerstoff benutzen sie, um die chemischen Verbindungen zu zerlegen, zu oxydiren; sie sind Oxydationsorganismen. Daher erklärt es sich, weshalb die günstigen Einwirkungen der Pflanzen auf das Thierreich meistens aufhören, wenn sie den Charakter ihres Stoffwechsels verändern. *Pilze* und *Bakterien* haben mit dem Verlust des Chlorophylls die Fähigkeit, Kohlensäure zu reduciren, verloren; sie beziehen die Nahrung von anderen Organismen und zerlegen dieselbe in Kohlensäure, Wasser u. s. w.; sie sind Oxydationsorganismen wie die Thiere und somit gefährliche Concurrenten der Thiere geworden. Wo sie im thierischen Körper sich niederlassen, bringen sie ihm in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle Schaden; sie sind die Ursachen vieler dem Thier äusserst gefährlicher Krankheiten.

#### IV. Thier und Pflanze.

Die Betrachtungen über Symbiose haben uns darauf geführt, dass zwischen Pflanzen und Thieren ein Gegensatz in der Art des Stoffwechsels existirt, der sich darin ausdrückt, dass Pflanzen zumeist Kohlensäure auf-



nehmen und Sauerstoff ausathmen, während die Thiere Sauerstoff einathmen und Kohlensäure abgeben. Hieraus könnte man schliessen, dass es leicht sein müsse, allgemein gültige Unterschiede zwischen Pflanzen und Thieren ausfindig zu machen, wie denn in der That der Laie nie im Zweifel ist, bei den ihm allein bekannten höher organisirten Thieren und Pflanzen zu entscheiden, welchem Naturreich er dieselben zurechnen soll.

Je mehr man sich aber mit dieser Frage beschäftigt hat, um so schwieriger hat sich die Lösung derselben herausgestellt. Schon die alten Zoologen kamen zu der Auffassung, dass es Organismen gäbe, welche auf der Grenze von Thier- und Pflanzenreich ständen, und der Engländer Wotton nannte dieselben direct Pflanzenthier oder Zoophyten. Jetzt wissen wir, dass die Pflanzenthier des Wotton echte Thiere sind mit einer oberflächlichen Pflanzenähnlichkeit; dafür sind wir durch das Mikroskop mit zahlreichen niederen Organismen bekannt geworden, deren Zugehörigkeit zu einem der beiden Naturreiche noch umstritten ist. Als solche sind zu nennen die *Myxomyceten* und viele *Flagellaten*.

Unterscheidung von Thier und Pflanze.

Will man scharfe Unterschiede zwischen Thieren und Pflanzen ausfindig machen, so kann man einerseits physiologische, andererseits morphologische Merkmale heranziehen. Von physiologischem Gesichtspunkt ausgehend, schrieb Linné den Pflanzen nur die Fähigkeit der Fortpflanzung und Ernährung, den Thieren dagegen ausser diesen noch die Fähigkeit der Bewegung und Empfindung zu. Seitdem wir wissen, dass das pflanzliche Protoplasma so gut wie das thierische reizbar und zu Bewegungen befähigt ist, seitdem wir die lebhaften Bewegungen niederer *Algen*, die grosse Empfindsamkeit der *Mimosen* und anderer Pflanzen kennen gelernt haben, seitdem wir ferner wissen, dass zahlreiche selbst höher organisirte Thiere wie *Krebse* (Fig. 109) die Ortsbewegung verlieren und festwachsen und manche festsitzende Formen wie viele *Spongien* (Fig. 81) auch bei der genauesten Untersuchung unbeweglich und gegen Reize fast unempfindlich erscheinen, haben wir darauf verzichtet, die sogenannten animalen Functionen als sichere Unterschiede zu betrachten.

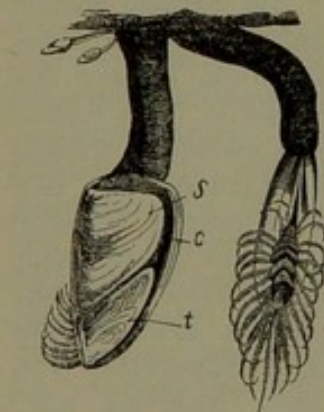


Fig. 109. *Lepas anatifera* (nach Schmarda).  
c Carina, t Tergum, s Scutum.

Auch der Gegensatz im Stoffwechsel ist keineswegs durchgreifend. Jede Pflanze hat einen doppelten Stoffumsatz. Bei seinen Bewegungen und anderweitigen Lebensleistungen liefert das pflanzliche Protoplasma Kohlensäure und verbraucht Sauerstoff. Daneben geht unter dem Einfluss des Sonnenlichts und des Chlorophylls die Reduction der Kohlensäure und die Abgabe von Sauerstoff einher. Am Tage überwiegen bei chlorophyllhaltigen Pflanzen die Reduktionsvorgänge so bedeutend, dass sich als Endresultat die Abgabe grosser Mengen von Sauerstoff herausstellt, und nur Nachts, wenn die Reduktionsvorgänge wegen des Mangels an Sonnenlicht eingestellt werden, kommt die Kohlensäureproduction zur Wahrnehmung. Die Reduktionsvorgänge kommen aber sofort dauernd in Wegfall, wenn das Chlorophyll fehlt; chlorophylllose *Pilze* und *Bakterien* haben daher einen ähnlichen Stoffwechsel wie Thiere, insofern sie Kohlensäure produciren.



Ebenso ist es auch nicht richtig, dass nur die Pflanzen die Fähigkeit haben, Cellulose zu bilden. Denn Cellulose findet sich bei manchen niederen Thieren, den *Rhizopoden*, und in der relativ hoch organisirten Gruppe der *Tunicaten*; nach neueren Untersuchungen scheint sie auch bei *Arthropoden* verbreitet zu sein.

So kämen denn die morphologischen Merkmale zur Discussion. — Vielzellige Thiere und vielzellige Pflanzen sind leicht zu unterscheiden, da erstere in der Keimblattbildung ein ihnen allein zukommendes Anordnungsprincip der Zellen haben. Mit dem Auftreten des Gastrulastadiums ist jeder Organismus als unzweifelhaftes Thier charakterisirt. Indessen bei einzelligen Organismen kommt die Anordnungsweise der Zellen in Wegfall und kann nur die Beschaffenheit der einzelnen Zelle uns leiten. Giebt es nun unzweifelhafte morphologische Unterschiede zwischen der thierischen und der pflanzlichen Zelle?

Im Bau der Pflanzen- und Thierzelle ist ein wichtiger Unterschied dadurch bedingt, dass erstere eine Cellulosemembran besitzt, letztere dagegen zumeist membranlos ist. Auf diesen Unterschied muss in letzter Instanz das so verschiedene Aussehen der beiden Reiche zurückgeführt werden. Indem die Pflanzenzelle sich frühzeitig mit einem festen Panzer umhüllt, verliert sie ein gutes Theil von der Fähigkeit zu weiterer Umgestaltung. Daher sind pflanzliche Gewebe und Organe einförmig gegenüber der ungeheuren Vielgestaltigkeit, welche die thierische Histologie und Organologie erkennen lässt. Die so ausserordentlich viel höhere Stufe der Organisation, welche das Thierreich selbst in seinen niederen Classen erreicht, ist zum grossen Theil wohl eine Folge davon, dass die Zellen des Thieres sich nicht eingekapselt, sondern sich die Fähigkeit zu mannichfacher und höherer Entwicklung bewahrt haben.

Allein auch hier ergeben sich bei niederen Pflanzen und Thieren Uebergänge. Bei niederen *Algen* haben die Zellen die Fähigkeit, aus der Cellulosemembran herauszutreten und freibeweglich herumzuschwimmen (Fig. 110), ehe sie sich wieder aufs Neue einkapseln. Andererseits besitzen die meisten einzelligen Thiere die Encystirung; sie hören auf zu fressen und sich zu bewegen, kugeln sich zusammen und umhüllen sich mit einer festen, manchmal sogar aus Cellulose bestehenden Membran.

Da in beiden Fällen ein Wechsel zwischen eingekapselten und freibeweglichen Zuständen vorhanden ist, kann nur die längere Dauer des einen oder des anderen bei der Unterscheidung leiten. Damit ist aber die Möglichkeit, dass indifferente Zwischenformen existiren, gegeben. Ihre thatsächliche Existenz ist Grund, weshalb wir auch jetzt noch keine scharfe Grenze zwischen Thier- und Pflanzenreich ziehen können.

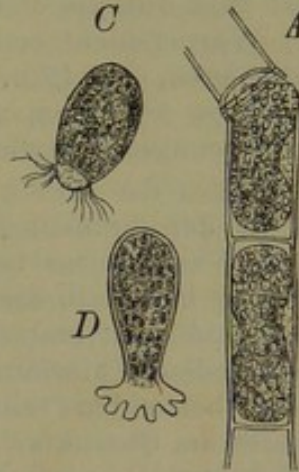


Fig. 110. *Oedogonium* in Zoosporenbildung. A ein Stück des Algenfadens mit ausschlüpfendem Zellinhalt. D aus dem Inhalt hervorgegangene Zoospore. C Zoospore festsetzend, in Keimung (nach Sachs).



## V. Geographische Verbreitung der Thiere.

Schon eine oberflächliche Kenntniss von der Verbreitungsweise der Thiere lässt erkennen, dass die Thierfauna an verschiedenen Punkten der Erde einen wesentlich anderen Charakter hat. Zum Theil ist diese Verschiedenartigkeit der Faunen eine unmittelbare Folge der klimatischen Unterschiede. *Eisbär*, *Polarfuchs*, *Eiderenten* und viele andere *Schwimmvögel* sind auf die Polarzone angewiesen, weil sie ein bestimmtes Maass von Wärme nicht ertragen können; umgekehrt sind die meisten grossen *Katzenarten*, die *Affen*, die *Colibris* etc. nur in tropischen oder subtropischen Gegenden vertreten, weil sie gegen die Einflüsse der kühleren Witterung nicht genügend geschützt sind.

Wäre das Klima der einzige die Verbreitung bestimmende Factor, so müsste der faunistische Charakter von zwei Ländern, welche gleiche klimatische Verhältnisse besitzen, im Wesentlichen derselbe sein. Umgekehrt müssten innerhalb eines zusammenhängenden, sich durch mehrere Klimazonen hindurch erstreckenden Territoriums die einzelnen Regionen gänzlich verschiedene Thierfaunen besitzen, je nachdem sie dem Aequator oder den Polen benachbart sind. Beides trifft nicht zu; zwei tropische Länder können im Charakter ihrer Thierwelt einander ferner stehen als die heissen und kalten Gegenden eines und desselben Continents.

Die moderne Zoologie ist bemüht, diese eigenthümlichen Verhältnisse zu erklären, indem sie die jetzige Verbreitung der Thiere als das Product von zwei Factoren auffasst: der allmählichen Umgestaltung der Thierwelt und ferner der allmählichen Umgestaltung der den Thieren zur Ausbreitung dienenden Erdoberfläche (vergl. S. 34). Die in der Geologie niedergelegte Erdgeschichte lehrt zweierlei: 1) dass die Zusammenhänge der Erdtheile vielfach gewechselt haben, dass z. B. zu einer Zeit, wo das Mittelmeer noch nicht seine heutige Ausdehnung gewonnen hatte, Marokko, Algier, Tunis und Aegypten mit dem europäischen Nordrand des Mittelmeeres inniger verknüpft waren als mit dem südlichen, durch die Sahara getrennten Theil des afrikanischen Continents, 2) dass erhebliche Klimaschwankungen stattgefunden haben. In Europa herrschte in der Tertiärzeit ein subtropisches Klima, welches Thieren, wie sie jetzt in Algier (*Löwe*) vorkommen, die Existenz ermöglichte. Umgekehrt trat später eine Kälteperiode ein, welche in weite Strecken des europäischen Continents polare Lebensbedingungen und damit eine Fauna nordischer Thiere (*Renthier*) einführte. Hand in Hand mit den geologischen Veränderungen gingen Veränderungen in der Thierwelt vor sich, indem unter dem Wechsel der Existenzbedingungen vorhandene Arten ausstarben oder durch allmähliche Umbildung neue Arten lieferten. So gestaltet sich die Thiergeographie zu einem äusserst verwickelten Problem, dessen Lösung eine umfassende Reihe von Vorarbeiten voraussetzt. Wir müssen genau wissen, wie sich die Zusammenhänge des Festlands und die Klimavertheilung besonders in den letzten Erdperioden verändert haben; wir müssen ferner erforscht haben, nicht nur wie sich jetzt die Thiere über die Erdoberfläche vertheilen, sondern auch wie sie in früheren Zeiten vertheilt gewesen sind. Endlich müssen zuvor Anatomie und Entwicklungsgeschichte in ganz detaillirter Weise uns die Verwandtschaftsbeziehungen der Thiere klargelegt haben.



Bis zur Lösung der hier kurz skizzirten Aufgabe ist es ein ausserordentlich weiter Weg; was bisher erforscht wurde, kann nur die Bedeutung einer vorläufigen Prüfung haben, dass die Zoologie mit ihren herrschenden Anschauungen über die Umformung der Thiere und der Erde auf dem richtigen Wege ist. Ein Prüfstein für die Richtigkeit dieser Anschauungen würde es sein, wenn sich feststellen liesse, dass die faunistische Aehnlichkeit zweier Länderstrecken in erster Linie davon abhängt, wie lange sie mit einander in enger Verbindung und in Folge dessen auch im Austausch der sie bewohnenden Thiere gestanden haben. Zwei Länder, welche in frühen Perioden der Erdgeschichte von einander getrennt wurden, ohne sich je wieder mit einander zu vereinigen, müssen rücksichtlich ihrer Thiere einander fremder sein, als Länder, welche jetzt noch zusammenhängen oder sich erst jüngst von einander getrennt haben. In dieser Hinsicht ist es sehr bezeichnend, dass, wenn man sich auf der nördlichen Hemisphäre in gleicher Klimazone um die Erde bewegt, man selbst in sehr weit entfernten Ländern eine ausserordentlich ähnliche Fauna findet, unter dem Aequator dagegen und auf der südlichen Hemisphäre unter denselben Bedingungen ganz gewaltigen Unterschieden begegnet. Das erklärt sich daraus, dass die Ländermassen auf der nördlichen Hemisphäre wie jetzt so zu allen Perioden der Erdgeschichte im engsten Zusammenhang gestanden haben, während die nach Süden ausstrahlenden Theile der Continente — abgesehen von hypothetischen vorübergehenden Verbindungen zwischen Südamerika einerseits und Afrika resp. Australien andererseits — während des grössten Theils der Erdgeschichte getrennt waren.

Bei der näheren Durchführung der erörterten Gesichtspunkte haben die Thiergeographen versucht, grosse Faunengebiete der Erde, Thierprovinzen oder Regionen zu unterscheiden und innerhalb dieser wieder Abtheilungen von geringerer Bedeutung, die Subregionen. Man hat diese Provinzen vorwiegend auf die Verbreitungsweise der *Säugethiere*, weniger auf die der *Vögel* und übrigen Thiere begründet. Denn die Verbreitungsweise der Säugethiere wird hauptsächlich von denjenigen Veränderungen der Erdoberfläche bestimmt, welche sich geologisch am besten controliren lassen und am meisten Interesse besitzen. Den meisten Säugethiern setzen bedeutende Hebungen und Senkungen der Erdoberfläche unüberwindliche Barriären entgegen, Hebungen, wenn sie zur Bildung gewaltiger vergletscherter Gebirgskämme führen, Senkungen, wenn in ihrem Gefolge Meeresarme entstehen, welche, wenn auch vielleicht nur schmale, so doch für die meisten Säugethiere unüberschreitbare Wasserstrecken zwischen zwei bisher zusammenhängende Länder einschieben. Vögel und gut fliegende Insecten werden von allen solchen Veränderungen der Erdoberfläche zwar auch betroffen, aber nicht in gleichem Maass wie die Säugethiere; sie können ihrer Mehrzahl nach Meeresarme und Gebirgsketten überfliegen, wie es denn Vögel giebt, die sogar weite Meeresstrecken, wie den Atlantischen Ocean, passiren.

Von den bisher aufgestellten thiergeographischen Systemen hat am meisten Anklang die von Sclater und Wallace vorgeschlagene Einteilung gefunden. Die englischen Gelehrten unterscheiden folgende 6 Hauptregionen: 1) die paläarctische, welche ganz Europa, den Norden Afrikas bis zur Sahara und das nördliche Asien bis zum Himalaya umfasst; 2) die äthiopische, das gesammte südlich der Sahara gelegene Afrika; 3) die orientalische, zu der Vorder- und Hinterindien, das südliche China und die westlichen malayischen Inseln gehören; 4) und 5) die



nearctische und neotropische Region, welche den amerikanischen Continent ausmachen und durch eine Linie, welche ungefähr in der Gegend des Nordrandes von Mexiko zu ziehen ist, getrennt werden; 6) die australische, zu der man ausser Australien die grossen und kleinen Inseln des Stillen Oceans und die malayischen Inseln östlich von Celebes und Lombok rechnet.

1) Die australische Region ist von allen übrigen Regionen am schärfsten unterschieden und wird daher von vielen Thiergeographen als ein Hauptreich mit dem Namen „*Notogaea*“ bezeichnet. Ihre geographisch isolirte Lage, vereint mit dem Umstand, dass die jetzt vorhandene Trennung von den übrigen Ländermassen schon seit Langem (wahrscheinlich seit Anfang der Tertiärzeit) besteht, ist Ursache gewesen, dass zwar die älteren Säugethiere, die *Beutelthiere* und *Monotremen*, in ihr Gebiet haben eindringen, die später und höher entwickelten *placentalen Säugethiere* dagegen ihnen nicht haben folgen können. Während die *Beutelthiere*, welche in der Secundärzeit auch die nördliche Hemisphäre bewohnten, während der Tertiärzeit hier von den *placentalen Säugethiern* verdrängt wurden, konnten sie in Australien sich weiter entwickeln. Australien und die angrenzenden Inseln ist somit das Land der *Beutelthiere*, welche sich ausserdem nur noch in Südamerika (*Caenolestes*, *Didelphiden*, letztere durch das *Opossum* auch in Nordamerika vertreten) erhalten haben. Dagegen fehlten in Australien, als es von Europäern entdeckt wurde, die *Placentalien* mit Ausnahme der durch Wasser in ihrer Verbreitung nicht gehemmten *Cetomorphen*, *Pinnipedier* und *Fledermäuse* und der durch schwimmendes Holz leicht verschleppt werdenden *Muriden*. Zwei grössere Säugethiere, *Sus papuanus* Neu Guineas und der wilde Hund Australiens, *Canis dingo*, sind wohl in Begleitung des Menschen eingedrungen, was für den *Dingo* noch immer das Wahrscheinlichste ist, trotzdem man seine Reste schon im Pleistocän gemeinsam mit den Riesenbeutlern dieser Zeit gefunden hat. Weitere Eigenthümlichkeiten der australischen Region sind die Eier legenden Säugethiere *Echidna*, *Proechidna* und *Ornithorhynchus* (*Monotremen*), die besonders auf Neu-Guinea entwickelten *Paradiesvögel*, die *Kasuare* und der *neuholländische Strauss*.

Dass auf den der australischen Region angehörigen, isolirten Inselgruppen der Südsee (Polynesien) sich viele faunistische Besonderheiten entwickelt haben, ist begreiflich; ebenso ist es begreiflich, dass zwischen den der orientalischen Provinz angehörigen und den faunistisch Australien nahe stehenden Inseln des malayischen Archipels nicht die scharfe Grenze besteht, die man früher als Wallace'sche Linie bezeichnet hat, dass vielmehr hier ein Austausch der Faunengebiete sich vollzogen hat (Eindringen von *Beutelthieren* in Celebes, von *Placentaliern* nach den Molukken). Dagegen verdient besondere Beachtung die Sonderstellung Neu-Seelands und der anschliessenden Inseln. Neu-Seeland unterscheidet sich von Australien durch eine grosse Zahl eigenthümlicher Vögel (*Apteryx*, die ausgestorbenen *Dinornithiden*), *Reptilien* (die alterthümliche *Hatteria*) und *Mollusken*. Wenn wir die thiergeographisch unwichtigen *Fledermäuse* und *Muriden* ausser Acht lassen, fehlen auch einheimische Säugethiere (keine *Beutelthiere*!).

2) Nächst Australien ist die neotropische Provinz (Südamerika + Centralamerika) am schärfsten charakterisirt. Auch ihr wird der Rang eines besonderen Hauptreichs „*Neogaea*“ angewiesen, besonders mit Rücksicht auf ihre geologische Vergangenheit, welche erkennen lässt, dass die *Neogaea* in der Kreideperiode und der ersten Hälfte der Tertiärzeit von Nordamerika durch Meer getrennt war und eine besondere Thierfauna (z. B. riesige *Edentaten*, keine *Raubthiere*) entwickelt hat, dass die unterscheidenden Merkmale sich erst gegen Ende der Tertiärzeit durch Eindringen



von Norden kommender *Raubthiere* und *Hufthiere*, andererseits durch Vorrücken von *Edentaten* nach Norden etwas verwischt haben. Aber auch jetzt noch bestehen ganz auffällige Besonderheiten. Die Neogaea beherbergt die *breitnasigen Affen*, während die *schmalnasigen Affen* der alten Welt angehören, charakteristische *Edentaten* in den *Gürtelthieren*, *Faulthieren*, *Ameisenfresser*, ferner eigenthümliche Beutelthiere, *Didelphiden*, und die den *Diprotodontien* Australiens nahe stehende Gattung *Caenolestes*, von Vögeln die *Colibris*, *Tukane*, *Aras*, *Hokos*, die merkwürdigen *Cotingiden*, *Tanagriden*, *Tinamiden* und *Palamedeiden*, die *Rhea americana* u. s. w. Auffallend ist das fast gänzliche Fehlen der *Insectivoren* und die ansehnliche Entwicklung mancher Nager (*Caviiden*, *Dasypoctiden*, *Chinchilliden*).

Die 4 übrigen Regionen hängen geographisch jetzt noch eng zusammen und sind auch in ihrer Thierwelt einander ähnlich, so dass man sie zu einem dritten Hauptreich „*Arctogaea*“ vereinigen kann. Gemeinsame Charaktere sind gänzlicher Mangel der *Beutelthiere* (mit Ausnahme des in Nordamerika vertretenen *Opossums*) und *Monotremen*, der *Platyrrhinen*, starke Entwicklung der *Insectivoren* etc. Besonders sind die nördlicheren Theile dieser Ländermassen in Secundär- und Tertiärzeit in engeren Verband und Austausch der Thierwelten getreten, was noch durch die Ausdehnung warmen Klimas bis in den hohen Norden erleichtert wurde. Daher werden von den meisten Thiergeographen die nearctische und paläarctische Provinz zur holarctischen vereinigt. Berücksichtigt man die derzeitige Thiervertheilung, so scheint immerhin die Trennung beider Regionen den Verhältnissen besser zu entsprechen.

3) Die nearctische Region hat besonders 3 Säugethierfamilien eigenthümlich, die *Gabelgamsen*, die *Taschenratten* und die *Haplodonten*, aus der Classe der *Amphibien* die *Sireniden* und *Amphiumiden*. Von der am nächsten verwandten paläarctischen Region ist sie ausserdem noch unterschieden durch das Vorkommen neotropischer Formen, wie der *Waschbären*, *Beutelmatten*, *Colibris* etc.

4) Die paläarctische Region ist ein Gebiet, welches sich über den grössten Theil der Erde erstreckt und dabei an viele andere Thierprovinzen angrenzt. Daher ergeben sich einerseits wichtige, durch Klima und weite Entfernung bedingte Unterschiede zwischen den einzelnen Localfaunen, andererseits erklärt sich daraus, dass die paläarctische Region keine Familien ausschliesslich für sich besitzt. Familien, welche wenigstens vorwiegend hier ihre Entwicklung gefunden haben, sind die *Hirsche*, *Rinder*, *Ziegen*, *Schafarten* und *Kamele*; besonders hervorstechende Gattungen die *Gamsen*, *Moschusthiere*, die *Siebenschläfer*, *Dachse* und *Pfeifhasen*.

5) Die äthiopische Region hat viele Familien für sich allein, unter denen die *Flusspferde* und *Giraffen*, die *Capschweine* und, wenn wir Madagascar zur Region hinzuziehen, die *Fingerthiere* die charakteristischsten sind. Dazu kommt der grosse Reichthum an *Antilopen* und *Zebra*-Arten das Auftreten von *Chimpanse* und *Gorilla*. Ebenso bemerkenswerth ist das gänzliche Fehlen äusserst auffallender Familien und Gattungen, wie der *Bären*, *Maulwürfe*, *Hirsche*, *Ziegen*, *Tapire*, *Schafe*, der echten *Rinder* und *Schweine*, soweit sie nicht domesticirt und eingeführt sind.

Innerhalb der Region nimmt die Insel Madagascar eine höchst merkwürdige Stellung ein. Die Insel ist das Land der *Halbaffen* und *Insectenfresser*; namentlich ist kein Land so reich an Halbaffen, von denen die Mehrzahl der Gattungen ausschliesslich in Madagascar lebt. Dagegen fehlen die grossen *Raubthiere*, die *Katzen*, *Hyänen*, *Hunde* und die allerdings auch in Afrika nicht vertretenen *Bären*, sämmtliche *echten Affen*, *Antilopen*, *Elephanten* und *Rhinoceros*-Arten. Da sich somit Madagascar ganz erheblich



von Afrika unterscheidet, trennen viele Zoologen die Insel von der äthiopischen Region ab; manche wollen ihr sogar den Rang einer selbständigen Hauptregion geben.

6) Die orientalische Region enthält nächst Madagascar die meisten *Halbaffen*, unter denen die *Tarsiden* und *Galeopitheciden* (letztere meist zu den Insectivoren gerechnet) ausschliesslich orientalisches sind. Auffällige Vertreter der Provinz sind ausserdem die *Gibbons* und *Orang Utangs*, der *Moschushirsch* (*Tragulus javanicus*), zahlreiche Familien und Gattungen der Vögel.

In der Neuzeit gewinnt die Anschauung immer mehr an Boden, dass man ausser den besprochenen 6 Thierprovinzen noch 2 weitere circumpolare aufstellen müsse, die arctische und antarctische. Beide besitzen eine aus wenigen Arten, aber zahlreichen Individuen bestehende Thierwelt, aus welcher für die nördliche oder arctische Region die *Alken*, *Eisbären*, *Renthiere*, *Eisfüchse*, für die antarctische die *Pinguine* sowie der gänzliche Mangel landbewohnender Säugethiere besonders charakteristisch sind.

Zur Thiergeographie gehört ferner die Verbreitung der Thiere im Meer und im süsssen Wasser. Da die meisten Meere im Zusammenhang stehen, so sind faunistische Regionen in der Schärfe wie bei der Landfauna nicht zu erkennen; erhebliche Unterschiede sind nur da vorhanden, wo zwei Océane durch Continente getrennt werden, welche weit nach Norden und Süden vorragen; erhebliche Unterschiede bestehen z. B. zwischen dem Rothen Meer und dem geographisch benachbarten Mittelmeer, zwischen Ost- und Westküste von Nordamerika, selbst da, wo sie nur durch die schmale Landenge von Panama getrennt werden. Ferner werden grosse Unterschiede wahrnehmbar, wenn zwei Meeresströmungen von ganz verschiedener Temperatur auf einander stossen.

Viel auffälliger sind bei der Meeresfauna gewisse Unterschiede, welche durch die Abänderung der Lebensbedingungen in den einzelnen Meeres-tiefen herbeigeführt werden. Man kann eine Tiefseefauna, eine Küstenfauna und eine pelagische Fauna aufstellen. Die Küstenfauna umfasst die Thiere, welche die pflanzenbewachsenen felsigen oder sandigen Ufer bis einige 100 Meter tief theils festgewachsen, theils frei beweglich besiedeln. Die Tiefseefauna schwimmt, kriecht oder ist festgewachsen auf dem Boden der 1000 bis fast 9000 Meter tiefen Abgründe der Océane; sie unterscheidet sich von der Küstenfauna zum Theil durch ihren alterthümlichen Charakter, indem hier vielfach Gattungen und ganze Thierabtheilungen fortleben, welche man lange Zeit vorwiegend aus früheren Erdperioden kannte, wie die *Hexactinelliden*, *Crinoideen*, gewisse *Seesterne* und *Seeigel* etc.

Unter pelagischer Thierwelt versteht man das, was frei im Wasser schwebt, das „Plankton“; viele *Coelenteraten* (*Medusen* und *Ctenophoren*) ganze Abtheilungen der *Protozoen*, wie die *Radiolarien*, mancherlei *Krebse* und *Krebslarven*, von den *Mollusken* die *Heteropoden* und *Pteropoden* gehören hierher. Diese Thiere leben entweder an der Oberfläche des Meeres selbst oder frei suspendirt in geringeren und grösseren Tiefen bis zu 8000 Meter und darunter. Zumeist sind sie gallertig weich und von glasartiger Durchsichtigkeit, was wohl als sympathische Färbung und Anpassung an die durchsichtige Klarheit des Meerwassers betrachtet werden muss.

Im Süsswasser muss man 2 Gruppen von Thieren auseinanderhalten, von denen die eine vorwiegend die höher organisirten Formen, die *Fische*, *Mollusken* und höheren *Krebse*, die andere die niedere Lebewelt umfasst. Die Verbreitungsweise der ersteren wird vorwiegend von den Momenten



bestimmt, welche auch bei der Scheidung der Landbewohner wirksam sind; die Verbreitungsweise der letzteren ist dagegen eine im Grossen und Ganzen kosmopolitische. Die meisten *Infusorien* und *Rhizopoden*, *Branchiopoden* und *Copepoden*, *Süsswasserpolyphen*, welche bei uns in Deutschland vorkommen, scheinen nahezu über die ganze Erde verbreitet zu sein. Das hängt damit zusammen, dass alle diese Thiere Ruhezustände besitzen, in denen sie das Eintrocknen vertragen. Die Ruhezustände, seien es hartschalige Eier oder ganze eingekapselte Thiere, können wie Staub vom Winde verweht oder mit Schlamm von Wasservögeln vertragen werden, um, von Neuem in das Wasser gelangt, ihre volle Entwicklungsfähigkeit zu bethätigen.

## VI. Zeitliche Verbreitung der Thiere.

Die Beschaffenheit und Verbreitungsweise der Thiere in früheren Perioden der Erdgeschichte zu schildern, ist Aufgabe einer besonderen Wissenschaft, der Palaeontologie oder Palaeozoologie. Da es aber besonders bei *Wirbelthieren* zum Verständniss der lebenden Formen nöthig ist, palaeontologische Ergebnisse heranzuziehen, so möge hier eine Uebersicht über den geologischen Aufbau der Erde mit einer kurzen zoologischen Charakteristik der einzelnen Perioden Platz finden.

### I. Azoische oder Archaische Zeit.

Aus dieser Periode sind noch keine Organismen mit Sicherheit nachgewiesen. Die thierische Natur des früher zu den *Rhizopoden* gestellten, den Laurentischen Schichten angehörigen *Eozoon canadense* ist mindestens strittig.

### II. Palaeozoische Zeit: 1) Cambrium. 3) Devon. 5) Perm. 2) Silur. 4) Carbon.

Die ältesten palaeozoischen Schichten, die cambrischen, enthalten nur Reste von Wirbellosen: *Trilobiten*, *Brachiopoden*, *Cystoideen*, *Nautiloideen*, *Schnecken*, einige *Muscheln*. *Trilobiten*, *Cystoideen* und die im Silur auftretenden *Blastoideen*, *Tetracorallien* und *Gigantostroken* erreichen in der palaeozoischen Zeit ihren Höhepunkt und sterben gänzlich aus. Im Silur beginnen die Fische spärlich, erreichen aber im Devon schon eine grosse Mannichfaltigkeit. Im Carbon beginnen die *Amphibien*, im Perm die *Reptilien*.

### III. Mesozoische Zeit: 1) Trias. 2) Jura. 3) Kreide.

Das mesozoische Zeitalter bezeichnet die Blüthe der *Reptilien*, die durch viele abenteuerliche und riesige, zumeist schon in der Kreide aussterbende Formen vertreten sind. Ferner treten in der Trias die ersten *Säugethiere*, im Jura die *Vögel* auf. Unter den Wirbellosen erreichen die im Devon zuerst auftretenden *Ammoniten* ihren Höhepunkt und ihr Ende.

### IV. Kaenozoische Zeit: a) Tertiär. 1) Eocaen. 3) Miocaen. 2) Oligocaen. 4) Pliocaen. b) Quartär. 5) Pleistocaen (Periode der Eiszeiten, Diluvium). 6) Neuzeit (Alluvium).

Im Laufe des Tertiärs haben sich die jetzt lebenden Ordnungen der *Säugethiere* und *Vögel* entwickelt, unter ihnen schliesslich auch der *Mensch*, dessen Spuren mit Sicherheit in das Pleistocaen haben verfolgt werden können.



## Specielle Zoologie.

---

Seitdem die Anschauungen der vergleichenden Anatomie und der Descendenztheorie Einfluss auf die systematische Zoologie gewonnen haben, erblickt man im System der Thiere nicht nur ein Mittel, das Bestimmen der Arten zu ermöglichen, sondern stellt ihm weiter die Aufgabe, die verwandtschaftlichen Beziehungen, in denen die grösseren und kleineren Gruppen zu einander stehen, zum Ausdruck zu bringen. Die Lösung dieser Aufgabe setzt eine genaue vergleichend-anatomische und entwicklungsgeschichtliche Kenntniss und ein hierauf sich gründendes volles Verständniss der Thierformen voraus. Wir sind von letzterem noch weit entfernt, auf einigen Gebieten der Zoologie weniger weit als auf anderen, und demgemäss sind auch die systematischen Bemühungen nicht überall gleich weit gediehen. Als naturgemäss gebildete Stämme des Thierreichs werden allgemein anerkannt: 1) die *Wirbelthiere*, 2) die *Weichthiere* (nach Ausschluss der *Brachiopoden*), 3) die *Gliederfüssler*, 4) die *Stachelhäuter*, 5) die *Coelenteraten* (nach Ausschluss der *Schwämme*), 6) die *Urthiere*. Dagegen ist es strittig, wie man sich dem von Siebold aufgestellten und von Leuckart enger begrenzten Stamm der *Würmer* und einigen kleineren Gruppen (*Brachiopoden*, *Bryozoen*, *Tunicaten*) gegenüber verhalten soll. Im Allgemeinen besteht die Neigung, die *Würmer* mindestens in 3 Stämme aufzulösen (*Platt-*, *Rund-* und *Ringelwürmer*) und auch aus den *Brachiopoden*, *Bryozoen* und *Tunicaten* besondere Stämme zu bilden. Bei einem solchen Verfahren werden nun formenarme und für die Betrachtung des Thierreichs minder wichtige Gruppen mit den grossen, unendlich mannichfaltiger gebauten Stämmen der *Wirbelthiere*, *Gliederfüssler* und *Weichthiere* auf gleiche Stufe gestellt und gewinnen so, namentlich im Auge des Anfängers, eine ihnen in keiner Weise zukommende Bedeutung. Daher soll in diesem Lehrbuch der Stamm der *Würmer* beibehalten und sollen die *Brachiopoden*, *Bryozoen* und *Tunicaten* im Anschluss an ihn besprochen werden, um so mehr als es noch gar nicht ausgemacht ist, ob nicht die im Namen schon ausgedrückte Formenähnlichkeit der verschiedenen Wurmclassen auf einer engeren Blutsverwandtschaft beruht. Von den 7 Stämmen, welche sich ergeben, wenn man den Würmerstamm beibehält, haben weiterhin die *Coelenteraten*, *Würmer*, *Stachelhäuter*, *Weichthiere*, *Gliederfüssler* und *Wirbelthiere* viel Gemeinsames, wodurch sie sich vom Stamm der *Urthiere* unterscheiden; sie sollen daher unter dem Namen *Metazoen* zusammengefasst werden.

---



## I. Stamm.

## Protozoen oder Urthiere.

Die *Protozoen* oder *Urthiere* sind durchschnittlich von geringer Körpergrösse; die meisten von ihnen können eben noch von einem scharf beobachtenden Auge als kleine Punkte wahrgenommen werden; viele sind sogar so klein, dass zu ihrer Auffindung das unbewaffnete Auge nicht ausreicht und die Benutzung des Mikroskops nothwendig ist; auf der anderen Seite giebt es allerdings auch Formen, welche einen Durchmesser von mehreren Millimetern oder gar Centimetern erreichen, was namentlich dann zutrifft, wenn Hunderte von Individuen zu einer Colonie vereinigt sind.

Grösse der Protozoen.

Die geringe Körpergrösse der *Protozoen* ist eine nothwendige Folge davon, dass sie nur aus einer einzigen Zelle bestehen. Sie sind Klümpchen jener eigenthümlichen Substanz, welche man früher Sarkode genannt hat, der man aber jetzt den Namen Protoplasma giebt, weil sie in ihren Lebenserscheinungen mit dem Protoplasma der thierischen und pflanzlichen Zellen im Wesentlichen übereinstimmt. Zum Protoplasma kommen als ein weiteres Zellattribut ein oder mehrere Kerne hinzu. Mit der Einzelligkeit hängt es ferner zusammen, dass den *Protozoen* echte Gewebe und echte Organe fehlen; sie haben keinen Darm, kein Nervensystem, keine Geschlechtsorgane etc.; die fundamentalen Functionen der Ernährung, Empfindung, Bewegung und Fortpflanzung werden mehr oder minder unmittelbar vom Protoplasma geleistet.

Bau.

Bei der Ernährung, sofern sie nicht durch gelöste Stoffe erfolgt, gelangen Fremdkörper in das Protoplasma hinein und werden von demselben verdaut; meist liegen sie während der Verdauung in besonderen Flüssigkeitsansammlungen (Fig. 115, 137 u. f. Na.), den Nahrungsvacuolen, seltener unmittelbar in der Körpersubstanz selbst. Alles Unverdauliche wird nach einiger Zeit wieder ausgestossen. Die Aufnahme und Entleerung der Fremdkörper kann bei den niederen *Protozoen* an jedem Punkt der Körperoberfläche erfolgen, während bei den höher organisirten dazu bestimmte Oeffnungen dienen, welche man nach Analogie mit den vielzelligen Thieren Mund und After oder prägnanter Zellenmund, „Cytostom“, und Zellenafter, „Cytopyge“, nennt. Der Zellenmund kann sogar in einen nach innen frei in das Protoplasma mündenden Canal führen, eine Art Oesophagus oder Cytopharynx.

Ernährung.

Auch sonst können innerhalb der Protozoenzelle Einrichtungen entstehen, welche an die Organe höherer Thiere erinnern und daher Zellorgane heissen. Wenn auch gewöhnlich zur Fortbewegung das Protoplasma mit seinen Anhängen, den Pseudopodien, Geisseln und Flimmern, ausreicht, so giebt es doch *Protozoen*, welche echte Muskelfibrillen erzeugen, wie die *Stentoren* und *Vorticellinen*. Die Reizbarkeit der Protozoen gegen Licht wird in manchen Fällen besonders gesteigert, indem sich ein Augenfleck entwickelt, eine umschriebene Pigmentanhäufung, in welcher sogar eine Linse vorhanden sein kann. Zu den verbreitetsten Zellorganen gehören endlich die contractilen Vacuolen (Fig. 111 u. f. cv.), Gebilde, welche bei den Süsswasserprotozoen nur selten fehlen, bei den Meeresbewohnern dagegen meistens vermisst werden und sich von den schon erwähnten Nahrungsvacuolen in

Bewegung.

Contractile Vacuole.



dreifacher Weise unterscheiden. Erstens nehmen sie im Körper des Thieres eine bestimmte Lagerung ein, zweitens ist ihre Zahl für die meisten Arten annähernd constant, drittens besitzen sie äusserst charakteristische Lebenserscheinungen. Ihre Wandungen contrahiren sich und entleeren den flüssigen Inhalt (manchmal durch einen besonderen Ausführgang) nach aussen. Ist in Folge der Entleerung die Vacuole vollkommen verschwunden, so entsteht sie nach einiger Zeit von Neuem, indem sie sich mit Flüssigkeit aus dem umgebenden Protoplasma füllt. Durch diese Functionsweise erinnern die contractilen Vacuolen an die Nieren der *Würmer*, die später zu besprechenden Wassergefässe; wahrscheinlich entleeren sie schädliche, im Körper durch die Lebensprocesse entstandene gelöste Stoffe, darunter möglicherweise auch nach Art der Respirationsorgane Kohlensäure.

Das Vorkommen so mannichfacher an Organe und Gewebe erinnernder Differenzirungen kann dem Körper der *Protozoen* ein complicirtes Aussehen und ein so hohes Maass von Leistungsfähigkeit verleihen, dass man lange Zeit Bedenken trug, das Alles einer einzigen Zelle zuzutrauen. Doch wäre es falsch, deswegen Zweifel an der Einzelligkeit der Protozoen zu erheben. Denn mit dem Begriff der Zelle ist es sehr wohl vereinbar, dass sie ihre bildnerische Thätigkeit nach vielen Richtungen hin gleichzeitig entfaltet, dass sie gleichzeitig eine Art Darm, Muskelfasern, Sinnesapparate, Skeletstücke u. s. w. erzeugt, wenn sie auch sonst im Organismus der vielzelligen Thiere meist nur ein bestimmtes Bildungsproduct (die Muskelzelle contractile Substanz, die Drüsenzelle Secrete) liefert.

Kern.

Wahrscheinlich erfolgen alle Lebensäusserungen des Protoplasma unter dem Einfluss des Kerns, wie aus einer Reihe von Experimenten hervorgeht, welche zeigen, dass *Protozoen*, welche durch Verletzung künstlich ihres Kerns beraubt wurden, nur unvollkommen functioniren und nach einiger Zeit zu Grunde gehen, während kernhaltige Bruchstücke am Leben bleiben. Junge Urthiere sind gewöhnlich einkernig; manche verbleiben in diesem Zustand zeitlebens; andere werden frühzeitig vielkernig. Solche vielkernige *Protozoen* werden vielfach als Complexe zahlreicher Zellen oder als „Syncytien“ gedeutet, allein mit Unrecht, denn abgesehen davon, dass gewöhnlich in der thierischen und pflanzlichen Histologie vielkernige Protoplasamassen nur als eine Zelle angesehen werden, so wird durch die Bezeichnung „Syncytien“ zwischen den einkernigen und vielkernigen Protozoen ein Unterschied gemacht, welcher den thatsächlichen Verhältnissen nicht entspricht, da die Leistungsfähigkeit bei beiden vollkommen die gleiche ist.

Fortpflanzung.

Die Vermehrung der *Protozoen* erfolgt ausschliesslich durch Theilung oder Knospung und ist unter günstigen Bedingungen, namentlich bei reicher Nahrungszufuhr, eine so lebhaft, dass manche Protozoen innerhalb weniger Wochen eine nach Millionen zählende Nachkommenschaft erzeugen. Viele Thiere theilen sich im freien Zustand, während sie herumkriechen oder herumschwimmen, andere encystiren sich zuvor, d. h. sie nehmen die Gestalt einer Kugel an und scheiden eine schützende Membran aus (Fig. 116 u. 117). Encystirte Thiere theilen sich meist in mehr als 2 Stücke, in 4, 8 oder gar viele Hunderte von Fortpflanzungskörpern. Es kommt häufig vor, dass vielkernige *Protozoen* ebenso viel Theilstücke liefern, als Kerne vorhanden sind.

Conjugation.

Bei den *Protozoen* begegnet man ausserdem Verschmelzungen,



„Conjugationen“, welche in ihrem Aussehen viel Aehnlichkeit mit den Befruchtungsprocessen der *Metazoen* und *Pflanzen* haben. Zum Theil können dieselben (Conjugationen vieler *Rhizopoden*) nicht mit der Befruchtung der Metazoen verglichen werden, indem nur die Plasmaleiber sich vereinigen (Plastogamie), die zum Wesen der Befruchtung unerlässliche Kernverschmelzung (Karyogamie) dagegen unterbleibt. Bei einem anderen Theil kommt es jedoch zu einer Kernverschmelzung. In den genauer untersuchten Fällen hat man sogar, der Kernverschmelzung vorausgehende, der Richtungskörperbildung im Ei vergleichbare Processe beobachtet, insofern in jedem der beiden conjugirenden Individuen der Kern sich zweimal theilt, von den Theilproducten jedoch nur eines, der für die Karyogamie bestimmte Kern, erhalten bleibt, während die anderen Kerne (Richtungskörper) zu Grunde gehen.

Diese echten Fälle von typischer Befruchtung lassen ihrerseits wieder eine grosse Mannichfaltigkeit zu. Die conjugirenden Thiere können unter einander gleich gross sein (die meisten *Infusorien*, manche *Rhizopoden*), oder es hat sich ein Grössenunterschied (sexueller Dimorphismus) entwickelt, indem kleinere und in Folge dessen lebhafter bewegliche „männliche“ Thiere (Microgameten, Zoosporen) die grösseren unbeweglichen oder schwach beweglichen Thiere (Macrogameten, Oosporen) befruchten (*Volvox globator*, *Vorticellinen*, viele *Sporozoen*). Sehr häufig kommt es bei der Copulation gleich grosser Thiere zu einer gekreuzten Befruchtung: a befruchtet b und wird seinerseits von b befruchtet, worauf beide Thiere sich auf's neue trennen (die meisten *Infusorien*, *Gregarinen*, *Noctiluca*).

Noch vor 20 Jahren konnte man es als einen allgemeinen Satz aufstellen, dass die Protozoen im Gegensatz zu den Metazoen keine „geschlechtliche Fortpflanzung“ besässen. Inzwischen haben sich die Beobachtungen über Befruchtungsvorgänge bei Protozoen der verschiedensten Classen, selbst bei den niedersten Formen, den Rhizopoden, so ausserordentlich vermehrt, dass man Ursache hat, anzunehmen, dass alle Protozoen die Befruchtung besitzen, wenn vielleicht auch die Seltenheit ihres Auftretens bei vielen Arten den Nachweis erschwert. Immerhin bleiben noch gewisse interessante Unterschiede zu den Metazoen bestehen. Die Protozoen haben keine besonderen Sexualzellen, keine Eier oder Spermatozoen. Vielmehr functionirt ihr ganzer Körper als Sexualzelle. Ferner sind die Beziehungen der Befruchtung zur Fortpflanzung noch nicht in der für die Metazoen charakteristischen Weise geregelt. Es kommt zwar vor, dass die Befruchtung lebhaften Theilungen vorausgeht (Schwärmerbildung von *Noctiluca*, Bildung der Pseudonavicellen bei *Gregarinen*). Viel häufiger aber ist die Befruchtung die Folge lebhafter Theilungen und eine Ursache, dass die Theilungen verlangsamt werden (*Infusorien*) oder dass sogar völlige Ruhe eintritt (Encystirung nach Befruchtung bei *Actinosphaerium*, *Actinophrys*, *Volvox*). Man kann daher auch jetzt nur von Befruchtungsprocessen, nicht aber von geschlechtlicher Fortpflanzung bei Protozoen reden. Diese Thatfachen sind von grosser Bedeutung für die Beurtheilung des Wesens der Befruchtung, da sie zeigen, dass die Befruchtung nicht nur den Zweck hat, Entwicklungsprocesse anzuregen, sondern dass sie dem Organismus noch weitere Aufgaben zu leisten hat, dass diese zunächst noch unklaren Aufgaben die wichtigeren, weil ursprünglicheren und allgemein verbreiteten sind.



Bei *Noctilucen*, vielen *Sporozoen*, vielleicht auch bei *Rhizopoden* kommt es vor, dass auf die Befruchtung eine Periode folgt, in der die Theilungen („geschlechtliche Vermehrung“) einen besonderen Charakter zeigen (Schwärmerbildung der *Noctilucen*, Bildung von Sporoblasten und Sporozoiten bei *Sporozoen*) und sich von der gewöhnlichen „vegetativen“ Vermehrung unterscheiden. Dieses Alterniren von zweierlei Vermehrungsweisen erinnert an den Generationswechsel der Metazoen und ist auch „Generationswechsel“ genannt worden.

Encystirung.

Als kleine und weiche protoplasmatische Körper sind die *Protozoen* gegen Eintrocknen durch Verdunstung wenig oder gar nicht geschützt und daher auf den Aufenthalt im Wasser angewiesen. Wenige Formen, wie *Amoeba terricola*, leben auf dem festen Lande, aber auch diese nur an feuchten Orten. Meer- und Süßwasser, bei letzterem vorwiegend pflanzenreiche stehende Gewässer, wie Teiche und Tümpel, sind die Lieblingsorte der *Protozoen*. Die Süßwasserbewohner sind kosmopolitisch, so dass die Protozoenfaunen der verschiedensten Länder einander äusserst ähnlich sind. Das hängt mit ihren besonderen Lebenseinrichtungen zusammen. Die Süßwasserprotozoen besitzen auch unabhängig von der Fortpflanzung die Fähigkeit sich einzukapseln; im encystirten Zustand überdauern sie die Zeiten ungünstiger Lebensbedingungen, wenn Nahrungsmangel eintritt, wenn das Wasser gefriert oder gar vollkommen verdunstet, so dass sie auf das Trockene gerathen. Im encystirten Zustand können *Protozoen* wie Staub durch die Winde zerstreut oder durch die Füße von Wirbelthieren, namentlich von Wasservögeln weithin vertragen werden. Daher die eigenthümliche Erscheinung, welche einem Theil der *Protozoen* den Namen *Infusorien* oder *Aufgussthierchen* verschafft hat. Wenn man trockene Erde oder trockene Pflanzen, z. B. Heu, mit Wasser übergiesst und diese „Infusion“, oder auch nur ein Glas mit reinem Wasser längere Zeit stehen lässt, so entwickelt sich eine mehr oder minder reiche Protozoenfauna in der Flüssigkeit, weil in sie, sei es durch den vom Luftzug verwehten Staub, sei es gleichzeitig mit der Erde oder den Pflanzentheilen, encystirte Thiere hineingerathen waren, welche durch die Benetzung zu neuem Leben erwachten und die Cystenhülle verliessen. Eine Urzeugung, wie man früher annahm, findet hierbei sicherlich nicht statt. Denn wenn man die zur Infusion verwandten Materialien sterilisirt und durch Verschluss der ebenfalls sterilisirten Gläser das Eindringen neuer Keime verhindert, bleiben die Infusionen unbelebt. Man sterilisirt Gläser, Wasser, Heu, Erde etc., indem man sie längere Zeit Temperaturen von 100° C aussetzt.

Geschichtliches. Da die meisten Protozoen mit unbewaffnetem Auge gar nicht oder nur eben als kleine Punkte wahrgenommen werden können, blieben sie Jahrhunderte lang unbekannt. Im Jahre 1675 wurden sie zum ersten Male in Infusionen durch den Holländer von Leeuwenhoek, den Erfinder des Mikroskops, entdeckt; durch Wrisberg erhielten sie im vorigen Jahrhundert den Namen Aufgussthierchen, „*Animalcula infusoria*“. Erst in diesem Jahrhundert wurde der zuerst von Goldfuss, aber in viel weiterem Sinne gebrauchte Name „*Protozoen*“ durch von Siebold eingeführt. Der Vorschlag, einen Theil der Protozoen zu einem Zwischenreich zwischen den Thieren und Pflanzen, dem Reich der *Protisten*, zu vereinigen, wurde von Haeckel gemacht, hat aber wenig Anklang gefunden und ist im Interesse der Uebersichtlichkeit des Systems auch hier nicht befolgt worden.



Bei der Beurtheilung des Baues standen sich lange Zeit die Ansichten Dujardin's und Ehrenberg's gegenüber. Ehrenberg behauptete mit aller Bestimmtheit, dass die *Protozoen* wie alle übrigen Thiere die wichtigsten Organe, Darm, Nervensystem, Muskulatur, Excretionsorgane, Geschlechtsdrüsen, besäßen. Dujardin stellte dies Alles in Abrede und schrieb den *Protozoen* nur eine einzige homogene Substanz, die „Sarkode“, zu, welche schon genüge, alle Lebensthätigkeiten zu ermöglichen. Dujardin's Lehre fand später eine sehr wichtige Ergänzung durch den Satz Siebold's, dass die *Protozoen* einzellige Organismen seien. Lange Zeit über war die Ansicht Ehrenberg's in ihrer ursprünglichen Form oder in mehr oder minder wichtigen Modificationen die herrschende; für die *Rhizopoden* wurde sie endgiltig erst in den 50er Jahren durch Max Schultze und Haeckel beseitigt, für die *Infusorien* noch später durch die Arbeiten Haeckel's, Bütschli's Hertwig's u. A.

Die Erkenntniss, dass es einzellige Thiere ohne Organe giebt, welche vollkommen lebensfähig sind, war eine äusserst werthvolle Errungenschaft, erstens weil sich dadurch unsere Auffassungen vom thierischen Leben vertieft haben, zweitens aber weil mit dieser Erkenntniss für die Lehre von der Descendenz der Organismen aus einfachen Urformen das wichtigste Glied der Kette, der Anfang derselben, gefunden wurde.

Systematik. Das verschiedene Aussehen der *Protozoen* hängt von dem Grad der organologischen und histologischen Differenzirung ab. Da diese vorwiegend in den zur Fortbewegung und Ernährung dienenden Einrichtungen zu Tage treten, verdienen letztere bei der Eintheilung besondere Berücksichtigung. Je nachdem die Fortbewegung und Nahrungsaufnahme durch Pseudopodien, Geisseln oder Wimpern vermittelt wird, erhalten wir die 3 Classen der *Rhizopoden*, *Flagellaten* und *Ciliaten* (*Infusorien* s. str.); dazu kommt die durch Parasitismus in ihrer Ernährung, Fortbewegung und Fortpflanzung beeinflusste Classe der *Gregarinarien* oder *Sporozoen*.

## I. Classe.

### **Rhizopoden, Wurzelfüssler.**

An die Spitze der *Protozoen* müssen wir Organismen stellen, bei denen noch keinerlei constante Einrichtungen zur Fortbewegung und Ernährung getroffen sind, sondern das Körperplasma oder die Sarkode selbst diese Functionen verrichtet. Mit Rücksicht auf die unmittelbare Verwendung der Sarkode können wir die Thiere Sarkodeorganismen oder *Sarkodina* nennen. Verbreiteter ist der Ausdruck „*Wurzelfüssler*“ oder „*Rhizopoden*“, welcher sich darauf bezieht, dass das Protoplasma wurzelartige Fortsätze aussendet, welche Nahrungsaufnahme und Bewegung vermitteln. Die Fortsätze heissen Scheinfüsschen oder Pseudopodien, da sie zwar wie Füße zur Ortsveränderung dienen, aber von echten Extremitäten sich dadurch unterscheiden, dass sie keine constanten Zellorgane sind, sondern nach Bedürfniss gebildet werden und wieder verschwinden. Ein Pseudopodium entsteht, wenn nach einer Stelle des Körpers das Protoplasma zusammenströmt und über die Oberfläche als ein Fortsatz hervorfliesst. Indem der Fortsatz sich anheftet und den Körper nachzieht, oder auch indem das Protoplasma des Körpers nachströmt, findet eine langsame Ortsbewegung statt. Dabei schwindet der Fortsatz, indem er wieder in den Körper auf-



genommen wird, und es bilden sich an anderen Stellen des Körpers neue Fortsätze, welche nach einiger Zeit abermals in den Körper zurückfliessen. Man nennt diese Form der Bewegung amöboid nach den *Amöben*, bei welchen die Bewegungsweise am frühesten genauer studirt wurde. Wenn nun *Rhizopoden* bei ihren Wanderungen auf Nahrungskörper stossen, umschliessen sie dieselben mit ihren Protoplasmafortsätzen und verdauen sie innerhalb derselben oder pressen sie in ihren Körper hinein (Fig. 111 N).

Die Form der Pseudopodien ist für jede Art annähernd constant, im Uebrigen aber sehr mannichfaltig, so dass sie zur Unterscheidung nicht nur verschiedener Arten, sondern sogar von Gattungen, Familien und grösseren Gruppen benutzt werden kann. Es giebt einerseits lappen- und fingerförmige Pseudopodien (Fig. 111), andererseits Pseudopodien von so grosser Zartheit, dass sie selbst mit starken Vergrösserungen nur wie dünne Fäden aussehen (Fig. 112); zwischen diesen Extremen existiren die mannichfachsten Uebergänge. Fadenförmige Pseudopodien sind meistentheils verästelt; wenn sich die feinen

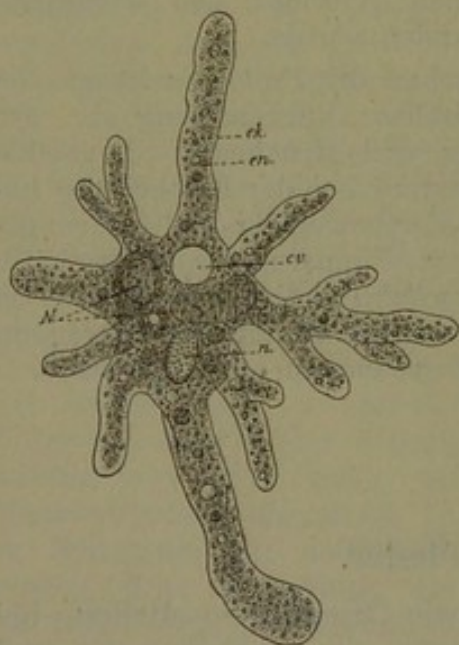


Fig. 111. *Amoeba proteus* nach Leidy. *ek* Ektosark, *en* Entosark, *cv* contractile Vacuole, *n* Kern, *N* Nahrungskörper.

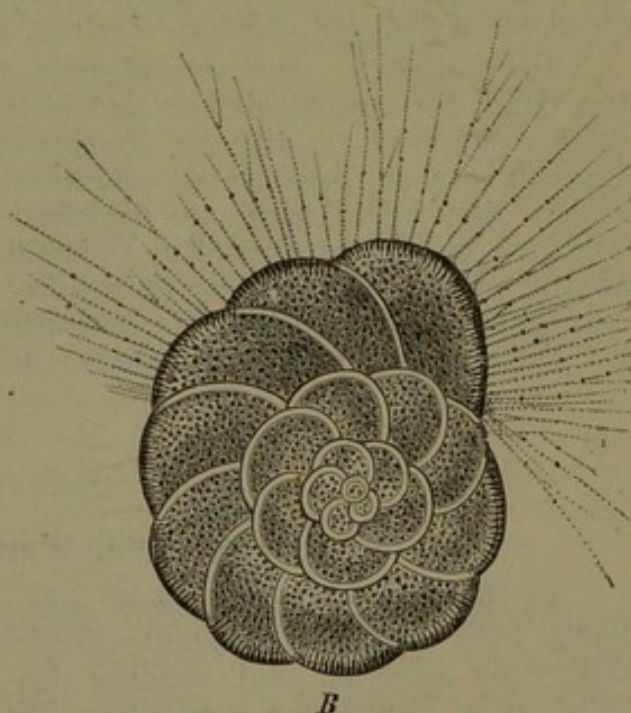


Fig. 112. *Rotalia Freyeri* (aus Lang nach M. Schultze).

Aestchen begegnen, können sie mit einander zu Netzen verschmelzen und Anastomosen bilden, woraus hervorgeht, dass die Oberfläche der Pseudopodien nicht, wie man früher annahm, von einer Membran bedeckt ist. Die feinen Körnchen des Protoplasma treten meistentheils auf die Pseudopodien über und erzeugen hier, indem sie in centrifugaler und centripetaler Richtung circuliren, das Phänomen der Körnchenströmung. Da auch leblose Partikelchen, wie Carminkörnchen, welche vom Protoplasma aufgenommen werden, sich an der Circulation betheiligen, ist die Ursache der Bewegung nicht in den Körnchen selbst, sondern in dem sie tragenden Plasma zu suchen. Die so überaus wichtige Erscheinung, dass Körnchen auf



demselben feinsten Fädchen nach entgegengesetzten Richtungen strömen und gleichgerichtete Körnchen einander überholen können, haben wir schon früher (S. 52) benützt, um auf die ausserordentliche Complicirtheit der Protoplasmastructur hinzuweisen.

Wenn *Rhizopoden* sich im freien oder encystirten Zustand durch Theilung vermehrt haben, vertauschen die Theilproducte häufig die amöboide Bewegung mit der für die Classe der *Flagellaten* charakteristischen Bewegungsweise und werden zu Geisselschwärmern, oder Zoosporen. Der Körper rundet sich zu einem Oval oder zu bohnenförmiger Gestalt ab und entwickelt an seinem vorderen, kernführenden Ende eine oder mehrere Geisseln, welche energischer als Pseudopodien schwingen und constant bleiben, so lange als das Stadium des Geisselschwärmers anhält (Fig. 117). Da manche *Urthiere* dauernd neben den Pseudopodien Geisseln besitzen, verwischt sich die Grenze zwischen *Rhizopoden* und *Flagellaten* (Fig. 113).

Die *Rhizopoden* bilden eine aufsteigende Reihe, in welcher die systematischen Merkmale immer charakteristischer werden, sei es, dass die Körpergestalt eine bestimmtere wird wie bei den *Radiolarien* und *Heliozoen*, sei es, dass ein Skelet von gesetzmässiger Form auftritt wie bei den *Thalamophoren*, sei es endlich, dass die Fortpflanzungsweise der Gruppe ein bestimmtes Gepräge verleiht (*Mycetozoen*). Am niedrigsten stehen *Moneren* und *Amöbinen*, deren Charakteristik vornehmlich eine negative ist, insofern weder Skelet noch Körpergestalt noch Fortpflanzungsweise bestimmte systematische Merkmale liefert.



Fig. 113. *Mastigamoeba aspera* (nach F. E. Schulze).

### 1. Ordnung. Moneren.

Das wichtigste Merkmal der *Moneren* ist der Mangel der Kerne. Wie jede negative Charakteristik, so hat auch die vorliegende etwas Missliches. In vielen Fällen sind Kerne sehr schwierig nachzuweisen, besonders wenn das Protoplasma reichlich und von Farbstoffkörnchen getrübt ist; und so können Thiere als kernlos beschrieben werden, nur weil die vorhandenen Kerne übersehen worden waren. Früher war daher die Zahl der „*Moneren*“ eine sehr grosse; sie schrumpfte zusammen, als die Technik im Nachweis der Kerne sich vervollkommnete. Somit ist es nicht nur denkbar, sondern sogar wahrscheinlich, dass bei den wenigen jetzt noch als *Moneren* geltenden Formen die Kerne nur übersehen worden waren. Auf der andern Seite können mancherlei theoretische Erwägungen zu Gunsten der Existenz kernloser Organismen geltend gemacht werden. Es ist leichter sich vorzustellen, dass bei der Urzeugung zunächst Organismen entstanden, welche nur von einerlei Substanz gebildet waren, als Organismen, bei denen sich Kern und Protoplasma schon gesondert hatten.

Als kernlose Organismen werden mehrere Arten der Gattung *Protamoeba* beschrieben: *Protamoeba vorax* GRBR.



## II. Ordnung. Amoebinen.

*Amoebinen* sind primitive Rhizopoden mit einem oder mehreren Kernen. Als charakteristische Repräsentanten können die verschiedenen Arten der Gattung *Amoeba* gelten, Thiere, welche dem beständigen Wechsel, den ihre Körperform bei der Bewegung erleidet, ihren Namen verdanken (Fig. 111, 114). Der Formenwechsel wird veranlasst durch das Aussenden weniger, stets neu sich bildender und wieder verschwindender, fingerförmiger Pseudopodien. Der Körper und die von ihm ausfliessenden Pseudopodien bestehen aus zwei Schichten, einer weichen, körnchenreicheren Innenschicht, dem Entosark (*en*), und einer festeren, körnchenarmen Aussenschicht, dem Ektosark (*ek*). Im Entosark liegen stets Kerne, gewöhnlich nur ein einziger, seltener eine grosse Anzahl. Der Kern (*n*) ist ein Bläschen mit grossem Nucleolus oder zahlreichen kleinen Kernkörperchen. Eine contractile Vacuole ist meistens vorhanden. Die Fortpflanzung der *Amoeben* erfolgt durch Zweitheilung (Fig. 114). Ferner wurde beobachtet, dass Amöben sich encystirten und sich in viele Hundert kleine Amöben theilten.

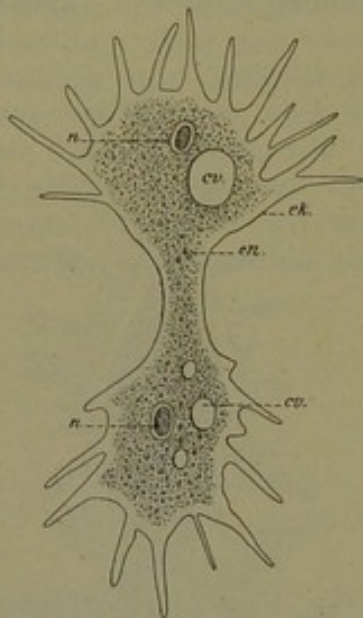


Fig. 114. *Amoeba poly-podia* in Theilung nach F. E. Schulze). *n* Kern, *cv* contractile Vacuole, *ek* Ektosark, *en* Entosark.

Die meisten Amöben sind aus dem Süsswasser bekannt; die grösseren Formen, wie die 2 mm grosse *Pelomyxa palustris* Greeff, leben im Schlamm von Tümpeln, kleinere, wie *A. proteus* und *A. princeps* Ehrbg., an Wasserpflanzen oder frei im Wasser schwebend; in feuchter Erde existirt die sehr kleine *Amoeba terricola* Greeff. Auch giebt es unter den Amöben einige Parasiten, wie die 0,02 bis 0,035 mm grosse, bei uns selten, in heissen Klimaten dagegen häufig beobachtete *Amoeba coli* Loesch, welche in den Dickdarmgeschwüren und Leberabscessen von Menschen, die an Dysenterie erkrankt sind, in enormen Mengen auftreten und vielleicht auch Ursache der Erkrankung sind.

## III. Ordnung. Heliozoen, Sonnenthierchen.

Die *Heliozoen* verdanken ihren Namen „Sonnenthierchen“ der Kugelgestalt ihres Körpers und den wie Strahlen radienartig angeordneten Pseudopodien. An letzteren unterscheidet man einen feinen, eine Art Skelet bildenden organischen Axenfaden und einen dünnen Ueberzug körnigen Protoplasmas. Verästelungen und Anastomosen der Pseudopodien sind selten und treten gewöhnlich nur auf, wenn die radiale Anordnung der Pseudopodien durch Druck gestört wird. Merkwürdig ist, dass häufig die Axenfäden nach dem Centrum des Körpers zusammenstrahlen. Hier liegt ein Korn, welches nichts anderes als das vom Kern abgelöste Centrosoma ist und als solches auch bei den Theilungen eine wichtige Rolle spielt. — Der Körper besteht aus einer Rinden- und einer Marksubstanz (Fig. 115), welche beide nur durch verschiedene Beschaffenheit des Protoplasmas, nicht aber durch eine trennende Membran von einander geschieden werden. In der Rinde liegen die contractilen Va-



cuolen (*cv*), in der Marksubstanz der meist einfache Kern. Zu den wenigen vielkernigen Formen gehört das schönste und grösste Sonnenthierchen des süßen Wassers, das *Actinosphaerium Eichhorni*. Viele *Heliozoen* besitzen ein Kiesel skelet, entweder eine Gitterkugel (Fig. 117)

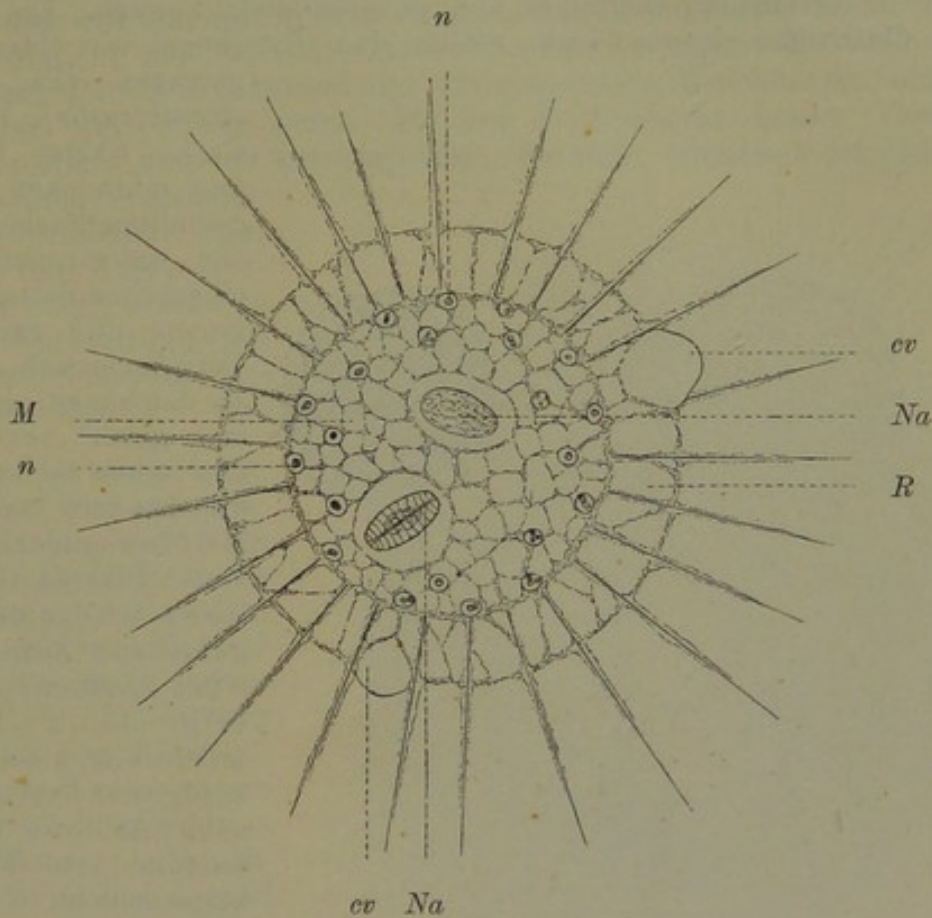


Fig. 115. *Actinosphaerium Eichhorni*. *M* Marksubstanz mit Kernen (*n*), *R* Rindensubstanz mit contractilen Vacuolen *cv*, *Na* Nahrungskörper.

oder radial angeordnete Stacheln, oder tangential gestellte Nadeln; seltener sind gänzlich skeletlose Formen. Aber auch diese letzteren haben die Fähigkeit, bei der Encystirung kieselige Umhüllungen zu bilden, wie *Actinosphaerium Eichhorni* lehrt (Fig. 116).

Die Fortpflanzung erfolgt durch Theilung, wobei es vorkommen kann, dass eines oder beide Theilstücke zu Schwärm-sporen werden, d. h. eine ovale Gestalt annehmen und an einem Pol 1—2 Geisseln erhalten (Fig. 117). Mit den Geisseln verbreiten sich die Heliozoenschwärmer weithin, ehe sie wiederum zur Kugel-form zurückkehren und unter Verlust der Geisseln Pseudopodien aussenden. Häufig kommt es vor, dass mehrere *Heliozoen* gleicher Art mittelst Protoplasma-  
brücken

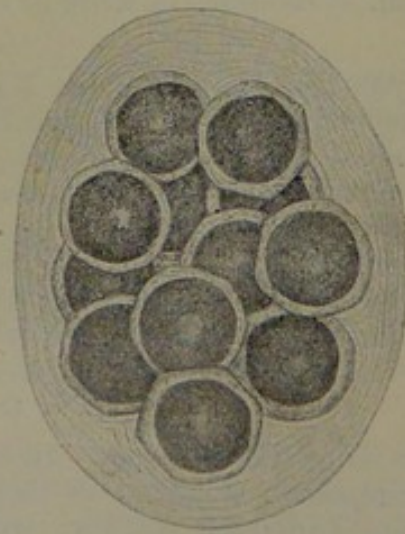


Fig. 116. Cyste mit Keimkugeln von *Actinosphaerium Eichhorni* (nach F. E. Schulze).



verschmelzen und so Verbände von 2—10 Thieren bilden. Aechte Befruchtung, welcher eine Art Richtungskörperbildung vorausgeht, wurde jedoch bisher nur bei *Actinophrys sol* und *Actinosphaerium Eichhorni* festgestellt.

Wir unterscheiden skeletlose und skeletbildende Formen. Ein Skelet besitzt: *Clathrulina elegans* Cienk., Skelet eine Gitterkugel von einem Stiel

getragen (Fig. 117). *Acanthocystis turfacea* Cart., Skelet besteht aus zahlreichen radial gestellten Stacheln, welche centralwärts mit einem Fussplättchen beginnen und nach der Peripherie sich gabeln. Zu den skeletlosen Formen gehört vor Allem das schon im vorigen Jahrhundert von O. F. Müller entdeckte und vom Pfarrer Eichhorn wieder neu aufgefundene *Actinosphaerium Eichhorni* Ehrbg. (Fig. 115); Körper milchweiss, stecknadelkopfgross, Protoplasma nach Art von Seifenschaum von Flüssigkeitsvacuolen durchsetzt, deren verschiedene Gestalt und

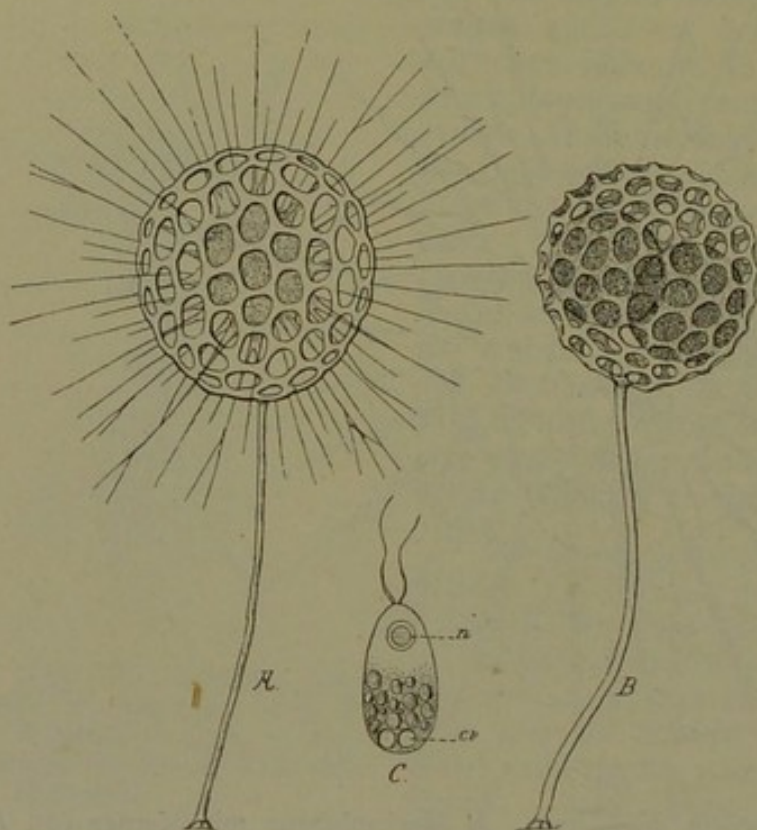


Fig. 117. *Clathrulina elegans*. A Thier mit ausgestreckten Pseudopodien, B Individuum in 2 Cysten getheilt, C Zoospore. n Kern, cv contractile Vacuole.

Grösse den Unterschied von Rinden- und Marksubstanz bedingen. In der Rinde mehrere

contractile Vacuolen, im Mark zahlreiche Kerne. Bei der Encystirung verschwindet die schaumige Beschaffenheit des Protoplasma und der grösste Theil der Kerne; es bildet sich eine Cyste mit zahlreichen einkernigen Tochtercysten. Jede Tochtercyste theilt sich in Secundärcysten, die nach Bildung von Richtungskörpern wieder verschmelzen (Befruchtung) und Keimkugeln liefern. Aus letzteren schlüpfen nach längerer Ruhe junge *Actinosphaerien* aus. Ähnlich ist die Encystirung mit Befruchtung verknüpft bei *Actinophrys sol* Ehrbg., einer kleinen einkernigen Art.

#### IV. Ordnung. Radiolarien.

Die *Radiolarien*, die formenschönsten und höchst organisirten *Rhizopoden*, erinnern in ihrem Habitus sehr an die *Heliozoen*; sie haben einen kugeligen Körper, welcher nur selten durch Abplattung in die Scheibenform oder durch ungleichmässiges Wachsthum in kegelförmige oder lappige Gestalten übergeführt wird. An die *Heliozoen* erinnern ferner die feinen, oft von Axenfäden gestützten Pseudopodien. Das



unterscheidende Merkmal ist in der Centralkapsel gegeben. Unter diesem Namen versteht man einen von einer Membran umschlossenen, centralen Theil des Körpers, während man die nach aussen davon gelegenen Theile als extracapsulären Weichkörper zusammenfasst. Die Centralkapsel ist der wichtigste Abschnitt des Thieres; mit Präparirnadeln aus dem extracapsulären Weichkörper herausgeschält, lebt sie nicht nur weiter, sondern regenerirt sogar die verloren gegangenen Parteen, während der extracapsuläre Weichkörper ohne Centralkapsel zu Grunde geht. Da das Protoplasma beider Theile, die intracapsuläre und die extracapsuläre Sarkode, identisch ist, kann der Unterschied im Regenerationsvermögen nur durch die Kerne veranlasst sein, welche in ihrer Verbreitung auf die Centralkapsel beschränkt sind.

Die Centralkapsel kann ein- oder vielkernig sein. Im ersteren Falle liegt der Kern als ein Bläschen von ansehnlicher Grösse (Binnenbläschen) im Centrum (Fig. 118); im zweiten Falle ist der Kapselinhalt ganz durchsetzt von Hunderten kleiner homogener Kerne. Jedes *Radiolar* ist in der Jugend einkernig und zur Zeit der Schwärmerbildung vielkernig. Der Umstand, dass man bestimmte Arten fast stets einkernig, die anderen fast stets vielkernig antrifft, hängt damit zusammen, dass im ersteren Falle die Einkernigkeit lange Zeit Bestand hat und erst kurz vor der Schwärmerbildung in die Vielkernigkeit übergeht, während im zweiten Falle sich die Umbildung frühzeitig vollzieht. In der Centralkapsel können noch mannichfache Ablagerungen, welche während der Fortpflanzung zur Ernährung dienen, wie Oelkugeln, Concretionen etc. aufgestapelt sein.

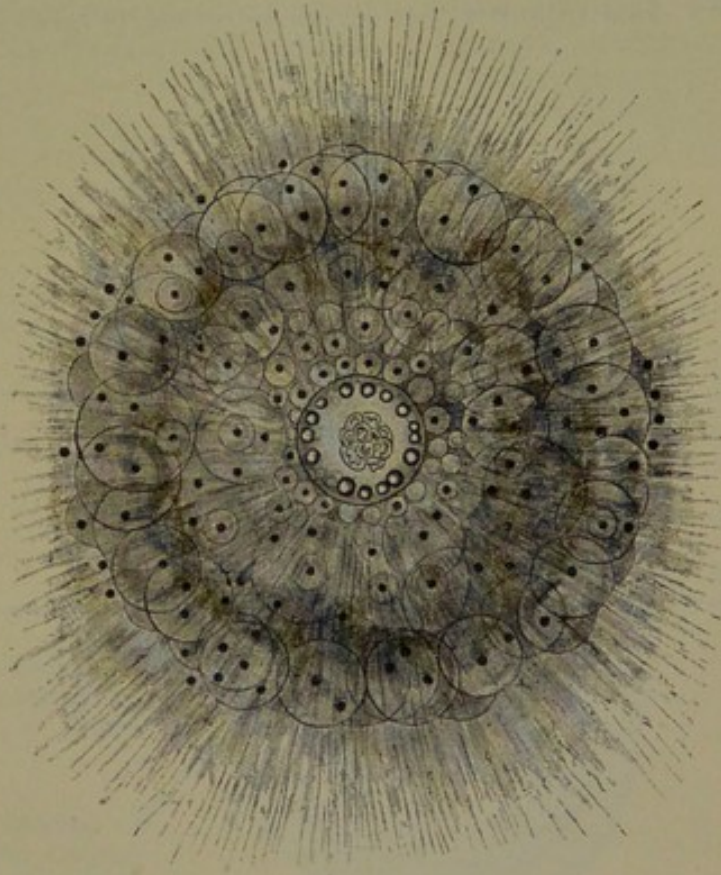


Fig. 118. *Thalassicolla pelagica*. Im Centrum der Kern (Binnenbläschen) mit gewundenem Nucleolus, darum die Centralkapsel mit Oelkugeln, um diese der extracapsuläre Weichkörper mit Vacuolen (extracapsulären Alveolen), gelben Zellen (schwarz) und Pseudopodien.

Die die Centralkapsel umschliessende Kapselmembran ist entweder allseitig von vielen Porenkanälen durchbohrt oder besitzt nur an beschränkten Stellen kleine Oeffnungen. Durch die Poren und Oeffnungen tritt die intracapsuläre Sarkode hervor und breitet sich im extracapsulären Weichkörper aus. Dieser besteht der Hauptmasse nach aus einem Gallertmantel, welchen das Protoplasma mit



einem feinen Netzwerk durchzieht, ehe es an der Oberfläche die Pseudopodien bildet. Bei grösseren *Radiolarien* kann der Gallertmantel eine beträchtliche Ausdehnung erfahren, indem sich Vacuolen (extracapsuläre Alveolen) in dem protoplasmatischen Netz entwickeln (Fig. 118).

Mit wenigen Ausnahmen besitzen die Radiolarien Skelete von wunderbarer Schönheit: man findet gegitterte Kugeln, einzelne oder mehrere in einander geschachtelt und durch radiale Stäbe verbunden (vergl. Fig. 82 auf S. 112), auf ihrer Oberfläche häufig mit stachelartigen Aufsätzen verziert. Oder es sind gegitterte Scheiben, helm- oder käfigartige Gehäuse (Fig. 120), schwammige Gerüste. In anderen Fällen endlich begegnet man Ringen, Röhren, Stacheln, welche im Centrum der Centralkapsel zusammenstossen (Fig. 119) etc. Selten sind die

Fig. 119.

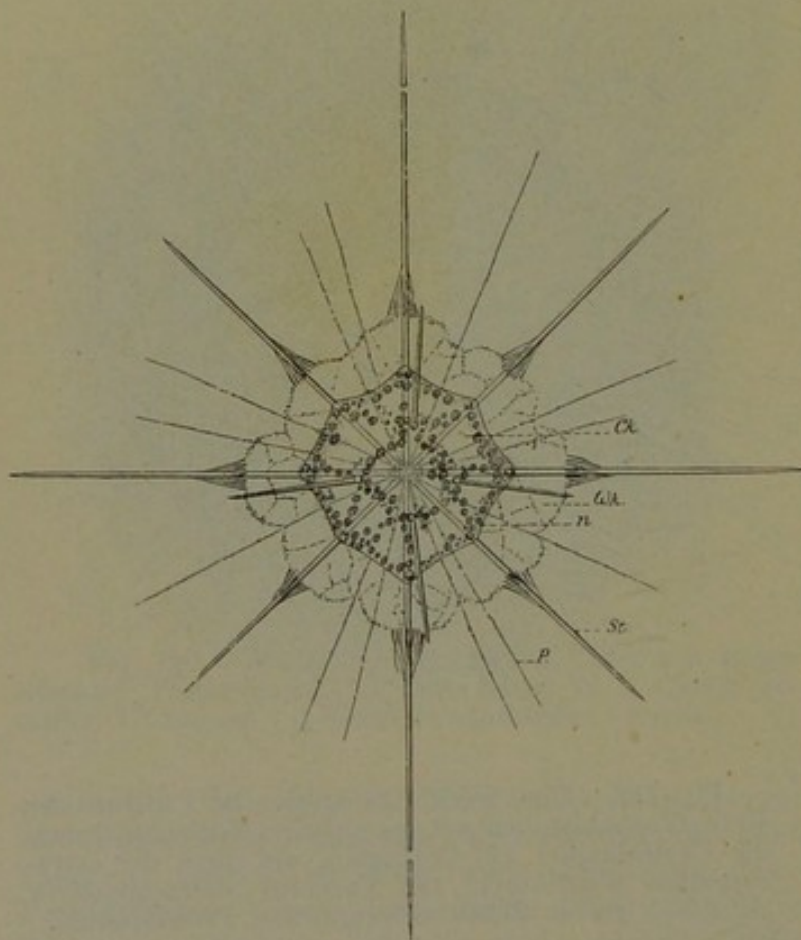


Fig. 120.

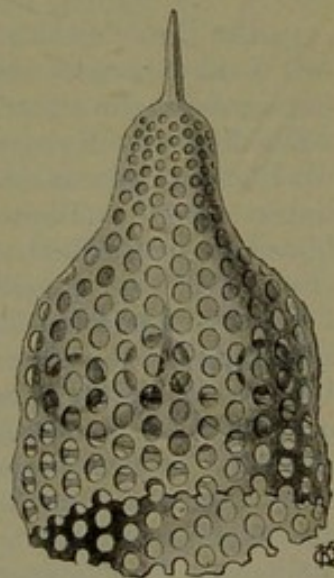


Fig. 119. *Acanthometra elastica*. Ck Centralkapsel, Wk extracapsulärer Weichkörper, n Kerne, St Stacheln, P Pseudopodien.

Fig. 120. *Eucyrtidium cranioides* (nach Haeckel).

Skelete nur von organischer Substanz (Acanthin) gebildet, meist sind sie kieselig und von ausserordentlicher Festigkeit. Daher finden sich auch die Skeletreste von *Radiolarien* in vielen geologischen Schichten; die berühmtesten Fundstätten sind die Berge von Caltanissetta in Sicilien (Tertiär) und die ebenfalls der Tertiärzeit angehörigen, an *Radiolarien* noch reicheren Gebirge der Nicobareninseln und der Insel Barbados.

Von der Fortpflanzung der *Radiolarien* kennt man zunächst Theilungen, welche mit der Theilung der Centralkapsel (bei einkernigen Formen mit der Theilung des Kerns) beginnen und meist auf den extra-



capsulären Weichkörper sich fortsetzen. Unterbleibt die Theilung des letzteren, so kommt es zur Coloniebildung. In einer gemeinsamen, allmählig wachsenden Gallerte liegen dann zahlreiche Centralkapseln, unter einander durch Protoplasmanetze verbunden, welche an der Oberfläche der Colonie die Pseudopodien bilden (Fig. 122). Ein zweite Art der Fortpflanzung ist die Fortpflanzung durch Schwärmer, welche immer erst eintritt, wenn der Kern der Centralkapsel sich in Hunderte oder Tausende von Tochterkernen umgewandelt hat. Der Centralkapselinhalt zerfällt dabei in so viel Stücke, als Kerne vorhanden waren; die kernhaltigen Stücke werden oval oder nierenförmig, entwickeln zwei Geisseln, welche bald lebhaft zu schlagen beginnen, so dass der Inhalt der Centralkapsel in tumultuarische Bewegung geräth. Indem die Kapselmembran platzt, schwärmen die jungen Fortpflanzungskörper aus, womit unsere Kenntnisse von dieser Form der Fortpflanzung abschliessen (Fig. 121). Da bei vielen Arten grosse und kleine Schwärmer, Makro- und Mikrosporen, vorkommen, ist wahrscheinlich behufs weiterer Entwicklung eine Copulation verschiedenartiger Schwärmer nöthig.

Fig. 121.

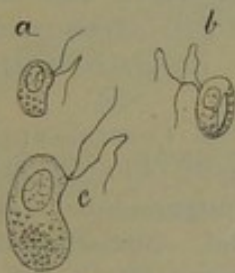


Fig. 121. Zoosporen von *Collozoum inerme*. a Mikrospore, b Zoospore mit wetzsteinförmigem Körper, c Makrospore.

Fig. 122.

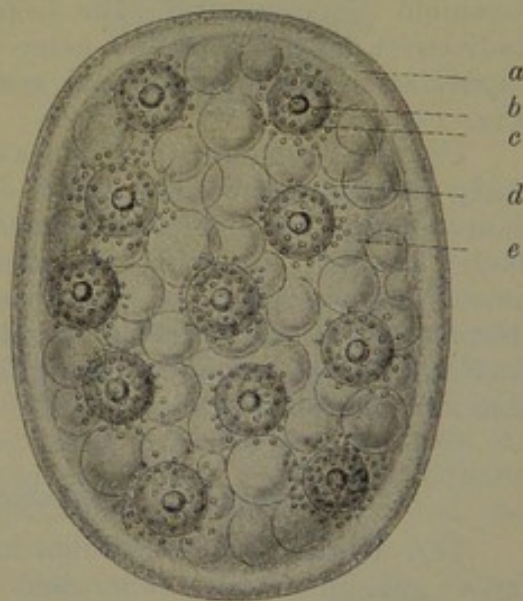


Fig. 122. *Collozoum inerme*. a Gallerte, b Oelkugeln in den Centralkapseln, c, d gelbe Zellen, e Vacuolen.

Sehr verbreitet, wenn auch nicht constant, sind im Körper der Radiolarien die gelben Zellen, welche früher irrthümlich für Theile des *Radiolar*s gehalten wurden; sie sind einzellige Algen (*Zooxanthellen*), wie sie auch bei anderen Thieren (*Thalamophoren*, *Actinien*, *Schwämmen* etc.) vorkommen; sie liefern uns ein Beispiel für die Symbiose oder das Zusammenleben verschiedenartiger Organismen zu gegenseitigem Nutzen. Die neue Auffassung gründet sich darauf, dass die gelben Zellen eine Membran besitzen, stärkeartige Substanzen erzeugen, unabhängig vom *Radiolar* sich theilen und nach dessen Tode fortleben.

Die *Radiolarien* sind ausschliesslich Meeresthiere; sie schwimmen bei gutem Wetter vielfach frei an der Oberfläche des Meeres, steigen aber bei Regen oder Sturm in die Tiefe hinab. Bestimmte Arten, ja ganze grosse Gruppen wie die *Phaeodarien* findet man ausschliesslich in grossen



Meerestiefen von 3—7000 m, vielfach bei Temperaturen, welche wenig unter oder über 0° C betragen.

I. Unterordnung. Peripyleen oder Spumellarien. Die Kapselmembran ist allseitig von Porencanälen durchsetzt, Skelet fehlt oder besteht aus lockeren Nadeln oder kieseligen Gitterkugeln, welche öfters zu einem spongiösen Netzwerk aufgelöst oder zu Scheiben abgeplattet sind; die Gitterkugeln können mit Stacheln und Verbindungsstäben ausgerüstet sein. Hierher gehören die coloniebildenden *Sphaerozoen* (Fig. 122), die grossen *Thalassicollen* (Fig. 118), die gitterschaligen *Haliommen* (Fig. 82), die scheibenförmigen *Disciden*. *Collozoum inerme* H., *Thalassicolla pelagica* H.

II. Unterordnung. Acantharien. Die Kapselmembran ist ebenfalls allseitig durchbohrt; 20 Stacheln, welche aus einer organischen Substanz, dem Acanthin, bestehen, vom Centrum des Thieres ausstrahlen und äusserst gesetzmässig (Müller'sches Gesetz) angeordnet sind, bilden das Skelet; sie sind von Gallertscheiden, die von besonderen Muskelchen bewegt werden, umhüllt: *Acanthometren*, oder die Stacheln sind unter einander durch Gitterkugeln, die aus 20 Einzelplatten bestehen, verbunden: *Acanthophrakten*. *Acanthometra elastica* H. (Fig. 119).

III. Unterordnung. Monopyleen oder Nassellarien. Die Centralkapsel besitzt nur an einem Ende feine Poren, welche zu einem Porenfeld vereinigt sind. Die bekanntesten Monopyleen sind die *Cyrtiden*, Radiolarien mit zierlichen, helm- oder käfigartigen Gehäusen, und die *Stephoideen* mit einem sagittal gestellten Ring. *Eucyrtidium cranioides* H. (Fig. 120).

IV. Unterordnung. Phaeodarien. Die Centralkapsel hat eine häufig röhrig ausgezogene, von dunklem Pigment (Phaeodium) umhüllte Hauptöffnung, zu der noch kleinere Nebenöffnungen hinzutreten können. Skelet kieselig, aus hohlen Einzelstücken gebildet. Die Phaeodarien sind meist Tiefseebewohner und sind daher zum grössten Theil erst neuerdings bekannt geworden; oberflächlich leben die *Aulacanthen*, *Aulosphaeren*, *Coelodendren*, Thiere, welche meist die Grösse von 0,5—1,0 mm erreichen. *Coelodendrum abietinum* H.

## V. Ordnung. Thalamophoren oder Foraminiferen.

Die *Thalamophoren*, früher und vielfach auch jetzt noch *Foraminiferen* genannt, sind zwar den *Radiolarien* an Mannichfaltigkeit und Schönheit der Erscheinung nicht ebenbürtig, sind ihnen dagegen an Individuenzahl bedeutend überlegen und besitzen daher für die Umgestaltung der Erdoberfläche eine viel grössere Bedeutung. Keine Thierabtheilung hat an der Ablagerung neuer Gesteinsschichten in Gegenwart und Vergangenheit einen so grossen Antheil gehabt wie sie.

Das wichtigste Merkmal der Gruppe ist in der Schale gegeben; diese ist ein Gehäuse, welches an einem Ende geschlossen ist, am anderen Ende gewöhnlich mittelst einer zum Durchtritt der Pseudopodien dienenden Oeffnung nach aussen mündet (Fig. 123). Je nachdem die durch diese beiden Pole gezogene Axe verkürzt oder verlängert ist, ist die Schale scheiben- oder sack- oder flaschenförmig oder gar in Folge spiraler Einrollung schneckenhausartig. Meist kommt hierzu noch das weitere Merkmal, dass der Binnenraum der Schale durch quere Scheidewände in zahlreiche Kammern abgetheilt ist (Fig. 124). Solche vielkammerige Schalen (*Polythalamien*) sind anfangs klein, ein-kammerig oder nur aus wenigen Kammern gebildet, vergrössern sich



aber, solange das Wachsthum des Thieres andauert, indem an der Schalenmündung neue, an Grösse zunehmende Kammern entstehen. Oeffnungen in den Scheidewänden (Foramina) verbinden dabei die Binnenräume der auf einander folgenden Kammern. Die spiral eingewickelten, vielkammerigen Gehäuse haben eine überraschende Aehnlichkeit mit den ausserordentlich viel grösseren Schalen der *Nautiliden* (Fig. 340), was lange Zeit selbst hervorragende Forscher wie d'Orbigny veranlasste, die *Foraminiferen* für kleine *Cephalopoden* zu halten.

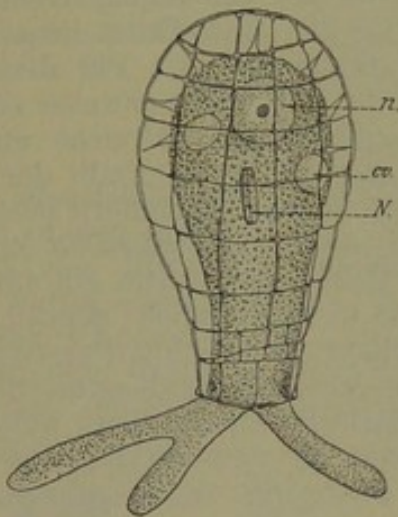


Fig. 123. *Quadrula symmetrica* (nach F. E. Schulze). *n* Kern, *cv* contractile Vacuole, *N* Nahrungskörper.



Fig. 124. Junge *Miliola* mit vielen Kernen (aus Lang).

Die Wand der Schale ist bei den Süsswasserformen durch eine organische chitinöse Substanz gebildet, welche an Festigkeit gewinnen kann, indem sie verkieselt oder Fremdkörper in sich aufnimmt. Die typischen, ausschliesslich marinen Vertreter der Gruppe besitzen dagegen fast stets Gehäuse von kohlensaurem Kalk, welche bei Behandlung mit Säuren unter Kohlensäureentwicklung sich lösen und nur geringe Spuren einer organischen Grundlage hinterlassen. Auf mannichfache Reliefzeichnungen der Schale, wie Dornen, Stacheln, Leisten, Höcker etc., sei hier nur kurz hingewiesen. Systematisch wichtiger ist die Frage, ob die Schalenwand solid oder von feinen Porencanälen durchsetzt ist; letzteres ist bei den *perforaten Thalamophoren* der Fall (Fig. 112).

Der Weichkörper bildet einen mehr oder minder vollkommenen Ausguss der Schale und besteht daher bei vielkammerigen Arten aus vielen der Zahl der Kammern entsprechenden Stücken, welche aber sämmtlich unter einander verbunden sind, indem Plasmabrücken die „Foramina“ der Scheidewände durchsetzen (Fig. 125). Im Protoplasma findet sich ein grosser Kern (Fig. 123, 125 *n*), welcher aber häufig frühzeitig durch eine Tochtergeneration kleiner Kerne ersetzt werden kann. Contractile Vacuolen kommen im Allgemeinen nur den

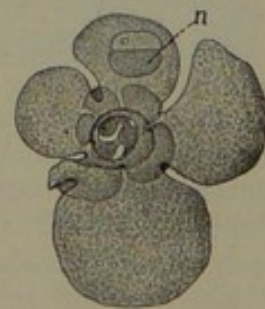


Fig. 125. Weichkörper einer *Globigerina*, durch Auflösen der Schale erhalten, *n* Kern.



Süsswasserbewohnern zu. Die Pseudopodien verlassen die Schale durch die am Ende der Schalenaxe befindliche Hauptöffnung, bei den Perforaten vielleicht auch durch die Poren der Schalenwand; sie sind selten lappig oder fingerförmig (Fig. 123), viel häufiger fadenförmig, verästelt, reich an Körnchen und Anastomosen und daher zum Studium der Körnchenströmung vorzüglich geeignet (Fig. 112).

Die Fortpflanzung erfolgt im Allgemeinen durch Theilung, ist aber im Uebrigen sehr verschiedenartig. Selten theilt sich das Thier sammt seiner Schale; häufig dringt das Protoplasma aus der Schalenmündung heraus und bildet einen Auswuchs, um den sich eine zweite Schale anlegt, worauf bei der Theilung das eine Thier die neue, das andere die alte Schale für sich in Anspruch nimmt. Für die marinen *Polythalamien* scheint allgemein folgende Entwicklungsweise zu gelten. Der vielkernige Inhalt eines Thieres zerfällt in zahlreiche einkernige Stücke („Embryonen“), welche sich häufig schon innerhalb der mütterlichen Schale mit kleinen, aus einer oder wenigen Kammern bestehenden Schalen umgeben. Für nicht wenige Arten (*Polystomella crispa* L., *Hyalopus Dujardini* M. Schultze, *Milioliden* etc.) wurde ein mit Dimorphismus gepaarter Generationswechsel wahrscheinlich gemacht. Eine megalosphärische Generation (ausgezeichnet durch lange Persistenz eines grossen „Principalkerns“, oft auch durch grosse Centralkammern) erzeugt Zoosporen; diese liefern die mikrosphärische Generation, welche (ausgezeichnet durch frühzeitige Vielkernigkeit, oft auch durch kleine Centralkammern) „Embryonen“ bildet, die wiederum zu megalosphärischen Formen werden.

I. Unterordnung. Monothalamien. Die einkammerigen *Thalamophoren* bewohnen vorwiegend das Süsswasser. Die Süsswasserformen haben niemals eine Kalkschale; die Schale ist entweder rein chitinös oder verkieselt oder durch eingeklebte Fremdkörper erhärtet. Contractile Vacuolen werden nur ausnahmsweise vermisst; die Pseudopodien sind sehr verschiedenartig: lappig, fingerförmig, fadenartig, verästelt oder unverästelt, körnchenfrei oder körnchenreich.

a) Arten mit fingerförmigen Pseudopodien: *Arcella vulgaris* Ehrbg., bräunliche, scheibenförmige Schale, 2 oder viele Kerne. — *Quadrula symmetrica* F. E. Schulze (Fig. 123), Schale aus vielen quadratischen Plättchen zusammengefügt. — *Diffugia proteiformis* Ehrbg., Schale durch eingekittete Fremdkörper erhärtet. b) Arten mit verästelten, fadenförmigen Pseudopodien: *Euglypha alveolata* Duj., Schale aus ovalen Plättchen. *Gromia oviformis* Duj. (Fig. 17, S. 52), Schale ein häutiger Sack, marin.

II. Unterordnung. Polythalamien. Die vielkammerigen *Thalamophoren* sind ausschliesslich Meeresbewohner; entweder sitzen sie an Küstenpflanzen, oder sie leben am Meeresgrund, oder sie schwimmen pelagisch. Die Schalen der abgestorbenen Thiere kommen, sofern sie nicht durch die Kohlensäure des Meeres gelöst oder wenigstens zerstört werden, im Meeresgrund in so enormen Mengen vor, dass 1 Gramm feingesiebten Sandes an günstigen Punkten etwa 50 000 Schalen enthalten kann. Da die Schalen vorwiegend aus kohlensaurem Kalk mit nur geringen Beimengungen organischer Grundsubstanz bestehen, so haben sie zu allen Zeiten einen ganz hervorragenden Antheil am Aufbau der Erdrinde besessen. Gewaltige Erdschichten, wie die Kreide, der Grünsandstein, die Nummulitenkalke, bestehen vorwiegend aus Foraminiferenschalen. — Die lebenden Arten haben eine durchschnittliche Grösse von etwa 1 mm, selten sind mehrere Centimeter grosse Thiere (*Psammonyx vulcanicus* Dödl. 5–6 cm); unter den



fossilen erreichen die *Nummuliten* Durchmesser bis zu 6 cm. — Die Einteilung gründet sich auf die Structur der Kammerwand.

1. *Imperforaten*. Schalenwand massiv, die terminale Pseudopodienöffnung ist die einzige Communication des Schaleninnern nach aussen. *Miliola cyclostoma* M. Schultze (Fig. 124).

2. *Perforaten*. Schalenwand von zahlreichen feinen Poren durchsetzt, Pseudopodienöffnung kann fehlen. *Polystomella strigillata* M. Schultze, *Rotalia Freyeri* M. Schultze (Fig. 112), am Meeresgrund lebend; *Globigerina bulloides* d'Orb., pelagisch (Fig. 125). Von fossilen Formen sind besonders die *Nummuliten* zu nennen, ferner das den uralten laurentischen Schichten Canadas und Böhmens entstammende *Eozoon canadense* Dawson, dessen thierische Natur jedoch von den meisten Beobachtern bestritten wird.

## VI. Ordnung. Mycetozen.

Die *Mycetozen* oder *Schleimthiere* werden von einem Theil der Forscher zu den Thieren, von einem anderen Theil dagegen unter dem älteren Namen *Myxomyceten* (*Schleimpilze*) zu den Pflanzen gestellt. Erstere Auffassung gründet sich auf den Bau der beweglichen Zustände, der Plasmodien, letztere auf den Bau der an die Pilze erinnernden Fortpflanzungskörper. — Die Plasmodien erscheinen bei nassem Wetter auf faulendem Holz als rahmartige, intensiv

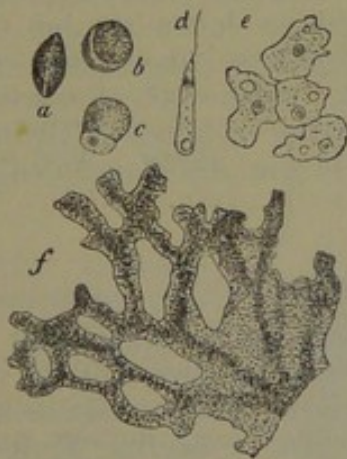


Fig. 126. *Chondrioderma difforme*. a trockene Spore, b dieselbe im Wasser quellend, c Spore mit austretendem Inhalt, d Zoospore, e aus Umwandlung der Zoospore hervorgegangene Amöben, die anfangen zum Plasmodium sich zu vereinen (bei d und e Kern und contractile Vacuole zu sehen), f Theil eines Plasmodium (nach Strasburger).

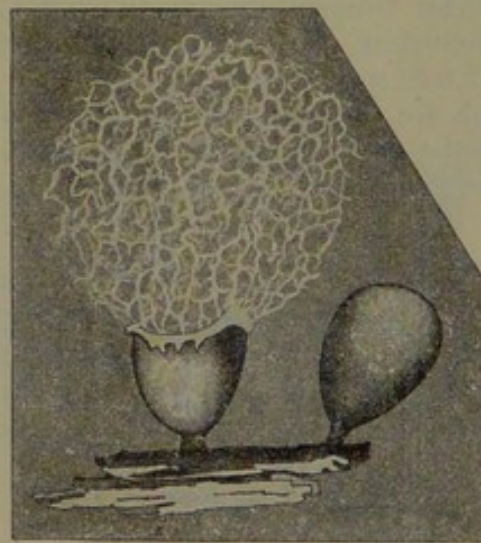


Fig. 127. Sporenblasen von *Arcyria incarnata*, die linke ist durch den Druck des herausquellenden Capillitium geplatzt und hat die Sporen entleert (nach de Bary).

roth, orange oder gelb gefärbte Ueberzüge; sie sind riesige, mehrere Centimeter grosse Amöben mit netzförmig angeordneten Protoplasmasträngen, in welchen zahlreiche Kerne und vielerlei gefressene Fremdkörper eingebettet sind; sie kriechen langsam vorwärts, indem vorhandene Protoplasmastränge eingezogen, neue gebildet werden (Fig 126). Bei eintretender Trockenheit encystiren sich die Plasmodien in eigenthümlicher Weise; haben sie eine bestimmte Reife erreicht, so bilden sie die mannichfach gestalteten Fortpflanzungskörper, die Sporenblasen (Fig. 127) und die Carpome. Jene sind festwandige



Blasen, welche häufig auf einem Stiel sitzen, der sich in die Axe der Blase als Columella verlängern kann. Der Zwischenraum zwischen Blasenwand und Columella ist von einem feinen Sporenpulver und einer quellungsfähigen, bei vielen Arten jedoch fehlenden Masse ausgefüllt, welche letztere entweder ein Netz von feinen Fäden (Capillitium) ist oder aus vielen spiral aufgerollten Strängen (Elateren) besteht. Wenn bei eintretendem Regen das Capillitium oder die Elateren befeuchtet werden, dehnen sie sich aus, bringen die Cystenwand zum Platzen und schleudern die Sporen weit aus. Im Wasser oder in feuchter Umgebung keimen die Sporen; aus den Hüllen treten kleine Amöben hervor, die bei manchen Arten vorübergehend Geisseln entwickeln und mittelst derselben herumschwärmen. (Fig. 126.) Mehrere Amöben verschmelzen unter einander zu einem kleinen Plasmodium. — *Aethalium septicum* Fr., Lohblüthe; Plasmodium gelb, auf Gerberlohe.

## II. Classe.

### Flagellaten oder Mastigophoren, Geisselinfusorien.

Bei vielen *Rhizopoden* sahen wir zur Zeit der Fortpflanzung die Pseudopodien schwinden und durch 1—2 Geisseln ersetzt werden; andere *Rhizopoden* haben neben den Pseudopodien dauernd oder periodisch eine Geissel zum Zweck der Fortbewegung und der Nahrungsaufnahme. Solche Geisselschwärmer und Geisselrhizopoden leiten zu den Geisselinfusorien, den *Flagellaten* oder *Mastigophoren* über, bei denen ständig Geisseln vorhanden sind, welche die Fortbewegung und die Nahrungsaufnahme vermitteln. Hierher gehören 3 Ordnungen, welche wir getrennt besprechen wollen: 1) die *Autoflagellaten*, 2) die *Dinoflagellaten*, 3) die *Cystoflagellaten*.

#### I. Ordnung. Autoflagellaten.

Alle *Autoflagellaten* haben unter einander bei oberflächlicher Untersuchung eine grosse Aehnlichkeit, einen meist ovalen Körper, dessen eines Ende gewöhnlich den bläschenförmigen Kern, dessen anderes Ende die contractile Vacuole beherbergt. Am vorderen Ende findet

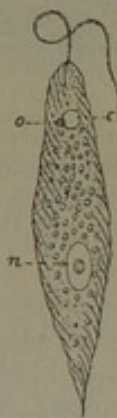


Fig. 128. *Euglena viridis* (nach Stein).  
n Kern, c contractile  
Vacuole, o Pigment-  
fleck.

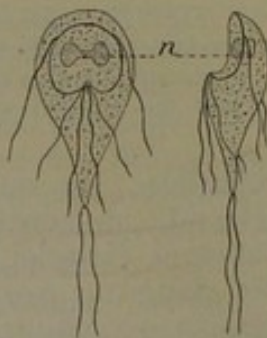


Fig. 129. *Lambliia intestinalis* (nach Grassi)  
von vorn und in seit-  
licher Ansicht; n Kern.

sich öfters noch ein rother oder brauner Pigmentfleck, der wahrscheinlich die Lichtempfindung unterstützt und daher als ein primitives Auge angesehen werden kann. (Fig. 128.) Auch die Geisseln sitzen zu 1 oder 2 am vorderen Ende, und nur wenn grössere Zahlen (8 oder noch mehr) vorhanden sind, stehen sie über den Körper vertheilt. (Fig. 129.) Die Körperoberfläche ist häufig nackt und dann vielfach noch amöboider Bewegungen fähig, oder sie ist von einer mehr oder minder deutlichen Cuticula überzogen. Weit verbreitet sind ge-



geschlossene Hüllen und offene, becherförmige Gehäuse (Fig. 132) oder einfache und verästelte Stiele, auf denen die Thiere in kleinen Gruppen festsitzen. (Fig. 131.) — Grosse Unterschiede ergeben sich in der Art der Ernährung und in den hiermit zusammenhängenden Einrichtungen. Viele *Flagellaten* fressen wie Thiere, indem sie ähnlich den *Rhizopoden* mit Pseudopodien, oder wie *Infusorien* mittelst einer Mundöffnung geformte Nahrung aufnehmen. Eine merkwürdige Einrichtung besitzen die *Choanoflagellaten* (Fig. 131); bei ihnen erhebt sich im Umkreis der Geissel das Körperprotoplasma zu einem trichter- oder kragenartigen Aufsatz, dem Collare (nach neueren Untersuchungen eine in 2 Spiraltouren aufgerollte Plasmamembran), an welches die zur Nahrung dienenden Fremdkörper von den Geisseln herangeworfen werden, um von hier in das Innere des Thieres zu gleiten. Ausser diesen thierähnlichen *Flagellaten* giebt es auch pflanzenähnliche, welche Chlorophyll (*Volvocineen* und *Euglenen*) oder braun gefärbte Chromatophoren (*Chromomonadinen*) enthalten, mit Hilfe derselben assimiliren und so befähigt werden, Paramylum oder sogar ächte Stärke zu erzeugen. Merkwürdigerweise treten pflanzliche und thierische Ernährungsweise bei anatomisch einander nahe verwandten Formen auf. Auch kommt es vor, dass manche Arten ein Cytostom besitzen, ohne geformte Nahrung aufzunehmen, sei es dass sie mittelst Chlorophylls assimiliren, sei es dass sie von flüssiger Nahrung leben (Fig. 130). Alles dies erschwert

Fig. 130. *Chilomonas* *Paramecium*. *oe* Cytostom, *v* contractile Vacuule, *n* Kern. (Nach Bütschli.)

Fig. 131. *Codonocladum* *umbellatum* (nach Stein).

Fig. 132. *Dinobryon* *Sertularia* (nach Stein). *a* eine parasitische Flagellate, die sich häufig in den Gehäusen findet, *n* der Kern, *b* die contractile Vacuule.

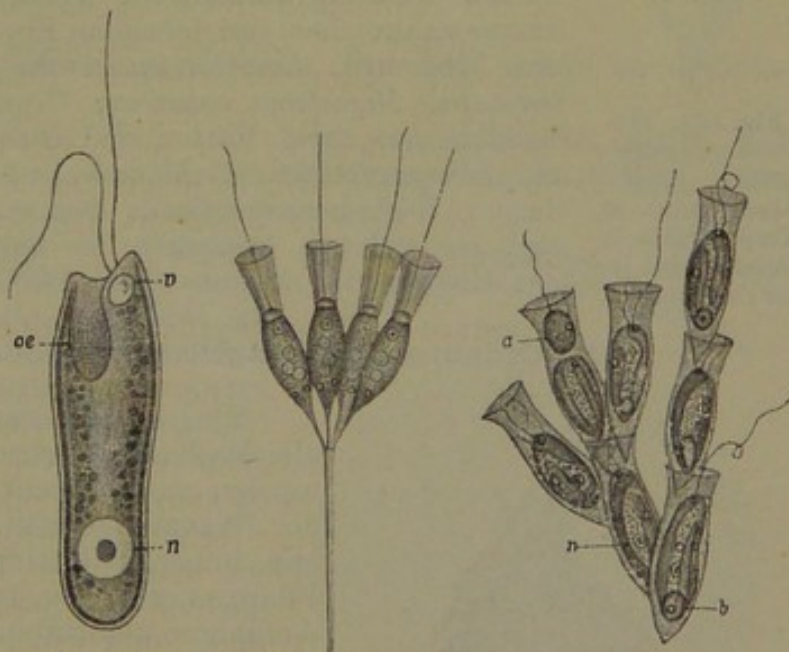


Fig. 130.

Fig. 131.

Fig. 132.

die systematische Verwerthung der in der Ernährung zu Tage tretenden Unterschiede und lässt zugleich erkennen, dass die *Flagellaten* nach den verschiedensten Richtungen hin, zu den *Rhizopoden*, *Infusorien* und niederen *Pflanzen*, Anknüpfungspunkte bieten.

Die Fortpflanzung erfolgt fast überall durch Zweitheilung. Bei vielen Arten wurde Copulation beobachtet, über deren Verlauf wir am besten für die pflanzenähnlichen Formen, die *Volvocineen*, unterrichtet sind. Im Verlauf derselben verschmelzen 2 Individuen vollständig mit einander zu einer Dauerspore. Bei dem Colonieen bildenden *Volvox globator* sind die copulirenden Individuen ungleich gross, indem einige



Thiere der Colonie zu grossen, unbeweglichen Oosporen heranwachsen, während andere durch fortgesetzte Theilung Gruppen von kleinen, äusserst beweglichen Zoosporen oder Spermatozoiden liefern. Wenn die Oosporen von den Spermatozoiden befruchtet worden sind, fallen sie zu Boden, umgeben sich mit einer Hülle, verfärben sich bräunlich und gehen in einen Ruhezustand über, ehe sie durch Theilung eine neue Colonie erzeugen.

I. Gruppe. Pflanzenähnliche, chlorophyllführende Flagellaten meist mit einem Augenfleck. *Volvocineen*: *Volvox globator* L., eine grüne, 0,2—0,7 mm grosse Kugel, welche aus vielen tausend Einzelthieren besteht, die mit ihren Geisseln das Schwimmen vermitteln. *Euglenideen*: *Euglena viridis* Ehrbg. (Fig. 128), einzellebend, färbt durch massenhaftes Auftreten kleine Wasserpflützen intensiv grün oder in einer rothen Varietät purpurn. Durch den Besitz bräunlich-gelblicher Farbstoffplatten sind die *Chrysomonadinen* ausgezeichnet, die sich ganz wie Pflanzen ernähren, selten aber daneben noch geformte Nahrung aufnehmen. *Dinobryon Sertularia* Ehrbg. (Fig. 132).

II. Gruppe. Flagellaten mit Collare: *Choanoflagellaten*, meist kleine, Colonien bildende Formen. *Codonocladium umbellatum* St. Zahlreiche Einzelthiere in Form eines Büschelchens auf einem Stiel vereint (Fig. 131).

III. Gruppe. Thierähnliche Flagellaten, welche entweder mit Hilfe von Pseudopodien oder einer bestimmten mehr oder minder zu einem Cytostom differenzirten Stelle geformte Nahrung aufnehmen, *Monadinen*. Hierher gehören ausser zahlreichen frei lebenden Formen mehrere Parasiten des Menschen: *Lambia intestinalis* Lambl (*Cercomonas intestinalis*, *Megastoma entericum* Grassi), auch bei anderen Säugethieren, wie Ratten und Mäusen (Fig. 129); *Trichomonas hominis* Dav. (*Tr. intestinalis* Leuck.), beide im Dünndarm; *Trichomonas vaginalis* Donné im katarrhalischen Secret der Scheide besonders bei Schwangeren, seltener in der Urethra des Mannes (Fig. 133).



Fig. 133. *Trichomonas vaginalis* (nach Blochmann). n Kern. (Eine 4. Geissel fehlt in der Zeichnung.)

## II. Ordnung. Dinoflagellaten, Cilioflagellaten.

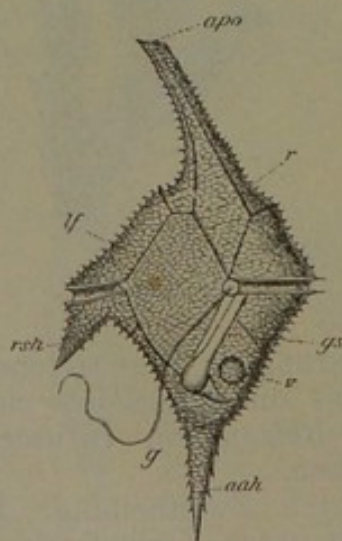


Fig. 134. *Ceratium cornutum*. apo vorderes Horn mit Oeffnung, rsh rechtes, aah hinteres Horn, lf Längsfurche, g Geissel, gs Geisselspalte, v Vacuole, r Rautenplatte (aus Bütschli nach Stein).

Die im Süsswasser und im Meer gleichmässig verbreiteten *Dinoflagellaten* werden in der Neuzeit mehr in die Nähe der Pflanzen gestellt, weil sie, ausgerüstet mit braunen Chromatophoren, sich wie Pflanzen ernähren. Indessen wurde auch die Aufnahme geformter Nahrung mittelst einer Mundöffnung beobachtet. Pflanzenähnlich ist ferner der aus Cellulose bestehende, von festgefügtten Platten gebildete Panzer; derselbe wird durch eine quere (streng genommen eine spiral angeordnete) Furche in 2 Stücke abgetheilt, welche zu einander liegen wie etwa der Kelch und der Deckel eines Pokals. Ausserdem ist eine zu einem Ausschnitt verbreiterte Längsfurche vorhanden, welche die Querfurche kreuzt. Am Kreuzungspunkt entspringen 2 Geisseln, von denen die eine in der Querfurche lagert und den ungeeigneten Namen



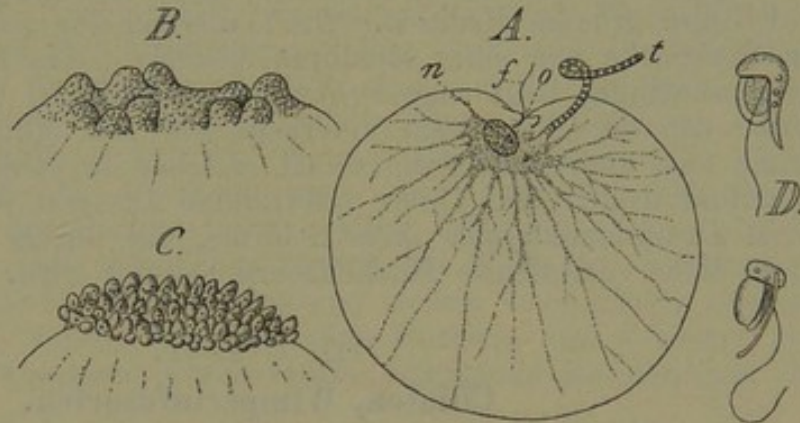
„Cilioflagellaten“ veranlasst hat, weil sie wegen ihrer undulirenden Bewegungen lange Zeit für einen Wimperring gehalten wurde.

Im Süsswasser sind verbreitet *Peridinium tabulatum* Ehrb. und *Ceratium cornutum* Ehrb. (Fig. 134), im Meer *Ceratium tripos* Ehrb.

### III. Ordnung. Cystoflagellaten.

Die Cystoflagellaten besitzen einen von einer Membran umschlossenen Gallertkörper. Zu ihnen gehören zwei äusserst interessante, in der Gestalt von einander sehr verschiedenartige Thiere, die *Noctiluca miliaris*

Fig. 135. *Noctiluca miliaris*. A ganzes Thier, n Kern, t Tentakel, o Mundöffnung, daneben „Zahn“ und „Lippe“, letztere mit f Geissel; B, C oberes Ende der Körperblase, beginnende und weiter fortgeschrittene Theilung in Zoosporen, D Zoosporen (zum Theil nach Cienkowski).



(Fig. 135) und der *Leptodiscus medusoides* (Fig. 136), beide ausschliesslich Meeresbewohner.

Die *Noctiluca miliaris* (Fig. 135) zeigt am schönsten unter den Seethieren das Phänomen des Meeresleuchtens. Die kugelligen, etwa 1 mm grossen Körperchen kommen in so enormen Mengen in manchen Nächten an die Oberfläche, dass diese bei geringem Wellenschlag lebhaft zu funkeln anfängt. Das Leuchten wird wahrscheinlich durch Oxydationsprocesse im Protoplasma veranlasst, dauert aber bei Entziehung des Sauerstoffes längere Zeit fort. Die Hauptmasse des Körpers ist eine Gallertkugel, welche von einer Membran überzogen ist. Die Membran ist an einer nabelförmig vertieften Stelle des Körpers vom Cytostom unterbrochen. An derselben Stelle liegt der Kern, umgeben von einer reichlichen Menge von Protoplasma, welches verästelte Stränge durch die gallertige Grundlage aussendet. Am Eingang des Cytostoms liegt ferner das zur Ortsbewegung gar nicht mehr dienende Flagellum und der Tentakel. Letzterer ist eine bandförmige Ausstülpung der Körpermembran mit einem quergestreiften, muskulösen Inhalt; er bewegt sich langsam schwingend hin und her.

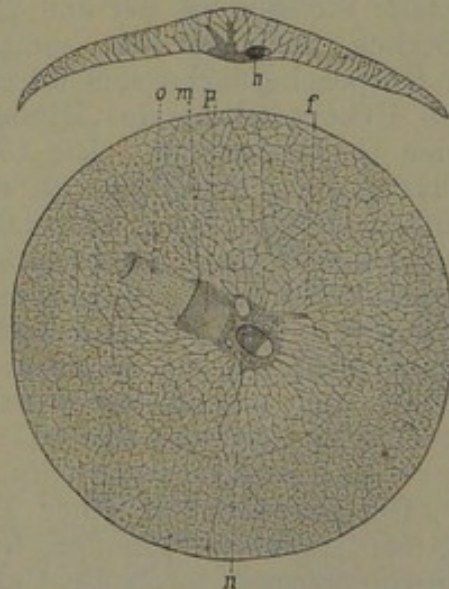


Fig. 136. *Leptodiscus medusoides* auf dem optischen Durchschnitt und von der Fläche gesehen. f Geissel, m Mundöffnung, n Kern, o Zuleitung zum Mund, p Protoplasmastrang.



Die *Noctiluca* vermehren sich durch einfache Quertheilung und ausserdem durch Schwärmerbildung. Bei letzterer conjugiren zwei Thiere mit einander unter Verlust der Tentakeln, Flagellen und Cytostome. Nachdem eine wechselseitige Kernbefruchtung stattgefunden hat, gehen sie wieder auseinander; es sammelt sich jetzt in jedem Thier das Protoplasma zu einer Scheibe, welche durch successive Theilung in zahlreiche einkernige, ovale Keimlinge zerfällt. Diese sitzen zunächst noch der Gallertkugel auf, später lösen sie sich ab und ergeben kleine Geisselschwärmer, über deren weiteren Verbleib bisher keine Sicherheit erzielt worden ist (Fig. 135 B—D).

*Leptodiscus medusoides* (Fig. 136) hat vollkommen die Gestalt zarter, 1—1,5 mm grosser *Medusen*. Die Gallertscheibe seines Körpers ist auf der Oberfläche von einer Membran bedeckt. Am höchsten Punkt der Glockenwölbung liegt eine Protoplasmaanhäufung mit einem einzigen Kern; von derselben geht einerseits ein zur Mundöffnung ziehender Strang aus, andererseits ein Canal, welcher an seinem Ende ein feines Flagellum trägt. Die Thiere schwimmen äusserst schnell wie Medusen durch Zusammenklappen ihres Schirms, was durch zarte, auf der concaven Seite verlaufende Muskelfasern bedingt wird.

### III. Classe.

#### Ciliaten, Wimperinfusorien.

Mit den Rhizopoden rivalisiren an Mannichfaltigkeit der Arten und Zahl der Individuen die *Wimperinfusorien* oder *Ciliaten*, Thiere von so complicirtem Bau, dass derselbe lange Zeit als ein sicherer Beweis der Vielzelligkeit galt. Erst im Laufe der letzten zwei Decennien sind die Zweifel an der Einzelligkeit der Thiere geschwunden.

Bau.

Alle *Infusorien* haben eine für die jeweilige Art bestimmte Körpergestalt; dieselbe ist bei den „ametabolen“ Formen vollkommen unveränderlich, während die „metabolen“ Infusorien unter Einschnürungen der Körperoberfläche sich durch enge Passagen hindurchwinden können; nach Ueberwindung des Hindernisses kehren jedoch auch sie zur normalen Gestalt zurück. Die Constanz der Körpergestalt hängt mit der Erhärtung der Oberfläche zu einer gegen die Sarkode mehr oder minder deutlich abgesetzten Cuticula (Pellicula) zusammen, welche bei den ametabolen Formen panzerartige Festigkeit gewinnt, bei den metabolen dagegen eine grosse Biegsamkeit bewahrt. Die Cuticula wird von den Wimpern oder Cilien bedeckt, kleinen, schwingenden Fortsätzen, welche nicht einzeln, sondern in grösseren Mengen gleichzeitig bewegt werden und sowohl zur Fortbewegung als auch zum Herbeistrudeln der Nahrung dienen; sie bilden das systematisch wichtigste Merkmal der Classe (Fig. 137).

Die Anwesenheit einer Cuticula macht die Einrichtung eines nur bei manchen Parasiten fehlenden Cytostoms (*o*) nöthig, da die Nahrungskörper durch die Cuticula nicht hindurchgepresst werden und daher nicht mehr an jeder Stelle in den Körper hinein gelangen können. Die Cuticula sammt ihrer Bewimperung senkt sich an einer Stelle trichterartig in das Körperinnere hinein und bildet eine Art Speiseröhre (Cytopharynx); am Grund derselben ist sie unterbrochen, so dass hier Wasser und Körperprotoplasma mit einander in Berührung kommen. Durch das Schlagen der Wimpern wird Wasser und darin suspendirte Nahrung durch den Mund aufgenommen und gegen das Protoplasma



gepresst, welches dem Druck nachgiebt. Indem sich die so entstandene Aussackung allmählig abschnürt, entsteht eine Flüssigkeitsansammlung im Protoplasma, eine Nahrungsvacuole (*na*), welche von der Strömung im Innern des Körpers erfasst und herumgetragen wird. War ein Nahrungskörper in die Vacuole hineingerathen, so wird derselbe verdaut, das Unverdauliche an einer bestimmten, für gewöhnlich in keiner Weise ausgezeichneten Stelle, der Cytopyge (Zellenafter), ausgestossen.

Contractile Vacuolen (*cv*) fehlen nur selten (bei Meeresbewohnern und Parasiten); sie sind constant in Zahl und Lagerung und besitzen oft zuführende Canäle, welche ihren Inhalt in die Vacuole entleeren, während diese ihn weiter nach aussen befördert. Inconstante Vorkommnisse sind Trichocysten, Nesselkapseln und Muskelfibrillen. Trichocysten sind kleine Stäbchen, welche senkrecht zur Oberfläche in der Rindenschicht des Körpers gestellt sind und bei Behandlung mit Reagentien (am besten Chromsäure) sich in einen die Cuticula durchbohrenden Faden verlängern. Auf Grund dieser Erscheinung haben manche Forscher sie für Vertheidigungs- und Angriffswaffen ähnlich den Nesselkapseln der Coelenteraten erklärt, während andere sie für Taststäbchen halten; mit den Cilien stehen sie in keiner Verbindung. Echte Nesselkapseln wurden äusserst selten beobachtet, häufiger Muskelfibrillen, welche dann zwischen Cuticula und Ectosark verlaufen und ihre Anwesenheit durch rasche, zuckende Bewegungen des Thieres verkünden.

Fig. 137. *Paramecium caudatum* (halbschematisch). *k* Kern, *nk* Nebenkern, *o* Mundöffnung (Cytostom), *na'* Nahrungsvacuole in Bildung begriffen, *na* Nahrungsvacuole, *cv* contractile Vacuole im contrahirten, *cv'* im ausgedehnten Zustand, *t* Trichocysten, bei *t'* hervorgeschleudert.



Fig. 137.

Fig. 138. *Paramecium aurelia* in Theilung, daneben in Fig. 2 die Art, wie auf einem früheren Stadium das Cytostom des hinteren Thieres durch Abschnürung vom vorhandenen entsteht. *k* Hauptkern, *nk* Nebenkern, *o* Mundöffnung des vorderen Theilstücks, *nk'*, *k'*, *o'* des hinteren Theilstücks.

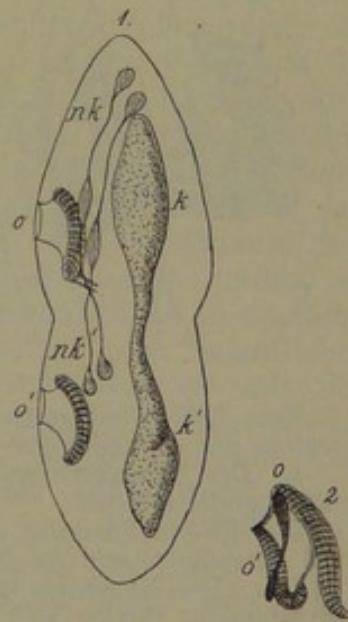


Fig. 138.

Äusserst interessant sind die Kernverhältnisse, insofern eine Sonderung in zweierlei, physiologisch ungleichwerthige Kerne, Haupt- und Nebenkern, eingetreten ist. Der Hauptkern (Nucleus der älteren, Macronucleus der neueren Autoren) ist ein grosser, ovaler, stäbchen- oder rosenkranzförmiger Körper, der sich intensiv in Farbeflüssigkeiten färbt und von einer Membran umschlossen ist; unter seinem Einfluss scheinen sich alle gewöhnlichen Lebensverrichtungen (Bewegung, Ernährung etc.) zu vollziehen. Neben ihm oder in einer Nische seines Körpers eingebettet liegt der sehr viel kleinere Nebenkern (Micronucleus, früher Nucleolus genannt), der sich gewöhnlich schwächer färbt und nur bei den Fortpflanzungserscheinungen eine Rolle spielt.

Haupt- und  
Nebenkern



Da er bei allen geschlechtlichen Vorgängen besonders in den Vordergrund tritt, kann man ihn geradezu Geschlechtskern nennen.

Theilung.

Die Vermehrung der *Infusorien* erfolgt durch Zweitheilung (Fig. 138), seltener und dann nur im encystirten Zustand durch Theilung

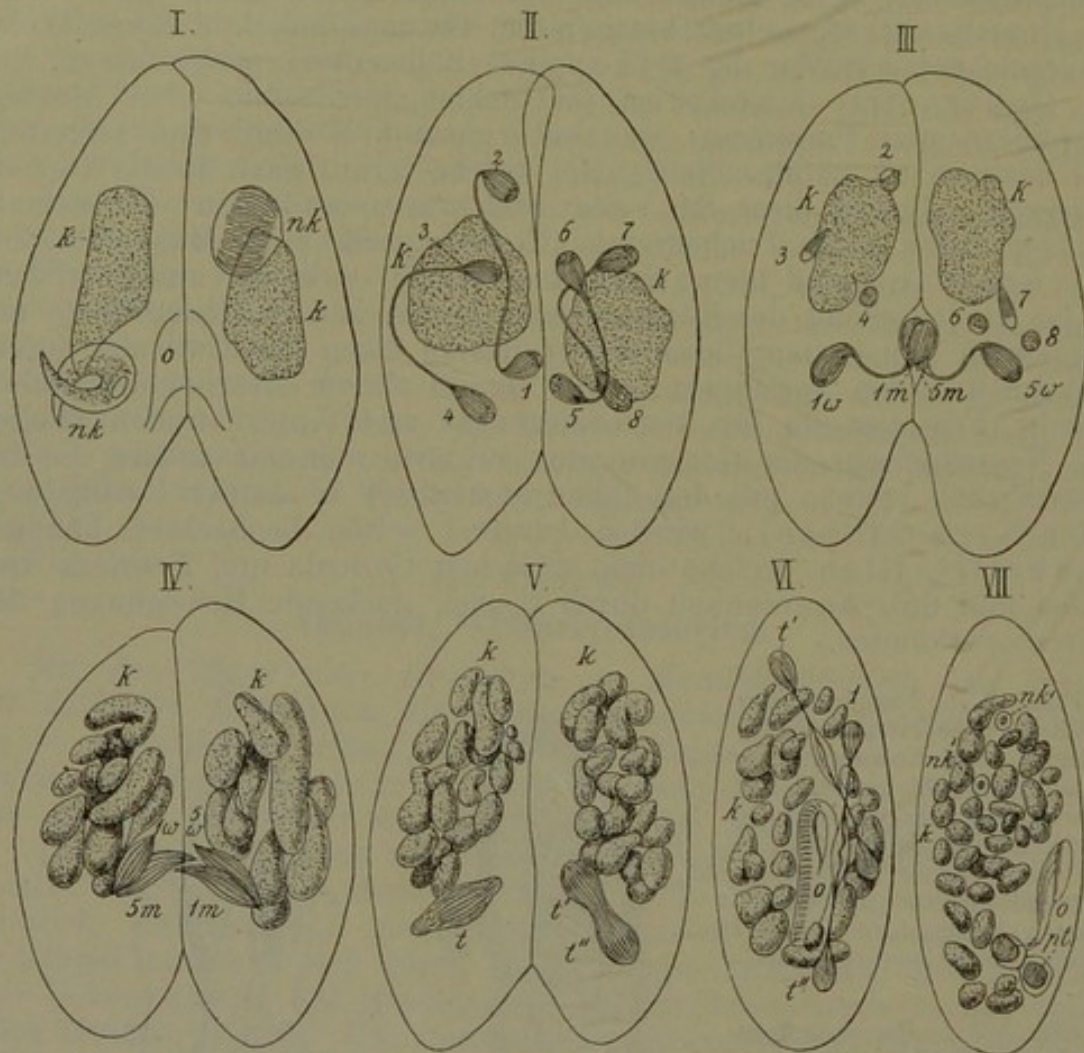


Fig. 139. Conjugation von *Paramaecium*. *nk* Nebenkern, *k* Hauptkern, *o* Cytostom der conjugirenden Thiere.

I. Der Nebenkern wandelt sich zur Spindel um, im linken Thier Sichelstadium, rechts Spindelstadium.

II. Zweite Theilung des Nebenkerns in die Hauptspindel (links mit 1, rechts mit 5 bezeichnet) und die Nebenspindeln (links 2, 3, 4, rechts 6, 7, 8).

III. Die Nebenspindeln in Rückbildung (links 2, 3, 4, rechts 6, 7, 8), die Hauptspindeln theilen sich in die männliche und die weibliche Spindel, links 1 in 1m und 1w, rechts 5 in 5m und 5w.

IV. Austausch der männlichen Spindeln nahezu vollendet (Befruchtung); dieselben stecken noch mit einem Ende in ihrem Mutterthier, mit dem anderen Ende haben sie sich mit der weiblichen Spindel des zweiten Paarlings vereint, 1m mit 5w und 5m mit 1w. Hauptkern in Theilstücke ausgewachsen.

V. Die aus Vereinigung von männlichen und weiblichen Kernen entstandene primäre Theilspindel theilt sich in die secundären Theilspindeln *t'* und *t''*.

VI. und VII. Nach Aufhebung der Conjugation. Die secundären Theilspindeln theilen sich in die Anlagen der neuen Nebkerne (*nk'*) und die Anlagen des neuen Hauptkerns *pt* (Placenten). Der zerstückelte alte Hauptkern fängt an zu zerfallen. (Da *Paramaecium caudatum* für die Anfangsstadien, *P. aurelia* für die Endstadien leichter verständliche Verhältnisse bietet, wurde für I—III *P. caudatum*, für IV—VII *P. aurelia* gewählt. Der Unterschied beider Arten beruht darauf, dass *P. caudatum* einen Nebenkern, *P. aurelia* deren zwei hat, dass bei letzterem der Kernzerfall schon auf Stadium I beginnt.)



in zahlreiche (bis zu 64) Stücke; bei *Peritrichen* und *Suctorien* wurde auch Knospung beobachtet. Stets theilt sich zuerst der Nebenkern unter Spindelbildung, sehr viel später der Hauptkern durch Streckung und bisquitförmige Einschnürung. Die alte Mundöffnung (*o*) verbleibt im vorderen Theilspössling, doch schnürt sich öfters von ihr eine Ausstülpung (Fig. 138<sup>2</sup> *o'*) ab, welche dem hinteren Sprössling zufällt und sich in ihm zu einer neuen Mundöffnung entwickelt.

Die Perioden der Theilung werden von Zeit zu Zeit durch die ges- Conjugation.  
schlechtlichen Vorgänge der Conjugation unterbrochen, welche wir im Folgenden für die *Paramaecien* schildern wollen (Fig. 139). Zwei *Paramaecien* legen sich zunächst mit den vorderen Enden, später fast mit ihrer ganzen ventralen Seite an einander, so dass Mundöffnung gegen Mundöffnung steht. In der Nachbarschaft der letzteren bildet sich auf vorgerückten Stadien der Copulation eine Verwachungsbrücke; schliesslich gehen die Thiere auseinander und regeneriren ihre verloren gegangenen Mundöffnungen. Während dieser äusserlich leicht erkennbaren Vorgänge hat sich im Innern eine vollkommene Umgestaltung des Kernapparats vollzogen. Der Hauptkern wächst in Fortsätze aus, welche sich in kleine Stücke zerlegen; diese verschwinden in den ersten Wochen nach aufgehobener Copulation (wahrscheinlich meist durch Resorption) und machen einem neuen Kern Platz, welcher dem Nebenkern seine Entstehung verdankt. Die Nebenkernkerne werden am Anfang der Copulation zu Spindeln, welche in jedem Thier durch zweimalige Theilung vier Spindeln liefern. Von den vier Spindeln gehen drei, die Nebenspindeln, zu Grunde und erinnern so an das Schicksal der Richtungskörper bei der Eireife; die vierte, die Hauptspindel, stellt sich in der Gegend der Mundöffnung senkrecht zur Körperoberfläche ein und theilt sich aufs Neue in zwei Kerne, den oberflächlichen Kern, den Wanderkern oder männlichen Kern, und den tiefer gelegenen, den stationären oder weiblichen Kern. Die männlichen Kerne der beiden copulirten Thiere werden ausgetauscht, indem sie sich auf der zu diesem Zweck gebildeten Protoplasmabrücke an einander vorbeischieben. Während des Austausches besitzen die männlichen Kerne Spindelstruktur; nach dem Austausch verschmelzen sie mit den ebenfalls spindeligen weiblichen Kernen, so dass nun jedes Thier wieder nur eine Spindel, die Theilspindel, besitzt, welche aus der Vereinigung der eigenen weiblichen Spindel und der von aussen eingedrungenen männlichen Spindel hervorgegangen ist. Die Theilspindel endlich liefert durch Theilung (meist auf Umwegen) zwei Kerne, von denen der eine die Grundlage zum neuen Hauptkern liefert, der andere zum neuen Nebenkern wird.

Ziehen wir den Vergleich mit den Befruchtungsvorgängen der Metazoen, so entspricht der weibliche Kern dem Eikern, der männliche Kern dem Spermakern. Wie durch Vereinigung von Ei- und Spermakern der Furchungskern gebildet wird, so hier durch Vereinigung von weiblichem und männlichem Kern der Theilkern; wie eine Eizelle durch Befruchtung die Fähigkeit gewinnt, nicht nur wieder Geschlechtszellen zu liefern, sondern auch somatische Zellen, Zellen, welche den gewöhnlichen Lebensprocessen des Organismus vorstehen, so bildet der befruchtete Nebenkern nicht nur den Nebenkern, sondern auch den Hauptkern, den functionirenden oder somatischen Kern. Mit anderen Worten, die Befruchtung führt bei den Infusorien



zu einer vollkommenen Neugestaltung des Kernapparats und damit auch zu einer Neuorganisation des Infusors.

Bei den meisten Infusorien sind die conjugirenden Thiere gleichwerthig, die Befruchtung ist eine wechselseitige, und es trennen sich

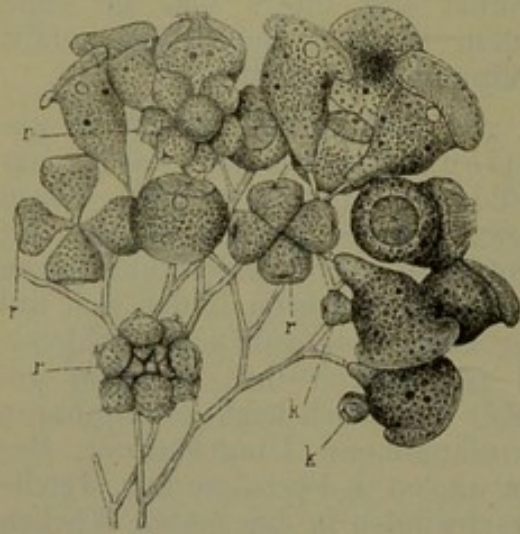


Fig. 140. *Epistylis umbellaria* (nach Greeff). Theil einer in „knospenförmiger Conjugation“ begriffenen Colonie. *r* die durch Theilung entstandenen Mikrosporen, *k* Mikrospore in Conjugation mit einer Makrospore.

die Thiere nach der Befruchtung von einander. Bei den *Peritrichen* dagegen (Fig. 140), meistens fest-sitzenden Formen, wird die Aehnlichkeit mit den geschlechtlichen Vorgängen der Metazoen noch weiter dadurch gesteigert, dass es zu einer geschlechtlichen Differenzirung und einer dauernden Verschmelzung der conjugirenden Thiere kommt. Einige Thiere, die Makrosporen, behalten ihre Grösse und sitzende Lebensweise bei; andere wiederum liefern durch lebhafte Theilung Gruppen von wesentlich kleineren Individuen, Mikrosporen; letztere lösen sich ab und suchen die Makrosporen auf, um mit ihnen dauernd zu verschmelzen bis auf einen kleinen abfallenden Rest, der

hauptsächlich aus dem collabirten Cuticularsack besteht. Die Kernveränderungen sind principiell dieselben wie bei *Paramaecium*, mit Ausnahme einiger durch die totale Verschmelzung bedingter Modificationen.

### I. Ordnung. Holotrichen.

Die *Holotrichen* sind unzweifelhaft die ursprünglichsten *Infusorien*, insofern alle Stellen der Körperoberfläche sich in der Bewimperung noch gleichartig verhalten: höchstens sind an den Enden des Thieres oder im Innern des Cytostoms einige Wimpern etwas stärker. Von bekannteren Formen gehören hierher die *Paramaecien*: *Paramaecium aurelia* Müll.; in fauligen Flüssigkeiten lebend; von bohnenförmiger Gestalt, mit Trichocysten und 2 Nebenkernen. Im Darm des Frosches lebt *Opalina ranarum* Ehrbg., ohne Mundöffnung, mit zahlreichen gleichartigen Kernen, ohne Nebekerne und ohne Conjugation. Die kleinen encystirten *Opalinen* kommen mit den Fäcalien nach aussen und werden sammt letzteren von den Froschlarven verzehrt, welche sich so inficiren.

### II. Ordnung. Heterotrichen.

Die *Heterotrichen* haben noch die totale Bewimperung der *Holotrichen*, haben aber ausserdem einen besonders stark entwickelten Wimperapparat, die adorale Wimperspirale. Diese ist ein flimmerndes Band, dessen eines Ende in grösserer oder geringerer Entfernung von der Mundöffnung beginnt, dessen anderes Ende in spiralem Verlauf in die Mundöffnung hinein leitet. Das Band besteht aus quer gestellten, zu „Membranellen“ verklebten Wimperreihen, welche wie die Reihen eines Bataillons in der Längsrichtung des Bandes auf einander folgen. Bei den bekanntesten *Heterotrichen*, den *Stentoren*, bildet das von der adoralen Wimperspirale umgrenzte „Peristomfeld“ das trompetenartig verbreiterte vordere Ende



des Thieres, während sich nach rückwärts der Körper in eine Spitze verjüngt, welche vermöge hier entspringender Plasmafäden zum Anhaften benutzt werden kann.

Muskelfibrillen, welche vom hinteren zum vorderen Ende dicht unter der Cuticula verlaufen, ermöglichen den *Stentoren* energische zuckende Bewegungen. *Stentor caeruleus* Ehrbg., *St. polymorphus* Ehrbg. bauen sich während des Festsitzens gern Gallerthüllen. Als Parasit des Menschen verdient das *Balantidium coli* Malmst., welches bei Diarrhöen im Dickdarm auftritt, genannt zu werden; noch häufiger findet sich dasselbe, ohne Beschwerden zu erzeugen, im Dickdarm des Schweins (Fig. 142). Anderweitige Parasiten des menschlichen Darms *Bal. minutum* Schaud., *Nyctotherus faba* Schaud.

Fig. 141.

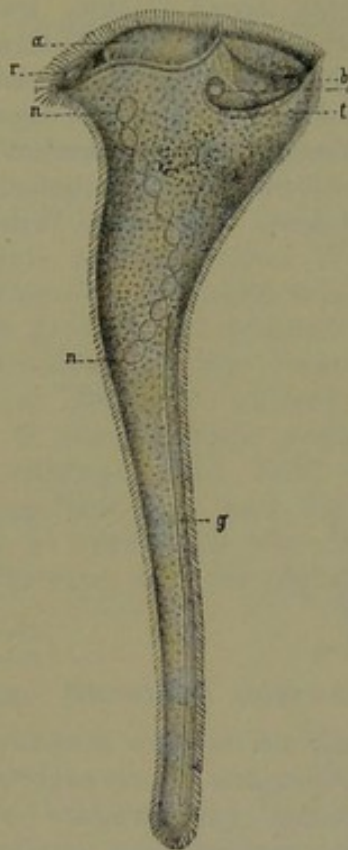


Fig. 142.

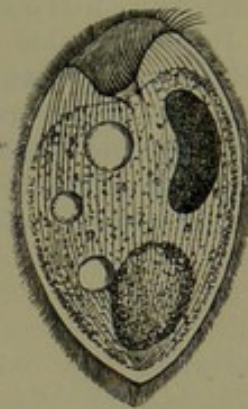
Fig. 142. *Balantidium coli* (nach Leuckart).

Fig. 141. *Stentor polymorphus* (nach Stein). a Peristommulde, b Abdachung des Hypostoms, o Mund, r adorale Wimperspirale, n Kern, g contractile Vacuole, t Hypostom (Vertiefung zur Mundöffnung).

### III. Ordnung. Peritrichen.

Der Körper der *Peritrichen* besitzt stets am vorderen Ende ein breites Peristomfeld mit der Mundöffnung, am hinteren Ende hat er entweder

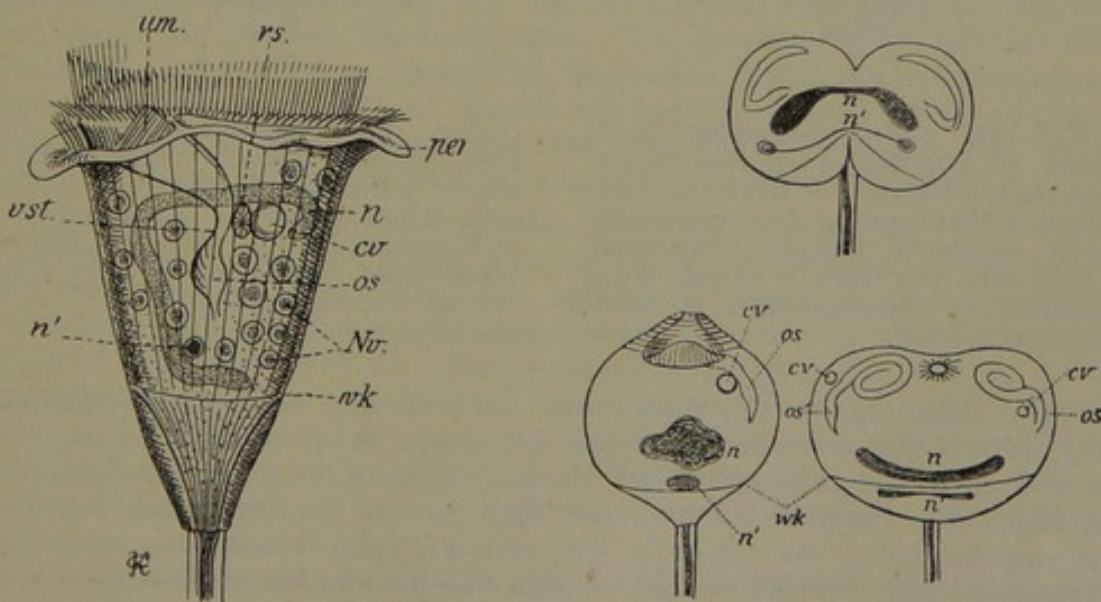


Fig. 143. *Carchesium polypinum* (nach Bütschli). Links Einzelthier, rechts 3 Theilungsstadien. n Kern, n' Nebenkern, cv contractile Vacuole mit ihrem Reservoir rs, wk Ring, an dem sich ein hinterer Wimperkranz bilden kann, Nv Nahrungsvacuolen, per Peristom, vst Vestibulum, um undulirende Membran, os Oesophagus.



eine correspondirende Fuss Scheibe oder er ist hier nach Art eines Kelchglases verjüngt und endigt in einen festgewachsenen Stiel (Fig. 143). Constant ist nur die adorale Wimperspirale, welche von den wulstigen Rändern der Peristommulde ausgeht, ausserdem sich aber auch auf die Wimperscheibe fortsetzt, einen Deckel, welcher für gewöhnlich aus der Peristommulde hervorragt, bei der Contraction aber dicht auf sie gedrückt wird, während sich über ihm die Peristomlippen zusammenziehen. Ausser der Wimperspirale kann noch ein Wimperkranz nahe dem hinteren Ende dauernd oder vorübergehend vorhanden sein. — Der Kern der *Peritrichen* ist meist wurstförmig und mehrfach gebogen; sein hinteres Ende beschreibt einen Haken, in dessen Winkel der kleine Nebenkern lagert.



Fig. 144. *Stylonychia mytilus* (nach Stein). *a* Afterwimpern, *b* Bauchcirren, *c* contractile Vacuole, *d* Stirnleiste, *i* undulirende Membran, *g* Zuleitungscanäle für die contractile Vacuole, *l* Oberlippe, *n* Kern mit Nebenkern, *p* adorale Wimperspirale, *r* Randwimpern, *st* Stirnwimpern, *z* After.

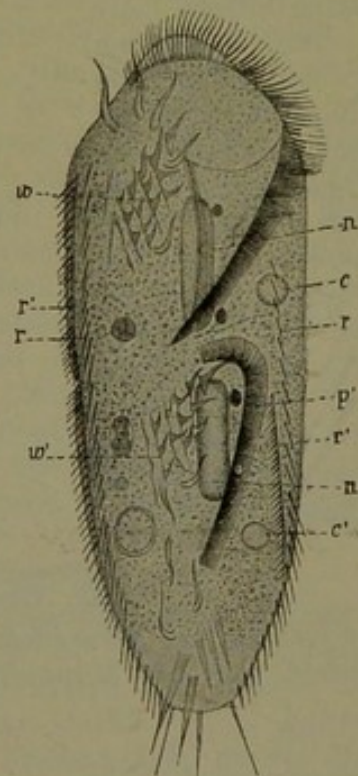


Fig. 145. *Stylonychia mytilus* in Theilung (nach Stein). *c* contractile Vacuole, *n* Kern mit Nebenkern, *p* adorale Wimperspirale, *r* Randwimpern, *w* Wimperleisten (die mit einem Index bezeichneten Buchstaben beziehen sich auf das hintere Thier).

Die bekanntesten Repräsentanten der Ordnung sind die *Vorticellinen* (Fig. 140, 143), festsitzende Thiere mit einem Stiel, welcher meist hohl ist und einen schwach spiraligen Muskel enthält. Der Muskel dringt in die Basis der *Vorticelle* ein und löst sich in ein Bündel feiner Fibrillen auf, welche unter der Cuticula bis zum Peristom hinziehen; wenn der Stielsmuskel sich contrahirt, legt er sich und die umhüllende Stielscheide in korkzieherartige Windungen; so wird das Thier zurückgezogen, dabei sein vorderes Ende zugleich geschlossen. Die ächten *Vorticellen* sind einzellebend; die *Carchesien* coloniebildend mit dichotom verästelt Stiel;



*Epistylis* desgleichen, nur dass der Muskel fehlt und der Stiel solid und starr ist. *Vorticella nebulifera* Ehrbg. *Carchesium polypinum* L. *Epistylis plicatilis* Ehrbg.

#### IV. Ordnung. Hypotrichen.

Bei den *Hypotrichen* ist die Körpergestalt mehr oder minder stark abgeplattet und dadurch eine schärfere Sonderung zwischen Bauchseite und schwach gewölbter Rückenseite herbeigeführt (Fig. 144, 145). Der Rücken ist frei von Wimpern, dagegen öfters mit Stacheln und feinen Tastborsten ausgerüstet; die Bauchseite trägt mehrere Längsreihen von Wimpern, ausserdem mehrere aus verklebten Wimpern bestehende, gerade gestreckte Griffel und hakenförmig gekrümmte Cirren; letztere werden wie Beine der *Insecten* mit grosser Behendigkeit zum Kriechen auf Unterlagen verwandt. Zum Herbeistrudeln der Nahrung und zum Schwimmen dient eine ebenfalls ventral gelagerte mächtige adonale Wimperspirale. Der Hauptkern ist oft in 2 ovale Körper zerfallen, welche durch einen Verbindungsfaden zusammenhängen; die Zahl der Nebenkerne schwankt zwischen 2 und 4 bei derselben Art; kein Infusor eignet sich zur Beobachtung der Nebenkerne so vorzüglich wie die *Hypotrichen*. — Die bekanntesten hypotrichen Infusorien sind die *Stylonychien*, *Stylonychia mytilus* Müll.

#### V. Ordnung. Suctorien oder Acinetinen.

Von den typischen *Infusorien* weichen die *Sauginfusorien* oder *Suctorien* (Fig. 21, S. 57) dadurch ab, dass sie als ausgebildete Thiere keine Wimpern und damit auch keine freie Ortsbewegung besitzen; sie sind entweder mit ihrer Basis auf einer Unterlage angewachsen oder auf einem schlanken Stiele befestigt. Der gewöhnlich kugelige Körper ist von einer Cuticula bedeckt, welche bei der Gattung *Acineta* sich stellenweise abhebt und zu einem becherartigen Gehäuse erhärtet. Eine Mundöffnung fehlt, dafür sind die *Suctorien* mit Tentakeln oder Saugfüsschen versehen, feinsten Röhren mit contractilen Wandungen, die im Protoplasma des Körpers beginnen und durch die Cuticula hindurchtreten. Die *Acineten* tödten mittelst ihrer Tentakeln andere Thiere, namentlich *Infusorien*, legen die saugnapfartigen Enden der Tentakeln an und saugen sie aus. Im Innern des Protoplasma liegt ausser den nur selten fehlenden contractilen Vacuolen der grosse compacte Kern; auch Nebenkerne scheinen allgemein verbreitet zu sein.

Im Gegensatz zu den wenig oder gar nicht beweglichen ausgebildeten Thieren sind die Jugendformen sehr geschickte Schwimmer, welche nach Art der *holotrichen*, *hypotrichen* oder *peritrichen Infusorien* bewimpert sind. Sie bilden sich als knospenförmige Auswüchse auf der Oberfläche eines Mutterthieres oder auch als „Embryonen“ im Innern; letzteres ist jedoch nur scheinbar und so zu erklären, dass die Stelle der Körperoberfläche, welche die Knospe erzeugt, vorher in's Innere des Körpers zur Bildung der Bruthöhle eingestülpt worden war. Nach längerem Herumschwimmen kommen die Thiere zur Ruhe, indem sie sich festsetzen, die Wimpern einziehen und Saugröhrchen bilden.

Im Süsswasser sind einige *Podophryen* (*P. quadripartita* Clap. u. Lachm.) weit verbreitet, ausserdem die in Infusorien schmarotzende *Sphaerophrya*, im Meer lebt auf *Hydroiden* und *Bryozoen* neben zahlreichen Arten der Gattung *Acineta* die *Podophrya gemmipara* R. Hertw. (Fig. 21, S. 57.)



## IV. Classe.

**Sporozoen.**

Unter dem Namen „*Sporozoen*“ vereinigt man in der Neuzeit mehrere Protozoen-Gruppen von sehr verschiedenem Bau, welche in Lebens- und Fortpflanzungsweise viel Gemeinsames besitzen. Sie leben parasitisch in vielzelligen Thieren, viele von ihnen vorübergehend in Zellen derselben, deren Untergang sie bedingen (*Cytosporidien*); sie nehmen keine feste Nahrung auf, sondern ernähren sich von flüssigem Material, welches dem Körper durch die gesammte Oberfläche einverleibt wird. Bei der Fortpflanzung erzeugen sie eine grössere Anzahl von „*Sporoblasten*“, die wenn sie sich mit einer Cystenmembran umgeben, Sporen heissen, und deren Inhalt meist in mehrere kleinere Körperchen, die „*Sporozoiten*“, zerfällt. Die Sporozoiten müssen behufs Weiterentwicklung wohl stets ihren Wirth verlassen; sie müssen nach aussen gelangen, ehe sie, in einen geeigneten Wirth verschleppt, heranreifen können. Unverkennbar sind die verwandtschaftlichen Beziehungen zu den *Rhizopoden*, besonders bei denjenigen *Sporozoen*, welche während eines grossen Theils ihres Lebens Pseudopodien besitzen (*Myxosporidien*).

**I. Ordnung. Gregarinarien.**

Die typischen Vertreter der Sporozoen, zugleich die am längsten bekannten, sind die *Gregarinarien*, Parasiten von ovoider oder fadenförmiger, an Rundwürmer erinnernder, meist etwas abgeplatteter Gestalt, die bisher nur bei wirbellosen Thieren gefunden wurden, wo sie den Darm oder die Geschlechtsdrüsen, seltener die Leibeshöhle bewohnen. Das Protoplasma (Fig. 146 I) ist schärfer als bei anderen *Protozoen* in ein helles Ektosark (*ek*) und ein trübkörniges Entosark (*en*) gesondert. Ersteres wird nach aussen von einer nicht überall deutlich erkennbaren, zumeist aber doppelt contourirten Cuticula (*cu*) überzogen, welche für flüssige Nahrung passirbar sein muss, da ein Cytostom fehlt. Bei vielen *Gregarinen* (vielleicht bei allen) gewahrt man eine doppelte Streifung, eine Längsstreifung, die durch Furchen der Oberfläche bedingt ist und somit ihren Sitz in der Cuticula hat, und eine dem Ektosark angehörende Querstreifung, die durch circuläre oder in flachen Spiraltouren angeordnete Muskelfibrillen hervorgerufen wird. Die Anwesenheit der Muskelschicht macht die lebhaften, wellenförmig von einem Ende zum anderen verlaufenden Contractionen und die dann und wann auftretenden plötzlichen winkligen Knickungen des Körpers verständlich, nicht aber eigenthümliche, an Diatomeen erinnernde, gleitende Bewegungen, welche gewöhnlich die Ortsveränderung der *Gregarinen* verursachen und sich ohne irgend welche Gestaltsveränderung vollziehen. Letztere werden durch die Annahme erklärt, dass die *Gregarinen* am hinteren Ende einen Strang starrer Gallertfäden ausscheiden, dessen Verlängerung die Thiere vorwärts treibt.

Bei einem grossen Theil der *Gregarinen* („*Polycystideen*“) zerfällt der Körper durch eine ringförmige Einschnürung in ein kleineres vorderes und grösseres hinteres Stück, Protomerit und Deutomerit.



Innerlich wird die Abgrenzung beider Stücke dadurch bewirkt, dass das Entosark von einer Ektosarkbrücke quer durchsetzt wird. Im Deutomerit liegt der bläschenförmige Kern, welcher bei allen *Gregarinen* (auch den ungekammerten „*Monocystideen*“) in Einzahl vorhanden ist. Man spricht bei vielen *Gregarinen* noch von einem „Epimerit“, einer Einrichtung, welche mit der eigenthümlichen Art ihres Parasitismus zusammenhängt. Alle *Gregarinen* schmarotzen während der Jugend im Innern von Zellen, welche sie auf vorgerückteren Stadien verlassen. Viele von ihnen bleiben dann noch eine Zeit lang mit einem Fortsatz am vorderen Ende des Protomerits im Zellkörper befestigt. Dieser Fortsatz, das „Epimerit“, ist mit cuticularen Anhängen, Fäden oder Widerhaken, welche zur festeren Verankerung dienen, versehen; er geht häufig verloren, wenn die *Gregarine* endgiltig den Zusammenhang mit der Wirthszelle aufgibt. — Bei den im Darm lebenden *Gregarinen* findet man vielfach „Associationen“: zwei, ab und zu auch eine grössere Anzahl von Thieren reihen sich derart hinter einander, dass das vordere Ende des einen Thiers an das hintere Ende des anderen anschliesst. Vielleicht sind die „Associationen“ Vorbereitungen zu den Conjugationen, welche im Verlauf der Fortpflanzung auftreten.

Die Vermehrung erfolgt ausschliesslich im encystirten Zustande (Fig. 146 II A). Gewöhnlich findet man in einer Cyste zwei Thiere, seltener nur eines, ausnahmsweise mehr als zwei. Eine Verschmelzung der beiden gemeinsam encystirten Thiere findet nicht statt, wohl aber ist es wahrscheinlich, dass ein Austausch von Kerntheilen und somit eine an die *Infusorien* erinnernde Befruchtung vor sich geht. Nachdem jedes encystirte Thier durch Vermehrung seines Kernes vielkernig geworden ist, zerfällt es zunächst oberflächlich, später auch in den inneren Partien in kleine Kugeln, die „Sporoblasten“ (II B), welche sich in die „Sporen“, hier „Pseudonavicellen“ genannt, verwandeln (II C).

Die „Pseudonavicellen“ sind einkernige, von einer festen Membran umhüllte Körper, welche am häufigsten Spindelform besitzen (Fig. 146 III A). Bei ihrer Bildung bleibt ein Theil der *Gregarine* unverbraucht zurück. Dieser „Restkörper“ scheint durch sein grosses Quellungsvermögen unter günstigen Verhältnissen die

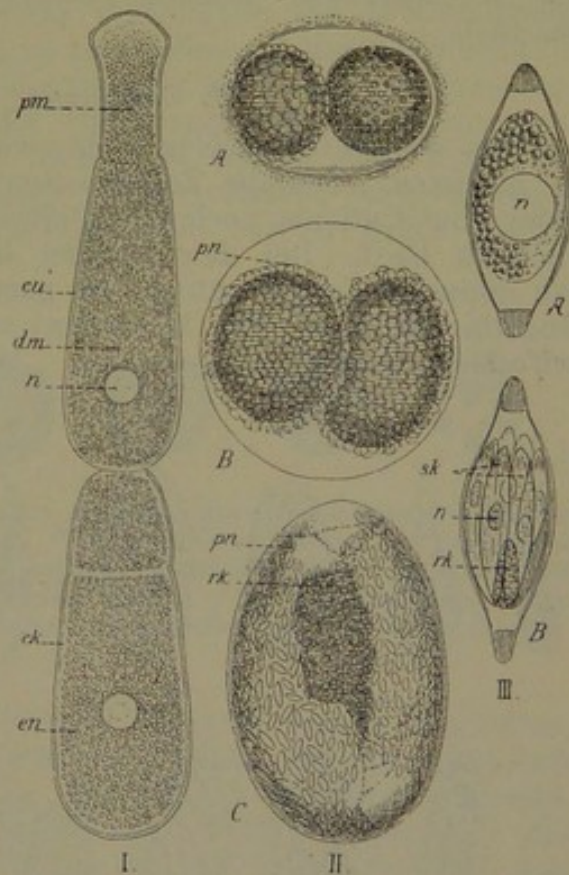


Fig. 146. Gregarinenentwicklung, I. *Gregarina blattarum* in Conjugation. *ek* Ektosark, *en* Entosark, *cu* Cuticula, *pm* Protomerit, *dm* Deutomerit, *n* Kern, II. A—C Cysten in Umbildung zu Pseudonavicellen. *pm* Pseudonavicellen, *rk* Restkörper. III. A Eine Pseudonavicelle, stärker vergrössert. B Dieselbe getheilt in die sichelförmigen Keime *sk*.



Cyste zum Platzen zu bringen und so die Entleerung der Pseudonavicellen zu bewirken. Zu letzterem Zweck finden sich bei manchen *Gregarinen* besondere Ausführgänge, die Sporoducte. Mit abermaliger Hinterlassung eines Restkörpers theilt sich der Sporenhalt in die sichelförmigen Keime oder Sporozoiten (meist 8). Die Sporozoiten müssen aus den Sporen auswandern und von Neuem in Gewebszellen eindringen, um zu *Gregarinen* zu werden. Die Auswanderung der Sporozoiten setzt voraus, dass die Sporen in einen geeigneten Wirth gelangen. Vielfach tritt auch die Umbildung des Cysteninhalts in Pseudonavicellen erst ein, wenn die Cysten aus dem ursprünglichen Wirth herausgelangen.

Die bekanntesten *Gregarinen* sind die in den Samenbildungszellen des Regenwurms schmarotzende Monocystidee *Monocystis tenax* Duj. und die zuerst in Epithelzellen, dann im Lumen des Darms von *Periplaneta orientalis* (Küchenschabe) lebende Polycystidee *Gregarina* (*Clepsidrina*) *blattarum* Sieb.

## II. Ordnung. Coccidiarien.

Den ächten *Gregarinen* stehen von allen Sporozoen die Coccidien am nächsten, ebenfalls Zellparasiten, deren einkerniger Körper jedoch weder eine Cuticula noch eine Differenzirung in Proto- und Deutomerit erkennen lässt. Bei den meisten hierher gehörigen Arten findet sich eine doppelte Fortpflanzung, so namentlich bei dem in der Leber von Säugethieren (auch des Menschen) schmarotzenden *Coccidium cuniculi* (*oviforme*): 1) eine endogene, zur „Autoinfection“ führende, 2) eine exo-

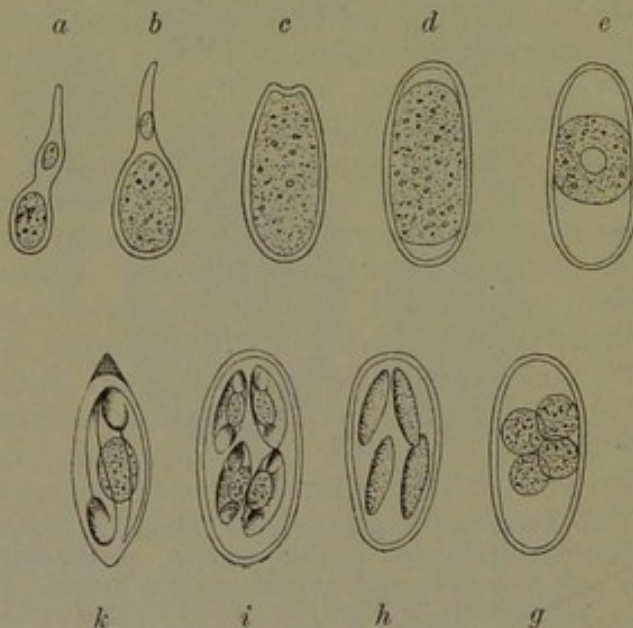


Fig. 147. *Coccidium oviforme* aus der Leber des Kaninchens. a und b in Epithelzellen der Gallengänge eingeschlossene junge Coccidien; im oberen Fortsatz der Wirthszellen liegt der Zellkern. c eingekapseltes Exemplar mit Abflachung des oberen Poles. d, e Zusammenziehung des Protoplasmas zur Kugel. g, h, i Sporenbildung. k reife Spore mit 2 Keimen und einem Restkörper stärker vergrößert. (Aus Wasielewski.)

gene, auf den Transport der Keime in andere Organismen zielende Vermehrung. Bei ersterer, die bei manchen Coccidiarien jedoch vermisst wird, zerfällt die Coccidie in viele sichelförmige Keime, welche sich von einander trennen und ohne Wirthswechsel in andere Zellen dringen. Die zweite Art der Fortpflanzung wird durch eine Befruchtung eingeleitet. Durch rasche Theilung gewisser Individuen bilden sich Mikrogameten, kleine, sich schlängelnde oder mittelst 1—2 Geisseln schwimmende Körperchen. Andere Individuen bleiben ungetheilt und liefern Makro-



gameten, die von den Mikrogameten befruchtet werden. Die befruchtete Makrogamete encystirt sich, gelangt nach aussen und dient zur Infection neuer Thiere. Bei ihrer früher oder später beginnenden, zum Abschluss aber nur in einem neuen Wirth gelangenden Keimung theilt sich der Cysteninhalt in mehrere sich zu Sporen abkapselnde Sporoblasten (bei *Coccidium* 4). Jede Spore liefert ein bis mehrere Sporozoiten (bei *Coccidium cuniculi* 2), wobei Restsubstanz zurückbleibt. *Coccidium cuniculi* Rivolta (*oviforme* Leuck.) erzeugt in der Leber von Säugethieren, selten des Menschen, häufig des Kaninchens käsige Knötchen; *C. perforans* Leuck. im Darm von Kaninchen, selten des Menschen.

### III. Ordnung. Haemosporidien.

Die Haemosporidien sind in Bau und Entwicklungsweise den Coccidarien sehr ähnlich; sie bewohnen die Blutkörperchen. Die im Menschen vorkommenden Formen (*Haemamoeben*) verursachen das Wechselfieber oder die Malaria. Auch hier findet man eine endogene, mit Autoinfection gepaarte und eine exogene, die Uebertragung auf andere Thiere vermittelnde Fortpflanzung. Die in die Blutkörperchen eingedrungenen Parasiten (Fig. 147 a a—d) wachsen heran und theilen sich, wobei ein aus zersetztem Blutroth entstandener Pigmenthaufen ausgeschieden wird (Gänseblümchenform). Die Theilproducte werden durch Zerfall

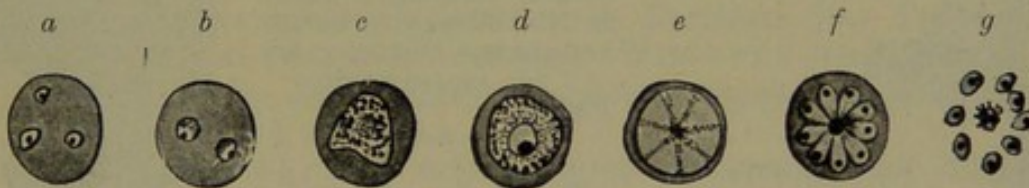


Fig. 147a. *Plasmodium Laverani varietas quartana* aus dem Blut malariakranker Menschen. a frisch inficirtes Blutkörperchen. b etwas grössere Keime. c erwachsener Parasit mit starker Pigmentkörnung, grosse lappige Fortsätze bildend. d abgerundete Form mit grossem Kern. e Beginn der Keimbildung. f rosettenförmig um einen Restkörper angeordnete Keime. g freie Keime nach Zerfall des rothen Blutkörperchens. Nach Labbé, aus Wasielewski.

der Blutkörperchen frei (Fieberanfall) und inficiren andere Blutzellen. So kann die Autoinfection lange Zeit fort gehen, bis geschlechtlich differenzirte Formen auftreten, die im Blut frei herumschwimmenden, keine Blutkörperchen inficirenden „Sphären“ (Makrogameten) und „Geisseln“ (Mikrogameten). Die Conjugation derselben scheint nur einzutreten, wenn sie in den Darm blutsaugender Mücken gerathen. Der befruchtete Makrogamet, die Oospore, wandert in die Darmwand der Mücke, vergrössert sich, encystirt sich und liefert viele Sporoblasten, und in diesen wieder viele Sporozoiten, welche auswandern, in die Speicheldrüsen der Mücken gelangen und durch den Stich in das Blut des ersten Wirths wieder eingepflanzt werden. Für die Malariaparasiten des Menschen scheinen nur Arten der Gattung *Anopheles* (nicht *Culex pipiens*) als Zwischenwirth zu dienen. Da Mückenlarven in Sümpfen am besten gedeihen, da ferner die Entwicklung des Parasiten in der Mücke eine Temperatur über 20° C voraussetzt, erklärt sich die Verbreitung der Malaria in sumpfigen Gegenden wärmerer Länder. Die verschiedenen Arten der Malaria scheinen durch verschiedene Parasiten bedingt zu sein. *Plasmodium (Haemamoeba) malariae* Lav.



## IV. Ordnung. Myxosporidien.

Die *Myxosporidien* (Fig. 148) sind meist grosse, oft mit blossen Auge wahrnehmbare Körper, welche besonders in *Fischen* und *Arthropoden* gefunden werden. Wo sie in Hohlorganen auftreten, sind sie nackt und mit Pseudopodien versehen. Im Innern parenchymatöser Organe, wie Herz, Niere, Leber, Hirn, Muskeln etc., sind sie gewöhnlich von einer Cystenmembran umgeben; hier erzeugen sie ganz gewaltige Zerstörungen. Anfangs zweikernig, werden sie bald vielkernig; wahrscheinlich können sie sich auch durch Theilung vermehren. Noch ehe das Körperwachsthum beendet ist, beginnt die Sporulation. Im Innern sondern sich einzelne kugelige Protoplastmakörper ab, die anfangs nur 1 Kern, später viele Kerne (10 und noch mehr) enthalten. Aus

Fig. 148.

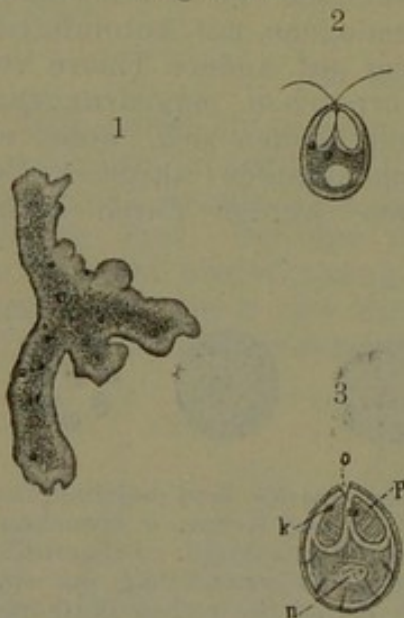


Fig. 148. *Myxosporidien*.  
1 *Myxobolus Mülleri* aus der Fischkieme, 2 und 3 *Psorospermien* von *Myxidium Lieberkühni*. *n* eine früher als Kern gedutete Vacuole, *k* Kerne in Rückbildung, *p* nesselkapselartige Polkörper, bei 2 mit ausgeschnehten Fäden.

Fig. 149.

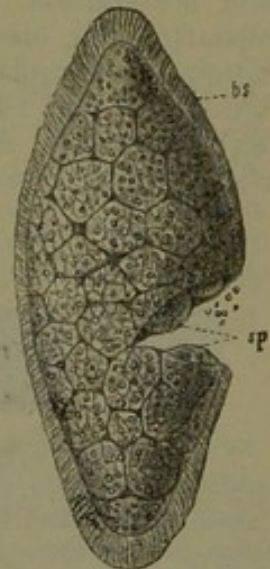


Fig. 149. *Sarcocystis miescheriana* aus dem Zwerchfell des Schweines (nach Bütschli). *bs* Hülle, *sp* Sporenkugeln.

jeder Protoplastmakugel gehen 2 bis viele Sporen hervor, die sogen. „Psorospermien“. Für diese (3) ist es charakteristisch, dass sie von einer zweiklappigen Schale umgeben sind und ausser einem zweikernigen Keimling 1, 2 oder 4 Polkapseln umschliessen, welche letztere im Bau den Nesselkapseln der Coelenteraten gleichen. Es sind ovale Kapseln, welche Fäden enthalten, die unter bestimmten Verhältnissen ausgeschleudert werden (2). Die ausgeschleuderten Fäden dienen dazu, die Psorospermien zu befestigen, damit die kleinen in ihnen enthaltenen amöboiden Keime beim Auskriechen in die Gewebe des Wirths gelangen können. Experimentell ist festgestellt, dass die Infection der Fische vom Darm aus erfolgt.

Die *Myxosporidien* erzeugen häufig heftige Fischepidemien, so *Myxobolus Pfeifferi* Thél. bei den Barben. — *Myxidium Lieberkühni* Bütschli in der Harnblase von Hechten. Aber auch die Krankheiten vieler wirbelloser Thiere sind durch Myxosporidien bedingt, so die berühmte Pebrinekrankheit der Seidenraupe durch die auch die Eier inficirende *Nosema (Glugea) bombycis* Nägeli.



## V. Ordnung. Sarkosporidien.

Die *Sarkosporidien* (Fig. 149), auch Rainey-Miescher'sche Schläuche genannt, finden sich in den quergestreiften Muskeln der Wirbelthiere, besonders der Säugethiere; es sind ovale, zwischen die Fibrillen der Sarkolemmschläuche eingelagerte Cysten, deren äussere Cystenmembran radialstreifig ist, als wäre sie von Porencanälen durchbohrt oder aus Stäbchen zusammengesetzt. Der Inhalt reifer Cysten besteht aus Sporen, die in ein Stroma eingebettet sind und zahlreiche nieren- oder sichelförmige Sporozoiten umschliessen. *Sarcocystis miescheriana* Kühn in Muskeln des Schweins; *S. muris* Blanch. in Muskeln der Maus, *S. Lindemanni* Rivolta selten in Muskeln des Menschen.

## Zusammenfassung der wichtigsten Resultate über Protozoen.

1) Die **Protozoen** sind einzellige Organismen ohne ächte Gewebe und ohne ächte Organe.

2) Alle Lebensprocesse werden durch das Protoplasma (Sarkode) vermittelt, die Verdauung stets unmittelbar vom Protoplasma, die Fortbewegung und Nahrungsaufnahme durch Fortsätze des Protoplasma (Pseudopodien) oder durch Anhänge (Wimpern und Geisseln).

3) Die Excretion erfolgt durch besondere Flüssigkeitsansammlungen, die contractilen Vacuolen.

4) Die Vermehrung erfolgt durch Knospung oder Theilung. Bei vielen Protozoen sind Conjugationen beobachtet; wahrscheinlich kommen sie allen Protozoen zu. Die ächte Conjugation ist ein Befruchtungsprocess (Karyogamie) im Gegensatz zu den Plasmaverschmelzungen (Plasmogamie).

5) Die *Protozoen* sind Bewohner des Wassers, einige leben auch in feuchter Luft; in trockener Luft vermögen sie nur im encystirten Zustand auszuharren, innerhalb einer Kapsel, welche das Vertrocknen verhindert.

6) Da im encystirten Zustand die *Protozoen* leicht durch den Wind verschleppt werden, erklärt sich ihr Auftreten in Infusionen und in Wasser, welches anfänglich keine Thiere enthielt.

7) Die Eintheilung der *Protozoen* in die Classen der Rhizopoden, Flagellaten, Ciliaten und Sporozoen gründet sich auf die Fortbewegungsweise.

8) Die **Rhizopoden** besitzen wechselnde protoplasmatische Ausläufer, die Pseudopodien.

9) Die *Rhizopoden* werden eingetheilt in Moneren, Amöbinen, Heliozoen, Radiolarien, Thalamophoren und Mycetozoen.

10) *Amöbinen* und *Moneren* besitzen beide eine unbestimmte Körpergestalt und unterscheiden sich von einander, indem erstere einen Kern besitzen, letztere kernlos sind.

11) *Heliozoen* und *Radiolarien* haben eine kugelige Körpergestalt, feine, radial ausstrahlende Pseudopodien und häufig Kieselskelete; sie unterscheiden sich von einander, indem die *Radiolarien* eine Centralkapsel besitzen, die den *Heliozoen* fehlt.



12) *Thalamophoren* (*Foraminiferen*) haben eine Schale, welche an einem Ende blind geschlossen, am anderen Ende zum Durchtritt der Pseudopodien geöffnet ist; im Uebrigen ist die Schale rein chitinös oder mit kohlensaurem Kalk imprägnirt, einkammerig oder vielkammerig, gerade gestreckt oder spiral eingewunden, fest gedichtet oder von kleinen Oeffnungen durchbohrt; die Pseudopodien sind manchmal lappig, häufiger fadenförmig, verästelt, anastomosirend.

13) Durch ihre Schalen und ihr massenhaftes Auftreten haben die *Thalamophoren* grosse geologische Bedeutung, indem sie mächtige Ablagerungen gebildet haben (Kreide, Nummulitenkalke) und noch bilden. Von geringerer Bedeutung sind die Kieselskelete der *Radiolarien*.

14) *Mycetozoen* (Myxomyceten der Botaniker) sind meist riesige Amöben mit netzförmig verästeltm Protoplasma (Plasmodien); sie bilden complicirte, an die Pilze erinnernde Fortpflanzungskörper (Sporenblasen und Carpome).

15) Die **Flagellaten** besitzen einen oder wenige lange, schwingende Fortsätze, welche zur Fortbewegung und zum Herbeistrudeln der Nahrung dienen, die Geisseln.

16) Die *Autoflagellaten* haben nur Geisseln, sie ernähren sich wie Pflanzen mittelst Chlorophylls (*Volvocineen*) oder haben zur Aufnahme der Nahrung eine Mundöffnung oder ein Collare (*Choanoflagellaten*).

17) *Dinoflagellaten* haben zweierlei Geisseln und meist einen aus Cellulose bestehenden Panzer.

18) *Cystoflagellaten* sind Flagellaten mit einem von einer festen Membran umschlossenen Gallertkörper (*Noctiluca*, Meerleuchte).

19) Die **Ciliaten** oder auch **Infusorien** im engeren Sinne haben zahlreiche feine, schwingende Fortsätze, die Cilien, eine Cuticula (Pellicula), in Folge dessen besondere Oeffnungen zur Aufnahme und Abgabe von Stoffen, Zellenmund (Cytostom) und Zellenafter (Cytopyge).

20) Am interessantesten ist das Auftreten von zweierlei Kernen, eines Geschlechtskerns (Neben Kern, Micronucleus) und eines functionirenden Kerns (Hauptkerns, Macronucleus).

21) Bei der Conjugation werden Theile der Nebenkerne ausgetauscht und bewirken die Befruchtung. Der Hauptkern geht dabei zu Grunde und wird durch ein Theilstück des befruchteten Nebenkerne ersetzt.

22) Die Systematik der *Infusorien* gründet sich auf die Ausbildungsweise und Vertheilung der Wimpern.

23) Die *Holotrichen* haben eine totale, gleichmässige Bewimperung. Die *Heterotrichen* haben ausser der totalen Bewimperung besonders kräftige Wimpern im Umkreis des Mundes (adorale Wimperspirale). Die *Peritrichen* haben nur die adonale Bewimperung. Die *Hypotrichen* haben auf der Bauchseite ausser der Wimperspirale noch weitere, in Reihen gestellte Wimpern und Wimperbüschel. Die *Suctorien* haben nur während der Fortpflanzung Wimpern, später sitzen sie fest und ernähren sich durch Saugtentakeln.

24) **Sporozoen** sind parasitische Protozoen meist ohne Fortbewegungsorgane und ohne Mund; sie nehmen keine geformte Nahrung auf, sondern leben von Gewebssaft. Bei ihrer wahrscheinlich stets durch eine Befruchtung eingeleiteten und mit Wirthswechsel verbundenen Fortpflanzung erzeugt das encystirte Thier Sporen, die sich wiederum in



Sporozoite theilen. Ausserdem kann eine Vermehrung ohne Wirthswechsel vorkommen (Autoinfection).

25) Vorübergehend oder dauernd in Zellen schmarotzen die *Gregarinarien* (Sporen = Pseudonavicellen, Sporozoite = sichelförmige Keime), *Coccidiarien*, *Haemosporidien* (Ursache der Malaria, Schmarotzer der Blutkörperchen).

26) Im Gewebe oder auch in Hohlorganen leben *Sarkosporidien* (Rainey-Miescher'sche Schläuche der Säugethiermuskeln) und *Myxosporidien* (Psorospermischläuche der Fische, Psorospermien = Sporen).

### Anhang.

Der Descendenztheorie zufolge sollte man erwarten, dass Uebergangsformen zwischen *Protozoen* und *Metazoen* existiren. Als solche sind die *Katallakten* beschrieben worden, Kugeln von flimmernden Zellen, die sich bei der Fortpflanzung in die einzelnen Zellen auflösen. Eigenartige vielzellige Thiere von äusserst primitivem Bau, denen im System der Metazoen schwer eine feste Stellung einzuräumen ist, sind ferner der *Trichoplax adhaerens* F. E. Schulze, die *Selaginella selve* Frenzel, die *Orthonectiden* und die *Dicyemiden*. Der *Trichoplax* ist eine Scheibe, welche nur aus zwei epithelartigen, durch Gallertgewebe getrennten Zellenlagen besteht; die *Dicyemiden* und *Orthonectiden* haben ein vielzelliges Ektoderm, welches bei ersteren nur eine grosse Zelle, bei letzteren einen soliden Haufen von Zellen umschliesst. Bei *Selaginella* endlich ist überhaupt nur eine, eine Art Darm umschliessende Zellschicht vorhanden. Da die *Dicyemiden* in der Niere der *Cephalopoden*, die *Orthonectiden* in *Würmern* und *Echinodermen* parasitisch leben, ist es möglich, dass ihre niedere Organisation durch Rückbildung zu erklären ist.

## Metazoen, vielzellige Thiere.

Nach Ausschluss der Protozoen kann man alle Stämme des Thierreichs unter dem Begriff „**Metazoen**“ d. h. „**höhere Thiere**“ zusammenfassen. Das Gemeinsame derselben besteht darin, dass sie aus zahlreichen gegen einander abgegrenzten einzelnen Zellkörpern bestehen und dass diese Zellen in mehreren Lagen angeordnet sind. Mindestens sind zwei Lagen vorhanden, eine Zellschicht, welche die Abgrenzung des Thierkörpers nach aussen bewirkt, die Haut-Epithelschicht oder das Ektoderm, und eine den Darm auskleidende Zellenlage, das Entoderm oder die Darm-Epithelschicht; dazwischen kann noch eine dritte Gewebslage vorkommen, welche häufig durch die Leibeshöhle in eine äussere, Hautfaserschicht, und eine innere, Darmfaserschicht, gespalten wird. Man nennt die mittlere Körperschicht, unbekümmert darum, ob eine Leibeshöhle vorhanden ist oder nicht: Mesoderm. Die Vielzelligkeit ermöglicht eine höhere Entfaltung der Organisation; es treten in verschiedenen Graden der Specialisirung Gewebe und Organe auf. —



Bei keinem Metazoon wird ferner eine ächte geschlechtliche Fortpflanzung, d. h. eine Fortpflanzung durch Geschlechtszellen vermisst, womit aber nicht die Möglichkeit ausgeschlossen sein soll, dass manche Arten sich vielleicht ausschliesslich durch unbefruchtete Eier auf parthenogenetischem Wege entwickeln. Neben der geschlechtlichen Fortpflanzung kommen bei vielen Arten, namentlich bei den niederen *Würmern* und den *Coelenteraten*, noch Theilung und Knospung vor.

Für sämtliche Metazoen ist die Erscheinung der Eifurchung in hohem Grade charakteristisch; das befruchtete Ei theilt sich in zahlreiche Zellen, welche als Furchungszellen zur Bildung der Keimkugel vereinigt bleiben. Kein einziges Protozoon besitzt einen Furchungsprocess; etwaige Theilungen führen hier zu neuen Individuen, die sich entweder vollkommen von einander trennen oder ausnahmsweise in einem lockeren Verbands (Stock, Colonie) verbleiben.

## II. Stamm.

### Coelenteraten, Pflanzenthier.

Die zum Stamme der *Coelenteraten* gehörigen Thiere wurden früher wie auch jetzt noch von manchen Zoologen *Zoophyten* oder *Pflanzenthier* genannt; von Cuvier wurden sie mit den *Echinodermen* zum Typus der *Radiaten* vereint, eine Vereinigung, welche Leuckart, der Vater des Namens „Coelenteraten“, wieder rückgängig machte, weil bei den *Echinodermen* ein besonderer Darm und eine besondere Leibeshöhle vorhanden sind, bei den *Coelenteraten* dagegen nur ein einziges Hohlraumssystem. Jeder der drei Namen bezieht sich auf bestimmte wichtige Merkmale des Stammes.

1) Der Name „Pflanzenthier“ wurde mit Rücksicht auf den allgemeinen Habitus gewählt. Die meisten *Coelenteraten* sind wie Pflanzen auf dem Boden festgewachsen und bilden vermöge unvollständiger Knospung busch- oder rasenartige Colonien; die Aehnlichkeit ist jedoch nur eine äusserliche, da bei einer einigermaassen genauen Untersuchung die thierische Natur keines einzigen *Coelenteraten* auch nur im geringsten zweifelhaft sein kann. Der Name darf daher nicht so verstanden werden, als ob es sich hier um zweifelhafte Formen handle, welche auf der Grenze von Thier- und Pflanzenreich stehen. Auch giebt es neben den festsitzenden frei bewegliche Formen, welche sogar mit grosser Behendigkeit im Wasser schwimmen.

2) Die meisten *Coelenteraten* sind radialsymmetrisch; in ihrem Körper ist stets eine Axe feststehend, die Hauptaxe, deren eines Ende durch die Mundöffnung, deren anderes Ende durch das blinde Darmende charakterisirt ist. Im Umkreis der Hauptaxe sind im Grossen und Ganzen die Organe des Körpers gleichmässig vertheilt, so dass zahlreiche, den Körper symmetrisch halbirende Theilebenen möglich sind. Bei den *Schwämmen* allerdings ist die Vertheilung der Organe so regellos, dass man eher von Asymmetrie oder Anaxonie



reden könnte; andererseits giebt es hochorganisirte *Coelenteraten*, welche sich zur zweistrahligcn Symmetrie oder gar zur Bilateralität höher entwickelt haben (*Ctenophoren* und manche *Anthozoen*).

3) *Coelenteraten* endlich heissen die Thiere, weil in ihrem Körperinnern nur ein einziges zusammenhängendes Hohlraumssystem, das Coelenteron oder das Gastrovascularsystem, vorhanden ist. Im einfachsten Fall ist dasselbe ein weitmündiger Sack, in welchen die Nahrung zur Verdauung aufgenommen wird; die einzige Oeffnung des Sacks dient dann als Mund und After zugleich; der Sack selbst ist als Darm oder Magen zu bezeichnen. Häufig gehen von dem central gelegenen Sack seitliche Divertikel oder verästelte Canäle aus, welche die Nahrung nach der Peripherie des Körpers vertheilen und somit functionell die Gefässe ersetzen. Daher der Name „Gastrovascularsystem“.

Da das besprochene Hohlraumssystem in erster Linie der Ernährung dient, ist es missbräuchlich, dasselbe Leibeshöhle zu nennen und die Coelenteraten für darmlos zu erklären. Dagegen ist der Name „Coelenteron“ oder „Darmleibeshöhle“ — d. h. ein Hohlraum, der Darm- und Leibeshöhle zugleich ist — vollkommen zu vertheidigen. Denn bei vielen höheren Thieren, welche eine echte Leibeshöhle besitzen, sehen wir dieselbe als eine sich abschnürende Ausstülpung des Darms entstehen. Da solche Darmdivertikel auch bei den *Coelenteraten* vorkommen, ohne jedoch selbständig zu werden, so kann man in der That sagen, dass hier im Gastrovascularsystem nicht nur der Darm, sondern *potentia* auch die Leibeshöhle enthalten ist.

Bei den *Coelenteraten* kommt neben der geschlechtlichen noch die ungeschlechtliche Fortpflanzung vor, in weitester Verbreitung die Knospung, seltener die Theilung. Geschlechtliche und ungeschlechtliche Fortpflanzung können sich combiniren und durch gesetzmässiges Alterniren den Generationswechsel hervorrufen.

Zum Zweck der weiteren Besprechung müssen wir gleich von Anfang zwei Unterstämme auseinanderhalten, die *Spongien*, mit der einzigen Classe der *Poriferen*, und die *Cnidarien* oder *Nematophoren*, zu welchen die vier Classen der *Hydrozoen*, *Scyphozoen*, *Anthozoen* und *Ctenophoren* gehören. Beide Unterstämme haben so wenig mit einander gemein, dass viele Zoologen den Namen „*Coelenteraten*“ auf die *Cnidarien* beschränken und aus den *Spongien* einen selbständigen Stamm des Thierreichs bilden.

## I. Unterstamm.

### Spongien.

#### I. Classe.

#### Poriferen, Schwämme.

Die *Spongien* oder *Poriferen*, zu denen als bekanntester Repräsentant der Badeschwamm, *Euspongia officinalis*, gehört, sind fast ausschliesslich Meeresbewohner; aus dem Süsswasser kennt man nur die verschiedenen Arten der Gattung *Spongilla* (neuerdings in mehrere Gattungen aufgelöst). Die Thiere haben keine Ortsbewegung, sondern sind an Wasserpflanzen und Steinen festgewachsen, entweder an den

Gestalt.



Küsten oder auf dem Grund des Meeres bis zu Tiefen von 6000 Meter. Hier bilden sie kugelige Klumpen oder dünne Krusten, kleine Cylinder oder aufsteigende, verästelte Körper; häufig ist die Gestalt so wechselnd, dass man überhaupt von einer bestimmten Grundform nicht reden kann. — Ausserordentlich schwierig ist es, sich von der thierischen Natur der Schwämme zu überzeugen. Auffällige Bewegungen und Contractionen des ganzen Körpers kommen selten vor; gewöhnlich kann man nur mit Hilfe des Mikroskops active Bewegungen, das Oeffnen und Schliessen der Poren und die Strömungen im Gastrovascularsystem, erkennen.

Anatomie.

Die einfachsten Schwammformen, die *Asconen*, haben die Gestalt eines dünnwandigen Schlauchs (Fig. 150), welcher mit dem einen Ende festgewachsen ist und am anderen Ende eine Oeffnung, das als After functionirende *Osculum*, besitzt. Das Lumen des Schlauchs ist der *Camin* oder *Magen*, ein weiter, zur Verdauung dienender Hohlraum, in welchen das die Nahrung enthaltende Wasser durch zahlreiche, die Dicke der Magenwand durchsetzende *Poren* gelangt. Die Grundlage des Körpers ist eine Lage homogener oder faseriger, von verästelten Zellen durchsetzter Binde-substanz (Fig. 151), welche nach aussen von einem sehr vergänglichen Plattenepithel überzogen ist. Das Plattenepithel — früher *Ektoderm* genannt — und die Binde-substanz — *Mesoderm* — werden jetzt als eine zusammengehörige Schicht „*Meso-Ektoderm*“ aufgefasst, da es sich herausgestellt hat, dass die platten Epithelzellen vielfach genetisch nichts Anderes sind als Binde-substanzzellen, die sich auf der Oberfläche ausgebreitet haben. Dagegen findet sich ein deutlich differenzirtes *Entoderm* in Form eines

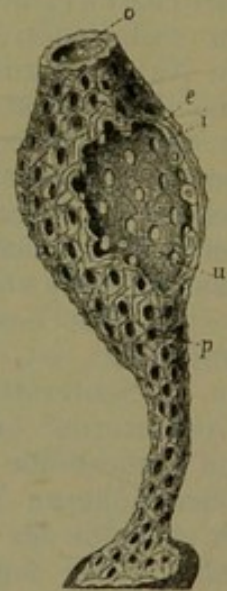


Fig. 150. *Olynthus* (nach Haeckel).  
o Osculum, p Poren,  
u Darm, e Nadeln,  
i Eier.

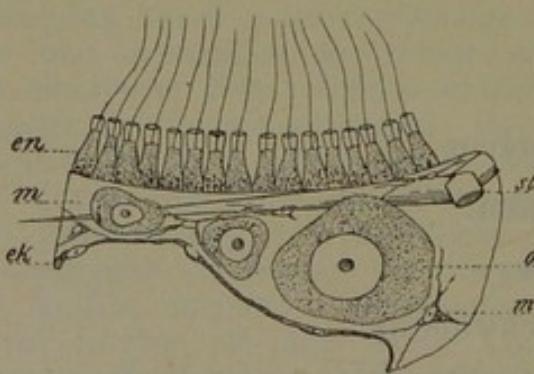


Fig. 151. Stück eines Querschnitts durch *Sycondra raphanus* (nach F. E. Schulze).  
en entodermale Geisselzellen mit Collare,  
ek ektodermales Plattenepithel, m Mesoderm  
mit Binde-substanzzellen, o Eier, st Kalk-  
nadeln.

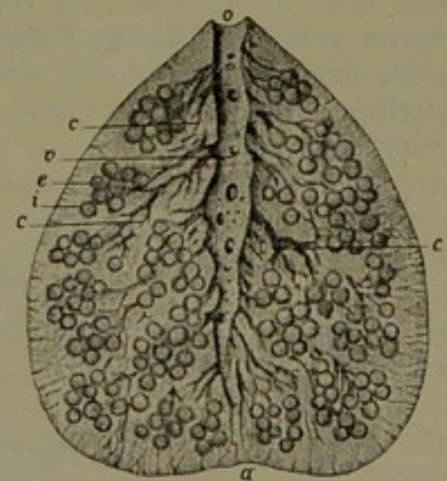


Fig. 152. *Leucortis pulvinar*. o  
Osculum, v Cloakalröhre, c Canäle,  
die aus der Geisselkammer in die  
Cloakalröhre führen, e Geisselkam-  
mern, i Mesoderm, a aboraler Pol  
(nach Haeckel).



den Magen auskleidenden einschichtigen Geisselepithels, dessen einzelne Zellen ausserordentlich an die Körper der *Choanoflagellaten* erinnern (Fig. 131), indem das periphere Ende jeder Zelle sich zu einem die Geisselbasis umfassenden Kragen (Collare) erhebt. Man hat daher versucht, jede Geisselzelle als ein Einzelthier und den ganzen Schwamm als eine Flagellatencolonie aufzufassen, eine Ansicht, die jedoch die übrigen Gewebe des Schwammkörpers nicht berücksichtigt: dass ausser der schon oben erwähnten Bindesubstanz und dem Plattenepithel im Meso-Ektoderm noch Geschlechtszellen, amöboide Wanderzellen, ja sogar contractile, das Schliessen der Poren bewirkende Faserzellen vorkommen können. Die Nahrungsaufnahme erfolgt durch die Geisselzellen.

Nach dem Typus der dünnwandigen *Asconen* gebaute *Schwämme* sind nicht häufig. In der Regel treten uns die Schwämme als massive Körper mit einem äusserst verwickelten Canalsystem entgegen (Fig. 152—154). Den ersten Schritt zur Complication zeigen die nach dem „*Sycon*-Typus“ gebauten Schwämme, bei denen vom Magen aus viele radiale Ausstülpungen entstehen, Radialtuben, auch Geisselkammern genannt, weil nur in ihnen sich das Geisselepithel erhält, während der

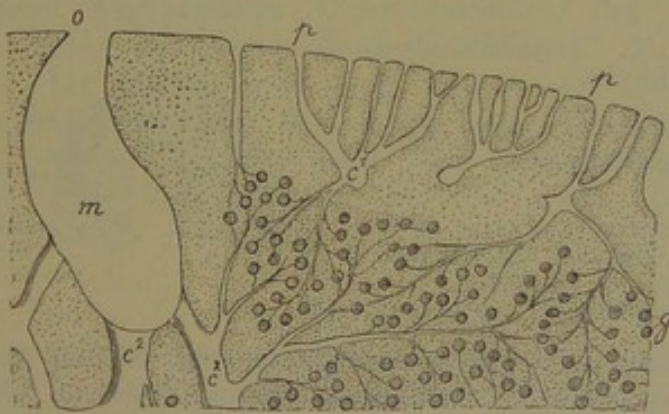


Fig. 153. Querschnitt durch die Rinde von *Chondrilla nucula* (nach F. E. Schulze etwas schematisirt durch Weglassen des Skelets). *p* Poren, welche in die zuführenden Canäle (*c*<sup>1</sup>) leiten, diese verästeln sich in die Geisselkammern *g*; aus den Geisselkammern strömt das Wasser durch die rückführenden Canäle (*c*<sup>2</sup>) in den Centralmagen (*m*) und durch das Osculum (*o*) nach aussen.



Fig. 154. Dermalporen von *Aplysina aërophoba*, von der Oberfläche betrachtet (nach F. E. Schulze).

Magen selbst nunmehr von Plattenepithel ausgekleidet ist. Zunahme des Mesoderms und entsprechende Verdickung der Magenwand sind bei den meisten Schwämmen Ursache, dass die Geisselkammern sowohl von der Körperoberfläche als auch von der Magenwand durch zwischenlagertes Gewebe abgedrängt werden (*Leucon*-Typus). Mit beiden Oberflächen bleiben jedoch die Geisselkammern mittelst eines Hohlraumsystems in Verbindung. Dasselbe muss ein doppeltes sein, ein zuführendes, welches von den Dermalporen in die Geisselkammern leitet, und ein abführendes, das zwischen Magen (Kamin) und Geisselkammern eingeschaltet ist. Die Verbindung beider wird nur durch die Geisselkammern bewerkstelligt. Beide können aus lacunären Räumen bestehen (Fig. 152), oder die Anordnung regelmässiger Canäle gewinnen, wie z. B. Figur 153 zeigt, dass bei *Chondrilla* die von den Dermal-



poren ausgehenden Canäle sich zu Hauptstämmen vereinen, welche sich aufs Neue nach den Geisselkammern verästeln, während ein ähnliches baumförmiges Canalsystem von den Kammern nach dem Magen führt. Nicht selten finden sich auch ausgedehnte subdermale oder subgastrale Hohlräume. Das Verständniss kann noch weiter erschwert werden, indem sich einerseits in einem Schwamm mehrere Magen entwickeln, andererseits die Bildung solch' grosser Sammelröhren ganz unterbleibt (Lipogastrie), indem ferner der gesamte Schwammkörper sich verästelt (Fig. 155) und die Aeste, wo sie einander begegnen, sich zu einem Netzwerk vereinen (Fig. 156).

Fig. 155.

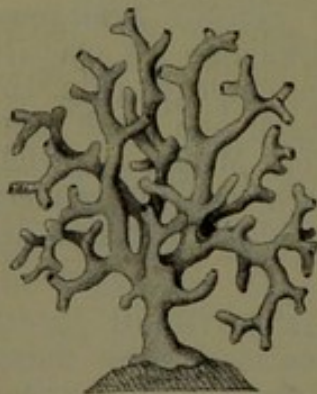


Fig. 156.

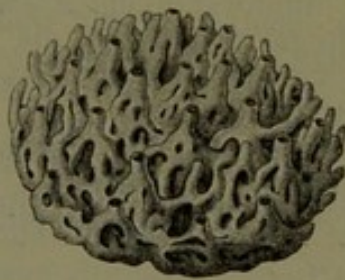
Fig. 155. *Ascyssa acufera* (nach Haeckel).Fig. 156. *Leucetta sagittata* (nach Haeckel).

Fig. 157.

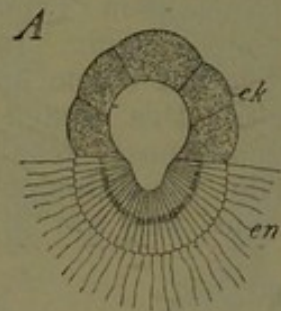


Fig. 157. Entwicklung von *Sycandra raphanus* (nach F. E. Schulze). A Blastula. B Gastrula im Moment des Festsetzens. ek Ektomesoderm, en Entoderm.

**Entwicklung.** Die Entwicklung kann eine ungeschlechtliche sein, indem sich Schwammstücke als Knospen ablösen und neue Thiere liefern. Gewöhnlich herrscht geschlechtliche Fortpflanzung. Die Eier welche wie die Spermatozoen aus Mesodermzellen entstehen (Fig. 151) werden am Ort ihrer Entstehung befruchtet und abgefurcht und verlassen erst als Flimmerlarven den mütterlichen Körper. Beim Festsetzen der Larve (Fig. 157) findet eine Art Gastrulation statt. Dabei schliesst sich der Gastrulamund, und es bildet sich am entgegengesetzten freien Ende eine neue Oeffnung, das Osculum.

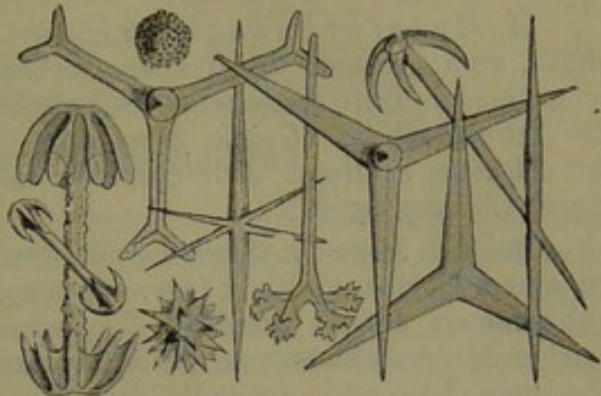
**Systematik.** Fast alle *Schwämme* besitzen ein Skelet, welches von besonderen Zellen des Mesoderms ausgeschieden wird, dessen Structur und chemische Beschaffenheit bei der Systematik in erster Linie Berücksichtigung verdienen. Je nachdem kohlensaurer Kalk oder Kieselsäure als Skeletmaterial verwandt ist, unterscheidet man *Calcispongien* und *Silicispongien*. Dagegen hat man die beiden Gruppen der *Ceraospongien* — Skelet aus Spongin oder Hornsubstanz — und *Myxospongien* — Skelet fehlt — fallen lassen, da ihre Vertreter aus den *Silicispongien* entstanden sind, indem das Kieselskelet entweder allmählich durch Spongin ersetzt oder gänzlich rückgebildet wurde.

### I. Ordnung. Calcispongien.

Die Kalkschwämme finden sich ausschliesslich im Meer, wo sie mit Vorliebe felsige Küsten in geringer Tiefe besiedeln; sie sind von unschein-



barer, grauer Farbe und geringer Körpergrösse, ein oder wenige Centimeter lang. Die im Mesoderm entstandenen Skeletnadeln ragen meist durch das Ektoderm heraus und bilden namentlich gern im Umkreis des Osculum einen seidenglänzenden Kranz. Man unterscheidet Vier-, Drei- und Einstrahler (Fig. 158). Innerhalb der 3 genannten Grundformen kommen mannichfache Modificationen durch ungleiche Entwicklung und Krümmung der Strahlen zu Stande. Der Weichkörper ist verschiedenartiger gebaut als bei den anderen Spongien; nach ihm unterscheidet man 3 Gruppen: die *Asconen*, *Syconen* und *Leuconen*.



#### I. Unterordnung. *Asconen*.

Schwämme mit dünner, von Poren durchsetzter Magenwand (Fig. 150, 155). *Ascyssa acutifera* H.

Fig. 158. Verschiedene Nadelformen von Kalk- und Kieselschwämmen (aus Lang).

II. Unterordnung. *Syconen*. Ein Magen vorhanden mit zahlreichen radial angeordneten Geisselkammern, den Radialtuben. *Sycon ciliatum* O. Fabr., *Sycandra raphanus* O. Schm.

III. Unterordnung. *Leuconen*. In der verdickten Wand des Magens zwischen den Poren der Oberfläche und den Poren der Magenwand spannt sich ein complicirtes, verästelttes Canalsystem mit Geisselkammern aus (Fig. 152, 156). *Leucetta sagittata* H., *Leucortis pulvinar* H.

### II. Ordnung. Silicispongien.

Die *Kieselschwämme* bilden die artenreichste Gruppe unter den *Schwämmen*; sie sind in allen Meeren und Meerestiefen weit verbreitet und häufig durch bedeutende Grösse — bis zu 1 Meter — und prächtige Farben ausgezeichnet. Sie werden in *Triaxonier* und *Tetragonier* eingetheilt. Bei den *Triaxoniern* zeigen die ausnehmend zierlichen, wie aus Glas gesponnenen Skeletstücke — *Hyalospongien* oder *Glasschwämme* — drei gekreuzte Axen (6 von einem Mittelpunkt ausstrahlende Kieselfäden; *Hexactinelliden*). Das Mesoderm ist spärlich, in Folge dessen ist ein System zu- und abführender weitmaschiger, lacunärer Hohlräume vorhanden; zwischen beiden liegt eine Schicht grosser tonnenförmiger Geisselkammern. — Bei den *Tetragoniern* ist dagegen das Mesoderm gewöhnlich reichlich und die zu- und abführenden Canäle gut entwickelt. Als Grundform des Skelets sind die vieraxigen Nadeln der *Tetractinelliden* zu betrachten; aus ihnen leiten sich die derben, zu massiven Gerüsten verklebten Skeletstücke der *Lithistiden* und die Einstrahler der *Monactinelliden* ab.

In beiden Gruppen scheint es vorzukommen, dass die Kieselnadeln durch secundäre Kieselablagerung zu einem massiven Gerüstwerk vereint werden; oder die Vereinigung geschieht durch Spongin, welches, wenn die Kieselnadeln rückgebildet werden, allein zurückbleibt (Hornschwämme). Auch kann das Skelet ganz rückgebildet werden (Schleimschwämme).

I. Unterordnung. *Triaxonier*. Die hierher gehörigen *Hexactinelliden* leben vorwiegend in grossen Meerestiefen und waren daher lange Zeit nur durch wenige Arten bekannt: *Euplectella aspergillum* Owen, Venuskörbchen



genannt wegen seines eleganten Skelets, einer durchbrochenen, aus feinen Kieselfäden gesponnenen Röhre. *Hyalonema Sieboldi* Gray.

Wahrscheinlich schliessen sich den Triaxoniern die Hornschwämme der Gattung *Aplysina* und *Aplysilla* und die skeletlosen *Halisarcen* an: *Halisarca Dujardini* Johnston.

II. Unterordnung. *Tetrazonier*. Typische Vertreter sind die *Lithistiden*, zum grössten Theil ausgestorbene, zum kleineren Theil vorwiegend in grösserer Tiefe fortlebende Schwämme (*Discodermia polydiscus* Boc.), und die *Tetractinelliden* (*Geodia gigas* Lam., *Plakina monolopha* F. E. Schulze). An *Plakina* schliesst sich *Oscarella lobularis* O. Schm. an, eine skeletlose Form (*Myxospongie*).

Bei den *Monactinelliden* werden die Kieselnadeln vielfach durch Spongin zu einem Gerüst verklebt (*Cornacuspongien*) und können sogar vom Spongin vollkommen ersetzt werden. Typische *Cornacuspongien* sind ausser zahlreichen Meeresschwämmen die Süsswasserschwämme, Spongilliden: *Ephydatia fluviatilis* Lk. und *Spongilla lacustris* Lk. (Fig. 81, S. 112), welche als Ueberzüge von Steinen und von Wurzeln, die in das Wasser ragen, in Flüssen, Wassergräben, Tümpeln und Teichen weit verbreitet sind. Die natürliche Farbe ist ein liches Grau, welches aber durch eingenistete Algen in Grün verwandelt werden kann. Vor den meisten, vielleicht sogar allen marinen Verwandten haben die Süsswasserschwämme die Bildung der *Gemmulae* voraus; zeitweilig zerfällt der Weichkörper in kleine, rundliche Stücke, welche den Durchmesser eines dicken Stecknadelkopfes besitzen und sich mit einer festen Membran umgeben, die bei manchen Arten noch von Kieselstückchen, den Amphidiskien, verstärkt werden kann. Derartige „*Gemmulae*“ liegen auf dem von Kieselnadeln gebildeten Schwammgerüst und überdauern die Zeit, in welcher das Wasser des Aufenthaltsorts gefroren oder eingedunstet ist; unter günstigen Verhältnissen kriechen die Inhaltsportionen wieder aus und erzeugen kleine Spongillen. Die *Gemmulae*-bildung ist eine der bei Süsswasserthieren so verbreiteten, der Encystirung der Protozoen vergleichbaren Schutzvorrichtungen.

Wenn nun die Kieselnadeln gar nicht mehr angelegt werden und nur noch das Spongengerüst übrig bleibt, so erhalten wir die ***Ceraospongien*** oder ***Hornschwämme***.

Das Skelet der *Hornschwämme* besteht aus einer organischen Substanz, welche man Horn nennt, obwohl sie chemisch nicht mit dem Keratin der Nägel, Hufe, Haare und Federn der Wirbelthiere identisch ist. Die Substanz ist in Fäden abgelagert, welche durch Apposition wachsen und daher einen concentrisch geschichteten Bau besitzen. Die Anbildung neuer Massen erfolgt durch eine besondere, die Fasern bedeckende Zellschicht von Spongoblasten. Die Hornfäden sind stets nach allen Richtungen des Raums verästelt, die Aeste meist unter einander zu einem Gerüstwerk verwachsen.

Die bekanntesten *Hornschwämme* sind die *Badeschwämme*: *Euspongia officinalis* L., welche in verschiedenen Varietäten das Mittelmeer und andere Meere bevölkern. Am gesuchtesten sind die Levanteschwämme (*var. molissima*), nächstdem die Schwämme der Adria. Zur Verwendung kommt im Handel nur das Skelet, ein Gerüstwerk, dessen Balken wiederum aus Netzen feinsten Fasern bestehen. Den Weichkörper entfernt man, indem man ihn durch Quetschen abtödtet, ausfaulen lässt und die Reste mit Süss-



wasser auswäscht. Technisch verwerthbar, wenn auch weniger gut sind *Euspongia zimocca* O. Schm. und *Hippospongia equina* O. Schm. Pferdeschwamm, unbrauchbar dagegen die *Cacospongien*.

## II. Unterstamm.

### Cnidarien oder Nematophoren.

Die drei höheren Classen der *Coelenteraten* unterscheiden sich von den *Spongien* schon bei oberflächlicher Betrachtung, indem sie viel mehr den Eindruck thierisch belebter Körper machen. Dies hängt damit zusammen, dass die einzelnen Thiere, obwohl sie meist unter einander zu Colonien verbunden und auf dem Boden festgewachsen sind, auf Reize hin sich rasch und energisch zusammenziehen können. Am auffälligsten sind die Bewegungen an den Tentakeln, langen Fühlfäden, welche im Umkreis der Mundöffnung stehen und die Aufgabe haben, nach Beute zu tasten, dieselbe zu fassen und der Mundöffnung zuzuführen. Zum Abtöden der Beute bedienen sich die *Cnidarien* der *Cnidae* oder Nesselkapseln, welche in anderen Thierstämmen fehlen oder doch wenigstens nur äusserst selten (bei einigen *Protozoen*, *Turbellarien* und *Mollusken*) beobachtet werden (Fig. 159 *a* u. *b*). Diese systematisch sehr wichtigen Apparate sind ovale oder wurstförmige Bläschen mit einem flüssigen Inhalt und einer festen Membran. Jedes Bläschen ist an einem Ende in einen langen Schlauch verlängert, welcher meist so dünn ist, dass er wie ein Faden aussieht und daher auch Nesselfaden heisst. Der Nesselfaden kann in ganzer Ausdehnung mit Widerhaken bewaffnet sein oder er trägt nur wenige starke Widerhaken an seinem unteren, an die Nesselkapsel anschliessenden Ende. Der bis zu den Widerhaken reichende basale Abschnitt des Nesselfadens ist dicker als der übrige Theil. Im Ruhezustand (*a*) ist der Nesselfaden in das Innere der Kapsel eingestülpt und in Spiralwindungen aufgerollt; sein basales Ende kann dabei eine feste Axe bilden, um welche der Rest gewickelt ist. Bei Reizung des Thieres wird der Faden ausgeschnellt und erzeugt dem Angreifer eine Wunde, in welche der stark nesselnde, flüssige Inhalt eingeträufelt wird. Es giebt *Coelenteraten*, welche auf diese Weise selbst dem Menschen intensive Verbrennungen verursachen können.

Die Nesselkapsel entsteht als Plasmaproduct im Innern einer Zelle neben dem Kern. Die ausgebildete Nesselzelle reicht bis an die Körperoberfläche und endet hier mit einem Tasthaar oder Cnidocil, welches bei Berührung das Protoplasma reizt und dadurch zum Ausschiessen des Nesselfadens veranlasst. Vielfach ist die Nesselkapsel von einer

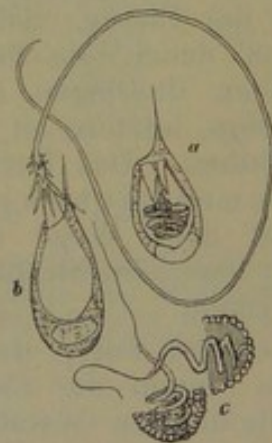


Fig. 159. Nesselzellen der *Cnidarien*. *a* Zelle mit Cnidocil und einem in der Kapsel aufgerollten Nesselfaden. *b* Nesselfaden, aus der Nesselkapsel hervorgeschleudert, an der Basis mit Widerhaken bewaffnet. *c* Klebzellen einer *Ctenophore* (aus Lang).



muskulösen Hülle umschlossen oder von einem Netz von Muskelfasern umspunnen.

Im Vergleich zu den *Schwämmen* kann man die *Cnidarien* epitheliale Organismen nennen. Ein bindegewebiges Mesoderm fehlt entweder ganz oder besitzt eine untergeordnete Bedeutung; dagegen liefert das Epithel der Körperoberfläche (Ektoderm) und das den Magen auskleidende Epithel (Entoderm) die wichtigsten Gewebe, wie Muskeln, Nerven, Sinnesorgane, Geschlechtsorgane, Nesselkapseln etc., weshalb man die *Cnidarien* auch zweiblättrige Thiere, *Diblasterien*, nennt.

## II. Classe.

### Hydrozoen (Hydromedusen).

Wenn man die einzelnen Classen der *Cnidarien* auf ihre Organisationshöhe prüft, kann man die *Hydrozoen* im System ebensowohl höher wie niedriger als die *Anthozoen* stellen; dies kommt daher, dass in der Classe, vielfach sogar bei jeder Art 2 Grundformen auftreten, von denen die eine im Bau den *Anthozoen* nachsteht, die andere ihnen überlegen ist. Erstere ist der sessile, meist coloniebildende *Polyp*, letztere ist die freibewegliche, mit Sinnesorganen gut versehene *Meduse*. Das Verhältniss beider zu einander ist gewöhnlich das des Generationswechsels. Der Polyp ist die Amme und erzeugt auf dem Wege der Knospung die Meduse, die Meduse dagegen ist das Geschlechtsthier, aus dessen Eiern sich wieder Polypen entwickeln.

Bau des Hydroidpolypen.

Der Polyp der Hydrozoen ist der *Hydroidpolyp*. Derselbe bildet im Stamm der *Cnidarien* eine wichtige Grundform, aus welcher sich alle übrigen Gestalten, die *Medusen*, *Scyphopolypen*, ja sogar die *Corallenpolypen* ableiten lassen; das beste Beispiel für ihn liefern uns die bei uns in Bächen und Tümpeln so weit verbreiteten, auf Wasserpflanzen festsitzenden *Süßwasserhydren*. — Der Körper einer *Hydra* (Fig. 87, 160) ist ein Schlauch, der mit dem hinteren, blind geschlossenen Ende, der Fußscheibe, sich festkleben kann, am vorderen Ende dagegen die Mundöffnung trägt, welche in einen einfachen Hohlraum im Innern des Thieres, den Magen, führt. Der Mund ist umstellt von einem Kranz langer Tentakeln, welche zum Ergreifen der Beute (besonders kleiner *Crustaceen*) dienen; sie sind Ausstülpungen der Körperwand und ermöglichen es, an letzterer zwei Theile zu unterscheiden, das innerhalb des Kranzes gelegene Peristom und das die Seitenwand bildende Mauerblatt.

*Hydra* hat nur zwei Körperschichten, das den Magen auskleidende, mit Geisseln versehene Entoderm und das die Körperoberfläche bedeckende Ektoderm (Fig. 161). Zwischen beiden liegt die Stützlammelle, eine structurlose Membran, welche keine Zellen enthält und daher auch nicht als eine besondere Körperschicht gelten kann. Jede der beiden Körperschichten besteht aus einer Lage Epithelmuskelzellen (cfr. S. 77), welche an ihrer Basis im Ektoderm longitudinale, im Entoderm circuläre, glatte Muskelfasern gebildet haben. Im Ektoderm lagern ferner Ganglienzellen, Nesselzellen und Geschlechtszellen. Die Nessel-



zellen drängen sich in grösserer Menge an den Tentakeln zu kleinen, mit Cnidocils bedeckten Wülsten zusammen. Die Geschlechtszellen erzeugen — indessen nur zu bestimmten Zeiten — im Ektoderm umschriebene Höcker: dicht unter den Tentakeln einen Kranz von Hoden, etwas tiefer die Eierstöcke (Fig. 160). Häufiger als in Geschlechtsreife

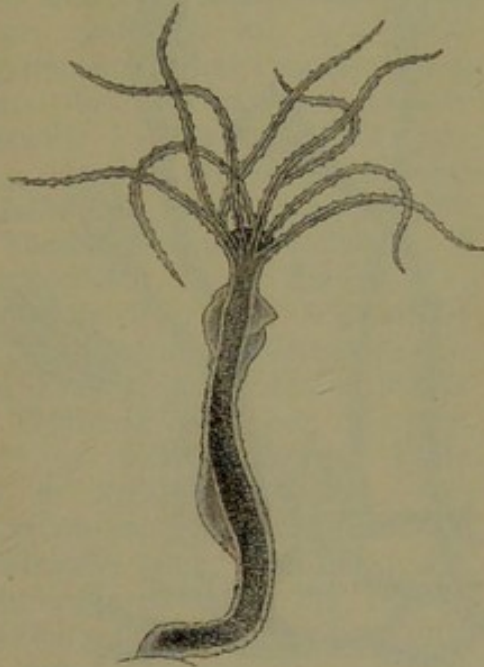


Fig. 160. *Hydra viridis*, oben mit einem Kranz von Hoden, tiefer mit einer Ovarialanschwellung.

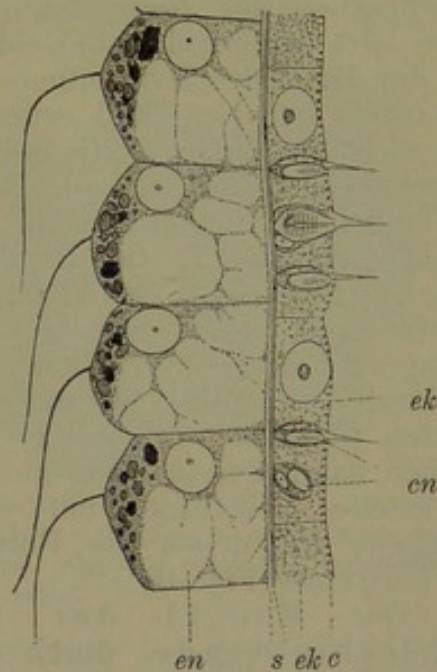


Fig. 161. Körperschichten von *Hydra* (nach F. E. Schulze aus Hatschek). en Entoderm, s Stützlamelle, ek Ektoderm mit Cuticula c und Nesselkapseln cn.

findet man die Süsswasserpolyphen in ungeschlechtlicher Vermehrung durch Knospung (Fig. 87, S. 117). Am Mauerblatt entstehen kleine Ausstülpungen, welche sich vergrössern, eigene Tentakeln und eine eigene Mundöffnung erhalten und sich dann ablösen.

Im Meere giebt es nun zahlreiche *Hydroidpolyphen*, welche der Hauptsache nach mit unserer *Hydra* übereinstimmen, in zwei wichtigen Punkten sich aber unterscheiden: 1) sie erzeugen selbst keine Geschlechtsorgane mehr; 2) sie vermehren sich ungeschlechtlich und bilden auf dem Weg unvollständiger Knospung mit wenigen Ausnahmen dauernde Colonien oder Stöcke (Fig. 162). Durch die Stockbildung wird eine Reihe von Einrichtungen veranlasst, die besondere Bezeichnungen nöthig gemacht haben. Die einzelnen Thiere einer Colonie nennt man Hydranthen; sie hängen durch das Coenosark unter einander zusammen, ein System von Röhren, welche wie die Hydranthen aus Entoderm, Stützlamelle und Ektoderm bestehen und, da sich auch der Hohlraum des Magens in sie hinein fortsetzt, eine gleichmässige Vertheilung der Nahrung in der Colonie bewirken. Die Coenosarkröhren können auf der Unterlage (Fels, Pflanzen, Schnecken schalen, Krebspanzer) hinkriechen und ein Geflecht, die Hydorrhiza, erzeugen,

Colonie-  
bildung,



oder sie steigen baumartig verästelt auf (Hydrocaulus); meist hat dieselbe Colonie sowohl Hydrorhiza wie Hydrocaulus.

Der Colonie wird die nöthige Festigkeit durch das Periderm geliefert, eine cuticulare Ausscheidung des Ektoderms, welche zu einer festen Röhre erstarrt. Bei einem Theil der *Hydroiden* (Fig. 163) hört die Peridermbekleidung an der Basis des Hydranthen auf, bei einem anderen Theil erweitert sie sich zu einer weitmündigen Glocke, in welche sich der Hydranth bei drohender Gefahr zurückziehen kann, die Hydrotheca (Fig. 164). Selten ist das Periderm in dicken Schichten abgelagert, welche verkalken und dadurch an die Skelete der echten *Corallen* erinnern; es entstehen dann massige oder zierlich verästelte Kalkstöcke mit Oeffnungen, aus denen die Polypen hervortreten (Fig. 165).

Bau der Meduse.

Der Mangel der Geschlechtsorgane, durch welchen sich die marinen *Hydroiden* von unserer *Süßwasserhydra* unterscheiden, erklärt sich aus dem Umstand, dass ebenfalls auf dem Wege der Knospung von der Colonie aus besonders gestaltete Geschlechtsthierchen erzeugt werden, welche sich

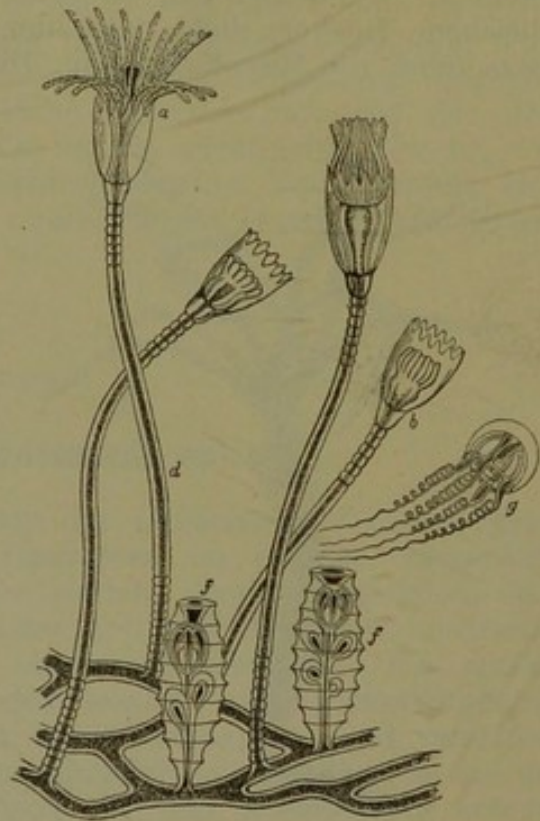


Fig. 162. *Campanularia Johnstoni*. *a* Hydranthen mit Hydrotheca, *b* im zurückgezogenen Zustand, *d* Hydrocaulus, *f* Gonotheca mit Blastostyl und Medusenknospen, *g* abgelöste Meduse (nach Allman).

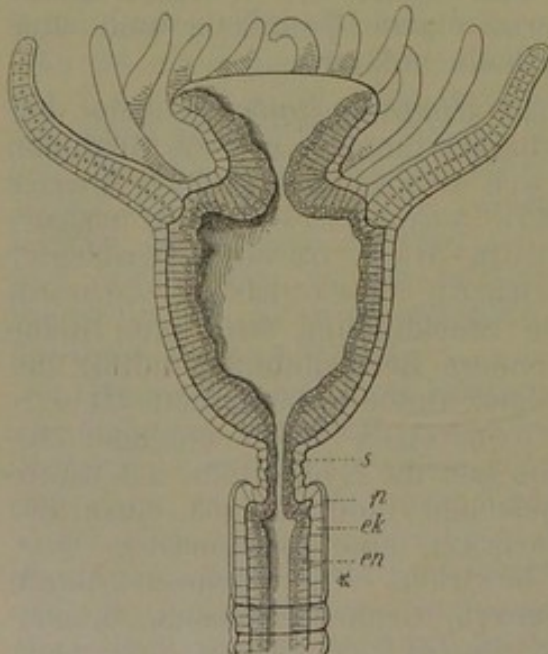


Fig. 163. *Eudendrium ramosum*. Für beide Figuren gelten: *en* Entoderm, *ek* Ektoderm, *p* Periderm, *s* Stützlammelle.

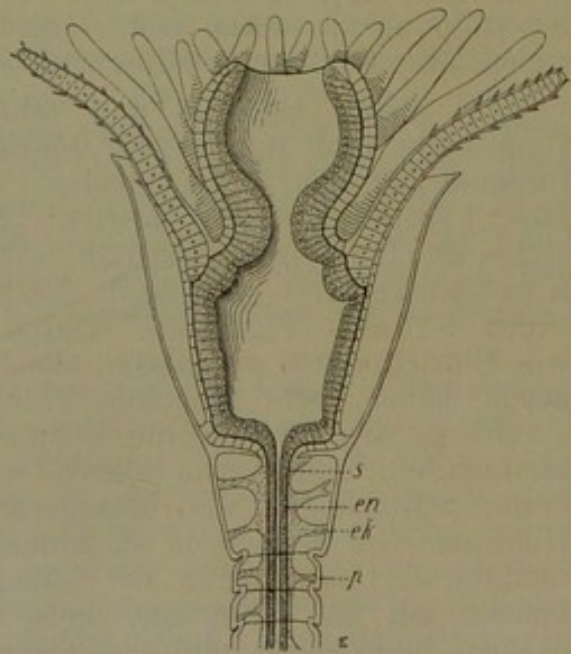


Fig. 164. *Campanularia geniculata*.



herumschwimmen; das sind die Medusen (Fig. 166, 167). Dieselben haben die Gestalt von hochgewölbten oder fast scheibenartig flachen Glocken und bestehen vorwiegend aus einer ausserordentlich wasserreichen Gallerte. Die Gallertglocke, der Schirm der Meduse, ist allseitig von Ektodermepithel bedeckt, sowohl auf der concaven Seite, Subumbrella, wie auf der convexen Wölbung, Exumbrella. Ueber den Schirmrand ragen beide Epithelschichten noch etwas weiter hervor, sind hier nur von einer Stützlamelle gestützt und erzeugen einen den Schirmrand umfassenden Saum, das systematisch bedeutungsvolle Velum oder Craspedon. Am Schirmrand selbst, also oberhalb des Velum, entspringen die Tentakeln: gewöhnlich 4, 8 oder Vielfache dieser Zahlen.

Vergleichbar dem Schirmstiel oder Glockenklöppel, hängt in den Glockenraum vom höchsten Punkt der Wölbung aus der Magen herab; an seinem unteren Ende trägt er die Mundöffnung; von seinem oberen Ende sendet er die Radialcanäle aus, welche auf der subumbrellaren Seite der Glocke verlaufen und am Glockenrand mittelst des Ringcanals zusammenhängen; ihre Zahl beträgt bei jungen Medusen nur 4, steigert sich aber bei manchen Arten im Laufe der Entwicklung auf mehr als Hundert. Magen und sämtliche bisher genannte Canäle sind von Entoderm ausgekleidet, welches sich auch in die Tentakeln hinein fortsetzt und deren Axe liefert.

Alle wichtigeren Organe entwickeln sich aus dem Ektoderm. Hoden oder Eierstöcke entstehen bei manchen Arten im Magenektoderm (Fig. 167), bei andern im ektodermalen Ueberzug der Radialcanäle (Fig. 166); beidesmal bilden sie ansehnliche, häufig schön roth oder orange gefärbte Verdickungen dieser Organe. — Ektodermale Längsmuskeln verleihen den Tentakeln die schlangenartige Beweglichkeit, welche den an das Medusenhaupt erinnernden Namen veranlasst hat. Circuläre, stets quer gestreifte Muskeln, welche auf der subumbrellaren Seite von Glocke und Velum verlaufen, bedingen die charakteristischen Bewegungen der Meduse. Durch ihre Contraction wird die Glocke stärker gewölbt und verengt; das Velum, sonst schlaff herabhängend (Fig. 166 A), springt dann diaphragmaartig in die Glockenmündung vor (Fig. 166 B). Indem dabei Wasser ausgepresst wird, schwimmt die Meduse durch Rückstoss mit der Glockenwölbung voran.

Die Ringmuskelschichten des Velum und der Subumbrella werden durch einen Zwischenraum unterbrochen, welcher für das Centralorgan der Meduse, den Nervenring, reservirt bleibt. Mit dem Nervenring hängen Sinnesorgane, die Randkörper, zusammen, einfachste Augen, rothe Pigmentflecke mit oder ohne Linse (Fig. 78 S. 107) und offene oder geschlossene Hörbläschen (Fig. 168). Tastborsten stehen besonders reich auf den Tentakeln.

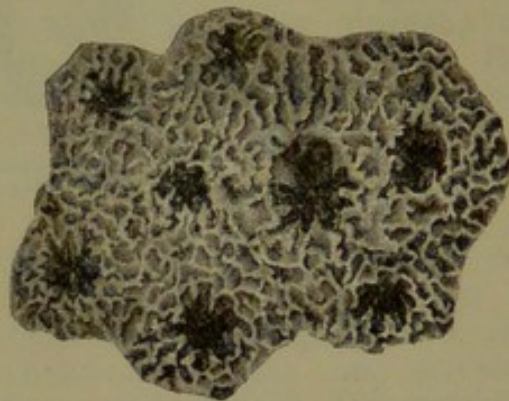


Fig. 165. *Millepora alcicornis*, ein Stück des Skelets schwach vergrößert (nach Agassiz).



Die Gehörorgane zeigen zweierlei Typen, welche beide als offene Gehörorgane beginnen und sich zu geschlossenen Hörbläschen vervollkommen. Der eine Typus findet sich bei den *Trachymedusen*, der andere bei den *Leptomedusen*. Die Gehörorgane der *Trachymedusen*, die Hörkölbchen,

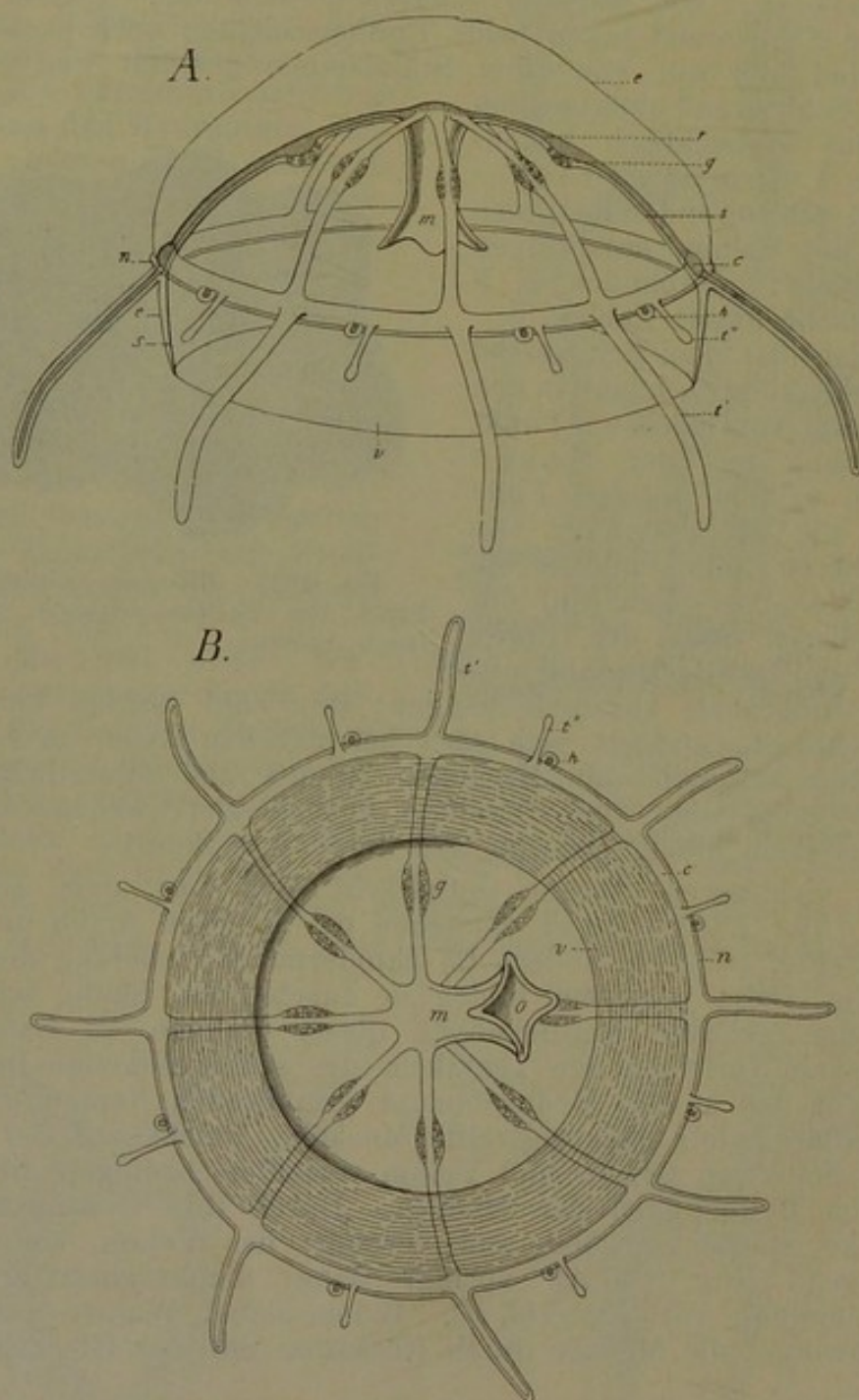


Fig. 166. *Rhopalonema velatum* (etwas schematisirt). *A* seitlich, *B* von unten gesehen. *e* Exumbrella, *s* Subumbrella, *m* Magen, *r* Radialcanäle, *c* Ringcanal, *t* Tentakeln, *t'* erster, *t''* zweiter Ordnung, *g* Geschlechtsorgane, *h* Hörbläschen, *n* Nervenring, *v* Velum, *o* Mund.

sind modificirte Tentakeln; die entodermale Tentakelaxe bildet die Otolithen, der ektodermale Ueberzug die Sinneszellen. Die Hörkölbchen sitzen bei den *Aeginiden* (Fig. 168 *A*) auf Hörpolstern, ragen im Uebrigen aber



frei in's Wasser; sie werden bei den *Trachynemiden* (B) von Epithel umwachsen und so in unvollkommen geschlossene Bläschen gehüllt; bei den *Geryoniden* (C) werden die Bläschen vollkommen geschlossen und sogar in die Tiefe in die Gallerte des Schirms verlagert. Die Gehörorgane der *Leptomedusen*,

die velaren Gehörorgane, sind bei manchen Arten noch kleine, weitmündige Gruben auf der subumbrellaren Seite des Velum, bei allen übrigen Arten jedoch (Fig. 168 D) abgeschnürte Bläschen, indem die Mündung der Grube sich geschlossen hat. Hier sind Sinneszellen und Otolithenzellen beide ektodermaler Herkunft.

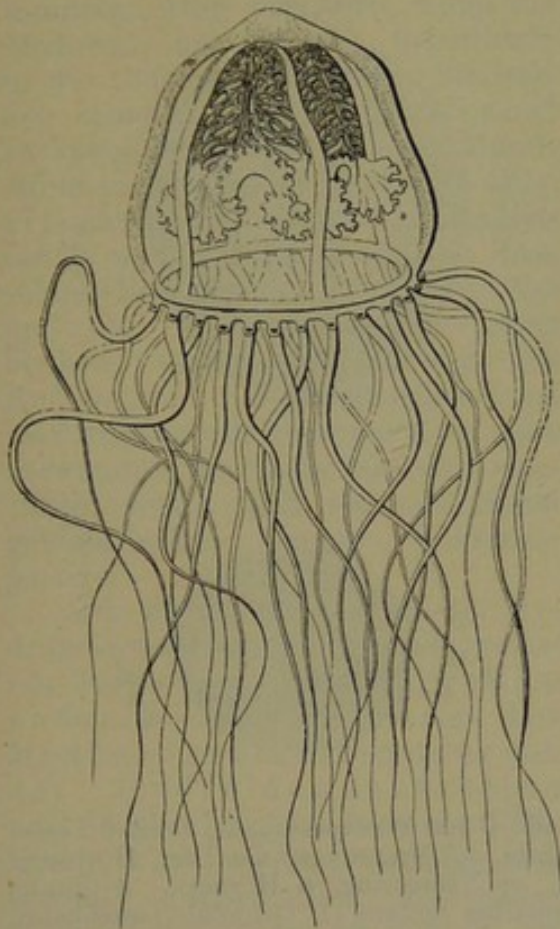


Fig. 167. *Tiara pileata* (aus Hatschek nach Haeckel).

So sehr sich nun auch die Meduse in ihrem Bau von dem Hydroidpolypen unterscheidet, so führt doch eine genaue vergleichend-anatomische und entwicklungsgeschichtliche Untersuchung zu dem Resultat, dass sie nur ein höher entfalteter, an die schwimmende Lebensweise angepasster Hydroidpolyp ist. Um die Meduse auf den Polypen zurückzuführen, muss man sich vorstellen, dass die Längsaxe des Polypen sich verkürzt hat und dass dadurch sein cylindrischer Körper zur Scheibenform abgeplattet wurde (Fig. 169, 170), dass ferner die Stützlamelle der Fußscheibe und des Mauerblattes zu einer ansehn-

Vergleich  
zwischen  
Meduse und  
Polyp.

lichen Gallertschicht verdickt worden ist. Dann erklärt sich leicht die Anordnung des Gastrovascularsystems; Magen, Ringcanal und Radialcanäle sind die Reste des Hydroidenmagens, dessen Hohlraum durch den Druck der Gallerte in den dazwischen gelegenen Partien verödet. Zu diesen Umgestaltungen treten dann als Neubildungen noch die Sinnesorgane und das Velum hinzu.

Die Rückführung der Meduse auf den Bau des Polypen ist für das Verständniss der Entwicklungsgeschichte von Bedeutung. Dieselbe hat gewöhnlich den Charakter eines Generationswechsels. Aus dem Ei einer Meduse entsteht eine Flimmerlarve, welche sich festsetzt, Mundöffnung und Tentakeln entwickelt und durch fortgesetzte Knospung ein Hydroidenstöckchen liefert. Das Hydroidenstöckchen ist die „Amme“; es hat nie Geschlechtsorgane, erzeugt aber auf dem Weg der Knospung die Geschlechtsthiere, die sich ablösen und frei herumschwimmenden Medusen. Da Polyp und Meduse dem Obigen zufolge morphologisch einander gleichwerthig sind, hat das Hydroidenstöckchen zur Zeit, wo die Loslösung der Medusenknospe noch nicht erfolgt ist, den Cha-

Entwicklu



rakter einer polymorphen Colonie, bestehend aus Individuen, welche nur ungeschlechtlich sich fortpflanzen (Hydranthen), und aus

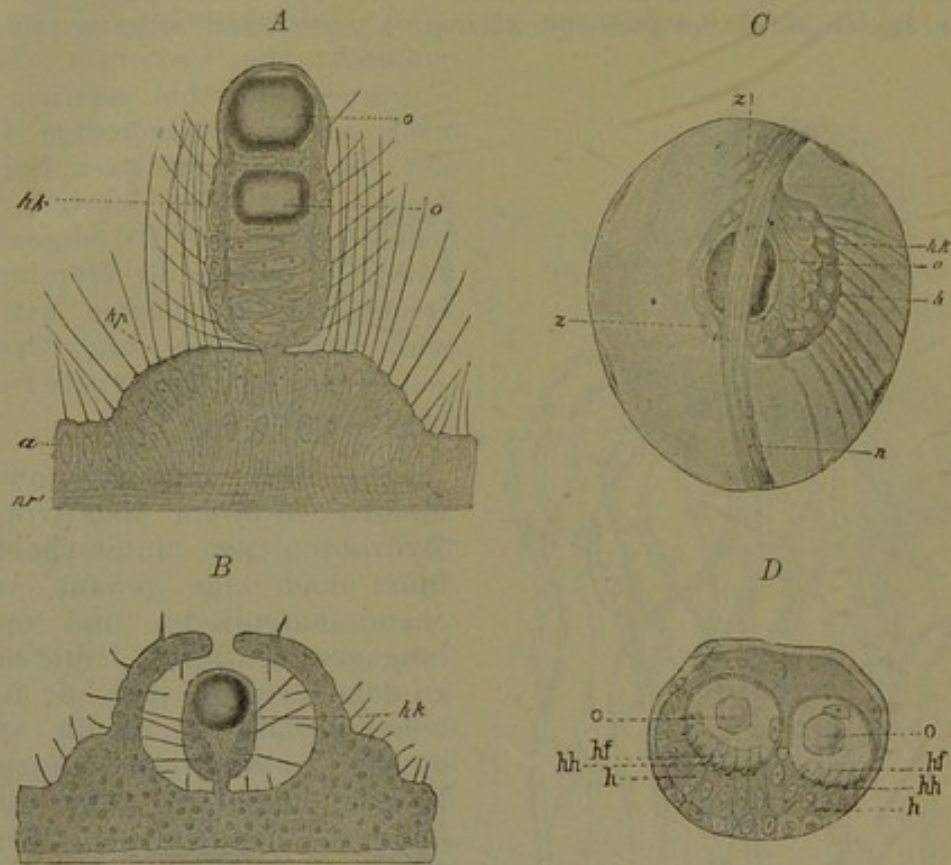


Fig. 168. Gehörorgane von Medusen. A—C von *Trachymedusen*, D einer *Leptomeduse*. *a* Epithel, *h* Hörzellen, *hh* Hörhaare, *hf* Ursprungsstellen der Hörhaare, *hk* Hörkölbchen, *hp* Hörpolster, *o* Otolithen, *nr* Nervenring, *n* Hörnerv. A *Cunina lativentris*, B *Rhopalonema velatum*, C *Carmarina hastata*, D *Octorchis Gegenbauri*.

solchen, welche die geschlechtliche Fortpflanzung übernommen haben (Medusen). So gelangen wir zur Vorstellung, dass der Generationswechsel der Hydroiden durch Arbeitstheilung oder Polymorphismus

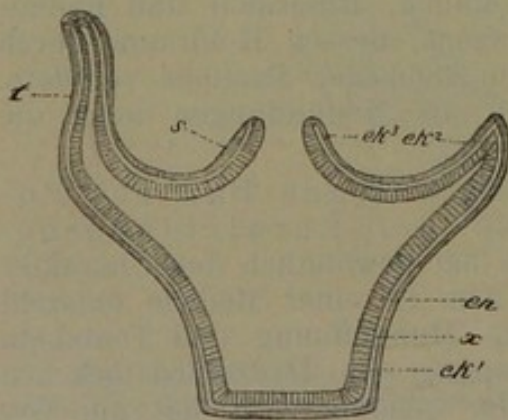


Fig. 169. Schematischer Längsschnitt durch einen Polypen.

*s* en Entoderm, *el* Entoderm-lamelle durch Zusammenpressen der Magenwand entstanden, *ek* Ektoderm, *ek*<sup>1</sup> der Exumbrella, *ek*<sup>2</sup> der Subumbrella, *ek*<sup>3</sup> des Magens, *r* Ringcanal, *s* Subumbrella, *t* Tentakeln, *v* Velum, *x* Gallerte resp. die correspondirende Stützlamelle.

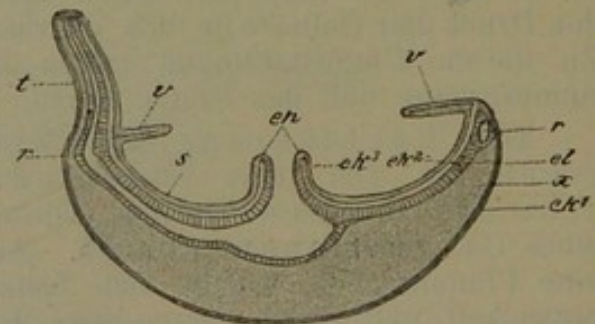


Fig. 170. Schematischer Längsschnitt durch eine Meduse.



ursprünglich gleichwerthiger Individuen entstanden ist, indem ein Theil derselben (die Geschlechtsthiere) sich ablöste und einen eigenartigen Bau gewann.

Wie der Generationswechsel aus dem Polymorphismus hervorgegangen ist, so kann er sich auch wieder in denselben zurückverwandeln. Dies geschieht, wenn die Medusen, anstatt sich loszulösen, in der Colonie verbleiben. Sie werden dabei zu den „Sporosacs“ rückgebildet, indem sie stets Mundöffnung, Velum und Tentakeln (Fig. 171) einbüßen, oft auch die Radialcanäle und den Ringcanal, so dass schliesslich nur der Magen (Spadix) und die Geschlechtsorgane übrig bleiben, letztere umhüllt von den Rudimenten des Medusenschirms. Da Medusen und Sporosacs bei nahe verwandten Arten für einander vicariiren, nennt man sie mit einem gemeinsamen Namen „Gonophore“.

Die Entwicklungsweise der Hydrozoen kann noch nach zwei weiteren Richtungen abändern, indem entweder die Bildung der Medusengeneration oder die der Hydroidengeneration unterbleibt. Im ersteren Falle haben wir Polypen, welche sich sowohl geschlechtlich als ungeschlechtlich fortpflanzen können, im anderen Falle Medusen, aus deren Eiern direct wieder Medusen entstehen. Im Ganzen ergeben sich somit vier Fälle: 1) Polypen erzeugen, zeitweilig geschlechtlich, zeitweilig ungeschlechtlich, stets nur Polypen; 2) Medusen erzeugen stets nur Medusen; 3) Polypen und Medusen stehen miteinander im Generationswechsel; 4) Polypen und sessile Medusen, d. h. Sporosacs, bleiben zu einem polymorphen Thierstock vereint.

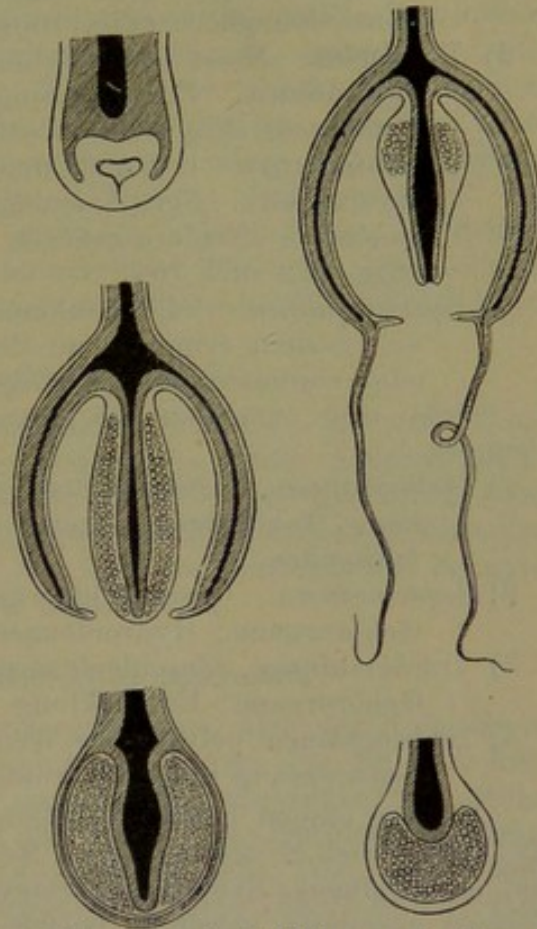


Fig. 171. Zurückführung des Sporosacs auf die Meduse; zu oberst 2 Entwicklungsstadien von Medusen, darunter 3 verschiedengradig rückgebildete Sporosacs (aus Hatschek).

Nach ihrer geographischen Verbreitung sind die *Hydro-medusen* als marine Thiere zu bezeichnen. Die Hydroidenstöckchen finden sich meist an felsigen Küsten oder in Tiefen bis zu 100 m; ja selbst in Tiefen von 7800 m sind sie beobachtet worden. Die Medusen gehören der pelagischen Thierwelt an. Als Ausnahmen von der Regel und als ausschliessliche Süsswasserbewohner kannte man lange Zeit über nur die zum grossen Theil auch bei uns einheimischen Arten der kosmopolitischen Gattung *Hydra*. In der Neuzeit sind weitere Süsswasserbewohner bekannt geworden, und zwar sowohl Hydroiden (*Protohydra Ryderi* Potts in Amerika, *Polypodium hydriforme* in Russland), als auch Medusen (*Limnocodium Sowerbyi* Lank. in Brasilien, *Limnocoidea Tanganyicae* Gthr. in Afrika, *Halomises lacustris* Kenn. auf Trinidad). An der Grenze

Verbreitung  
und  
Systematik.



von Süss- und Salzwasser, im Brackwasser, siedelt sich *Cordylophora lacustris* Allm. an. — Bei der Systematik kann man sowohl die Hydroidenform wie die Medusenform zu Grunde legen. Bei ausschliesslicher Berücksichtigung der Hydroiden kommt man zu vier Gruppen:

- 1) *Hydrarien*. Polypen mit ungeschlechtlicher und geschlechtlicher Fortpflanzung; ohne dauernde Coloniebildung, ohne Periderm, ohne Gonophore (Fig. 160).
- 2) *Tubularien*. Meist coloniebildende Polypen mit Periderm, aber ohne Hydrotheca, Fortpflanzung durch Gonophoren (Medusen oder Sporosacs) (Fig. 88 und 163).
- 3) *Campanularien*. Coloniebildende Polypen mit Periderm und mit Hydrotheca; Fortpflanzung durch Gonophoren, welche in besonderen Peridermkapseln, den Gonotheken, eingeschlossen sind (Fig. 162 und 164).
- 4) *Hydrocorallinen*. Coloniebildende Polypen mit massigem, verkalktem, an Corallen erinnerndem Periderm; Fortpflanzung durch Sporosacs oder rudimentäre kurzlebige Medusen.

Geht man von den Medusen aus, so erhält man ebenfalls vier Gruppen:

- 1) *Anthomedusen*. Geschlechtsorgane in den Wandungen des Magens; keine Gehörorgane, meist aber Augenflecke; Hydroidengeneration vorhanden.
- 2) *Leptomedusen*. Geschlechtsorgane an den Radialcanälen; meist velare Gehörorgane; Hydroidengeneration vorhanden.
- 3) *Trachymedusen*. Geschlechtsorgane an den Radialcanälen; tentakulare Gehörorgane; Entwicklung direct ohne Hydroidengeneration.
- 4) *Siphonophoren*: polymorphe, freischwimmende Stöcke von *Anthomedusen*; Entwicklung ohne Hydroidengeneration.

Da aus obigen beiden Tabellen ersichtlich ist, dass es Medusen ohne Hydroiden und Hydroiden ohne Medusen giebt, so kann ein einheitliches und erschöpfendes System nur durch gleichmässige Berücksichtigung beider Formen gewonnen werden. Hierbei ergibt sich, dass die *Anthomedusen* mit den *Tubularien*, die *Leptomedusen* mit den *Campanularien* zusammenfallen, da die jedesmaligen Medusen und Polypen im Generationswechsel stehen. Dazu kommen zwei Gruppen ohne Hydroiden, *Trachymedusen* und *Siphonophoren*, und zwei Gruppen, bei denen die Polypen die Hauptrolle spielen, die *Hydrocorallinen* mit rudimentären Medusen und die *Hydrarien*, bei denen die Medusengeneration ganz fehlt. Die einzelnen Hydroidpolypen pflegen wenige Millimeter oder Bruchtheile von Millimetern gross zu sein; eine Ausnahme bildet der in grosser Tiefe lebende *Monocaulus imperator* (1 Meter lang). Die Hydroidencolonien messen nach Centimetern; selten werden sie 1 Meter hoch. Die Grösse der Medusen variiert zwischen wenigen Millimetern und wenigen Centimetern. Bei einer der grössten Formen, *Aequorea forskalea*, beträgt der Schirmdurchmesser bis zu 40 Centimeter.

### I. Ordnung. Hydrarien.

Aus der Gruppe der *Hydrarien* kannte man lange Zeit über nur die Süsswasserpolypen, die verschiedenen, meist kosmopolitischen Arten der Gattung *Hydra*. Den grössten Theil des Jahres über pflanzen sich die Thiere ungeschlechtlich durch Knospung fort (Fig. 87), nur zeitweilig erhalten sie Geschlechtsorgane (Fig. 160). Die Eier bleiben während der Furchung und der Keimblattbildung mit dem Mutterthier in Verbindung,



bilden dann eine feste Embryonalschale und fallen ab, um, so vor Unbilden geschützt, während Trockenheit oder Frost die Existenz der Art zu sichern; in diesem „Cystenzustand“ können sie auch durch Wind oder Wasservögel verschleppt werden. *Hydra grisea* L., grössere bräunliche Form; *H. viridis* L., durch Symbiose mit Algen grün gefärbt. Die Süßwasserpolyphen wurden von Trembley zu seinen berühmten Regenerationsversuchen verwandt. Es hat sich bei denselben herausgestellt, dass kleine, abgeschnittene Stücke sich zu ganzen Thieren ergänzen, wenn sie beide Körperschichten enthalten. In seltenen Fällen kann sogar ein einzelner Tentakel sich zu einem Thier regeneriren. Dagegen hat sich nicht bestätigt, dass umgestülpte Thiere am Leben bleiben, sofern nicht eine Rückverlagerung der Körperschichten eintritt. — Weitere *Hydrarien* sind: das auf Sterleteiern schmarotzende, noch weiterer Untersuchung bedürftige *Polypodium hydriforme* Ussow und die tentakellose *Protohydra Ryderi* Potts. Wahrscheinlich gehört auch hierher die marine *Haleremita cumulans* Schaud.

## II. Ordnung. Hydrocorallinen.

Die Hydrocorallinen kommen ausschliesslich im Meere vor und bilden hier Colonieen von vielen Tausenden von Individuen, deren massives Kalkskelet so sehr an die Skelete echter Corallen erinnert, dass man die hierher gehörigen Familien der weisslichen *Milleporiden* und rosenfarbenen *Stylasteriden* für echte Corallen erklärte, bis man mit den lebenden Einzelthieren bekannt wurde. *Stylaster roseus* Gray. *Millepora alcicornis* L.

## III. Ordnung. Tubulario-Anthomedusen.

Als Regel gilt, dass die mit Periderm versehenen, aber der Hydrotheca entbehrenden, fast ausnahmslos coloniebildenden Polyphen (Fig. 88, 163) freibewegliche Anthomedusen erzeugen. Letztere sind, abgesehen von ihren magenständigen Geschlechtsorganen und dem Mangel der Hörbläschen, meist schon an ihrer hochgewölbten Glocke zu erkennen (Fig. 167); auch sind sie häufig mit Ocellen ausgerüstet (*Ocellaten*). Daneben kommt es vor, dass die Medusen als Sporosacs in der Colonie verbleiben. So erzeugt in derselben Familie der *Tubulariden* die *Corymorpha nutans* Sars Medusen, die *Tubularia larynx* L. Sporosacs. — Alle hierher gehörigen Arten (z. B. die Hydroiden *Syncoryne Sarsi* Lov., *Hydractinia echinata* Flem., *Eudendrium ramosum* Johnst., die Medusen *Tiara pileata* Forsk., *Rathkea fasciculata* Pér. et Les. (*Lixxia Köllikeri* Gegenb.) sind marin; eine Ausnahme macht *Cordylophora lacustris* Allm., ein reich verzweigtes Stöckchen mit Sporosacs; von Haus aus ein Brackwasserbewohner, dringt das Thier allmählig in's Süßwasser vor.

## IV. Ordnung. Campanulario-Leptomedusen.

Von den Repräsentanten der vorigen Ordnung sind die Thiere leicht zu unterscheiden, die stets ansehnliche Colonieen bildenden Hydroiden vermöge der Anwesenheit der Hydrotheca (Fig. 162, 164), die Medusen vermöge ihres flach gewölbten Schirms, der velaren Hörbläschen und der Lage der Geschlechtsorgane an den Radialcanälen. Eine Besonderheit der Gruppe sind die Gonotheken, geschlossene Peridermhüllen, innerhalb deren die Gonophoren an einem besonderen mund- und tentakellosen Polyphen, dem Blastostyl (Fig. 162 f), entstehen. Die typischen *Campanulariden* erzeugen Medusen, so die *Campanularia Johnstoni* Johnst., das *Phialidium variabile* Claus. Bei den *Sertulariden* und *Plumulariden* finden sich dagegen Spor-



sacs. *Sertularia abietina* L., *Plumularia pinnata* Lam. Sehr verbreitete Medusen sind: *Aequorea forskalea* Pér. et Les., *Irene pellucida* H.

### V. Ordnung. Trachymedusen.

Die *Trachymedusen* gleichen den *Leptomedusen* nicht nur in ihrer Gestalt, sondern auch im Besitz von Hörbläschen und in der Lagerung der Geschlechtsorgane an den Radialcanälen. Indessen entstehen ihre Hörorgane nicht aus dem Velum, sondern sind umgewandelte Tentakeln, also ganz andere Gebilde. Dazu kommt als wichtigster Unterschied der Mangel des Generationswechsels, die directe Entwicklung der Meduse. Dies gilt besonders von *Trachynemiden* und *Geryoniden*: *Rhopalonema velatum* Gegenb. und *Carmarina hastata* H., während bei den auch sonst abweichend gebauten *Aeginiden* (*Narcomedusen*) einige Medusen wenigstens von parasitisch lebenden Ammen durch Knospung erzeugt werden. *Cunina parasitica* Metschn.

### VI. Ordnung. Siphonophoren.

Die *Siphonophoren* sind Colonieen, welche zu den herrlichsten Repräsentanten der pelagischen Thierwelt gehören und ihrem Aussehen nach sich am besten mit Blumenguirlanden vergleichen lassen. Wie eine Guirlande aus Blumen und Blättern besteht, die an einem Faden aufgereiht sind, so besteht eine *Siphonophore* aus zahllosen, theils glasartig durchsichtigen, theils farbigen Einzelthieren, die von einem gemeinsamen Strang entspringen (Fig. 172, 173). Der Strang,

die Coenosarkröhre oder der Stamm, ist äusserst muskulös und enthält im Innern einen von Entoderm ausgekleideten Centralcanal, ein Nahrungsreservoir, von dem aus die Einzelthiere der Colonie gespeist werden. Sein vorderes Ende umschliesst bei den meisten Arten ein abgeschlossenes, mit Luft gefülltes Säckchen, den Pneumatophor oder die Luftkammer, welche als hydrostatischer Apparat functionirt und die senkrechte Stellung der Colonie im Meere bedingt.

Die von der Coenosarkaxe entspringenden Einzelthiere dienen verschiedenen Functionen und sind in Folge dessen auch verschieden gebaut. Unmittelbar auf die Luftkammer folgen gewöhnlich mehrere Reihen von Schwimglocken, Thiere, welche von der Organisation der Meduse nur das zur Fortbewegung Nöthige, Glocke und Velum (Fig. 172 *sg*), ausserdem die zur Ernährung dienenden, vom Coenosarkrohr aus versorgten Ring- und Radialcanäle be-

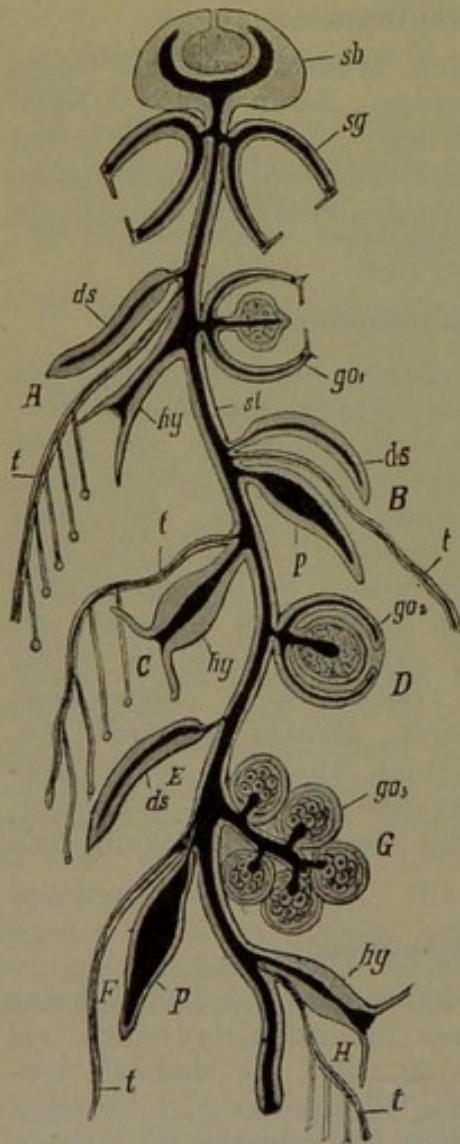


Fig. 172. Schema einer *Siphonophore* (aus Lang). *sb* Luftkammer, *sg* Schwimglocken, *ds* Deckstücke, *t* Tentakeln, *go* Gonophoren, *hy* Fresspolypen, *p* Taster, *st* Stamm, A—H verschiedene Arten der Ausbildung und der Gruppierung der Individuen.



wahrt haben. Die anschliessenden, zum Schutz dienenden, medusenartigen Thiere, die Deckstücke (*ds*), sind feste Gallertplatten und haben auch den Ringcanal, die Muskulatur und die Glockengestalt der Meduse eingebüsst. Zur Ernährung des Ganzen dienen besondere Polypen mit trompetenartig erweiterter Mundöffnung, die Fresspolypen (*hy*), welche die Nahrung mittelst ihrer grossen Massen von Drüsenzellen verdauen (Leberstreifen) (S. 87, Fig. 54) und durch Vermittlung des Coenosarkrohrs allen übrigen Individuen des Stockes zuführen. Sie besitzen an ihrer Basis den Fangfaden (*t*), einen langen, muskelreichen Strang, von welchem feine seitliche Fäden, die Senkfäden, herunterhängen. Die Senkfäden enden mit buntgefärbten Anschwellungen, welche Nesselknöpfe heissen, da sie aus dicht gedrängten, auffallend grossen Nesselkapseln bestehen; sie sind der Grund, weshalb alle *Siphonophoren* nesseln, manche in so empfindlicher Weise, dass sie wegen der ausgedehnten Verbrennungen, die sie erzeugen, selbst von den Menschen gefürchtet werden. Ebenfalls an Polypen erinnern die Taster (*p*), mundlose, geschlossene Schläuche, welche durch ihre grosse Reizbarkeit und Beweglichkeit ausgezeichnet sind. Von allen Thieren der Colonie entwickeln sich endlich am spätesten die meist prächtig gefärbten Geschlechtsthier (go). Sie gleichen den Gonophoren der *Tubularien*, verbleiben meist als mehr oder minder rückgebildete Sporosacs in der Colonie und lösen sich nur äusserst selten als kleine, tentakellose *Anthomedusen* (*Chrysomitren*) ab.

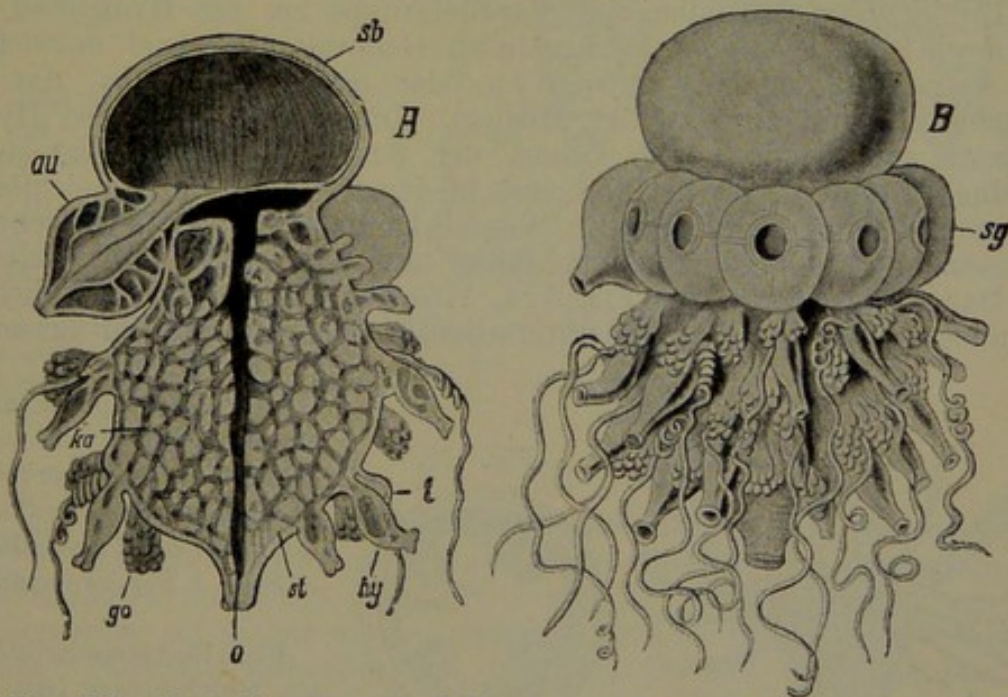


Fig. 173. *Stephalia corona* (nach Haeckel aus Lang). A der Länge nach halbiert, B Ansicht des ganzen Thieres. *sb* Luftkammer mit (*au*) zuleitendem Canal, *sg* Schwimmglocken, *go* Gonophoren, *ka* Canalsystem des Stammes (*st*), *o* Mundöffnung des Stammes, *hy* Fresspolypen, *t* Tentakeln.

Dem Gesagten zu Folge sind die *Siphonophoren* ein ausgezeichnetes Beispiel für Arbeitstheilung und den dadurch bedingten Polymorphismus der Individuen; letzterer kann innerhalb der Ordnung einen so hohen Grad erreichen, dass manche Siphonophoren durchaus den Eindruck einheitlicher Individuen mit einer Vielheit von Organen machen.



1) *Calycophoreen* (*Calyconecten*). Keine Luftflasche, vorderes Ende der Colonie durch 1—2 grosse Schwimmglocken eingenommen (Fig. 106), die übrigen Individuen sitzen in Abständen von einander, zu kleinen Gruppen vereint, welche häufig vor Eintritt der Geschlechtsreife sich ablösen und eine Zeit lang — früher unter dem Namen *Eudozien* als selbständige Thiere beschrieben — herumschwimmen. *Praya maxima* Gegenb.

2) *Physophoreen* (*Physonecten*). Luftflasche vorhanden, aber klein; auf die Luftflasche folgt eine Säule von Schwimmglocken, dann die übrigen Individuen der Colonie. *Physophora hydrostatica* Forsk., *Apolesia uvaria* Less., äusserst schmerzhaft nesselnd.

3) *Physaleen* (*Cystonecten*). Luftflasche stark vergrössert, füllt den gesamten Coenosarkcanal aus, auf dessen untere Seite der Ursprung der Einzelthiere beschränkt bleibt. Die Thiere schwimmen stets an der Oberfläche des Wassers und treiben, zum Theil über den Wasserspiegel hervorragend, wie Segel vor dem Wind. *Physalia arethusa* Til.

Den bisher genannten Formen werden vielfach unter dem Namen *Disconanthen* als eine vollkommen abweichende Gruppe gegenübergestellt: *Verella spirans* Eschz. und *Porpita mediterranea* Eschz., Luftflasche eine chitinöse Scheibe mit concentrischen Luftcanälen.

### III. Classe.

#### Scyphozoen (Scyphomedusen).

Die *Scyphozoen* bilden eine Parallelgruppe zu den Hydrozoen, insofern sie sich ebenfalls häufig durch Generationswechsel entwickeln. Die Amme ist der Scyphopolyp oder das Scyphostoma, das Geschlechtsthier die acraspede Meduse. Im Gegensatz zu den Hydro-medusen spielt jedoch die Amme, der Scyphopolyp, eine untergeordnete Rolle; er ist bei den verschiedensten Arten sehr gleichförmig gebaut und kann sogar ganz in Wegfall kommen (*Pelagia*), während die Medusengeneration sehr mannichfaltig und stets wohl entwickelt ist.

Bau des  
Scyphostoma.

Das Scyphostoma (Fig. 174, 175) hat eine äussere Aehnlichkeit mit unserer *Süsswasserhydra*, unterscheidet sich aber von ihr äusserlich

Fig. 174.

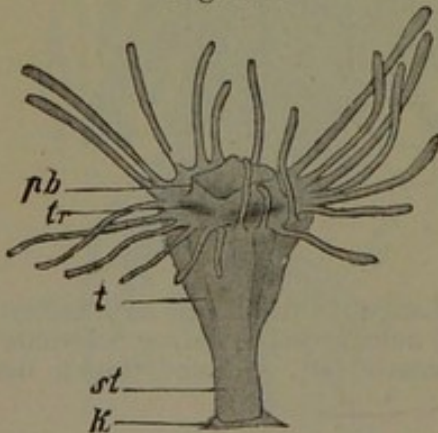


Fig. 175.

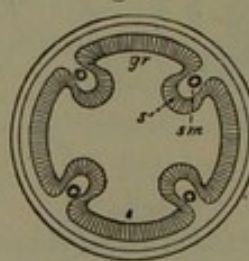


Fig. 174. Scyphostoma von *Aurelia aurita* (aus Korschelt-Heider). *pb* Peristomrüssel, *tr* trichterförmige Einsenkungen des Peristoms, *t* Gastralfalten, *st* Stiel, *k* Peridermnapf.

Fig. 175. Querschnitt durch ein Scyphostoma (aus Hatschek). *gr* Magentaschen, *s* Gastralfalten, *sm* Muskeln in denselben.

durch einen kleinen Peridermnapf, in welchem das hintere Ende fest sitzt, innerlich hauptsächlich durch 4 Längsfalten, welche in den Magen hineinragen und von dem hinteren Ende bis zum Rand der Mundöffnung reichen. Diese „Gastralfalten“ oder „Septen“ (Taeniolen) geben sich auf Querschnitten als kleine, von einem Fortsatz der Stützlamelle gestützte



Entodermfalten zu erkennen; sie sind morphologisch wichtig, indem sie bei der Knospung der Medusen die Gastral tentakelchen derselben liefern, ferner als erste Anlage des bei den *Anthozoen* so hoch entwickelten Septensystems.

Die acraspeden Medusen, meist grosse, 0,1—1 Meter messende Thiere, besitzen einen flach gewölbten Schirm von oft knorpelartiger Consistenz; sie unterscheiden sich von den Craspedoten äusserlich sofort durch die Einkerbungen des Schirmrands, welche die Peripherie in Lappen abtheilen. Wenn wir uns zunächst an die gewöhnlichen Formen halten, so sind mindestens 8 Lappen vorhanden

Bau der  
Medusen.

Fig. 176.

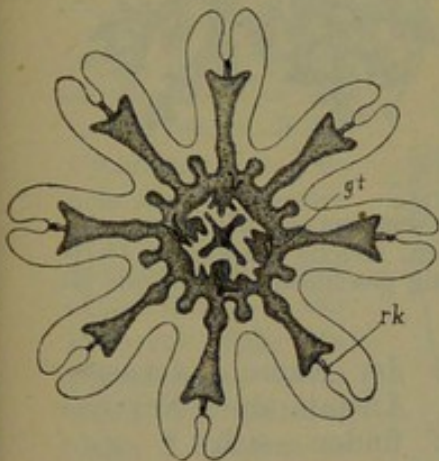
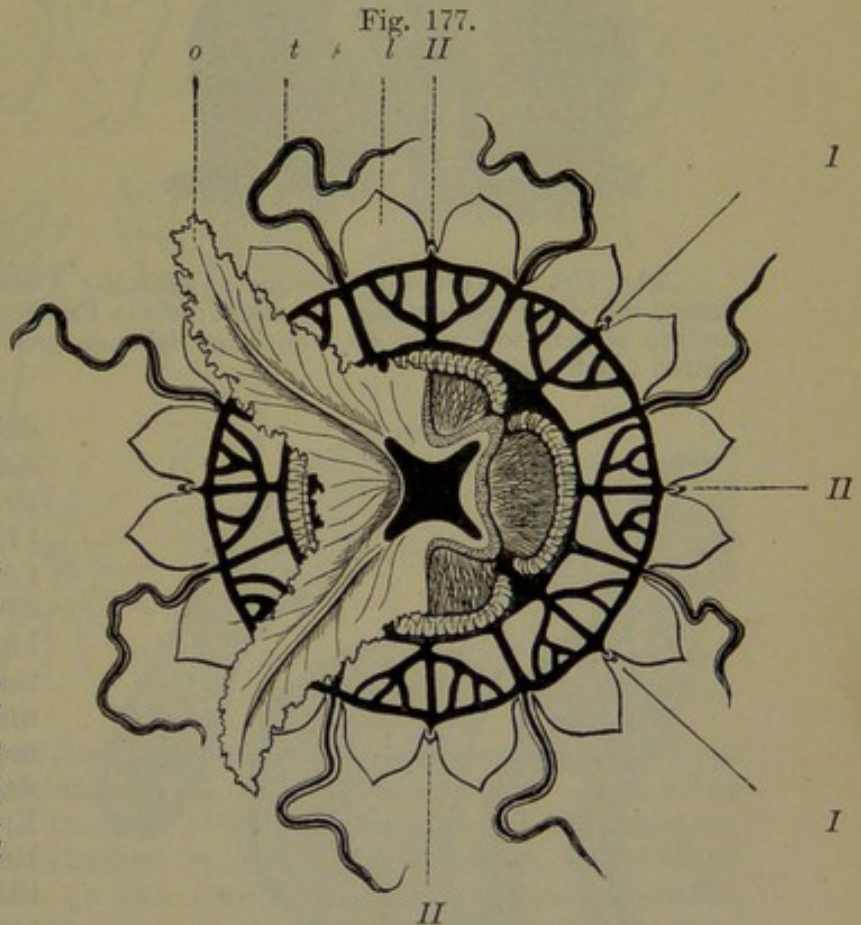


Fig. 176. Ephyra von *Cotylorhiza tuberculata*. *gt* Gastral tentakelchen, *rk* Randkörper (nach Claus).

Fig. 177. *Ulmaris prototypus* (aus Hatschek). *I* Radien erster Ordnung (Perradien), mit den Mundarmen (*o*), welche rechts entfernt sind, *II* Radien zweiter Ordnung (Interradien), in ihnen liegen die Geschlechtsorgane, *t* Tentakeln, bezeichnen die Adradien, *l* Randlappen.



(Fig. 176, 177), welche am Ende tief eingekerbt sind, in dieser Kerbe je einen Sinneskörper tragen und daher Sinneskörperlappen heissen. Die 8 Sinneskörperlappen (Fig. 177 *I* und *II*) schliessen bei manchen Medusen dicht an einander, bei anderen werden sie durch eine „intermediäre“, ebenfalls gekerbte und gelappte Strecke von einander getrennt und sind dann oft nur durch genaue Untersuchung herauszufinden (Fig. 178). In den Kerben zwischen den Sinneskörperlappen oder in den Kerben der intermediären Strecke entspringen die Tentakeln, sofern sie nicht rückgebildet sind.

Durch die Sinneskörper werden in der Meduse 8 Hauptradien gekennzeichnet, von denen 4 die Perradien, 4 mit ihnen alternirende die Interradien heissen (Fig. 176). Adradien endlich nennt man radiale Linien, welche zwischen den Hauptradien liegen.

Die Lappung des Schirmrands übt einen fundamentalen Einfluss auf alle übrigen Organe aus; zunächst bedingt sie den Mangel des



Velum, welches functionell durch eine dicke circuläre Muskelmasse (Fig. 83 m, S. 112) auf der Subumbrella des Schirms ersetzt wird;

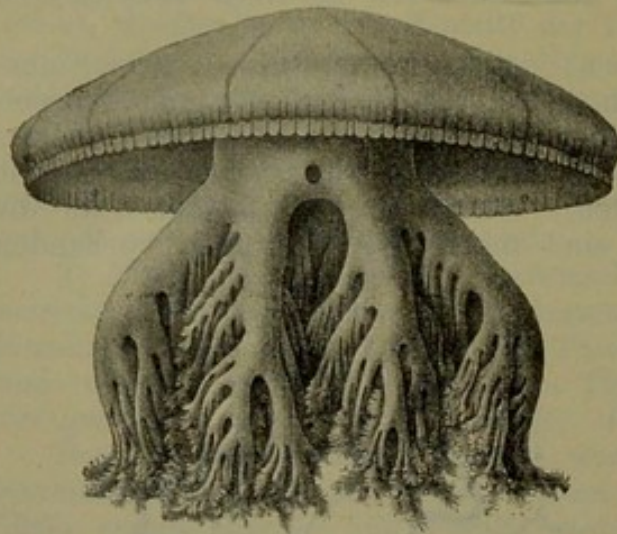


Fig. 178. *Polyclonia frondosa* in seitlicher Ansicht, daneben ein Mundarm von unten, um die Verästelungen zu zeigen; *d* die Endläppchen, welche die kleinen Oeffnungen tragen, welche in die zum Darm leitende, canalartig geschlossene Armrinne (*s*) führen (nach Agassiz).

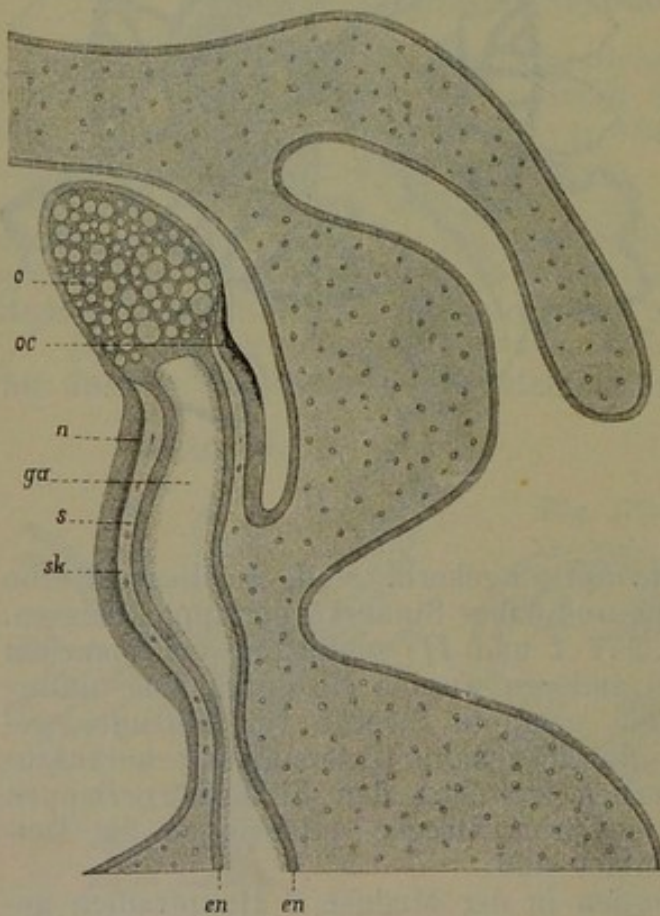


Fig. 179. Randkörper von *Aurelia aurita*. *o* Otolithen, *oc* Auge, *n* Nervenschicht, *ga* Gastralcanal, *s* Stützlamelle, *sk* Sinneskörper.

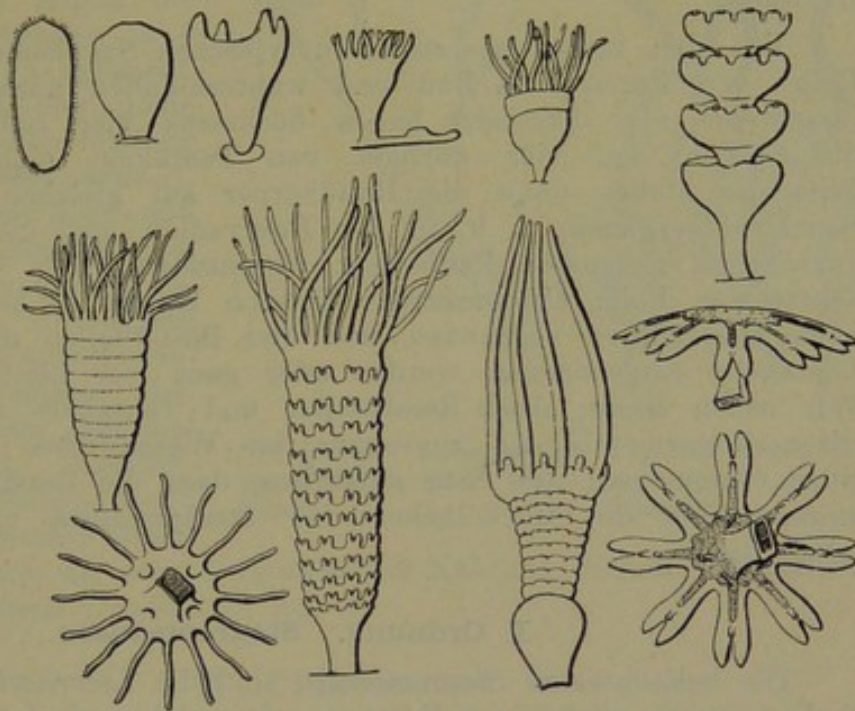
(Fig. 177) verlängert, welche für das Ergreifen der Nahrung viel wichtiger sind, als die häufig verkümmerten Randtentakeln. Der an

daher der Name „*Acraspeden*“. Anstatt eines Nervenrings finden sich 8 getrennte Nervencentren, die schon genannten Sinneskörper, welche vollkommen den Bau von Tentakeln (Fig. 179) besitzen und somit aus einer entodermalen Axe und einem ektodermalen Ueberzug bestehen. Erstere schwillt an ihrem Ende stets zu einem Otolithensäckchen an; in letzterem liegt ein dickes Polster von Nervenfasern und Ganglienzellen, ab und zu auch ein Pigmentfleck, ein einfachstes Auge. Minder deutlich ist der Einfluss der Lappung auf die vegetativen Organe. Das Gastrovascularsystem beginnt mit der kreuzförmig gestalteten Mundöffnung; die Ecken des perradial gestellten Kreuzes sind meist in lange, wie Fahnen aus dem Schirm herabhängende Mundarme



die Mundöffnung schliessende Magen bildet alternirend mit den Mundarmen, d. h. interrarial, 4 Aussackungen, die Gastrogenitaltaschen. Das Epithel derselben erzeugt einerseits eine Gruppe kleiner, in ihrer Axe von Gallerte gestützter, äusserst beweglicher „Gastraltentakelchen“, andererseits die krausenartig gefalteten Bänder der Geschlechtsorgane, welche somit ganz im Gegensatz zu den Hydro-medusen entodermaler Herkunft sind. Hierin sprechen sich abermals verwandtschaftliche Beziehungen zu den Anthozoen aus, auf

Fig. 180. Entwicklung von *Aurelia aurita* aus dem Ei. In der ersten Reihe Umbildung der Planula zum Scyphostoma; darunter Scyphostomen in Strobilation (Abschnürung von Ephyren), links ein Scyphostoma, vom oralen Pol gesehen, rechts 2 Ephyren in verschiedener Lage (Hatschek).



welche schon bei den Septen des Scyphostoma hingewiesen wurde. Vom Magen entspringt der periphere Theil des Gefässsystems. Bei allen Medusenlarven, den Ephyren (Fig. 176), vielfach auch bei erwachsenen Thieren verlaufen 8 radiale Taschen zu den 8 Randkörpern, dazwischen 8 weitere (adradiale) Taschen zu den Tentakeln, falls letztere vorhanden sind. Indessen wird diese primitive Anordnung häufig durch ein complicirtes Gefässnetz ersetzt (Fig. 177).

Bei der Darstellung der Fortpflanzung der *Scyphomedusen* gehen wir von den Formen mit Generationswechsel aus (Fig. 180). Die aus dem Ei der Meduse entstandenen Flimmerlarven setzen sich fest und werden zu Scyphostomen, welche stets zu terminaler, häufig auch zu lateraler Knospung befähigt sind. Durch laterale Knospung bilden sich immer nur neue Scyphostomen, durch terminale dagegen Medusen. Im letzteren Fall entwickelt sich eine Strobila: durch mehrere hinter einander gelegene ringförmige Einschnürungen zerfällt das vordere Ende des Scyphostoma in scheibenförmige Stücke, die Medusenanlagen, welche zunächst noch nach Art eines Tassensatzes in einander stecken. Successive reifen nun die einzelnen Stücke, lösen sich ab und schwimmen als „Ephyren“ davon. Die Ephyren haben anfänglich nur vier Gastraltentakeln, die abgelösten oberen Enden der Gastralfalten des Scyphostoma; sie besitzen noch keine Randtentakeln, wohl aber die 8 Sinneskörper und ihre Lappen. Indem sich die

Entwick-  
lungs-  
geschichte.



Ephyren somit wesentlich von Medusen unterscheiden und erst ganz allmählig zu geschlechtsreifen Medusen umgewandelt werden, combinirt sich der Generationswechsel der *Scyphomedusen* mit einer ausgesprochenen Metamorphose. Diese Metamorphose bleibt nun auch dann erhalten, wenn der Generationswechsel, wie bei *Pelagia noctiluca*, unterdrückt wird: aus dem Ei der Meduse entwickelt sich direct eine Ephyra, die sich zur geschlechtsreifen Meduse umwandelt. Dagegen scheint es niemals vorzukommen, dass die Medusengeneration ausfällt und dass Scyphostomen auf geschlechtlichem Wege direct wieder Scyphostomen erzeugen.

Von den bisher besprochenen typischen Scyphomedusen weicht eine Reihe von Formen im Bau und wahrscheinlich auch in der Entwicklungsweise ab; dieselben haben höchstens vier Randkörper, während die Stellen der vier übrigen von Tentakeln eingenommen werden. Entweder stehen dann die Randkörper auf gleichen Radien mit den Geschlechtsorganen, d. h. in den Interradien, und die Tentakeln in den dazwischen gelegenen Perradien: *Peromedusen*, oder es ist das Umgekehrte der Fall: *Cubomedusen*. Endlich kommt es auch vor, dass gar keine Randkörper vorhanden sind und ihre Stellen durch acht primäre Tentakeln eingenommen werden oder ganz leer bleiben: *Stauromedusen*. Wir sehen somit, dass Randkörper und Tentakeln für einander vicariiren können; da sie ausserdem im Wesentlichen gleichen Bau besitzen, kann man den Satz aufstellen, dass die Randkörper der *Scyphomedusen* wie die Hörkölbchen der *Trachymedusen* umgewandelte Tentakeln sind.

#### I. Ordnung. Stauromedusen.

Die bekanntesten *Stauromedusen* sind die *Lucernarien*, deren aborales Ende in einen stielartigen Fortsatz, mit welchem sie festsitzen, ausgezogen ist. Die Stellen der 8 Sinneskörper sind durch kleine Tentakelchen oder eigenthümliche Haftapparate eingenommen, die dazwischen gelegenen Strecken in armartige Fortsätze verlängert, an deren Enden Büschel von Tentakeln sitzen. *Lucernaria pyramidalis* H. (Fig. 181).

#### II. Ordnung. Peromedusen.

Die mit 4 interradiellen Sinneskörpern versehenen *Peromedusen* sind Tiefseeformen und waren daher lange ungenügend bekannt; die grösste und am besten untersuchte Form ist die *Periphylla mirabilis* H.

#### III. Ordnung. Cubomedusen.

Auch die Medusen mit 4 perradiellen Sinnesorganen, die *Cubomedusen*, gehören vornehmlich der Tiefsee an; unter ihnen wurde die *Charybdea marsupialis* Pér. et Les. als Bewohnerin des Mittelmeers schon vor längerer Zeit beschrieben (Fig. 182).

#### IV. Ordnung. Discomedusen.

Unter den Scyphomedusen stehen die *Discomedusen* durch den grossen Reichthum an Arten so sehr im Vordergrund, dass wir bei der allgemeinen Besprechung ihren Bau und ihre Entwicklungsweise zunächst allein berücksichtigen haben. Namentlich gehören fast alle im freien Meere lebenden



*Acraspeden* zu den *Discomedusen*. Sie werden nach der Beschaffenheit der Mundöffnung eingetheilt. 1) Die *Cannostomen* haben ein vierkantiges Magenrohr ohne Mundarme: *Nausithoë albida* Köll. (Fig. 83, S. 112); merkwürdig dadurch, dass ihr unter dem Namen *Stephanoscyphus mirabilis* beschriebener Scyphopolyp in Schwämmen schmarotzt. 2) Die *Semaeostomen* (Fig. 177) zeigen die Ecken der Mundöffnung in 4 lange Mundarme ausgezogen, welche wie äusserst bewegliche Fahnen aus der Glockenmündung heraushängen. *Aurelia aurita* L., die Ohrenmeduse von Nord- und Ostsee; *Pelagia noctiluca* Pér. et Les. stark meerleuchtend; *Ulmariis prototypus* H. 3) Die *Rhizostomeen* (Fig. 178) haben ebenfalls 4 lange Mundarme; dieselben sind ein- oder mehrmal dichotom verästelt. Mundöffnung und Armfurchen sind durch Verwachsung geschlossen bis auf viele kleine Stomata, die zum Aufsaugen der Nahrung dienen. *Rhizostoma Pulmo* Les.; *Polyclonia frondosa* L. Ag.

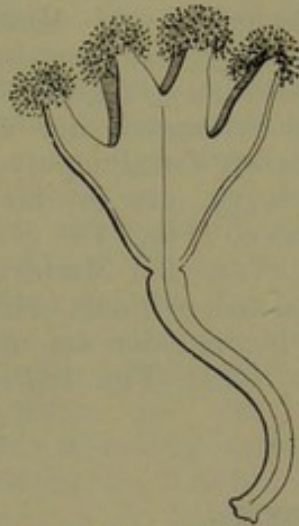


Fig. 181. *Lucernaria pyramidalis* (aus Hatschek).

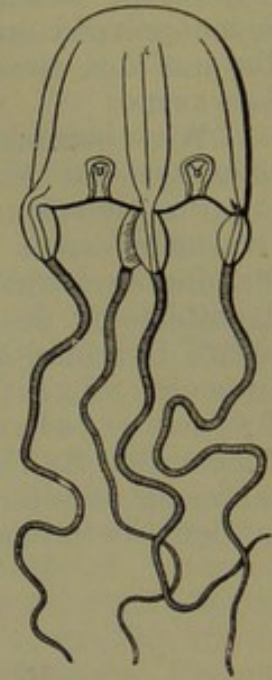


Fig. 182. *Charybdea marsupialis* (aus Hatschek).

#### IV. Classe.

##### Anthozoen, Corallenthiere.

Die ausschliesslich im Meer lebenden und hier hauptsächlich durch die *Corallen* und *Seerosen* vertretenen *Anthozoen* sitzen mit wenigen Ausnahmen auf dem Boden fest und bilden zumeist individuenreiche Colonien von oft colossaler Grösse. Sie gleichen hierin den *Hydroidpolypen*, mit denen sie auch in der Erscheinung der Einzelthiere eine grosse Aehnlichkeit haben (Fig. 183). Wie der Hydroidpolyp, so ist auch der Anthozoen- oder Corallenpolyp mit Fuss-scheibe, Mauerblatt, Mundscheibe und einem Kranz von Tentakeln, welche an dem Uebergang von Mauerblatt und Mundscheibe entspringen, versehen; er unterscheidet sich von ihm durch die grössere Vervollkommnung in der histologischen und organologischen Sonderung. Der Corallenpolyp besitzt ein gut entwickeltes Mesoderm, indem die Stützlamelle der Hydroiden bei ihm durch eine Schicht zellen-

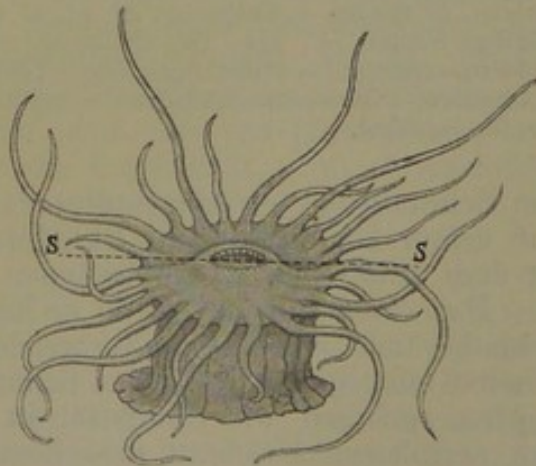


Fig. 183. *Antheomorphe elegans*. S—S Sagittallaxe.



reichen Bindegewebes ersetzt wird, welches den Thieren zumeist einen derberen, fleischigen Habitus verleiht; vor Allem aber besitzt er einige Einrichtungen, welche den Hydroidpolypen vollkommen fehlen und beim Scyphopolypen nur eben angedeutet sind: das Schlundrohr und die mit den Geschlechtsorganen und Mesenterialfilamenten versehenen Septen.

Schlundrohr.

Wir betrachten zunächst das Schlundrohr und seine Beziehungen zu Mundscheibe und Mundöffnung. Der Mund liegt im Centrum der Mundscheibe, ist aber in einer Richtung meist zu einem Oval oder einer Spalte ausgezogen. Man kann daher — ein Zeichen für die zweistrahligte Symmetrie der Thiere — durch ihn zwei für die Architektur des ganzen Corallenpolypen wichtige, auf einander senkrechte Durchmesser legen, die in der Längsrichtung der Spalte verlaufende Sagittalaxe (Fig. 183 S—S) und die dazu senkrechte Transversalaxe. Von den Mundrändern hängt in das Innere des Thiers das Schlundrohr hinab, ein in transversaler Richtung zusammengepresster Schlauch, der am unteren Ende mit weiter Mündung in den Centralmagen führt (Fig. 184 s). Entwicklungsgeschichtlich ist

Fig. 184.

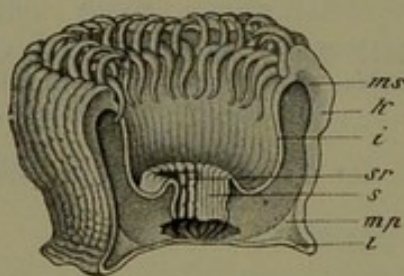
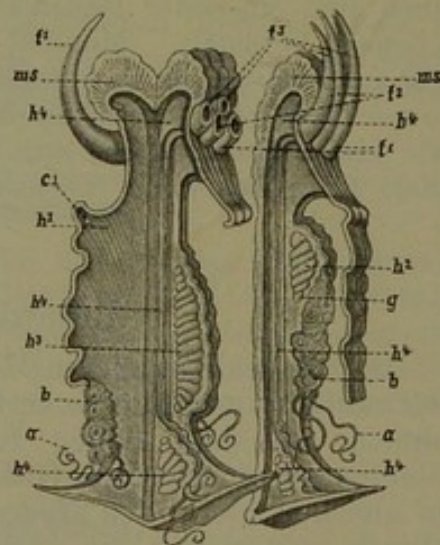


Fig. 184. *Paractis excavata*; ein Theil der Körperwand abpräparirt. ms Ringmuskel, k Mauerblatt, i Mundscheibe, s Schlundrohr, sr Schlundrinnen, mp Septen, l Fusscheibe.

Fig. 185. *Cereus spinosus*. Keilförmige Längsstücke, herausgeschnitten, um den Unterschied von vollständigen und unvollständigen Septen zu erläutern,  $h^1$  Septen I. Ordnung,  $h^2$ ,  $h^3$ ,  $h^4$  unvollständige Septen II., III., IV. Ordnung mit Geschlechtsorganen,  $t^1$ — $t^4$  die zugehörigen Tentakeln, a Acontien, b Mesenterialfilamente, c Septalstoma, ms Ringmuskel.

Fig. 185.



das Schlundrohr ein eingestülpter Theil der Mundscheibe; es ist daher auf seiner Innenseite mit Ektoderm bekleidet; seine untere Mündung ist dem Mund der Hydroidpolypen zu vergleichen.

Septum.

Das Schlundrohr wird in seiner Lage befestigt durch radiale Scheidewände, die Septen, welche von Mauerblatt, Fuss- und Mundscheibe ausgehen und an das Schlundrohr herantreten (Fig. 185  $h^1$ ). Die Septen springen wie Coulissen in den Centralmagen vor und theilen den peripheren Abschnitt desselben in zahlreiche Nischen, die Radialkammern, welche unterhalb des Schlundrohrs mit dem Centralmagen zusammenhängen, nach oben dagegen sich in das Innere der Tentakeln fortsetzen. Die Tentakeln sind demgemäss Ausstülpungen der Radialkammern und meist in gleicher Zahl mit ihnen vorhanden. Ausser den „vollständigen Septen“, welche das Schlundrohr erreichen, giebt es



häufig noch „unvollständige“, welche unterwegs mit freiem Rande aufhören (Fig. 185  $h^2$ — $h^4$ , vergl. auch das Querschnittsbild Fig. 187).

Die Septen sind Träger einer Anzahl wichtiger Organe: der Mesenterialfilamente, der Geschlechtsorgane und der Muskelfahnen. Die Mesenterialfilamente sind dicke Streifen eines an Drüsen- und Nesselzellen reichen Epithels; sie fassen die Ränder der Septen ein wie die Einfassung den Saum eines Kleides. Da sie viel länger sind als die Septen, zwingen sie die Ränder derselben, sich krausenartig zu falten, und gewinnen dadurch einige Aehnlichkeit mit dem vielfach gewundenen, ebenfalls an einem krausenartig gefalteten Mesenterium befestigten Säugethierdarm. Unterhalb der Mesenterialfilamente entspringen bei gewissen Arten noch die Acontien, Fäden, die mit Nesselkapseln dicht besetzt sind und zur Vertheidigung, sei es durch die Mundöffnung, sei es durch Poren des Mauerblatts (Cincliden), herausgeschleudert werden. — Die Geschlechtsorgane — nur ausnahmsweise hermaphrodit — liegen einwärts von den Mesenterialfilamenten als bandartige, vielfach gefaltete Verdickungen (Fig. 185  $h^2$   $h^3$ ). Ihre

Mesenterial-  
filamente.

Geschlechts-  
organe.

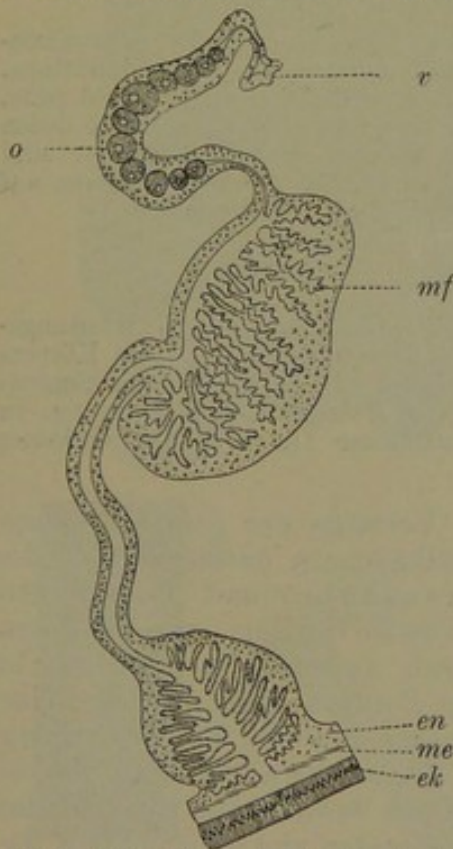


Fig. 186. Querschnitt durch ein Septum von *Edwardsia tuberculata*. en Entoderm, ek Ektoderm, me Mesoderm, mf Muskelfahne, o Ovar, v Mesenterialfilament.

Elemente entstehen wie bei den *Scyphomedusen* aus dem Entoderm, werden aber frühzeitig in die mesodermale Stützschicht des Septum verlagert (Fig. 186 o), von wo sie bei der Reife durch Platzen der Hüllen in den Magen entleert werden. Die Brut verlässt den Magen auf verschiedenen Stadien der Entwicklung, sei es als Planulae (Fig. 189 A), sei es als kleine, mit Tentakeln versehene Thiere.

Für die Morphologie des Corallenpolypen am wichtigsten sind endlich die Muskelfahnen der Septen. Muskeln und Nerven finden sich sowohl im Entoderm als im Ektoderm. Während aber das Nervensystem sich besonders im Ektoderm entwickelt und namentlich auf der Mundscheibe eine subepitheliale, dicke Schicht von Nervenfasern und Ganglienzellen erzeugt, ist die Muskulatur im Ektoderm meist schwach ausgebildet und hier auf Mundscheibe und Tentakeln beschränkt. Um so mächtiger ist die entodermale Muskulatur. Am oberen Ende des Mauerblatts findet sich meist ein kräftiger Ringmuskel, der das Mauerblatt über der nervenreichen Mundscheibe zusammenziehen kann. Die Septen endlich sind beiderseits mit Muskelfasern bedeckt, auf der einen Seite mit transversalen, auf der anderen mit longitudinalen. Nur letztere sind kräftig entwickelt und erzeugen eine vielfach gefaltete Muskellamelle, die wegen ihres Querschnittsbildes die „Muskelfahne“ heisst.

Muskel- und  
Nerven-  
system.

Bei den *Hexacorallien* (Fig. 187) sind die Septen paarweise gruppiert, indem zwei benachbarte Septen einander nicht nur genähert sind, sondern ihre Zusammengehörigkeit auch darin bekunden, dass sie sich

Septen-  
stellung.  
a) Hexa-  
corallien.



gleichwerthige, d. h. mit gleich gerichteter Muskulatur ausgerüstete Seiten zukehren. Die Regel ist, dass die Septen eines Paares die „Muskelfahnen“ auf zugewandten Seiten tragen. Von dieser Regel machen nur 2 Septenpaare eine Ausnahme, welche sich an den Enden der Sagittalaxe des Schlundrohrs befestigen, die Muskelfahnen auf abgewandten Seiten tragen und Richtungssepten heissen, da sie eine bestimmte Richtung im

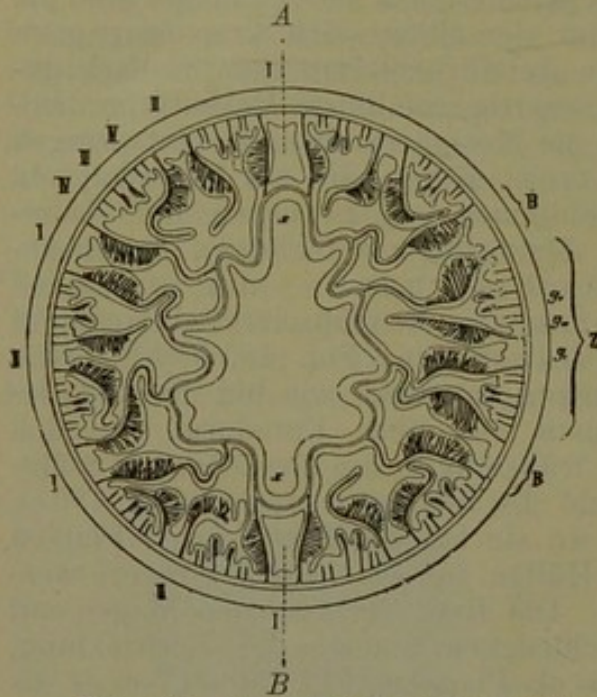


Fig. 187. Querschnitt einer Actinie (*Adamsia diaphana*). A, B Richtungs-fächer, zugleich Enden der Sagittalaxe, welche die eine Symmetrieebene des Körpers bezeichnen, während die zweite dazu senkrecht steht. I–IV Cyclen der Septen-paare I.–IV. Ordnung. B Binnenfach I. Ordnung, Z Zwischenfach I. Ordnung, in welchem neuangelegt sind Septenpaare und Binnenfächer II., III., IV. Ordnung ( $g^1, g^2, g^3$ ).

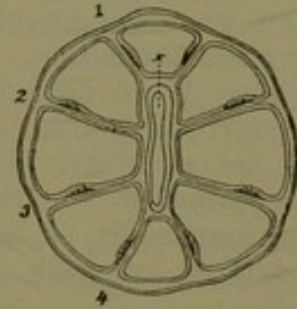


Fig. 188. Querschnitt einer Octo-corallie (*Alcyonium*); x Schlundrinne, 1, 2, 3, 4 die Septen der einen Seite, welche genau symmetrisch mit denen der anderen Seite angeordnet sind und sämtlich die Muskelfahnen auf der gleichen Seite tragen.

Körper, nämlich die Sagittalaxe, anzeigen. Vermöge der paarigen Grup-pirung der Septen kann man zweierlei Radialkammern unterscheiden: die innerhalb eines Septenpaares gelegenen Binnenfächer und die zwischen zwei Septenpaaren gelegenen Zwischenfächer. Zum verschiedenen morphologischen Charakter der Radialkammern kommen Unterschiede in der Rolle, welche sie beim Wachsthum des Polypen spielen, indem eine beträchtliche Vergrößerung des Mauerblatts und eine Vermehrung der Septenpaare sich nur in den Zwischenfächern voll-zieht. So haben fast alle Actinien auf einem bestimmten Stadium der Entwicklung 6 Septenpaare (2 Paare Richtungssepten und gleichmässig da-zwischen, links und rechts vertheilt, 4 weitere Septenpaare); sie sind die Septen erster Ordnung oder die Hauptsepten. Wenn die Septenzahl weiter zunimmt, so treten neue Septen, Septen zweiter Ordnung, nur in den Zwischenfächern paarweise auf: zu den 6 Paaren erster Ordnung treten 6 weitere Paare zweiter Ordnung. Da das hier kurz angedeutete Princip des Wachsthum's dauernd beibehalten wird, so muss sich die Vermehrung der Septen und demgemäss auch der Tentakeln nothgedrungen in Multiplen von 6 bewegen; es entwickeln sich weiter 12 Paare dritter Ordnung, später 24 Paare vierter Ordnung etc. Un-regelmässigkeiten im Wachsthum sind Ursache, dass bei manchen Hexa-corallien der Numerus 6 verlassen wird und 4- oder auch 10-zählige An-ordnungen zu Stande kommen, ohne dass man diesen Abänderungen in der Anordnung grössere Bedeutung beimessen könnte.



Sehr viel einfacher verhalten sich die *achtzähligen Anthozoen*, bei denen nie mehr als 8 einzelne Septen vorkommen (Fig. 188). Dieselben vertheilen sich gleichmässig zu beiden Seiten des Schlundrohrs derart, dass 4 auf der linken, 4 weitere auf der rechten Seite der Sagittalaxe stehen. Auch hier sind die transversalen und longitudinalen Muskelfasern vollkommen gesetzmässig vertheilt, so dass man, je nachdem man von dem einen oder dem anderen Ende der Sagittalaxe ausgeht, nur zugewandte oder nur abgewandte Muskelfasern vor sich hat.

1b) Octo-  
corallen.

Fig. 189.

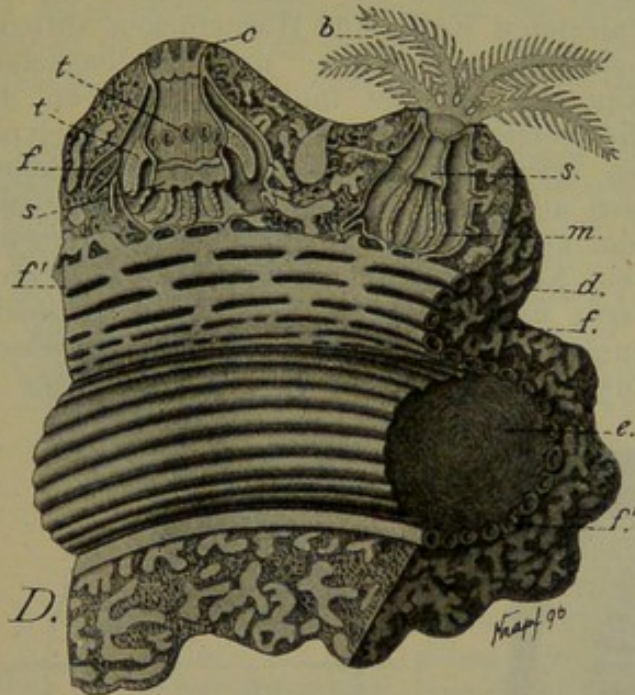


Fig. 190.

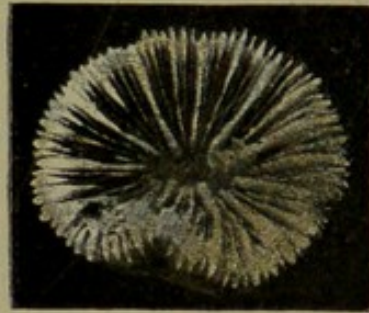


Fig. 190. *Sclerophyllia margariticola* (nach Klunzinger).

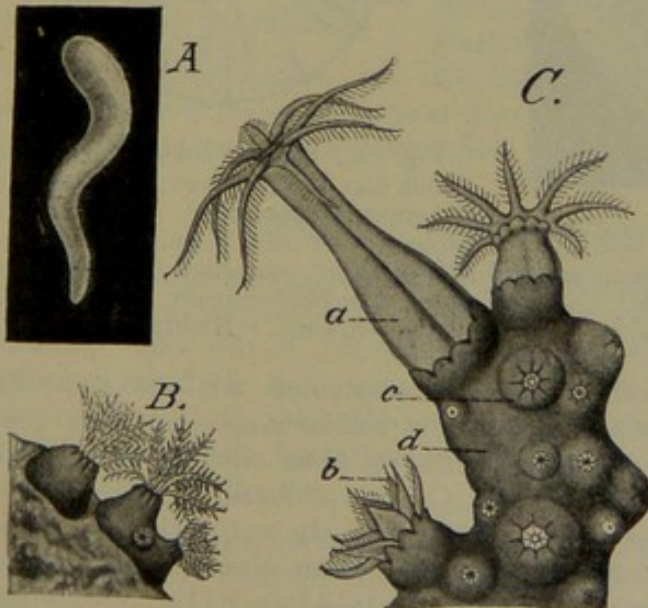


Fig. 189. *Corallium rubrum* (nach Lacaze Duthiers). A Flimmerlarve. B junge Thiere in beginnender Stockbildung. C Stück eines Stöckchens mit ganz und halb (b, c) zurückgezogenen und vollkommen entfalten (a) Polypen; d Coenosark. D Stück eines Astes; der Weichkörper gespalten und theilweise zurückgeklappt; Skeletaxe mit ihren Canellirungen (e) freigelegt; f grössere Coenosarkröhren, welche die Canellirung veranlassen; f das Netz feinerer Coenosarkröhren; b ein zum Theil zurückgezogener Polyp; c vollkommen zurückgezogener Polyp; t eingestülpte Tentakeln; s Schlundrohr; m Mesenterialfilamente; d Coenosark. A stark, B, C, D schwach vergrössert.

Ausser der geschlechtlichen Fortpflanzung besitzt die überwiegende Mehrzahl der *Anthozoen* die Fähigkeit, sich durch Knospung zu vermehren. Nur selten lösen sich die Knospen ab; meist bleiben sie mit dem Mutterthier zur Bildung von Colonieen (Fig. 189) verbunden, welche

Knospung.



gewöhnlich aus vielen Hunderten und Tausenden von Individuen zusammengesetzt sind. Der Zusammenhalt wird dann bewirkt durch ein reichliches, vorwiegend aus Mesoderm bestehendes Coenenchym oder Coenosark, welches auf seiner Oberfläche von Ektoderm überzogen, im Innern von reich verästelten und anastomosirenden Entodermcanälen durchsetzt wird. Bei Beunruhigung können sich die Einzelpolypen blitzschnell in das Coenosark zurückziehen.

Skelet.

Die stockbildenden *Anthozoen* haben fast stets ein vom Ektoderm aus entstehendes Skelet von kohlensaurem Kalk oder von einer organischen Substanz, welche man Hornsubstanz nennt, obwohl sie nicht mit dem Keratin der Wirbelthiere identisch ist. Auch kommt es vor, dass sich das Skelet aus alternirenden Kalk- und Hornstücken aufbaut. Der Anordnung nach unterscheidet man Axen- und Rindenskelete. Die Axenskelete beschränken sich auf die innersten Partien des Coenosarks, lassen dagegen die weiche Rinde, in welcher die Polypen wurzeln, wie auch die Polypen selbst, unverkalkt. Die Rindenskelete gehen dagegen von den Polypen aus und wiederholen die complicirte Structur derselben bis zu einem gewissen Grade (Fig. 190, 191). Stets ist eine Theca vorhanden, ein Kalkcylinder, welcher an das Mauerblatt des Einzelpolypen erinnert; meist kommen dazu radiale Scheidewände, welche man im Gegensatz zu den Scheidewänden des Weichkörpers Sklerosepten nennt.

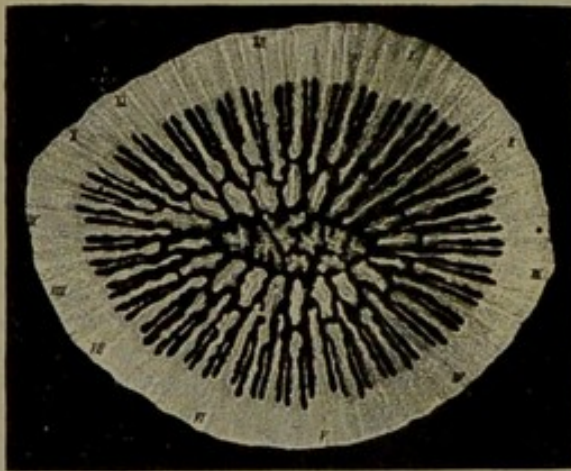


Fig. 191. Schliff durch das Skelet von *Caryophyllia Cyathus* (nach Koch). Nach aussen Theca, weiter Septen (I—XII 1. und 2. Cyclus), Pali und im Centrum die Columella.

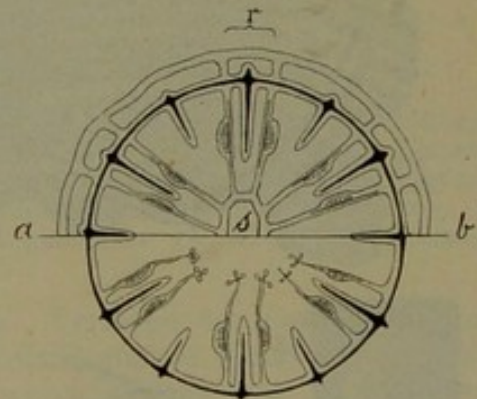


Fig. 192. Schema eines Querschnitts durch den Weichkörper und das Skelet einer Hexacorallie, oberhalb der Linie *ab* ist der Schnitt durch das Schlundrohr, unterhalb der Linie *ab* unter dem Schlundrohr geführt. Das Skelet schwarz, *r* Richtungssepten.

Die Theca entsteht durch Verschmelzung der Sklerosepten. Tritt dieser Verschmelzungsprocess in einiger Entfernung von den peripheren Enden der Septen ein, so ragen letztere über die Theca hinaus; sie laufen dann auf ihrer Aussenseite als „Costae“ herab. Nach aussen von der Theca resp. den Costae findet sich öfters ein cylindrisches Kalkblatt, die Epitheca. In der Axe des Kelchs kann eine grössere Kalksäule oder ein Haufen kleinerer Säulchen, die Columella, aufsteigen (Fig. 191). Wenn zwischen dem freien inneren Rand der Septen und der Columella besondere Kalkpfeiler stehen, nennt man dieselben Pali. Feinste Kalkstäbchen, Synaptikeln, können die Septen quer unter einander verbinden. Besondere Skeletstücke, die Tabulae, endlich werden durch die Wachstumsverhältnisse des Polypen veranlasst. Dieser baut am oberen



Rande der Theca das Skelet immer weiter und verlässt in gleichem Maasse die tieferen Partien desselben. Gegen den verlassenen Theil grenzt er sich durch horizontale Scheidewände ab; dies sind die *Tabulae*. Finden sich viele kleine und dünne Kalkblättchen, so spricht man von Dissepimenten.

Früher glaubte man, dass die Corallenskelete nichts Anderes seien als die mit Kalk imprägnirten einzelnen Theile des Weichkörpers, und hat von ersteren ohne Weiteres einen Rückschluss auf die Anordnung der letzteren gemacht. Dies hat sich als ein vollkommener Irrthum herausgestellt; die Sklerosepten bilden sich zwischen den Sarkosepten in den Radialkammern und ebenso die Theca innerhalb und in einiger Entfernung vom Mauerblatt (Fig. 192). Als eine Ausscheidung des Mauerblatts selbst kann nur die keineswegs häufige Epitheca angesehen werden. Von vornherein ist es daher wahrscheinlich, aber nicht durchaus nothwendig, dass der Numerus der Sklerosepten dem der Sarkosepten entspricht; bei manchen Corallen fehlt sogar diese Uebereinstimmung, wie z. B. bei den *Helioporiden*, welche man nach ihrem Skelet früher für *Hexacorallien* hielt, während ihr Weichkörper sie unzweifelhaft unter die *Octocorallien* verweist.



Fig. 193. *Cladocora caespitosa* (nach Heider). Verhältniss von Skelet und Weichkörper.

Entstehung solcher Atolle, wie die Entstehung der Strand- und Barrièreriffe ist Gegenstand vieler Theorien geworden, unter denen Darwin's Theorie vom Corallenwachsthum lange Zeit über am meisten Anklang gefunden hat.

Vermöge ihrer Skeletbildung legen die *Corallenriffe*.

*Anthozoen* grosse Mengen von kohlensaurem Kalk in gewaltigen, aus dem Grund des Meeres aufsteigenden Bauten, den Corallenriffen, fest. Dieselben bestehen aus verschiedenen Arten, unter denen aber die *Madreporarien* die dominirende Rolle spielen. Wenn die Riffe die Meeresoberfläche erreichen, können sie zur Bildung von kleinen Inseln Veranlassung geben, die durch eigenthümliche Gestalt ausgezeichnet sind; am merkwürdigsten sind die Atolle, Ringe, in deren Innerem sich ein Becken von Meerwasser befindet. Die Entstehung solcher Atolle, wie die Entstehung der Strand- und Barrièreriffe ist Gegenstand vieler Theorien geworden, unter denen Darwin's Theorie vom Corallenwachsthum lange Zeit über am meisten Anklang gefunden hat.

### I. Ordnung. Octocorallien, Alcyonarien.

Die *Alcyonarien*, anatomisch durch die Anwesenheit von 8 Einzelsepten charakterisirt (Fig. 188), lassen sich äusserlich sofort daran erkennen, dass nur 8 Tentakeln vorkommen und dass diese 8 Tentakeln gefiedert sind, d. h. ausgerüstet mit zwei Reihen kleiner Ausstülpungen, die von der Basis nach der Spitze des Tentakels kleiner werden (Fig. 189). Die Thiere ziehen im Allgemeinen die grossen Meerestiefen dem Aufenthalt an der Küste vor.

I. Unterordnung. *Alcyonaceen*. Das meist ansehnliche, fleischige, festgewachsene Polypar ist durchsetzt von zahlreichen Kalkstücken, den Sklerodermiten, welche aber nicht zu einem zusammenhängenden Skelet verkleben. *Alcyonium palmatum* Pall.

II. Unterordnung. *Gorgoniaceen*. Eine fest aufgewachsene, reich verästelte Skeletaxe wird von einem Weichkörper überzogen, in den sich die zarten Polypen zurückziehen können. Bei den *Gorgoninen* ist die



Skeletaxe rein hornig: *Gorgonia verrucosa* Pall.; bei den *Isidinen* besteht sie aus alternirenden Horn- und Kalkstücken: *Isis elongata* Esp.; bei den *Corallinen* ist sie rein kalkig: *Corallium rubrum* Lam., Edelcoralle, lebt in Tiefen von ca. 100 Meter an den Küsten von Algier, Corsica, Sardinien und der Cap-Verdischen Inseln, auf sogenannten Corallenbänken. Der Erlös der besonders von Neapel aus betriebenen Fischerei wird jährlich auf 2 Millionen Francs geschätzt.

III. Unterordnung. *Pennatulaceen*. Die rein hornige Skeletaxe bleibt unverästelt; ihr Coenosarküberzug besteht aus einem unteren und oberen Abschnitt; ersterer kann zu einer Blase aufgebläht werden und gräbt sich locker in den Meeresboden ein; letzterer trägt allein die häufig in Fiederblättchen angeordneten Polypen. *Pennatula phosphorea* Ellis hat wie viele andere *Alcyonarien* ein intensives Leuchtvermögen.

IV. Unterordnung. *Tubiporaceen*. Das Skelet besteht aus zahlreichen Kalkröhren, die wie Orgelpfeifen neben einander stehen und durch quere Wände verbunden sind. *Tubipora Hemprichi* Ehrbg., Orgelcoralle.

V. Unterordnung. *Helioporaceen*. Das Skelet ist wie bei manchen Hexacorallien eine massive Kalkmasse, in welcher Aushöhlungen für die zahlreichen Polypen enthalten sind. Die Anwesenheit von 6 Sklerosepten war lange Zeit Ursache, die Thiere für Hexacorallien zu halten. *Heliopora caerulea* Blainv.

## II. Ordnung. Hexacorallien, Zoantharien.

Für die *Hexacorallien* sind in erster Linie die schlauchförmigen, nicht gefiederten Tentakeln charakteristisch; erst in zweiter Linie kann die oben erläuterte sechszählige und paarige Gruppierung der Septen zur Charakteristik benutzt werden. Denn wenn dieselbe auch für die überwiegende Mehrzahl der Formen gilt, so giebt es doch Ausnahmen von der Regel. Einerseits kennen wir die achtzähligen, mit gewissen Larvenstadien der *Actinien* übereinstimmenden *Edwardsien*, bei denen die typische Hexacorallienstruktur noch nicht erreicht ist, andererseits die *Zoantheen*, *Ceriantheen* und *Antipatharien*, bei denen die sechszählige Anordnung eine wesentliche Abänderung erfahren hat.

I. Unterordnung. *Malacodermen*, *Actiniarien*, *Seerosen*. Die hierher gehörigen *Anthozoen* sind skeletlose, meist einzellebende Thiere mit zahlreichen Cyclen von Septen und Tentakeln; sie finden sich in allen Klimaten und in allen Meeresschichten, von der Fluthgrenze bis zu den grössten Meerestiefen, selten frei schwimmend, meist an Steinen festsitzend. Mit Ausnahme der gänzlich unbeweglichen, colonialen *Zoantheen* vermögen die *Actinien* auf ihrer zum Ansaugen dienenden muskulösen Fuss Scheibe zu kriechen wie Schnecken auf ihrem Fuss. Den deutschen Namen „Seerosen“ verdanken die Thiere theils ihren lebhaft bunten Farben, theils der grossen Zahl der Tentakeln, welche wie Blumenblätter einer gefüllten Rose in vielen Reihen hinter einander vom Rand der Mundscheibe entspringen. Bei Beunruhigung werden die Tentakeln verkürzt und der obere Rand des Mauerblatts durch den Sphinkter über ihnen und der nervenreichen Mundscheibe zusammengezogen. *Anemonia equina* L. *Adamsia palliata* Forb., bekannt durch die Symbiose mit dem Einsiedlerkrebs *Pagurus Prideauxi*.

II. Unterordnung. *Antipatharien*. Die *Antipatharien* vertreten unter den *Hexacorallien* die *Gorgonien*; sie haben eine glänzend schwarze, hornige, verästelte Axe, überzogen von Coenenchym, in welchem kleine



Polypen mit rudimentären Septen sitzen; durch ihre schlauchförmigen Tentakeln sind sie als *Hexacorallien* charakterisiert. *Antipathes larynx* Ellis.

III. Unterordnung. *Sklerodermen*. *Corallen*. Diese umfangreichste Gruppe der *Anthozoen* zeichnet sich durch die ganz vorzügliche Entwicklung des Kalkskelets aus. Stets sind Theca und Septen vorhanden, meist Columella, Synapticulae, Pali und Dissepimente, sehr häufig auch Costae. Selten sind einzellebende Formen, wie die *Fungien*, *Caryophyllien* und *Flabellen*; meist sind zahlreiche (nicht selten Tausende) Einzelthiere durch reichliches Coenenchym zu einer Colonie verbunden, welche entweder rasenartige Ueberzüge oder verästelte Bäumchen bildet. Zwischen Colonieen und einzellebenden Formen giebt es alle Uebergänge (Fig. 190, 193, 194, 195). Eine Colonie entsteht von einem Einzelthier aus durch fortgesetzte Theilung oder Knospung; wenn Theilung und Knospung nicht zum Ab-

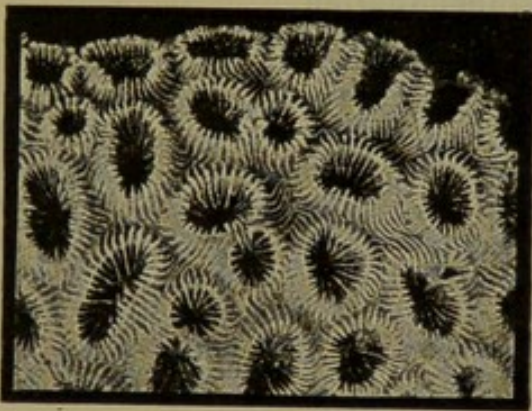


Fig. 194. *Favia cavernosa* (nach Klunzinger).

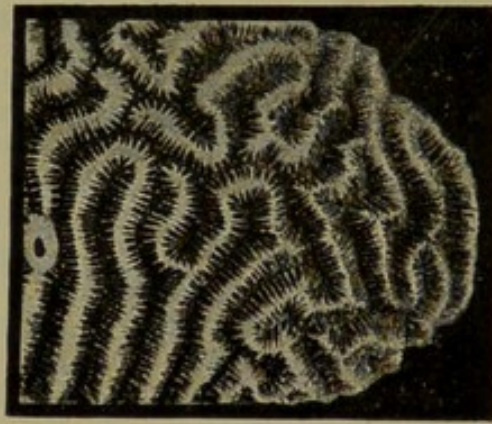


Fig. 195. *Coeloria arabica* (nach Klunzinger).

schluss kommen, können sich mäandrisch verschlungene Reihen unvollkommen gegen einander abgesetzter Individuen bilden, wie das bei den *Mäandrinen* der Fall ist, bei denen es gar nicht möglich ist, die Zahl der in einer Colonie enthaltenen Thiere zu bestimmen; eine *Mäandrine* könnte man als ein einziges, in mäandrisch verschlungene Verzweigungen ausgewachsenes Thier auffassen (Fig. 195).

Da nur von wenigen Corallen die Weichtheile genauer bekannt sind, ist man bei der Systematik ausschliesslich auf die Structur des Skelets angewiesen. Die *Eporosen* haben ein compactes Skelet. Zum Theil sind sie einzellebend:

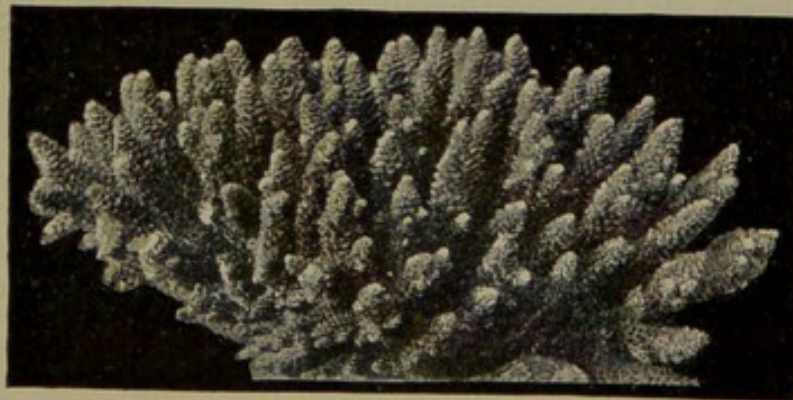


Fig. 196. *Madrepora erythraea* (nach Klunzinger).

*Caryophyllia cyathus* Lmx. (Fig. 191), *Sclerophyllia margariticola* Klzgr. (Fig. 190); zum Theil bilden sie verästelte Stöcke: *Amphihelia oculata* L., die weisse Coralle; zum Theil haben die Stöcke die Gestalt von rasen-



artigen Ueberzügen oder Knollen; *Cladocora caespitosa* E. H. (Fig. 193), *Mussa corymbosa* Dana, *Coeloria arabica* Klzgr. (Fig. 195); *Favia cavernosa* Klzgr. (Fig. 194), *Astraea radians* Ok. — Bei den *Perforaten* dagegen ist das Skelet porös nach Art eines feinen Schwammgerüsts. *Madrepora erythraea* Klzgr. (Fig. 196). *Dendrophyllia ramea* L. *Astroides calycularis* Pall.

Gewisse fossile, vorwiegend auf die palaeozoischen Formationen beschränkte Corallen unterscheiden sich von den recenten Formen durch die vierzählige Anordnung der Septen. Man fasste sie früher als *Tetracorallien* oder *Rugosen* zusammen, hält sie dagegen jetzt nur für modificirte *Hexacorallien*.

## V. Classe.

### Ctenophoren, Rippenquallen.

Gestalt.

Die *Ctenophoren* übertreffen alle pelagischen Organismen, selbst die Medusen, an Durchsichtigkeit und Zartheit der Gewebe; manche unter ihnen sind so ausserordentlich weich, dass schon ein heftiger Wasserstrudel genügt, um sie zu zerreißen, und dass alle Versuche, sie zu conserviren, bis jetzt gescheitert sind. Fast stets ist ihr Körper (Fig. 199) zweistrahlig-symmetrisch, d. h. er kann nach der Richtung der Transversal- und Sagittalaxe in symmetrische Hälften zerlegt werden. Indem für gewöhnlich die Längsaxe die unter einander gleichen Nebenaxen an Grösse etwas übertrifft, ist der Körper meist oval oder birnförmig; selten ist er durch starkes Wachsthum in der Sagittalaxe bandförmig verlängert, wie bei dem Venusgürtel.

Grundlage des Körpers bildet eine weiche Gallerte mit Bindegewebszellen, die nach allen Richtungen durchsetzt wird von glatten, an den Enden verästelten, vielkernigen Muskelzellen, welche wahrscheinlich von besonderen Nervenfasern gekreuzt und innervirt werden (Mesenchym). Auf der Oberfläche wird dieses gallertige Substrat von dem Ektoderm bedeckt, im Innern von den reichlich verästelten Entodermcanälen durchzogen.

Sinneskörper.

Im Ektoderm befindet sich am aboralen Pole (Fig. 199 B *p*) am Grunde einer Vertiefung eine verdickte Stelle, der Sinneskörper, welcher die grösste Aehnlichkeit mit einem Hörbläschen hat. Das hohe Sinnesepithel bildet eine flache Grube (Fig. 200 B); starre Haare, welche vom Rand der Grube sich erheben, fügen sich zu einem glockenartigen Aufsatz zusammen, welcher die Grube, wenn auch unvollkommen, zu einem Bläschen schliesst. Im Innenraum liegt ein kugliger Haufen von kleinen Statolithen, balancirt auf 4 in zitternder Bewegung begriffenen, S-förmig gekrümmten Büscheln von Wimpern, die, unter einander verklebt, einen federnden Trageapparat darstellen. Von den Wimperbüscheln gehen, anfangs paarweise vereint, später divergirend, nach dem oralen Ende zu 8 Streifen verdickten Epithels

Ruderreihen.

aus, welche wir in Anbetracht ihres meridionalen Verlaufs Meridianstreifen nennen wollen (Fig. 199 A *ws*); sie bestehen zum Theil aus Wimperepithel, zum Theil aus den charakteristischen Ruderplättchen, welche die Fortbewegung der *Ctenophoren* vermitteln und als quere Reihen langer, verklebter Wimpern aufgefasst werden müssen. Die Ruderplättchen (Fig. 197) entspringen von dicken Epithelwülsten, welche quer zur Richtung der Meridianstreifen gestellt und



so weit von einander entfernt sind, dass die freien Ränder der oberen Blättchen die Basen der unteren dachziegelartig decken. In Folge ihrer faserigen Structur irisiren die Ruder im Sonnenlicht in den lebhaftesten Farben und erzeugen bei der Bewegung ein prachtvolles

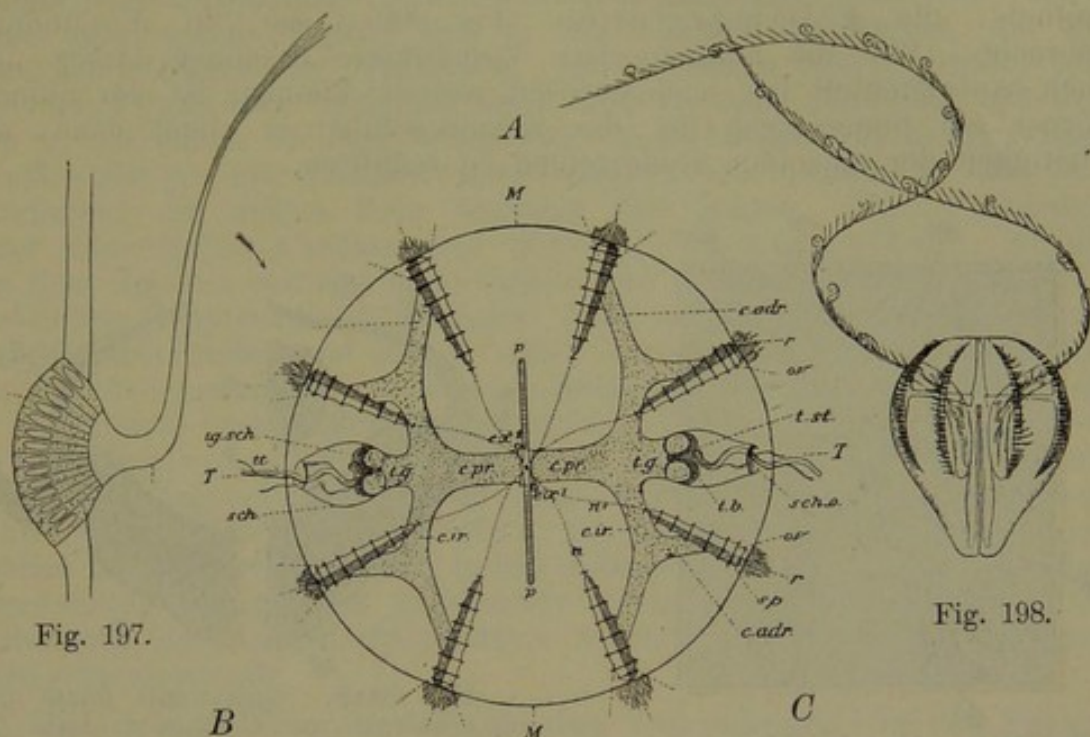


Fig. 197.

Fig. 198.

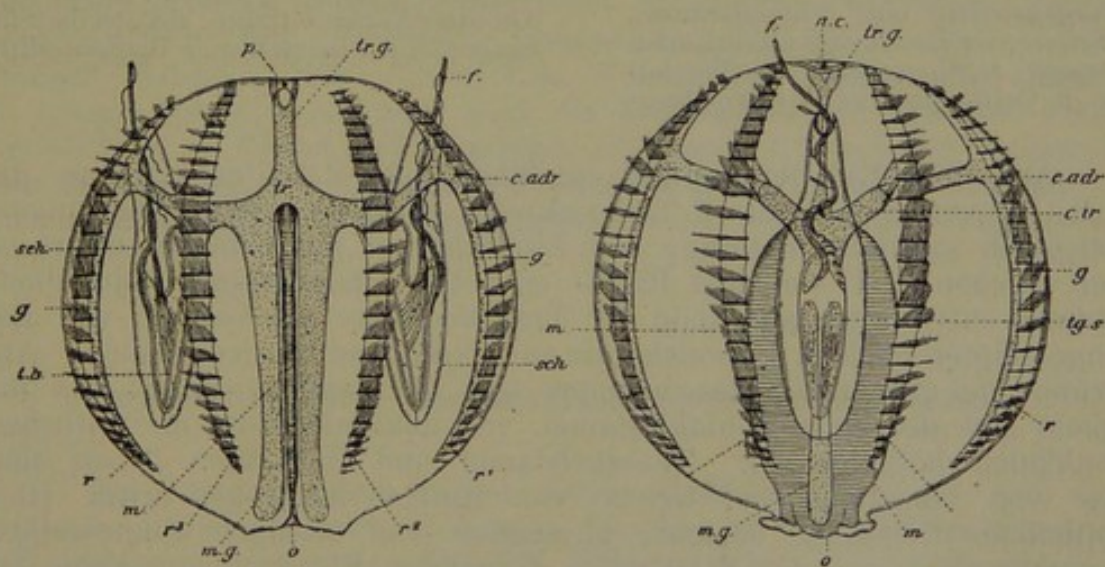


Fig. 199.

Fig. 197. Ruderplättchen mit Epithelpolster (nach Chun).

Fig. 198. *Hormiphora plumosa* (nach Chun).

Fig. 199. *Pleurobrachia rhododactyla* (nach Chun). A Ansicht vom aboralen Pol, B Ansicht von vorn, C Ansicht von der Seite. *nc* Sinneskörper, *p* Polplatten, *r* *r*<sup>2</sup> Ruderreihen, *n* Flimmerrinnen, *tb* Tentakelbasis, *tst* Tentakelstamm, *f* Fangfaden, *sch* Tentakelscheide, *scho* Oeffnung derselben, *o* Mundöffnung, *m* Magen, *tr* Trichter, *tr.g* Trichtergefäße, *ex* Oeffnungen derselben, *c.pr* linker und rechter Gefäßstamm, der sich in die interradianalen Gefäße (*c.ir*) und die Rippengefäße (*e.adr* und *g*) theilt, *mg* Magengefäße, *tg.sch* Tentakelgefäße, *sp* Hodenstreifen, *ov* Ovarialstreifen der Rippengefäße; *T*—*T* Transversalaxe, *M* Sagittalaxe.



Spiel von metallischen rothen, blauen und grünen Glanzlichtern, welche den Meridianstreifen entlang fliessen. Von den zahllosen kleinen Ruderchen getrieben, vermag das Thier sich in Bewegung zu setzen. Da die Ruderreihen erst in einiger Entfernung vom aboralen Pole beginnen, sind sie mit dem Sinneskörper durch Streifen Wimperepithels, die Flimmerrinnen (Fig. 200 A *ws*), in Verbindung gebracht. Wie die anatomischen Verhältnisse erkennen lassen und auch experimentell hat nachgewiesen werden können, ist der Sinneskörper ein Sinnesorgan für das Balancegefühl; er dient dazu, die Thätigkeit der einzelnen Ruderreihen zu reguliren.

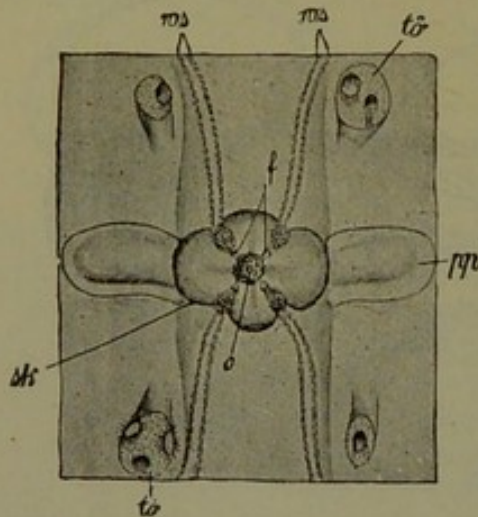


Fig. 200 A. Aboraler Körperpol von *Callianira bialata* (aus Lang). *ws* Wimperstreifen oder Flimmerrinnen, *f* Federn, welche den Otolithenhäufen *o* tragen, *sk* Sinneskörper, *pp* Polplatten, *tö* Oeffnungen der Trichtergefässe.

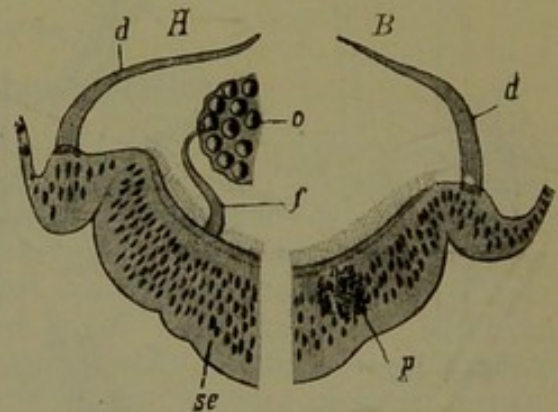


Fig. 200 B. Querschnitt durch den Sinneskörper von *Callianira*, links (A) durch das Centrum, rechts (B) etwas excentrisch geführt. *f* Federn, welche den Otolithenhäufen *o* tragen, *d* Dach der Sinnesgrube, *se* Sinneszellen, *p* Pigmentzellen.

Aus dem Ektodermepithel entstehen noch 2 weitere Organe, die 2 Polplatten und die 2 Tentakeln. Erstere sind Epithelzungen, welche in sagittaler Richtung vom Sinneskörper aus eine kurze Strecke weit reichen und vielleicht Riech- oder Geschmacksorgane darstellen; letztere entspringen am Ende der Transversalaxe am Grunde von tief eingestülpten Säcken, in welche sie zurückgezogen werden können. Am Grunde des Tentakelsackes befindet sich die Tentakelwurzel; von ihr erhebt sich der lange Tentakelstamm, von dem wiederum die seitlichen Senkfäden herabhängen. Tentakelstamm und Senkfäden haben eine Axe von Längsmuskeln, welche von Epithel überzogen wird. Der epitheliale Ueberzug besteht, abgesehen von wenigen Sinneszellen, ausschliesslich aus den Klebzellen, kugeligen Körperchen, welche ein äusserst klebriges, in Körnchen abgelagertes Secret enthalten und ähnlich dem Körper einer *Vorticelle* mit ihrem basalen Ende auf einem spiralen Stielmuskel sitzen (Fig. 161). Die Function der eigenthümlichen Zellen ist so zu verstehen, dass Beutethiere, welche von dem klebrigen Secret festgehalten werden, zunächst die Stielmuskeln ausdehnen können, dann aber durch die spirale Zusammenziehung derselben wieder in das Niveau der Epitheloberfläche gebracht werden.

Darm- und  
Geschlechts-  
organe.

Das Ektoderm hat endlich noch Antheil an der Bildung des Gastrovascularsystems (Fig. 199). An der Mundöffnung, welche bei normaler Haltung des Thieres das untere Ende der Hauptaxe be-



zeichnet, schlägt es sich in das Innere ein und kleidet einen ansehnlichen Hohlraum aus, der dem Schlundrohr der *Actinien* verglichen werden kann, aber allgemein noch Magen genannt wird. Erst am hinteren Ende dieses Hohlraums beginnt der eigentliche entodermale Magen, der sogenannte Trichter, von dem aus zahlreiche, meist blind geschlossene Canäle sich in der Gallerte verbreiten, um die einzelnen Organe zu versorgen. Zwei (selten vier) Canäle, die Trichtergefäße, verlaufen nach dem aboralen Pole und münden hier in gekreuzter Stellung neben dem Sinneskörper; ein zweites Paar Canäle tritt an die Tentakelwurzel heran, ohne jedoch in sie einzudringen, ein drittes Paar begleitet den Magen. Die wichtigsten unter sämtlichen Canälen sind aber die Rippengefäße, welche aus dem Trichter mittelst eines linken und rechten zweimal dichotom verästelten Hauptcanals entspringen; 8 an der Zahl, verlaufen sie unter den Meridianstreifen und dienen nicht nur diesen, sondern auch den Geschlechtsorganen zur Ernährung. Jedes Rippengefäß enthält nämlich in seinem dem Ruderplättchen zugewandten Epithel 2 Längsstreifen von Geschlechtszellen, von denen der eine männlich, der andere weiblich ist; dieselben stammen trotz ihrer Lagerung im Entoderm wahrscheinlich aus dem Ektoderm. Die Vertheilung der Geschlechtsstreifen ist sehr gesetzmässig, indem 2 Rippengefäße auf den einander zugewandten Seiten stets gleichartige Geschlechtsorgane tragen. Die Entleerung der Geschlechtsproducte erfolgt durch das Lumen der Gastrovascularcanäle.

Die artenarme Gruppe wird nach dem Vorhandensein oder dem Fehlen der Tentakeln eingetheilt. Mit Tentakeln versehen (*Tentaculata*) sind die theils kugelig, theils birnförmig gestalteten *Cydippiden*: *Pleurobrachia rhododactyla* Ag. (Fig. 199), *Hormiphora plumosa* Ag. (Fig. 198), und die bandförmigen *Cestiden*: *Cestus Veneris* Les., Venusgürtel. Tentakellos (*Nuda*), mit weitem Magen ausgerüstet sind die kosmopolitischen *Beroiden*: *Beroë Forskali* M. E. — Kleine, auf Unterlagen kriechende Ctenophoren *Coeloplana Metschnikowii* Kow. und *Ctenoplana Kowalewskii* Kort. werden in der Neuzeit von manchen Zoologen als Uebergangsformen zu den *Turbellarien* gedeutet.

### Zusammenfassung der Resultate über Coelenteraten.

1) Die **Coelenteraten** wurden früher **Radiaten** genannt, weil sie meist eine radiale Grundform haben; dieselbe ist bei niederen Formen noch nicht gut ausgeprägt; bei den höheren kann sie in die zweistrahlig, manchmal sogar in die bilateral-symmetrische Grundform übergeführt werden.

2) Die Coelenteraten heissen vielfach auch **Pflanzenthier**, weil die meisten unter ihnen festgewachsen und dadurch äusserlich pflanzenähnlich geworden sind; die Pflanzenähnlichkeit wird gesteigert, indem unvollständige Theilung und Knospung zur Coloniebildung führt, was den meisten Coelenteraten ein buschartiges Aussehen verleiht.

3) Der Name **Coelenteraten** wurde gewählt, weil die Thiere nur ein Hohlraumssystem haben, einen einfachen oder mit Verästelungen



ausgerüsteten Magen, der gleichzeitig den Darm und die morphologisch vom Darm noch nicht gesonderte Leibeshöhle vertritt.

4) Der coelenterische Apparat heisst auch Gastrovascularsystem, weil verästelte Ausläufer des Magens die Nahrung überall hin vertheilen und so die Function der Blutgefässe erfüllen.

5) Die Fortpflanzung ist entweder geschlechtlich oder ungeschlechtlich, sehr häufig cyklisch (Generationswechsel).

6) Die Coelenteraten werden in **Spongien** und **Cnidarien** eingetheilt.

7) Der Körper der **Spongien** ist eine Binde substanzmasse, durchsetzt von Canälen, welche von einem auch die Körperoberfläche überziehenden Plattenepithel ausgekleidet sind (Binde substanz + Plattenepithel = Meso-Ektoderm). Ein aus Geisselzellen (Kragenzellen) bestehendes Entoderm findet sich nur im Bereich der Geisselkammern, welche in den Verlauf der Canäle eingeschaltet sind (bei den Asconen im Bereich des Centralmagens).

8) Die Thiere nehmen die Nahrung durch feine Poren der Körperoberfläche, Dermalporen, auf und geben das Unverdauliche durch ein oder mehrere Oscula ab.

9) Da Nerven, Muskeln, Sinnesorgane fehlen oder ganz unvollkommen ausgebildet sind, zeigen die Thiere so gut wie keine Bewegungen.

10) Nach dem Skelet zerfallen die Spongien in Calcispongien und Silicispongien.

11) Die **Cnidarien** sind höher organisirt und thierähnlicher, da sie mit Nerven, Muskeln, Sinnesorganen ausgerüstet sind und daher eine grössere Reizbarkeit und Bewegungsfähigkeit besitzen.

12) Besonders charakteristisch für die Cnidarien ist die Anwesenheit von Tentakeln und von kleinen, in besonderen Zellen sich bildenden Nesselorganen, den Nesselkapseln.

13) Fast alle histologischen Differenzirungen gehen vom Ektoderm und Entoderm aus, indem ein Mesoderm entweder vollkommen fehlt oder untergeordnete Bedeutung besitzt, meist nur Stützgewebe liefernd (Diblasterien, zweiblättrige Thiere).

14) Man unterscheidet 4 Classen: **Hydrozoen**, **Scyphozoen**, **Anthozoen**, **Ctenophoren**.

15) Bei den **Hydrozoen** und **Scyphozoen** findet man gewöhnlich 2 im Generationswechsel stehende Formen, die sessilen Polypen (Ammen) und die frei beweglichen Medusen (Geschlechtsthiere).

16) Für die **Hydrozoen** ist der Hydroidpolyp und die craspedote Meduse charakteristisch.

17) Der Hydroidpolyp ist ein aus Ektoderm, Entoderm und Stützlamelle bestehender Schlauch mit einem Tentakelkranz; bei coloniebildenden Formen kommt noch ein cuticulares Ausscheidungsproduct des Ektoderms, das Periderm, hinzu.

18) Die craspedote Meduse hat einen glockenförmigen Körper mit glattem Schirmrand, von welchem der Schwimmsaum oder das Velum entspringt. Die Geschlechtsorgane sind ektodermal.

19) Die Meduse entsteht am Polypen oder am Polypenstock durch laterale Knospung.

20) Der Generationswechsel kann in Polymorphismus übergehen, wenn die Meduse als Sporosac im Stock verbleibt; er kann ganz fehlen, indem entweder die Hydroidengeneration oder die Medusengeneration ausfällt.



21) Für die **Scyphozoen** ist das Scyphostoma und die acraspeide Meduse charakteristisch.

22) Das Scyphostoma unterscheidet sich von dem Hydroidpolypen vornehmlich durch vier longitudinale Gastral falten oder Septen (Taeniolen).

23) Die acraspeide Meduse unterscheidet sich von der craspedoten durch den Mangel des Velum, die gelappte Beschaffenheit des Schirmrandes, die Anwesenheit der Gastral tentakelchen, die entodermalen Geschlechtsorgane.

24) Die Meduse entsteht am Polyp durch terminale Knospung.

25) Selten wird der Generationswechsel unterdrückt, und zwar nur in der Weise, dass das Scyphostomastadium ausfällt.

26) Bei den **Anthozoen** findet sich als einzige Grundform der Corallenpolyp; derselbe unterscheidet sich vom Hydroidpolyp durch das Schlundrohr, die radialen, an das Schlundrohr tretenden Septen, durch die Anwesenheit eines Mesoderms, durch entodermale, früh in's Mesoderm übertretende Geschlechtsorgane.

27) Die meisten Anthozoen sind coloniebildend und erzeugen ein Skelet, das gewöhnlich aus kohlensaurem Kalk, seltener aus „Hornsubstanz“ besteht.

28) Das Skelet kann entweder ein Axenskelet sein oder kann sich auch auf die einzelnen Polypen erstrecken (Rindenskelet).

29) Nach der Zahl der Septen theilt man die lebenden Anthozoen in **Hexacorallien** und **Octocorallien** ein, denen sich die fossilen **Tetracorallien** anschliessen.

30) Die **Hexacorallien** haben sechs Septenpaare oder Multipla davon, sie haben ferner zahlreiche schlauchförmige Tentakeln.

31) Die **Octocorallien** haben acht Einzelsepten (nie mehr) und acht gefiederte Tentakeln.

32) Die **Ctenophoren** sind stets freischwimmend und haben einen aus einem muskelreichen Mesoderm bestehenden Gallertkörper.

33) Nesselzellen fehlen und sind durch Klebzellen ersetzt.

34) Am meisten charakteristisch sind acht meridional verlaufende Ruderreihen, deren Bewegungen von einem gemeinsamen Centralorgan, dem nach Art eines Hörbläschens gebauten Sinneskörper, regulirt werden.

35) Der Darm besteht aus einem durch Ektodermeinstülpung entstandenen Magen und reich verästelten entodermalen Gefässen.

### III. Stamm.

## Vermes oder Würmer.

Der Stamm der *Würmer* hat in der Geschichte der systematischen Zoologie am meisten Wandlungen durchzumachen gehabt, und noch heute gehen bei der Beantwortung der Frage, was man unter dem Namen „*Würmer*“ Alles zusammenfassen soll, die Ansichten der Forscher weit auseinander. Viele Zoologen wollen sogar den Würmerstamm ganz aufheben und ihn in mehrere Stämme auflösen. — Es

Umfang des  
Stammes.



giebt gewisse Gruppen, welche lange Zeit allgemein dem Stamm eingereiht wurden, wie die umfangreichen Classen der *Platt-*, *Rund-* und *Gliederwürmer* und die kleinen Abtheilungen der *Pfeil-* und *Eichelwürmer*; sie bringen das Charakteristische in der Erscheinungsweise der Würmer am meisten zum Ausdruck und verdienen daher bei der Besprechung in erster Linie Berücksichtigung. Ferner gehören unzweifelhaft hierher die *Räderthiere*; denn so sehr sich dieselben auch in ihrer Beschaffenheit von typischen ausgebildeten *Würmern*, wie *Blutegel*, *Regenwurm* etc., unterscheiden, so gross ist die Uebereinstimmung mit vielen Wurmlarven, eine Uebereinstimmung, auf welche bei der jetzigen hohen Werthschätzung der Entwicklungsgeschichte besonderes Gewicht gelegt werden muss. Dagegen werden von den meisten Zoologen einige Thiergruppen, welche in diesem Lehrbuch, wenn auch nur in Form eines Anhangs, dem Stamm angefügt worden sind, von den *Würmern* ausgeschlossen und vielfach zu selbständigen Stämmen erhoben, die *Brachiopoden* und *Bryozoen* zum Stamm der *Molluscoideen*, die *Ascidien* und *Salpen* zum Stamm der *Tunicaten*. Für den hier eingenommenen Standpunkt war zunächst die Erwägung maassgebend, dass es nicht zweckmässig ist, so einförmig gebauten, an Familien und Arten armen Gruppen den Rang eines Thierstammes einzuräumen. Dazu kamen Erwägungen über die systematische Stellung der *Würmer* im Allgemeinen. Allseitig wird anerkannt, dass wir in den *Würmern* die Urformen der höheren Thierstämme zu suchen haben, dass aus ihnen die *Echinodermen*, *Mollusken*, *Arthropoden* und *Vertebraten* durch einseitige Specialisirung des Baues hervorgegangen sind. So sind auch *Bryozoen*, *Brachiopoden* und *Tunicaten* jedenfalls Abkömmlinge wurmartiger Urformen und daher eng mit dem Würmerstamm verknüpft. Dagegen ist es nicht sicher, ob *Brachiopoden* und *Bryozoen* mit einander verwandt sind, und mehr als zweifelhaft, ob sie, wie der Name *Molluscoiden* sagt, mit den *Mollusken* irgend etwas zu thun haben. Die *Tunicaten* sind zwar sicher nahe Verwandte der *Wirbelthiere*, immerhin aber doch von ihnen so enorm verschieden, dass es ganz unstatthaft ist, sie mit ihnen unter dem Namen *Chordonier* zu vereinen.

Unterscheidende Merkmale der Würmer.

Hautmuskelschlauch.

Von den *Coelenteraten* unterscheiden sich die *Würmer* durch ihre Bilateralität, welche in der inneren Anatomie stets auch da nachweisbar ist, wo sie bei Betrachtung der äusseren Gestalt, wie bei den drehrunden *Nematoden*, zu fehlen scheint, ferner durch die ganglionäre Form des Nervensystems, die Anwesenheit besonderer Excretionsorgane und anderweitige Anzeichen höherer Organisation. Von Unterscheidungsmerkmalen gegen die übrigen bilateral-symmetrischen Formen möge als wichtigstes der Hautmuskelschlauch vorangestellt werden, von dessen Anwesenheit namentlich die eigenthümliche Bewegungsweise, welche man die wurmförmige nennt, bestimmt wird. Man versteht unter Hautmuskelschlauch die innige Vereinigung der Haut des Körpers mit der darunter gelegenen Muskulatur (Fig. 201, 202, 203). Die Haut ist ein einschichtiges Epithel, welches bald Flimmern trägt, bald eine dicke Cuticula als Schutzorgan ausscheidet. Das Epithel sitzt auf einer structurlosen Stützlamelle oder einer zellenhaltigen Bindegewebsschicht auf, mit welcher die nach der Tiefe zu folgenden Muskelfasern so innig verbunden sind, dass sie ihre Angriffspunkte an ihr finden. In der Muskelschicht sind stets longitudinale Fasern vorhanden; häufig treten zu denselben eine oder mehrere



Lagen circulärer Fasern, diagonal und gekreuzt verlaufende Fasern, ferner isolirte, dorsoventral angeordnete Muskeln.

Unter den Organen des Wurmkörpers muss als das ansehnlichste in erster Linie der Darm genannt werden. Zwar giebt es *Würmer*, welche entweder gänzlich darmlos sind, wie die *Bandwürmer*, oder wie manche *Nematoden* nur einen geschlossenen, offenbar functionsunfähigen Canal besitzen; das sind dann aber stets Parasiten, welche, wie Uebergangsformen deutlich lehren, den Darm in Anpassung an die vereinfachten Ernährungsbedingungen des Parasitismus verloren haben. Im Bau des Darms schliessen sich die niedersten Würmer noch vollkommen an die höheren *Coelenteraten* (*Anthozoen* und *Ctenophoren*) an, indem sie ausser dem entodermalen Urdarm (Mesenteron, Gastrulasäckchen) nur noch den durch Ektodermeinstülpung entstandenen Vorderdarm (Stomodaeum) besitzen, während der Enddarm (Proctodaeum) und damit eine Afteröffnung noch fehlt (cfr. S. 87, Fig. 55). Bei den meisten Würmern ist jedoch der Darm durch eine Ektodermeinstülpung am hinteren Ende (Proctodaeum) zu einem beiderseits durch Mund und After geöffneten Rohr geworden. Vielzellige Anhangsdrüsen werden bei den typischen Würmern (*Platt-*, *Rund-* und *Ringelwürmern*) noch vermisst, nur hie und da finden sich blindsackartige Ausstülpungen des Mitteldarms (Leber der *Tunicaten*, *Enteropneusten* und *Brachiopoden*, Magendrüsen der *Rotatorien*).

Der Darm ist entweder direct in das von Muskeln durchsetzte Körperparenchym eingelassen und kann dann nur schwer oder überhaupt nicht herauspräparirt werden (Fig. 201); oder er liegt in einem Hohlraum, dem Coelom oder der Leibeshöhle, welche ihn vom Hautmuskelschlauch trennt und in welcher man ihn leicht durch Durchschneiden des Muskelschlauchs freilegen kann (Fig. 202, 203). Wir können daher parenchymatöse und Leibeshöhlen-Würmer, *Scoleciden* und *Coelhelminthen*, einander gegenüberstellen und kommen so zu 2 Typen der Wurmorganisation, die scharf auseinandergehalten werden

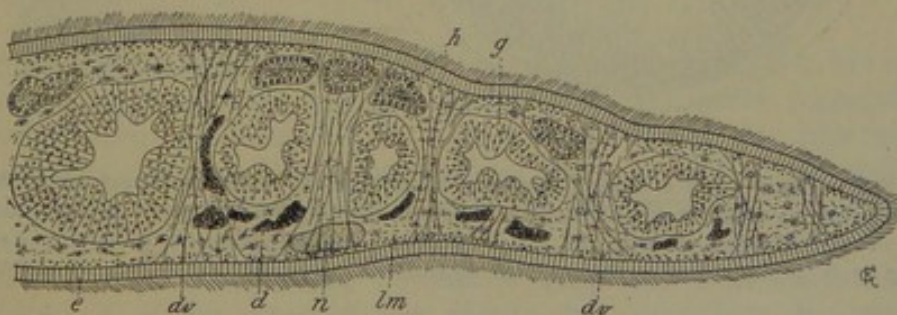


Fig. 201. Querschnitt durch eine *Planarie* (nur die rechte Hälfte dargestellt). *e* Ektodermepithel mit Flimmern, die Körnchen darunter (*lm*) sind die Querschnitte von Längsmuskeln, *dv* dorsoventrale Muskelfasern, *g* Blindsäcke des Darms, *d* Dotterstock, *h* Hodenfollikel, *n* Nervensystem (Seitenstränge).

müssen, da die Thiere in ihrem gesammten Aussehen, im Bau ihrer Körpermuskulatur und der meisten vegetativen Organe ganz erhebliche Unterschiede zeigen, je nachdem sie eine Leibeshöhle haben oder nicht. Die *Coelhelminthen* sind im Allgemeinen rundlich, ihr Körperquerschnitt ist nicht selten genau kreisförmig. Die Körpermuskeln werden vom äusseren (parietalen) Epithel der Leibeshöhle



geliefert (Fig. 202, 203) und bestehen somit aus „Epithelmuskelzellen“. Die parenchymatösen Würmer sind dagegen meist in dorsoventraler Richtung abgeplattet (Fig. 201); ihre Körpermuskeln sind modifizierte Parenchymzellen, „contractile Faserzellen“ (vergl. hierüber S. 78).

Nephridien  
und Proto-  
nephridien.

Bei den Coelhelminthen sind die Nieren Verbindungsanäle der Leibeshöhle mit der Aussenwelt und heissen Nephridien, früher auch Schleifenanäle oder „Segmentalorgane“ (cfr. S. 97, Fig. 66); sie beginnen in der Leibeshöhle mit einer trichterförmigen, flimmernen Oeffnung, dem Wimpertrichter, und münden nach vielfach gewundenem Verlauf nach aussen, nachdem sie noch vorher zu einer Art Harnblase angeschwollen sind. Bei den Scoleciden müssen Wimpertrichter selbstverständlich fehlen; ihr excretorischer Apparat, die Protonephridien oder das „Wassergefässsystem“, ist ein System verästelter, gegen das Parenchym abgeschlossener Canäle (cfr. S. 97, Fig. 64, 65), welche mit kleinen Blindschläuchen beginnen, an deren Grund ein Flimmerbüschelchen sich wie eine im Winde flackernde Kerzenflamme bewegt. Dieses „Wimperläppchen“ dient offenbar zur Bewegung der excretorischen Flüssigkeit, welche aus den feineren, oft nach Art von Blutcapillaren anastomosirenden Gefässen durch einen

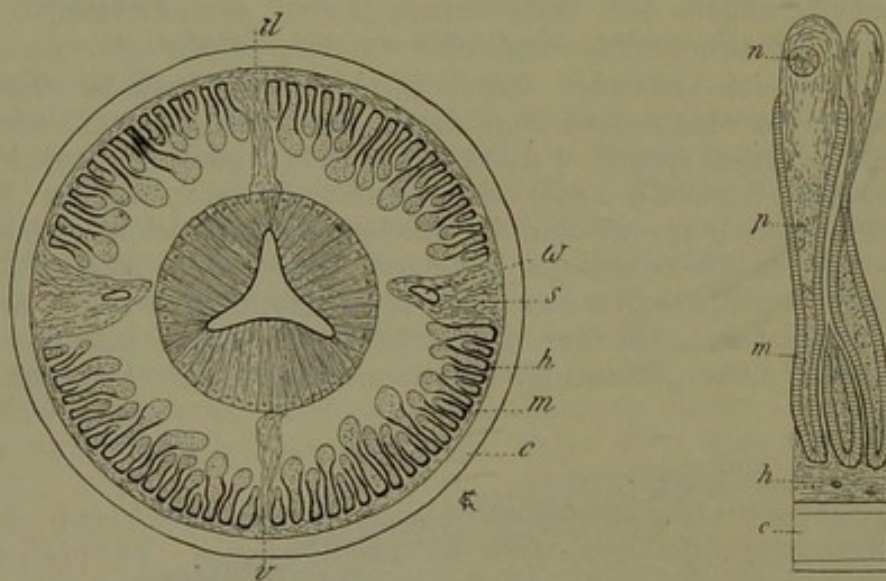


Fig. 202. Querschnitt durch *Ascaris lumbricoides* auf der Höhe des Pharyngealbulbus; daneben ein Stück Hautmuskelschlauch stärker vergrössert. *c* Cuticula, *h* Hypodermis; Verdickungen derselben = *d* dorsale, *v* ventrale, *s* seitliche Längslinie, in letzterer *w* der Excretionscanal, *m* Längsmuskeln, *p* Muskelzellen, *n* deren Kerne.

oder mehrere Hauptstämme nach aussen geleitet wird. Ehe die Hauptstämme durch den Porus excretorius nach aussen münden, können sie eine contractile Blase bilden. Die Flüssigkeit, welche durch die Contraktionen der letzteren entleert wird, ist wasserklar, enthält aber ab und zu Körperchen, welche mikrochemisch sich wie Guanin verhalten sollen.

Geschlechts-  
organe.

Bei den Coelhelminthen ist der Geschlechtsapparat einfach gebaut; die Geschlechtszellen (Fig. 203 o) entstehen aus dem Epithel der Leibeshöhle und gelangen durch die Nephridien, seltener durch besondere Ausführwege nach aussen, so dass gewöhnlich eine an das Urogenitalsystem der Wirbelthiere erinnernde Vereinigung von Ge-



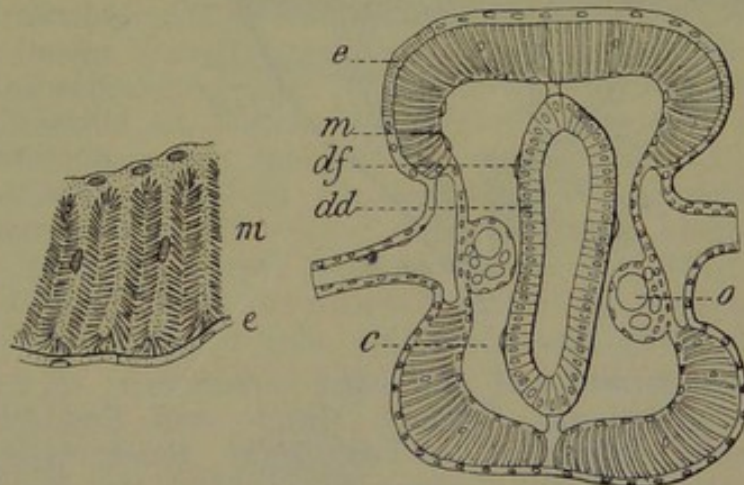
schlechts- und Nierenorganen vorhanden ist. Bei den *Scoleciden* fehlen analoge Einrichtungen; die Geschlechtsorgane haben hier meist ihre eigenen, sehr complicirten Ausführwege.

Ein geschlossenes Blutgefäßssystem kann in beiden Gruppen Blutgefäße. der Würmer vorkommen oder fehlen. Wo es fehlt, dient bei den *Coelhelminthen* als Ersatz die Leibeshöhle; bei den *Scoleciden* dagegen können Einrichtungen getroffen sein, welche vollkommen an das Gastrovascularsystem der *Coelenteraten* erinnern (cfr. S. 92, Fig. 60, S. 239, Fig. 210); der Darm verästelt sich und sucht zum Zweck der Nahrungsvertheilung mit seinen Endzweigen die entferntesten Gegenden des Körperparenchyms auf.

Im Grundplan des Nervensystems stimmen *Scoleciden* und *Coelhelminthen* überein: ein Ganglienpaar liegt dorsal vom Schlund (obere Schlund- oder Hirnganglien) und entsendet nach rückwärts 2 kräftige Stränge, die zum Centralnervensystem gerechnet werden müssen, da sie einen Beleg von Ganglienzellen haben. Diese Hauptstränge, zu denen sich bei *Trematoden*, *Cestoden* und manchen *Tur-*

Nerven-  
system.

Fig. 203. Querschnitt durch *Sagitta bipunctata* auf der Höhe des Ovars, daneben ein Stück Hautmuskelschlauch stärker vergrößert. *e* ektodermales Epithel, *m* Hautfaserblatt (Längsmuskeln und zugehörige Epithelzellen), *df* Darmfaserblatt, *dd* Darmdrüsenblatt, *o* Ovar, *c* Coelom (nach O. Hertwig).



*bellarien* noch weitere Längsstränge hinzugesellen, verlaufen bei allen *Plattwürmern* ventro-lateral; bei den *gegliederten Würmern* dagegen sind sie ganz ventral zur Bildung des Bauchmarks verlagert; hier kommen sie in der Mittellinie zur Vereinigung und nehmen die Form des Strickleiternnervensystems an (vergl. S. 103, Fig. 72), welches mit den ihre dorsale Lage beibehaltenden Hirnganglien durch die Schlundcommissuren verbunden ist. Vielfach liegt das Nervensystem noch im Ektoderm, d. h. im Epithel der Haut; bei manchen *Würmern* ist es aus der Haut ausgeschieden und auf der Grenze von Ektoderm und Mesoderm nach aussen von dem Muskelschlauch angelangt. Am häufigsten findet man jedoch die nervösen Centralorgane entweder inmitten der Muskulatur oder sogar einwärts von ihr in der Leibeshöhle. Man kann somit bei den *Würmern* die Verlagerung des Nervensystems aus seiner Bildungsstätte, der Haut, in die Tiefe vergleichend-anatomisch auf das schönste verfolgen. — Die Sinnesorgane sind sehr variabel, am verbreitetsten sind einfache Augen und Tastorgane, seltener Hörbläschen, Geruchsorgane etc.

Unter den Fortpflanzungsweisen überwiegt die geschlecht-Entwicklung, liche, doch kommt auch noch Pädogenese und ungeschlechtliche Trochophora.



Fortpflanzung durch Theilung und Knospung vor. Damit sind die Bedingungen zu Generationswechsel und Heterogonie gegeben, welche beide thatsächlich auch in einigen Classen beobachtet werden. Die Eier schlagen ebenso häufig den Weg der directen Entwicklung wie den Weg der Metamorphose ein. Bei letzterer treten sehr charakteristische Larven auf, welche hier gleich ihre Besprechung finden mögen, da sie bei verschiedenen Classen der *Würmer* in ähnlicher Weise vorkommen. Man führt die mannichfaltigen Gestalten auf eine gemeinsame Urform, die *Trochophora*, zurück (Fig. 204). Dieselbe ist von grosser morphologischer Bedeutung, da sie in ihrem Bau den *Räderthierchen* gleicht, da ferner ähnliche Larvenformen bei

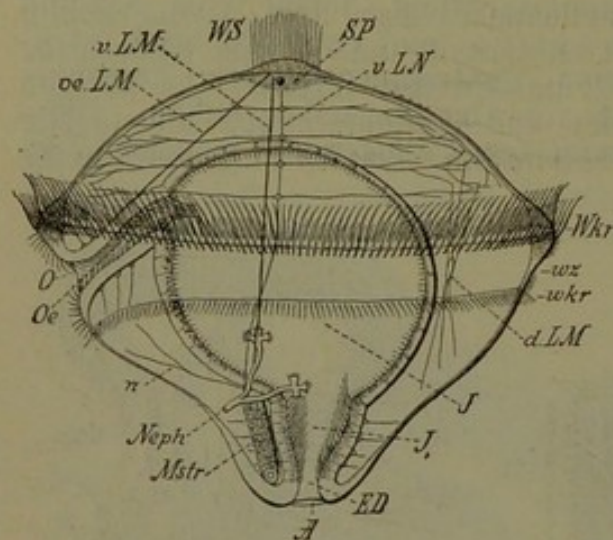


Fig. 204. Trochophora-Larve (Loven'sche Larve) von *Polygordius* (aus Hatschek). *Wkr* präoraler, *wkr* postoraler Wimperkranz, *wz* adorale Wimperzone, *Ws* Wimperstiel der Scheitelplatte *SP*, *O* Mund, *Oe* Oesophagus, *J* Magen, *D* Darm, *ED* Enddarm, *A* After, *Neph* Kopfnieren, *Mstr* Mesodermstreifen, *v.LM.*, *d.LM.*, *oe.LM.*, Muskeln, *v.LN.*, *n* Nerven.

*Echinodermen* und *Mollusken* vorkommen; sie ist ein Gallertklümpchen mit einem aus Vorder-, Mittel- und Enddarm bestehenden Darmcanal. Anfänglich ist die Haut gleichmässig bewimpert, bei vorgeschrittener Entwicklung findet jedoch eine Beschränkung der Wimpern auf bestimmte verdickte Partien des Epithels, die Wimperschnüre, statt. Eine Wimperschnur ist namentlich constant; sie verläuft ringförmig vor der Mundöffnung und umgiebt ein einheitliches Feld, das Stirnfeld; inmitten desselben liegt als Anlage der oberen Schlundganglien eine oft mit einem Wimperschopf ausgerüstete Epithelverdickung, die Scheitelplatte. Von Organen können dazu ausser Muskeln noch eine linke und rechte Niere kommen, die neben dem Darm münden und, wie die Nieren der parenchymatösen Würmer, blind geschlossene, verästelte Canäle, ächte Protonephridien sind. Bei den *Scoleciden* ist die Larve noch nicht vollkommen entwickelt, indem der Enddarm und die Protonephridien noch fehlen; man spricht hier von einer *Pro-trochula* (Fig. 208 u. 229).



## I. Unterstamm.

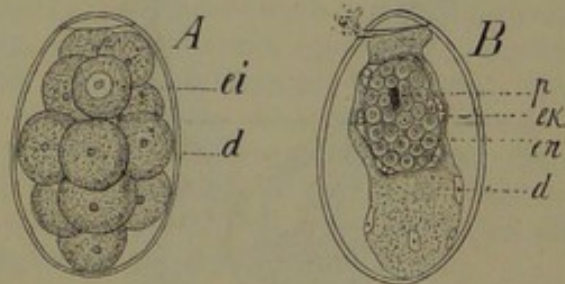
## Scoleciden, parenchymatöse Würmer.

## I. Classe.

## Plathelminthen, Plattwürmer.

Die Classe ist schon zur Genüge durch den Namen gekennzeichnet. Mit wenigen Ausnahmen (*rhabdocoele Turbellarien*, manche *Trematoden*) sind die nahezu plane Bauchseite und der schwach convexe Rücken einander stark genähert und gehen an den Seitenrändern mit mehr oder minder scharfen Kanten in einander über; ausserdem ist der Unterschied von Rücken und Bauch meist schon durch die lichtere Färbung des letzteren ausgedrückt. Da die *Plattwürmer* die charakteristischen Vertreter der *Scoleciden* sind, gelten für sie alle oben schon hervorgehobenen Merkmale dieser Gruppe. Wir fassen sie kurz noch einmal zusammen: eine Leibeshöhle fehlt; die Grundlage des Körpers ist ein Muskelparenchym, eine bindegewebige, von longitudinalen, transversalen und dorsoventralen Muskelfasern durchsetzte Masse, in welcher die einzelnen Organe: Darm, Nervensystem, Niere, Geschlechtsapparat, wie in einem festen Kitt eingebettet sind. Während die Beschaffenheit des Darms äusserst wechselnd ist, besteht das Nervensystem stets aus einem Paar oberer Schlundganglien und davon ausgehenden Längsnerven; die Niere (Protonephridium) ist ein verästeltes Wassergefässsystem mit Flimmerläppchen und mit einem oder mehreren Ausführungsgängen. Den meisten Raum im Körper nehmen die in der Mehrzahl der Fälle zwitterigen Geschlechtsorgane für sich in Anspruch. Namentlich ist der weibliche Apparat sehr voluminös und gewöhnlich

Fig. 205. Eier von *Distomum nodulosum* (nach Schauinsland). A vor der Embryonalentwicklung, B Embryonalentwicklung im Gang, Dotterzellen zerfallen. *ei* Eizelle, *d* Dotterzelle, *en* Entodermzellen, *ek* Ektoderm, *p* Pigmentfleck.



dadurch ausgezeichnet, dass zur Bildung der Eier zweierlei Drüsen zusammenwirken, der kleine, meist unpaare Eierstock, auch Keimstock genannt, und die meist paarigen, reich verzweigten Dotterstöcke. Im Keimstock entstehen die „Keimzellen“ als kleine, dotterarme Körper; im Dotterstock bilden sich die mit Nahrungsbestandtheilen (Dotterplättchen) reich beladenen Dotterzellen. Da, wo die Ausführungsgänge beider Drüsen, die Dottergänge und der Eileiter, zusammen treffen, wird je eine Keimzelle mit vielen Dotterzellen zu einem ovalen Körper zusammengefügt, welcher weiterhin durch besondere Schalendrüsen noch mit einer festen Hülle versehen wird (Fig. 205 A). So entsteht ein zusammengesetztes Ei; dasselbe macht von dem Gesetz, dass das thierische Ei stets eine einzige Zelle ist, nur scheinbar eine Ausnahme. Denn die Entwicklung lehrt, dass nur die Keimzelle an der Bildung des Embryo directen Antheil hat und allein als



die eigentliche Eizelle angesehen werden kann, dass die Dotterzellen dagegen allmählich zerfallen und einen dem Embryo zur Speise dienenden Nahrungsklumpen liefern (Fig. 205 B).

Gewöhnlich werden die *Plattwürmer* in 4 Ordnungen eingetheilt: 1) *Turbellarien*, 2) *Trematoden*, 3) *Cestoden*, 4) *Nemertinen*. Von ihnen sind unzweifelhaft die *Turbellarien* die Ausgangsformen für die 3 übrigen Ordnungen. Aus den *Turbellarien* sind durch höhere Entwicklung die *Nemertinen* hervorgegangen, die *Trematoden* und *Cestoden* dagegen durch mehr und mehr zunehmende Rückbildung, eine Folge parasitischer Lebensweise. Rücksichtlich der *Nemertinen* wird von manchen Zoologen allerdings die Ansicht vertreten, dass sie überhaupt nicht zu den *Plattwürmern* gehören, sondern den *Anneliden* verwandt sind.

### I. Ordnung. Turbellarien oder Strudelwürmer.

Die *Turbellarien* sind Thiere von geringer Körpergrösse; nur wenige Arten erreichen eine Länge von mehreren Centimetern, während es viele Arten giebt, welche dauernd mikroskopisch klein bleiben. Der

Fig. 206.

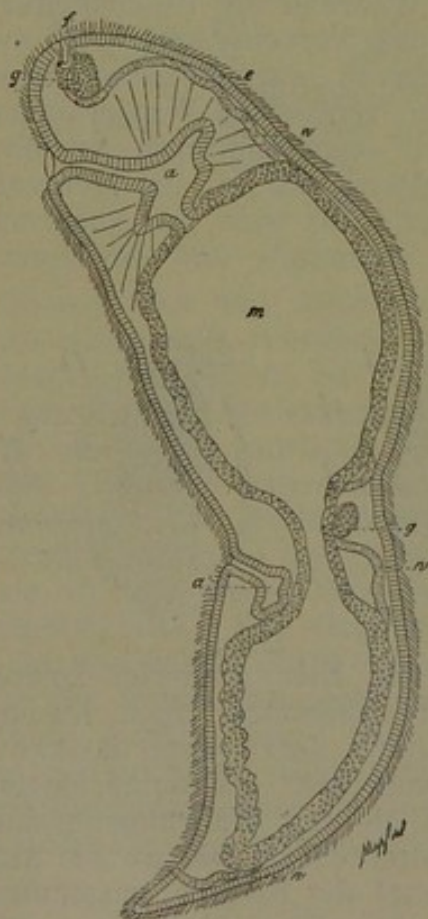


Fig. 207.

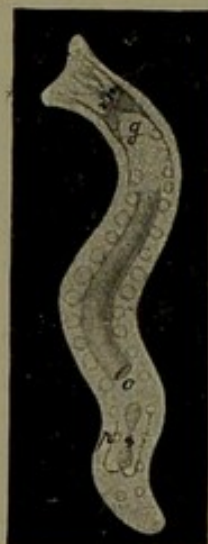


Fig. 206. *Stenostoma leucops* in Theilung. *a* ectodermaler Anfangsdarm, bei *a'* für das hintere Thier neugebildet, *m* blindgeschlossener, entodermaler Mitteldarm, *e* ektodermes Flimmerepithel, *g* Ganglion mit Flimmergrube, *f*, *w* Wassergefässcanal, *g* Ganglion des hinteren Thieres.

Fig. 207. *Gunda lobata* (nach O. Schmidt). *g* Ganglienknötchen mit Augenflecken, *o* Mund (Eingang in das lange Schlundrohr), *p* Porus genitalis, davor der weibliche, dahinter der männliche Geschlechtsapparat.

Name „Strudelwürmer“ bezieht sich auf das wichtigste systematische Merkmal der Gruppe, das dichte Wimperkleid, welches die Oberfläche des Körpers überzieht und von einem einschichtigen Cylinder-epithel seinen Ursprung nimmt (Fig. 206). Dasselbe dient zur Athmung, indem es neuen Sauerstoff der Körperoberfläche zuführt, ausser-



dem aber auch vielfach zur Fortbewegung. Man findet nämlich die Turbellarien vorwiegend im Wasser (im Meer- wie im Süßwasser), seltener auf dem Land in feuchter Erde (*Landplanarien*). Im Wasser kriechen sie entweder ähnlich gewissen Nacktschnecken auf ihrer Bauchseite an Steinen und Pflanzen, oder sie tummeln sich frei schwimmend im Wasser herum. Im letzteren Falle machen die grösseren Formen undulirende Bewegungen des Körpers; den kleineren dagegen genügt der Ruderschlag ihrer Wimpern.

Aufenthaltort, Wimperkleid und allgemeiner Habitus verleihen den kleinen *Turbellarien* eine überraschende Aehnlichkeit mit Infusoriën, so dass es jetzt noch den Anfängern in der Zoologie wie einst den Begründern der mikroskopischen Forschung schwer fällt, *Infusorien* und *Turbellarien* auseinanderzuhalten. Da nun der für sich allein schon ausreichende Nachweis der Vielzelligkeit ohne Reagentien nicht leicht zu führen ist, leitet am sichersten beim Erkennen lebender Turbellarien die Beobachtung eines mit eigenen Wandungen versehenen Darmcanals. Derselbe besteht nur aus Anfangsdarm und Mitteldarm und ist am hinteren Ende blind geschlossen, da Enddarm und After noch fehlen. Die Mundöffnung liegt in einiger Entfernung vom vorderen Ende auf der ventralen Seite, ist aber nicht selten bis in die Mitte des Körpers verschoben und kann sogar dem hinteren Ende genähert sein (Fig. 207); sie führt in einen muskulösen Schlundkopf, welcher häufig in einer besonderen Scheide eingeschlossen ist und dann wie ein Rüssel nach aussen hervorgestossen werden kann. Der auf den Schlundkopf folgende, blindgeschlossene, entodermale Darm liefert einige systematisch wichtige Unterschiede; so ist er bei den *Rhabdo-coelen* ein einfacher, stabförmiger Schlauch, bei den *Dendrocoelen* dagegen bildet er einen Centralmagen, von dem aus weiterhin verästelte Blindschläuche ausgehen. Die Zahl derselben ist bei den *Polycladen* (vergl. S. 92, Fig. 60) eine sehr ansehnliche, bei den *Tricladen* sind 3 Hauptzweige vorhanden, ein unpaarer medianer nach vorn, 2 laterale nach rückwärts gerichtet. Von jedem der 3 Hauptzweige gehen weiterhin zahlreiche verästelte Blindsäcke aus. Unabhängig von den verschiedenen Stellungen des Mundes bewahren die oberen Schlundganglien ihre Lage am vorderen Ende des Thieres. Letzteres dient auch zum Tasten und kann in fühl器artige Spitzen ausgezogen werden; fast stets trägt es zwei oder mehr einfach gebaute Augen, während ein unpaares Hörbläschen nur bei wenigen Arten beobachtet wurde.

In der Haut mancher *Turbellarien* finden sich Nesselkapseln, welche vollkommen wie bei den Coelenteraten gebaut sind. Viel verbreiteter sind jedoch die Rhabditen, kleine Stäbchen, welche in Epithelzellen entstehen, die nicht selten nach Art einzelliger Drüsen in das Mesoderm hineinragen. Sie finden sich in der schleimigen Spur, welche kriechende *Turbellarien* auf der Unterlage hinterlassen.

Der hermaphrodite Geschlechtsapparat (Fig. 70) und das Wassergefässsystem zeigen in den einzelnen Unterordnungen und Familien eine sehr verschiedenartige Ausbildung. Die Eier der Turbellarien sind gewöhnlich sehr gross und werden mittelst kleiner Stielchen an Wasserpflanzen befestigt. Manche Arten bilden auch Cocons, deren Inhalt aus zahlreichen Dotterzellen und wenigen Eiern besteht. Bei marinen *Turbellarien* kann aus dem Ei eine frei schwimmende Larve mit lappigen Anhängen hervorgehen, welche durch Metamorphose zur



kriechenden Turbellarie wird (Fig. 208). Nur selten findet sich neben der geschlechtlichen auch die ungeschlechtliche Fortpflanzung. Die *Microstomeen* und einige *Planarien* besitzen die Fähigkeit der Quertheilung und bilden bei guter Ernährung durch rasche Wiederholung der Theilung eine Kette hinter einander gereihter Individuen, welche sich erst allmählig von einander lösen. Für jedes hintere Thier werden Schlundkopf und Ganglien neu gebildet (Fig. 206).

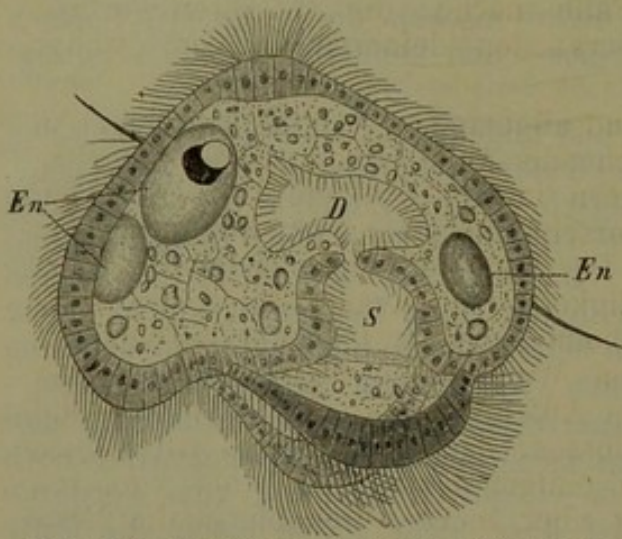


Fig. 208. Larve von *Stylochus pilidium* (aus Korschelt-Heider nach Goette). S Schlund, D Darm, En Reste von Entodermzellen.

Einige Turbellarienarten (*Convoluta saliens* Graff, *Proporus venenosus* O. Sch. u. A.) zeigen eine merkwürdige Structur des Darms. Der Pharynx führt in ein entodermiales Syncytium, eine von Kernen durchsetzte Protoplasmamasse ohne Lumen, in deren Innerem wie in der Sarkode eines *Protozoen* die Speisen verdaut werden. Auch ist dieses primitive Entoderm

gegen das umgebende Mesoderm fast gar nicht abgesetzt. Es ist unsicher, ob diese „*Acoelen*“ primitive oder rückgebildete Formen sind; ersteres ist wahrscheinlicher.

I. Unterordnung. *Rhabdocoelen*. Die meist mikroskopisch kleinen, im Aussehen und in der Lebensweise den *Infusorien* ähnlichen Thiere haben einen einfachen, stabförmigen Darmblindsack. *Vortex viridis* Max Schultze; *Mesostomum Ehrenbergi* O. Schm. Im Süßwasser sind am verbreitetsten die *Microstomeen*, bei denen die ungeschlechtliche Fortpflanzung durch Theilung so sehr überwiegt, dass man selten Geschlechtsthiere trifft. *Microstomum lineare* Oerst.; *Stenostomum leucops* O. Schm. (Fig. 206).

II. Unterordnung. *Dendrocoelen*. Die Thiere sind meist ein oder mehrere Centimeter gross, haben einen deutlich dorsoventral abgeplatteten Körper und einen reich verästelten Darm. Bei den ausschliesslich marinen *Polycladen* entspringen unmittelbar vom Centralmagen zahlreiche Blindsäcke: *Thysanoxoon Diesingi* Gr., *Leptoplana laevigata* Qf. (Fig. 60). Bei den auch im Süßwasser und in feuchter Erde vorkommenden *Tricladen* sendet der Centralmagen 3 weiterhin sich verästelnde Blindsäcke aus, einen medianen nach vorwärts, zwei laterale nach rückwärts. Zu den „*Süßwasserplanarien*“ gehört das milchweisse *Dendrocoelum lacteum* Oerst. und die schwärzlichen *Polycelis nigra* O. Schm. und *Planaria polychroa* O. Schm., zu den meist tropischen „*Landplanarien*“ das vielfach in Gewächshäusern beobachtete, 35 cm lange *Bipalium Kewense* Moseley. Europäische Landplanarien: *Rhynchodemus terrestris* O. F. Müll., *Microplana humicola* Vejd. Marin ist *Gunda lobata* O. Schm. (Fig. 207).

## II. Ordnung. Trematoden, Saugwürmer.

Die *Saugwürmer* sind ausschliesslich Parasiten, welche entweder auf der Haut und den Kiemen (Ektoparasiten) oder in den inneren Organen (Entoparasiten) anderer Thiere leben; in ihrem Bau schliessen



sie sich den *dendrocoelen Turbellarien* auf's engste an und sind von ihnen vornehmlich durch Merkmale unterschieden, welche sich unmittelbar auf ihre parasitische Lebensweise zurückführen lassen. Zunächst fehlt den *Trematoden* das Wimperkleid der *Turbellarien* oder tritt nur während des im Wasser sich abspielenden Larvenlebens auf. Dafür ist die Haut mit Apparaten zur Befestigung am Wirth bewaffnet, mit Saugnäpfen und Haken. Die Saugnäpfe sind flache, von Cuticula ausgekleidete Gruben der Körperoberfläche, ausgerüstet mit einer dicken Muskelschicht, welche durch ihre Contraction die Grube vertieft und ihr Lumen erweitert. Eine Erweiterung des Lumens muss, wenn die Ränder des Saugnapfs fest schliessend auf die Haut des Wirths gepresst werden, ansaugend wirken und eine Befestigung des Parasiten herbeiführen. Bei den *Trematoden* ist mindestens ein solcher Saugnapf vorhanden, welcher das vordere Ende des Thieres einnimmt und, indem er an seinem Grund von der Mundöffnung durchbohrt wird, auch die Nahrungsaufnahme begünstigt. Dazu kommt gewöhnlich noch ein zweiter bauchständiger Saugnapf (Fig. 209) oder eine grössere Zahl von Saugnäpfen

Fig. 209.

Fig. 209. *Distomum lanceolatum*.  $s'$  vorderer,  $s''$  hinterer Saugnapf; an  $s^1$  schliesst der Pharynx mit dem Gabeldarm an;  $h$  die beiden Hoden mit den 2 Vasa deferentia, die sich zum Cirrus ( $c$ ) vereinen, daneben mündet der stark gewundene Uterus ( $u$ ),  $o$  Ovar, dahinter Schalendrüse mit Laurer'schem Gang ( $l$ ),  $d$  die paarigen Dotterstöcke mit den zur Schalendrüse ziehenden Ausführungen,  $w$  Wassergefässe,  $g$  Ganglien.

Fig. 210. *Distomum hepaticum* (aus Boas).  $s^1$  vorderer,  $s^2$  hinterer Saugnapf,  $ta$  Darmschenkel mit verästelten Blindsäcken ( $m$ ).

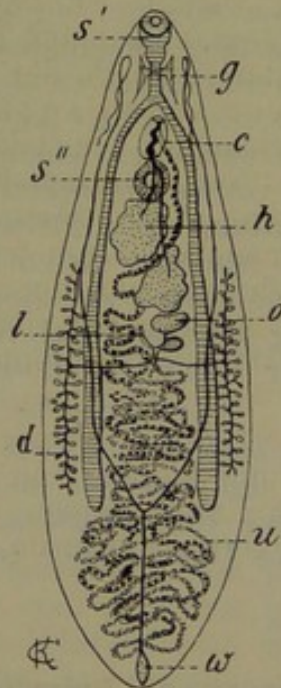
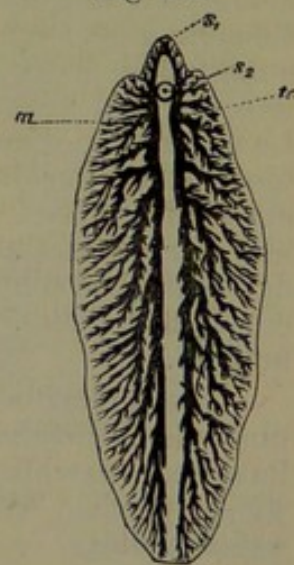


Fig. 210.



und Haken, welche am hinteren Körperende zu einer grossen Haftscheibe vereint sind (Fig. 210). Ob zahlreiche Haftapparate vorhanden sind (*Polystomeen*) oder nur 1—2 Saugnäpfe (*Distomeen*), hängt von der Lebensweise ab, wie wir sogleich sehen werden.

Weitere Folgen des Parasitismus sind die rudimentäre Beschaffenheit der Sinnesorgane und in Folge davon die schwache Ausbildung der Hirnganglien, womit sich die Tendenz verbindet, accessorische Ganglien besonders im Anschluss an die Haftorgane zu entwickeln. Augenflecke (2—4) finden sich nur noch bei Ektoparasiten und den im Freien lebenden Larven von Entoparasiten, äusserst selten bei ausgebildeten, entoparasitischen Arten. Auch der Darm ist meist zu einem Gabeldarm vereinfacht und nur selten noch, wie bei *Distomum hepaticum* (Fig. 210), mit dendritischen Blindsäcken bedeckt. Mit dem



Parasitismus hängt endlich die starke Entwicklung des Geschlechtsapparats zusammen, welcher zur Zeit der Geschlechtsreife den Körper des Thieres zum grössten Theil ausfüllt. Von seiner Beschaffenheit giebt vorstehende Zeichnung von *Distomum lanceolatum* eine Vorstellung (Fig. 209). Aus zwei Hoden (*h*) führen zwei Vasa deferentia nach vorn, um sich zu vereinigen und eine Samenblase zu erzeugen; der Endabschnitt des vereinigten Ganges kann als ein mit Widerhaken bewaffneter Penis oder Cirrus (*c*) ausgestülpt werden, ist aber für gewöhnlich in einem besonderen Behälter, dem Cirrusbeutel, eingeschlossen. Im weiblichen Apparat ist das Ovar (*o*) oder der Keimstock sehr klein, da er nur kleine, dotterarme Eier liefert. Dafür sind die Dotterstöcke (*d*) stark entwickelt. Der vereinigte Ausführgang derselben verbindet sich mit dem Keimgang, und so entsteht der Uterus, ein die Eier beherbergender und daher in viele Windungen gelegter Canal, der neben der männlichen Geschlechtsöffnung (bei *D. hepaticum* und anderen Arten mit derselben gemeinsam in einem Antrum genitale) mündet. Der Anfangstheil des Uterus heisst Ootype, weil hier die vom Eierstock kommenden Keimzellen mit Dotterzellen zu zusammengesetzten Eiern vereinigt und durch das Secret einzelliger Drüsen („Schalendrüse“) mit festen Hüllen umgeben werden, an denen man einen becherförmigen Haupttheil und ein darüber geklapptes Deckelchen unterscheidet. Vom Keimgang geht ein zweiter Canal ab, der auf der Rückenseite des *Distomum* mündet, der Laurer'sche Canal. In seiner Nachbarschaft findet sich ein (bei vielen Trematoden fehlendes) Receptaculum seminis. Der Laurer'sche Canal ist bei manchen Polystomeen doppelt und dient hier sicher zur Begattung (Fig. 210*w*); bei den Distomeen scheint er ein rudimentäres, bei manchen Arten fehlendes Organ zu sein. Indem hier der Uterus zugleich auch zur Begattung dient, ist die Möglichkeit der Selbstbefruchtung gegeben. Bei vielen *Trematoden* findet sich noch ein dritter Canal, der Ductus vitello-intestinalis, welcher in den Darm mündet.

Die Trematoden zerfallen in zwei grosse Gruppen, die *Polystomeen* und die *Distomeen*; die ersteren sind vorwiegend Ektoparasiten, die letzteren ausschliesslich Entoparasiten, ein Unterschied in der Lebensweise, welcher weitere Unterschiede im Bau und in der Entwicklungsweise bedingt.

### I. Unterordnung. Polystomeen, Monogenea.

Die meisten *Polystomeen* (Fig. 211) leben auf wasserbewohnenden Thieren, meist *Fischen*, seltener *Crustaceen*, wo sie die zarthäutigen, blutreichen und daher zum Aussaugen besonders geeigneten Organe, die Kiemen, bevorzugen. Da sie bei ihrer oberflächlichen Anheftung in höherem Maasse als die Entoparasiten Gefahr laufen, abgestreift zu werden, besitzen sie kräftige Klammerorgane. Ausser dem Mundsaugnapf, der nie so gut entwickelt ist, wie bei den Distomeen, öfters sogar ganz fehlt oder durch paarige Seitensaugnäpfe ersetzt ist, findet man gewöhnlich, zu einer grossen Haftscheibe vereint, eine reichliche Anhäufung von Saugnäpfen und Haken am hinteren Körperende, selten nur einen einfachen Saugnapf. Die Verbreitung der *Polystomeen* von einem Wirththier auf das andere bietet keine Schwierigkeiten; daher ist auch die Entwicklungsgeschichte nicht complicirt. Die gestielten



Eier werden am Aufenthaltsort des Mutterthiers abgesetzt und liefern Larven, welche schon bald nach dem Auskriechen dem fertigen Thiere ähnlich werden (daher der Name „*Monogenea*“).

Zu den interessanteren *Polystomeen* gehört der auf den Kiemen von Karpfen schmarotzende *Gyrodactylus elegans* Nordm. Er gebiert lebendige Junge, welche schon vor ihrer Geburt in ihrem Inneren eine neue Generation erzeugen. Noch auffallender ist das ebenfalls auf Cyprinoiden-Kiemen lebende *Diplozoon paradoxon* Nordm., welches seinen Namen dem Umstande verdankt, dass man stets zur Zeit der Geschlechtsreife die Thiere über Kreuz ähnlich den Siamesischen Zwillingen verwachsen findet (vergl. S. 138, Fig. 105). Aus den Eiern kriechen die früher unter dem Namen *Diporpa* beschriebenen Einzelthiere aus, welche erst nachträglich unter einander verwachsen. Jede *Diporpa* hat zu diesem Zweck einen Rückenzapfen und eine ventrale Sauggrube. Eine paarweise Vereinigung findet statt, indem jeder Paarling den Rückenzapfen des anderen mit seiner Sauggrube packt. Dabei verwächst zum Zweck der gekreuzten Befruchtung die Scheide des einen Paarlings mit dem Samenleiter des anderen. Den Uebergang zum Entoparasitismus vermittelt das *Polystomum integerrimum* Rud. aus der Harnblase des Frosches. Dasselbe lebt anfänglich auf den Kiemen der Kaulquappe; wenn bei der Metamorphose des Frosches die Kiemen verloren gehen, sucht der Parasit nothgedrungen in der Harnblase einen neuen weichhäutigen Nährboden (Fig. 211).

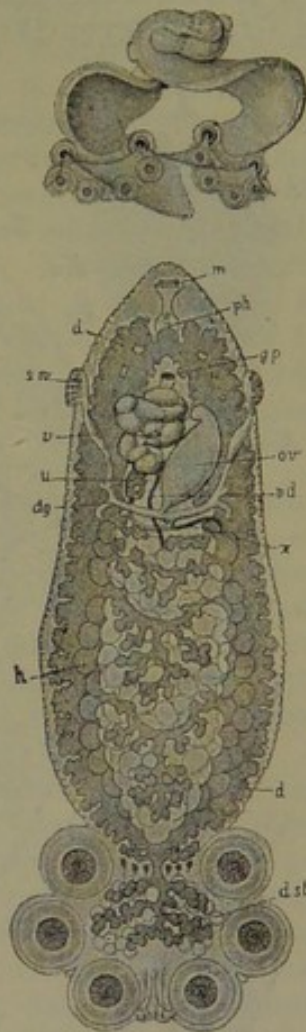


Fig. 211. *Polystomum integerrimum* (nach Zeller). 2 Thiere in wechselseitiger Begattung, darunter ein Thier stärker vergrößert. *m* Mundöffnung, *ph* Pharynx, *d* verästelter, voll Blut gesaugter Darm, *gp* Porus genitalis, Mündung für Vas deferens (*vd*) und Uterus (*u*), *sv* die Mündungen der paarigen Scheiden (*v*), *h* Hodenbläschen, *ov* Ovar, *dst* Dotterstock, *dg* Dottergänge, *x* Canalis vitello-intestinalis.

## II. Unterordnung. Distomeen, Digenea.

Für die entoparasitischen *Trematoden*, die *Distomeen*, welche meist im Darm und in dessen Anhangsorganen, seltener in den Blutgefäßen, Urogenitalorganen oder auch der Leibeshöhle bei Wirbelthieren und anderen Thieren leben, sind zunächst gewisse anatomische Merkmale charakteristisch: als Dunkelbewohner haben sie mit wenigen Ausnahmen die Augenflecke verloren, welche nur noch während des Larvenlebens und auch da nicht immer auftreten. Da sie nicht so sehr Gefahr laufen, aus den von ihnen bewohnten Organen abgestreift zu werden, besitzen sie entweder nur den zur Nahrungsaufnahme dienenden Mundsaugnapf (Gattungen *Monostomum*) oder noch einen zweiten Bauchsaugnapf (Gattungen *Distomum*, *Holostomum*, *Amphistomum*), selten noch weitere accessorische Haftapparate. Am meisten aber unterscheiden sich die Distomeen von ihren Verwandten durch ihre Entwicklungsweise; der durch den Entoparasitismus nothwendig gewordene Wirthswechsel hat bei der überwiegenden Mehr-



zählt zu einem durch Metamorphose complicirten, äusserst interessanten Generationswechsel, richtiger gesagt Heterogonie, geführt, daher der Name „Digenea“. Wir wollen bei der Schilderung derselben den Entwicklungsgang einer bestimmten Art, des *Distomum hepaticum* zu Grunde legen (Fig. 212).

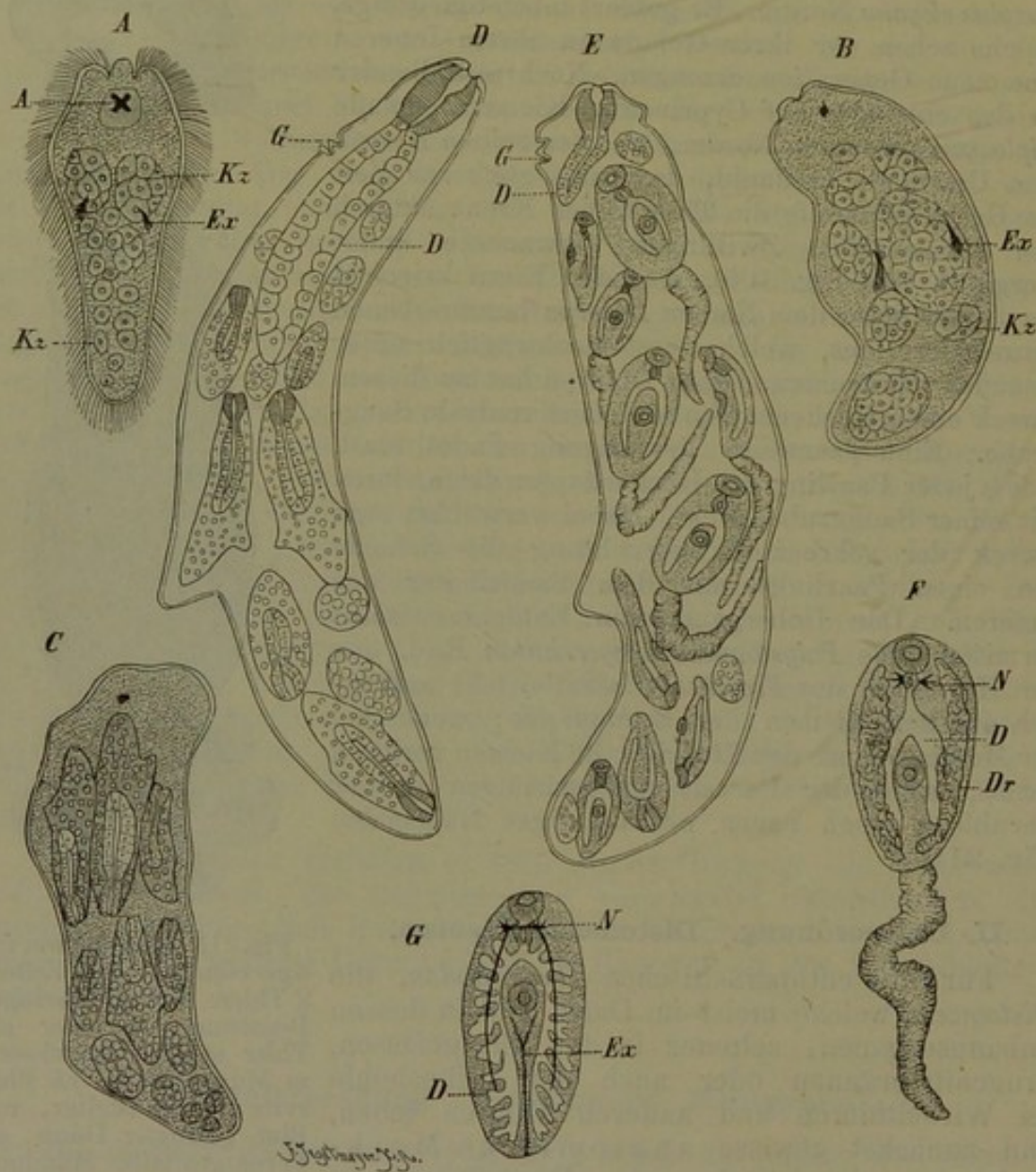


Fig. 212. Entwicklung von *Distomum hepaticum* (aus Korschelt-Heider nach Leuckart). A Larve, B junge Sporocyste aus der Athemhöhle von *Limnaeus*, C ältere Sporocyste mit Redien im Innern, D Redie, welche im Innern wieder Redien erzeugt, E Redie, welche Cercarien erzeugt, F Cercarie, G eingekapseltes *Distomum*. A Augenfleck, D Darm, Dr Drüsen, Ex Flimmerlappchen und Hauptstämme des Wassergefässsystems, G Geburtsöffnung, Kz Keimzellen, N Nervensystem.

Die Eier verlassen den mütterlichen Uterus, bevor die Embryonalentwicklung begonnen hat. Sie müssen aus dem Körper des Parasiten-trägers (Schaf) in das Wasser gelangen und hier eine Zeit lang verweilen, ehe aus ihnen durch Aufspringen des Deckels eine über und über bewimperte Larve, das „Miracidium“, auskriecht. Diese dringt in eine kleine Schnecke, *Limnaeus minutus (truncatulus)*, wo sie zu einem



Keimschlauch („*Sporocyste*“) heranwächst. Die *Sporocyste*, ein muskulöser, mit Protonephridien ausgerüsteter, sonst aber aller Organe entbehrender Sack, erzeugt in ihrem Innern Eier, die sich zu einer zweiten Form von Keimschläuchen, den *Redien*, entwickeln. *Redien* unterscheiden sich von *Sporocysten* dadurch, dass sie einen aus Pharynx und Darmblindsack bestehenden Darm besitzen, dazu eine Geburtsöffnung für die in ihrem Inneren erzeugte Brut. Diese kann je nach der Jahreszeit aus Cercarien bestehen, oder es folgen erst mehrere Generationen von *Redien* auf einander, ehe Cercarien erzeugt werden. Die Cercarien sind in ihrer Organisation für das Wasserleben berechnet, indem ihr Körper, der im Uebrigen den Bau eines Distomum ohne Geschlechtsorgane besitzt (2 Saugnäpfe, Pharynx, Gabeldarm, Nervensystem), in ein lebhaft bewegliches Ruderschwänzchen ausgeht. So wandern sie denn auch aus der Schnecke aus, schwimmen im Wasser herum, bis sie sich unter Verlust des Ruderschwänzchens an Wasserpflanzen encystiren. Durch Fressen der mit eingekapselten Distomen bedeckten Pflanzen inficiren sich die Schafe von Neuem.

Was den Entwicklungsgang anderer Trematoden anlangt, so kann als allgemeingiltig nur angesehen werden, dass die Miracidien in ein Weichthier gerathen müssen, im übrigen ergeben sich je nach den einzelnen Arten viele Modificationen: 1) Gewöhnlich beginnt die Embryonalentwicklung schon im mütterlichen Uterus. 2) Viele Miracidien sind nur partiell oder gar nicht bewimpert. 3) Die Miracidien mancher Arten (*D. macrostomum*) schlüpfen nur aus, wenn die Eier durch Verfütterung in den Darm einer Schnecke gerathen. 4) Sehr häufig kommt es vor, dass die Cercarien vom Wasser aus in ein neues Wirththier eindringen (abermals ein *Mollusk*, oder ein *Arthropod*, oder ein *Wirbelthier*), um sich hier einzukapseln. Damit wird die Zahl der Wirthsthier auf 3 erhöht. 5) Andererseits kann aber auch der Entwicklungsgang vereinfacht werden, wenn nämlich der *Sporocyst* im Körper der Schnecke direct „Cercarien ohne Schwanz“ d. h. kleine Distomen erzeugt, welche vom definitiven Wirth nur gefressen zu werden brauchen, um Geschlechtsreife zu erreichen. 6) Zweifelhaft ist es, ob die Miracidien unter Ausfall der *Sporocyste* sich direct in *Redien* umzuwandeln vermögen.

Wie nachstehendes (S. 244) Schema (b) lehrt, vertheilt sich der typische Entwicklungsgang eines *Distomum* auf 3 Wirththiere mit Einschaltung eines doppelten Wasseraufenthalts; er setzt sich ferner aus zwei Generationen zusammen, von denen die eine vom befruchteten Ei des Distomum bis zum *Sporocysten* reicht, die zweite mit dem unbefruchteten Ei des letzteren beginnt und sich durch Cercarie und eingekapseltes Distomum zum geschlechtsreifen Distomum entwickelt. Eine ungeschlechtliche Fortpflanzung durch Knospung oder Theilung kommt nicht vor; es wechselt eine befruchtete und eine parthenogenetische Generation; somit liegt bei den Trematoden die besondere Form des Generationswechsels vor, welche man Heterogonie nennt. Die Schemata a und c lassen erkennen, wie sich die Entwicklung vereinfachen und compliciren kann. (S. Tabelle S. 244.)

Am bekanntesten sind:

*Distomum (Fasciola) hepaticum* L. (Fig. 210), der Leberegel, ein 2—3 cm grosses Thier von der Gestalt eines Kürbiskerns. Der Wurm lebt in den Gallengängen der Schafe, Rinder, Schweine, Ziegen etc., äusserst selten in denen des Menschen (sicher constatirt sind etwas über 20 Fälle), verstopft dieselben und bedingt durch die Verhinderung des Gallenabflusses



## Entwicklungsweisen der Distomeen.

a) vereinfachte			b) gewöhnliche			c) complicirtere		
I. Generation	Larve	Wasser	I. Generation	Larve	Wasser	I. Generation	Larve	Wasser
	Sporocystis	Wohnthier I (Mollusk)		Sporocystis (vielleicht auch Redia)	Wohnthier I (Mollusk)		Sporocystis	Wohnthier I (Mollusk)
II. Generation			II. Generation			II. Generation	Redia	"
	eingekapseltes Distomum	Wohnthier I		Cercarie	Wasser	III. Generation	Cercarie	Wasser
	geschlechtsreifes Distomum	Wohnthier II		eingekapseltes Distomum	Wohnthier II		eingekapseltes Distomum	Wohnthier II
				geschlechtsreifes Distomum	Wohnthier III		geschlechtsreifes Distomum	Wohnthier III

und die damit zusammenhängende Entzündung eine unter dem Namen „Leberfäule“ bekannte, heftige, allmählig zum Tode führende Krankheit. Der oben geschilderte Entwicklungsgang erklärt, warum die Schafe von der Krankheit nur da zu leiden haben, wo sie im Sommer zur Fütterung aus dem Stall auf feuchte Wiesen getrieben werden, warum ferner regenreiche Jahre zur Ausbreitung der Erkrankung wesentlich beitragen. So sind z. B. in England im regenreichen Jahre 1830 ca.  $1\frac{1}{2}$  Millionen, 1812 nur in der Umgegend von Arles 300 000 Schafe dem Uebel erlegen. Ein häufiger Begleiter des *D. hepaticum* ist das

*D. lanceolatum* Mehlis, nur 1 cm lang und wenige mm breit, in Folge seiner geringen Körpergrösse nicht so gefährlich wie das vorige (Fig. 209).

*Bilharzia haematobia* Bilharz (Fig. 213) ist ein Parasit des Menschen, welcher in heissen Klimaten, besonders häufig bei den Fellahs Aegyptens beobachtet wird. Das Thier ist getrennt geschlechtlich; das ca. 1 cm lange Männchen bildet durch Einrollen seiner Seitenränder einen unvollkommen geschlossenen ventralen Canal, den Canalis gynaecophorus, in welchem meist das schlankere Weibchen eingebettet liegt. So findet man die Thiere paarweis vereint im Blut der Pfortader und der mit ihr anastomosirenden Venen. Sie steigen dem Blutstrom entgegen in den Capillarbezirk, um in der Schleimhaut der Ureteren und der Blase, auch von Darm und Leber ihre Eier abzusetzen. In Folge der dadurch entstehenden eitrigen Entzündung bildet sich der sogenannte Milhharn, oder der Harn sieht in Folge von Blutungen roth aus; als sicheres Kennzeichen

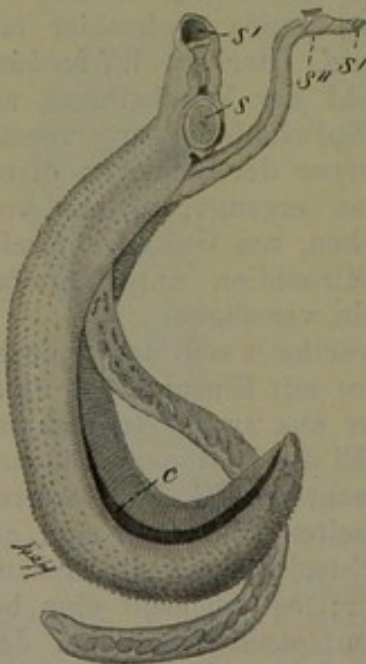


Fig. 213. *Bilharzia haematobia*. Weibchen im Canalis gynaecophorus (c) des Männchens; s' vorderer, s'' hinterer Saugnapf.

sirenden Venen. Sie steigen dem Blutstrom entgegen in den Capillarbezirk, um in der Schleimhaut der Ureteren und der Blase, auch von Darm und Leber ihre Eier abzusetzen. In Folge der dadurch entstehenden eitrigen Entzündung bildet sich der sogenannte Milhharn, oder der Harn sieht in Folge von Blutungen roth aus; als sicheres Kennzeichen



der Krankheit findet man im Harn die mit einem Stachel versehenen Eier vor.

Hier seien noch einige weitere menschliche Parasiten aufgeführt: Das in der Katze lebende *D. felineum* wurde in Sibirien (*D. sibiricum* Winogradoff) wiederholt in der Menschenleber gefunden. In Nord-Amerika wird das *D. hepaticum* durch *D. carnosum* Hassall ersetzt. In Aegypten wurde *D. heterophyes* Sieb. im Darm des Menschen beobachtet. Aus Asien kennt man aus der Lunge des Menschen *D. Westermanni* Kerbert (*D. pulmonale* Bälz), aus Darm und Leber *D. Buski* R. Lk. (*D. crassum* Busk), *D. sinense* Cobb. (*D. spatulatum* Leuck.), *D. conjunctum* Cobb. Als eingekapselte Jugendzustände treten gelegentlich im Menschen auf: *D. ophthalmobium* Dies. in der Linsenkapsel, *Monostomum lentis* Nordm. in der Linse. Die bei *Ungulaten* besonders verbreitete Gattung *Amphistomum* ist im menschlichen Darm (Indien) durch *A. hominis* vertreten.

### III. Ordnung. Cestoden, Bandwürmer.

Von den entoparasitischen *Trematoden* unterscheidet sich die Mehrzahl der ebenfalls entoparasitischen *Cestoden*, namentlich alle im menschlichen Darm vorkommenden Arten, in ganz auffälliger Weise. Die Grenze beider Gruppen wird jedoch durch gewisse in niederen Wirbelthieren oder in Wirbellosen lebende Formen, wie *Archigetes*, *Caryophyllaeus* und *Amphylena*, verwischt, welche bald zu den *Trematoden*, bald zu den *Cestoden* gerechnet worden sind. Um hier eine feste Abgrenzung zu ermöglichen, stellen wir als wichtigstes Merkmal der *Cestoden* in den Vordergrund, dass sie in Folge der parasitischen Lebensweise auch die letzten Spuren des Darms verloren haben. Die *Cestoden* sind darmlos und ernähren sich von den Gewebssäften oder dem Speisebrei ihrer Wirthe, indem sie die flüssige Nahrung durch die Haut direct in ihr Körperparenchym aufnehmen. Ob die Cuticula der Körperoberfläche zu diesem Zweck feine Porenkanäle besitzt, welche die Resorption der Nahrung ermöglichen, ist neuerdings wieder strittig geworden.

Erst innerhalb der Ordnung kommen zwei weitere Merkmale zur Ausbildung, welche allerdings so auffällig sind, dass man an sie zunächst denkt, wenn von *Bandwürmern* die Rede ist: 1) die Differenzirung von zweierlei Entwicklungszuständen: der vorwiegend im Bindegewebe parenchymatöser Organe (Muskel, Leber, Hirn etc.) lebenden Finnen (Blasenwürmer oder Cysticerken) und der im Darm schmarotzenden

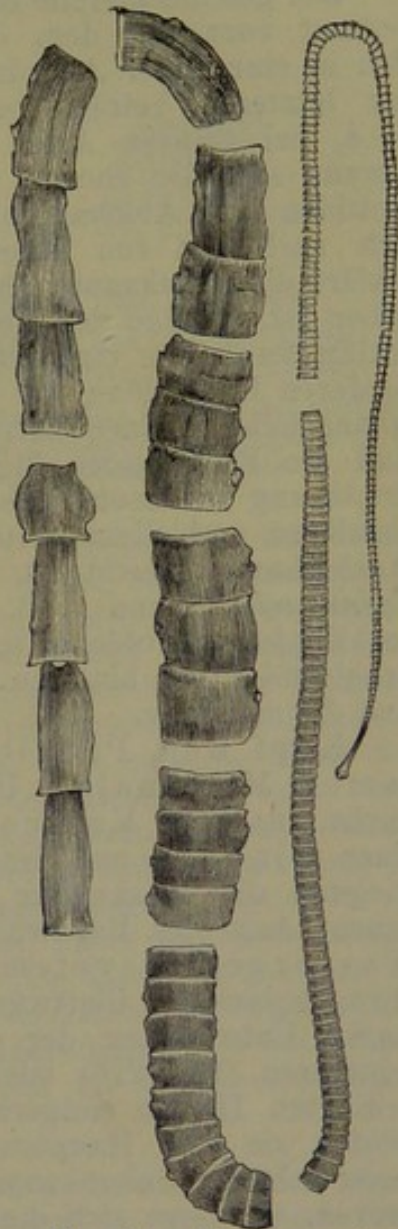


Fig. 214. *Taenia saginata* (aus Boas nach Leuckart). Kopf mit Reihen von Proglottiden, welche verschiedenen Gegenden der Strobila entnommen sind.



geschlechtsreifen Thiere, 2) die Gliederung der letzteren in verschiedenartige, auf einander folgende Stücke, den Kopf oder Scolex und die Glieder oder Proglottiden. Da wenigstens das letztere Merkmal für alle im menschlichen Darm lebenden und daher am meisten untersuchten Formen gilt, wollen wir bei unserer Darstellung mit derartigen typischen Formen beginnen.

Bau des  
Bandwurms.

Der geschlechtsreife Bandwurm, die Kette oder „Strobila“ (Fig. 214) beginnt vorn mit dem stets in Einzahl vorhandenen Scolex, an den sich in einreihiger Anordnung die Proglottiden anschliessen. Die Zahl der letzteren beträgt bei kleineren Bandwürmern (*T. echinococcus*) 3–4, bei grossen Arten mehrere Hundert, selbst mehrere Tausend, woraus sich die enorme Grösse mancher Formen erklärt. Die Proglottiden sind Abkömmlinge des Scolex, von dessen hinterem Ende sie sich nach Art von Knospen abgrenzen. Diese Entwicklungsweise erklärt die allbekannte Thatsache, dass ein Bandwurmeiden nicht gehoben ist, solange der Kopf noch im Darm des Wirths verbleibt; sie erklärt ferner die eigenthümliche Gestalt des Bandwurms, welcher am vorderen Ende dünn wie ein Wollenfaden ist, nach rückwärts dagegen immer mehr zu einem breiten Band wird. Denn bei ihrer ersten Bildung sind die Proglottiden klein, sie wachsen erst vermöge selbständiger Ernährung zu ansehnlicher Grösse heran, um sich am hinteren Ende abzulösen und allein weiter zu leben, wenn ein bestimmtes Maass des Wachstums erreicht ist. Bei der im Menschendarm schmarotzenden *Taenia solium* sind z. B. die neugebildeten Proglottiden in der Nähe des Kopfes queroblong, 0,5 mm breit und 0,01 mm lang, die gereiften Proglottiden des hinteren Endes dagegen sind längsoblong, 5 mm breit und 12 mm lang.

Kopf und Proglottiden haben eine Summe gemeinsamer Merkmale. Ihr bindegewebiges Parenchym enthält zahlreiche, rundliche Kalkconcretionen und besteht aus zwei Schichten, einer Rinden- und einer Marksubstanz. Erstere enthält vorwiegend die Muskulatur, letztere die übrigen Organe. Durch die ganze Länge des Bandwurms erstrecken sich das Nerven- und das Wassergefässsystem. Im Kopf lassen sich noch die paarigen Hirnganglien der Plattwürmer erkennen, wenn sie auch häufig durch starke Entwicklung der Commissur zu einer unpaaren Masse verschmolzen (Fig. 216) oder von accessorischen, durch die Haftorgane bedingten Theilen einigermaassen verdeckt sind. Nach rückwärts entsenden sie zwei Hauptstränge, welche durch sämtliche Proglottiden meist nahe den Seitenkanten verlaufen (Fig. 219). Wie die beiden Seitennerven, so lassen sich die Längscanäle des Wassergefässsystems, welche aus dem reichlich mit Wimperläppchen ausgerüsteten Capillarnetz ausleiten, durch Kopf und alle Proglottiden verfolgen. Meist sind 4 Canäle vorhanden, von denen jedoch zwei schwach entwickelt sind, was es begreiflich macht, dass sie bei vielen Arten ganz fehlen. Die zwei Hauptstämme sind häufig am hinteren Rand einer jeden Proglottis durch einen Quercanal leiterartig verbunden; sie münden in der hintersten Proglottis nach aussen, doch können accessorische Mündungen auch in den übrigen Proglottiden vorkommen.

Scolex.

In allem Uebrigen unterscheiden sich Scolex und Proglottiden: die Proglottiden enthalten die Geschlechtsorgane, der Scolex dagegen ist mit Haftorganen ausgerüstet, weil er ausser der Aufgabe, Proglottiden zu erzeugen,



noch die Function hat, den Wurm im Darm zu befestigen. Die wichtigsten Haftorgane sind die Saugnäpfe; weniger kräftig wirken Haken, welche entweder in grösserer Zahl in einem Hakenkranz vereinigt stehen oder von besonderen aus- und einstülpbaren Rüsseln getragen werden (Fig. 215—217).

Fig. 215.

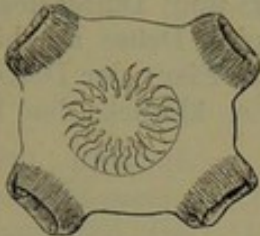


Fig. 216.



Fig. 217.

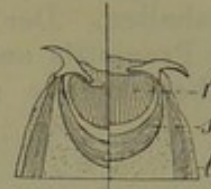


Fig. 215. Kopf von *Taenia solium*, von oben gesehen (aus Hatschek).

Fig. 216. Kopf von *Tetrarhynchus viridis*, geöffnet, um den im Innern verlaufenden Theil der Rüssel (o'') und das Ganglion (g) zu zeigen (nach Wagener).

Fig. 217. Schema der Rostellumwirkung. Rechts von der Linie ist das Rostellum vorgestossen, der Hakenkranz umgelegt, links ist das Rostellum zurückgezogen, der Hakenkranz aufgerichtet. r Rostellum, s Scheide, l longitudinale Muskeln.

Wo ein Hakenkranz vorhanden ist, liegt derselbe um das vordere Ende herum auf dem Stirnfeld und wird von einem besonderen Apparat, dem Rostellum, bewegt. Das letztere ist ein Zapfen complicirt angeordneter Muskeln, welche das Stirnfeld hervorwölben und abflachen können. Bei manchen Arten wird die Hervorwölbung durch eine muskulöse Scheide, die Abflachung durch Retractoren verstärkt. Jeder Haken ist mit seiner Spitze nach auswärts gekrümmt und geht an seiner Basis meist in 2 Wurzeln aus, von denen die eine auf dem Rostellum ruht. Wird dieses hervorgepresst, so muss es auf die nach innen gewandte Hakenwurzel wirken; der bis dahin aufrecht stehende Haken wird umgelegt und in die Darmschleimhaut des Wirthes eingeschlagen (Fig. 217). Bei manchen Taenien ohne Hakenkranz (*T. saginata*) findet man das Rostellum durch eine saugnäpfartige Vertiefung ersetzt. Da das Rostellum sich entwicklungsgeschichtlich aus einem solchen Napf entwickelt, ist es wahrscheinlich auf einen modificirten Stirnsaugnapf zurückzuführen. Ob man daraus Beziehungen zum Saugnapf oder gar dem Darm der Trematoden ableiten kann, ist zweifelhaft.

Die Geschlechtsorgane sind hermaphrodit und in ebenso Proglottiden. grosser Anzahl vorhanden als die Proglottiden, so dass diese früher als die mit eigenen Fortpflanzungsorganen ausgerüsteten Geschlechtsindividuen eines Thierstocks angesehen wurden. In der Ausbildung der Organe muss man zwei Grundformen unterscheiden, von denen die eine durch die Anwesenheit ächter Dotterstöcke und getrennter Mündung von Uterus und Scheide an den Geschlechtsapparat der *Trematoden* erinnert, während bei der zweiten Form der Uterus blind endet und die Dotterstöcke in eine kleine Eiweiss ausscheidende Drüse (Eiweissdrüse) umgewandelt sind. Da Vagina und Samenleiter fast stets gemeinsam münden, ist eine Selbstbegattung der Proglottiden ermöglicht. Ausserdem wurde eine gekreuzte Begattung abgelöster Proglottiden beobachtet.



Bothriocephalus.

Als Beispiel der ersten Form sei hier der Geschlechtsapparat der *Bothriocephaliden* geschildert (Fig. 218). Bei demselben liegen zahlreiche Hodenbläschen (selten ist bei Cestoden die Zahl der Hodenfollikel eine geringe, 1, 3, 5) im Parenchym zerstreut. Die kleinen Vasa deferentia vereinigen sich nach und nach zu einem Hauptcanal, welcher nahe dem vorderen Rand in der Mittellinie der Proglottis mündet. Der Endabschnitt des Canals, der Cirrus, functionirt als Penis und kann aus einer besonderen Umhüllung, der Penistasche oder dem Cirrusbeutel, ausgestülpt werden. Im weiblichen Geschlechtsapparat haben wir zunächst Keimstock und Dotterstock auseinanderzuhalten. Der Keimstock ist eine zweilappige Drüse am hinteren Rand der Proglottis und producirt kleine, dotterarme Eier; der Dotterstock dagegen besteht aus zahlreichen Läppchen, welche, ähnlich den Hoden-

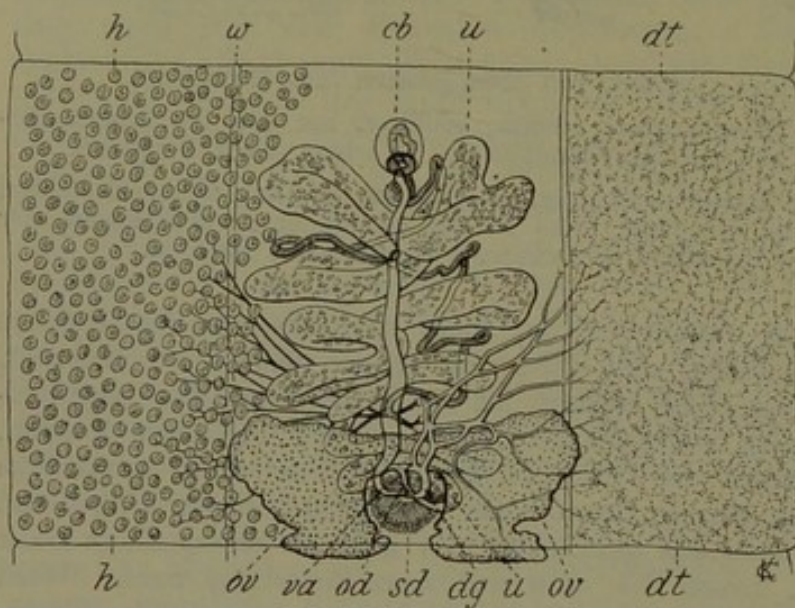


Fig. 218. Proglottis von *Bothriocephalus latus* (nach Sommer), rechts ist nur der Dotterstock, links nur der Hoden dargestellt. *dt* Dotterstock, *dg* Dottergang, *ov* Eierstock, *od* Oviduct, *sd* Schalendrüse, *va* Vagina, *u* Uterus; *h* Hodenbläschen, *cb* Cirrusbeutel, gemeinsam mit der Vagina mündend; *w* Wassergefässcanäle, *vd* dunkel schraffirt: Vas deferens.

bläschen, im Parenchym zerstreut liegen. Der unpaare Ausführweg des Keimstocks vereinigt sich mit dem Sammelcanal der Dotterstöcke in einer drüsenreichen Ausweitung, der Schalendrüse, in welcher je eine Keimzelle mit einer grösseren Zahl Dotterzellen zu einem zusammengesetzten Ei vereinigt und mit einer gedeckelten Schale versehen wird. Von der Schalendrüse führt nach aussen der Uterus, ein Canal, in dem auf der Höhe der Geschlechtsthätigkeit die Eier sich so massenhaft sammeln, dass er sich in viele Windungen legen muss, dadurch das Bild einer Rosette erzeugend. Ein zweiter nach aussen communicirender Canal ist die Vagina. Sie verbindet sich mit dem Keimgang kurz vor der Schalendrüse. Im Gegensatz zu den Trematoden mündet sie gemeinsam mit dem männlichen Apparat, während der Uterus eine eigene Mündung besitzt.

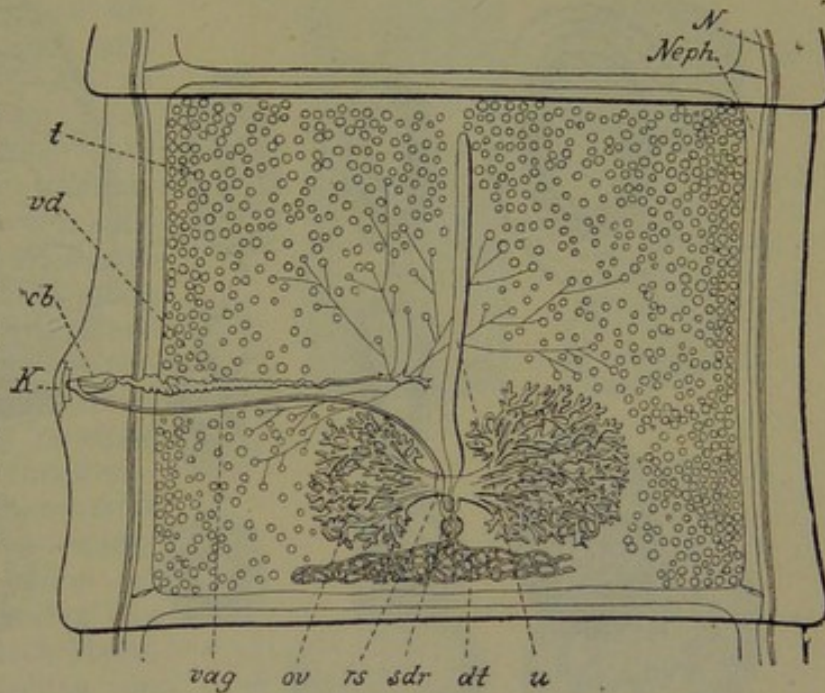
Taenia.

Bei der zweiten Form des Geschlechtsapparats, welche vornehmlich den *Taenien* zukommt (Fig. 219), ist der männliche Apparat im Wesentlichen so wie bei *Bothriocephalus* gebaut, nur ist die Ausmündung gewöhnlich seitenständig, bald auf der rechten, bald der linken Kante des Körpers. Von den weiblichen Organen besteht der Keimstock wie bei *Bothriocephalus* aus 2 Lappen, zwischen welche die kleine den Dotterstock repräsentirende Eiweissdrüse eingeschoben ist. Die Ausführungsgänge von Eiweissdrüse und Keimstock treffen in der Schalendrüse zusammen. Der nun folgende Uterus besitzt keine Oeffnung nach aussen; er ist somit ein Blindsack,



der bei den grossen *Taenien* des Menschen longitudinal in der Mittellinie der Proglottis verläuft und, je mehr er sich mit Embryonen füllt, seitliche Blindsäcke treibt, anstatt sich wie bei *Bothriocephalus* in Windungen zu legen. Bei anderen *Taenien* ist der Uterus nicht verästelt, bei dritten Formen kann er in zahlreiche durch das Parenchym zerstreute Follikel umgewandelt werden. Die mit einem Receptaculum seminis ausgerüstete Scheide mündet wie bei *Bothriocephalus* einerseits in den Keimgang, andererseits nach aussen mit dem Cirrus gemeinsam und zwar am Grund eines Antrum genitale („Cloake“).

Fig. 219. Proglottis von *Taenia saginata*, in Reifung der Geschlechtsorgane begriffen (aus Hatschek nach Sommer). *N* Nervenstrang, *Neph* Wassergefäss, *t* Hoden, *vd* Vas deferens, *cb* Cirrusbeutel, *k* Porus genitalis, *vag* Vagina, *ov* Ovar, *rs* Receptaculum seminis, *sdr* Schalendrüse, *dt* Eiweissdrüse, *u* Uterus.



Der Unterschied im Geschlechtsapparat hat auch Einfluss auf die Beschaffenheit der Eier (Fig. 220). Bei *Bothriocephalus* sind dieselben gross (*k*), haben eine derbe Schale mit Deckel und enthalten eine kleine Keimzelle nebst zahlreichen Dotterzellen; die *Taenien*-Eier (*h*, *i*) sind klein, von einer Eiweisschülle mit feiner Schale umgeben, welche letztere frühzeitig verloren geht. Statt ihrer bildet sich eine Embryonalschale, ein radialgestreifter Saum, welcher vom Embryo auf einem ziemlich vorgerückten Stadium der Entwicklung ausgeschieden wird. In diesem Zustand bekommt man die „Taenieneier“ meistens zu Gesicht.

Mit der verschiedenen Beschaffenheit des Geschlechtsapparats geht weiter Hand in Hand eine verschiedene Entwicklungsweise. Auch hier erinnern die *Bothriocephalen* an die *Trematoden*; ihre Eier müssen bei den meisten Arten zur weiteren Ausbildung in das Wasser gelangen; im Wasser tritt aus ihnen eine Flimmerlarve hervor, welche einen ovalen Körper mit sechs Haken, den „sechshakigen Embryo“ (Onkospaera), enthält (Fig. 221). Die Flimmerhülle ist vergänglicher Natur und wird wie das Flimmerkleid der Trematodenlarven abgestreift; die „sechshakige Larve“ gelangt in einer noch nicht bekannten Weise in Fische, um sich in den Muskeln und Eingeweiden derselben mit einer dünnen Cyste zu umgeben (Plerocercoid) und sich direct in den Kopf eines *Bothriocephalus* zu verwandeln, welcher, durch Verfütterung in

Entwicklung  
der *Bothrio-*  
*cephalen*.



den Darm eines geeigneten Wirths gebracht, zum geschlechtsreifen Thier heranwächst.

Entwicklung  
der Taenien.

Wesentlich davon verschieden ist der schon seit längerer Zeit festgestellte und in weiteren Kreisen bekannte Entwicklungsgang der *Taenien*. Der Unterschied ist schon früh erkennbar, indem der auch hier vorhandene sechshakige Embryo kein Flimmerkleid erhält, sondern von der oben erwähnten, dem Flimmerkleid entsprechenden Embryonal-schale umhüllt wird. Aus diesem selbstgefertigten Behälter, welchen

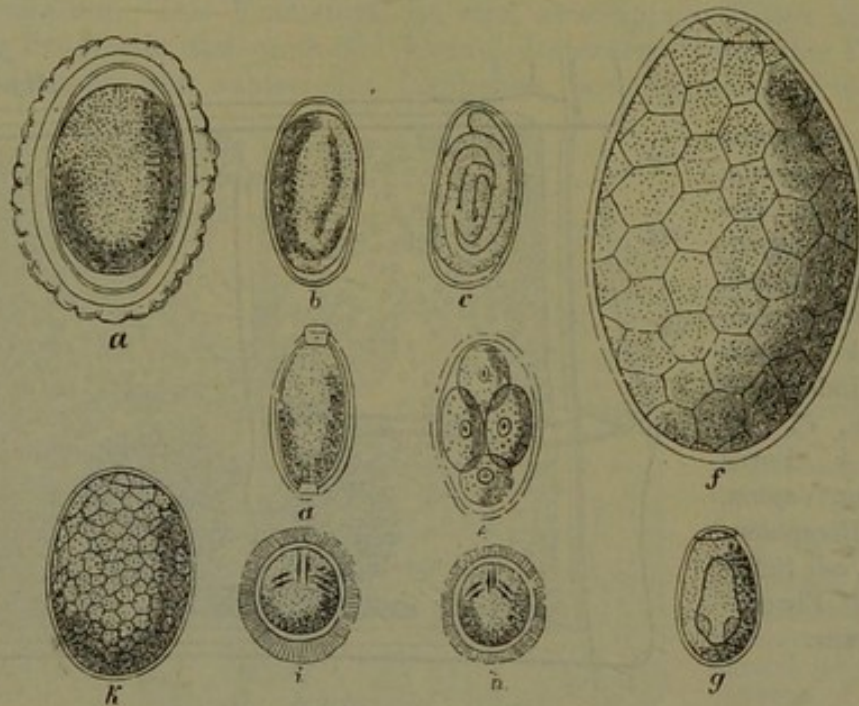


Fig. 220. Eier von Helminthen des menschlichen Darms bei 400facher Vergrößerung (aus Leuckart). *a* *Ascaris lumbricoides*, *b* und *c* von *Oxyuris vermicularis*, *d* *Trichocephalus dispar*, *e* *Dochmius duodenalis*, *f* *Distomum hepaticum*, *g* *Distomum lanceolatum*, *h* *Taenia solium*, *i* *Taenia saginata*, *k* *Bothriocephalus latus*.

es selbst nicht sprengen kann, muss das junge Thier durch die Verdauungssäfte im Magen eines geeigneten Zwischenwirths befreit werden. So müssen die Eier von *Taenia solium* in den Magen des Schweins gelangen, indem das Schwein durch Verunreinigung seiner Nahrung die mit Embryonen gefüllten, mit den Fäcalien abgehenden reifen

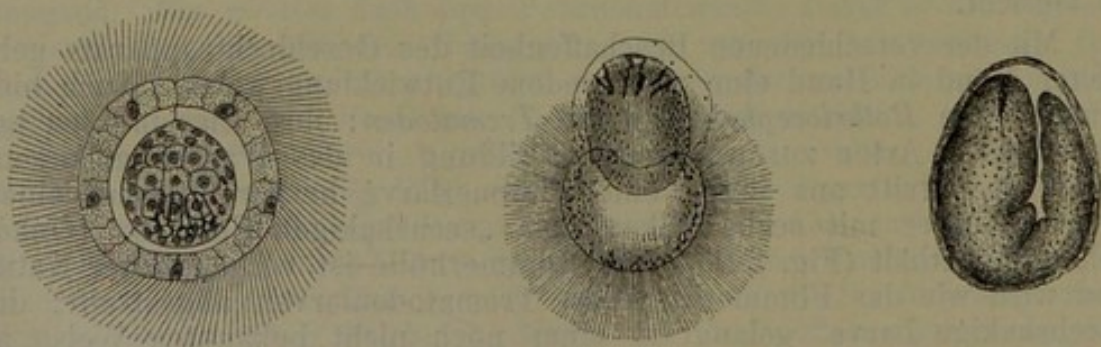


Fig. 221. Entwicklung von *Bothriocephalus* (aus Leuckart), Flimmerlarve, Flimmerlarve mit herausgepresster sechshakiger Larve, eingekapselter junger *Bothriocephalus*.



Proglottiden oder auch die durch Platzen der Uterusblindsäcke freigeordneten Eier verzehrt. Aus ihrer Schale befreit, bohren sich die mikroskopisch kleinen Larven mit ihren sechs Haken durch die Darm-schleimhaut, wandern, die Blutgefässe benutzend, vornehmlich in die Muskeln, seltener in andere Organe ein und setzen sich hier fest, um zu Finnen (Cysticerken) zu werden (Fig. 222). Sie lassen dabei die eigentliche Muskelsubstanz, die Sarkolemmschläuche, unberührt und bleiben im Bindegewebe des Muskels. Bei der Umwandlung zur Finne nehmen sie eine ovale Gestalt an und scheiden eine Cyste aus, zu welcher das Schwein noch eine den Fremdkörper abkapselnde, bindegewebige Hülle liefert. Die Finnenanlage wächst durch Zunahme der Zellen, mehr aber noch durch Infiltration mit einer serösen Flüssigkeit, welche alle Gewebsbestandtheile nach der Peripherie zu einer zarten, durchscheinenden Membran zusammendrängt und so reichlich sein kann, dass bei *Taenia solium* im Laufe von 3—4 Monaten das anfangs mikroskopisch kleine Thier zu einem Bläschen von Erbsen- oder Bohnengrösse, bei anderen *Taenien* sogar von der Grösse eines Hühner-eies wird. Die Wandung des Bläschens bildet durch Einstülpung die Anlage des Scolex (Fig. 222 c); letzterer hat anfangs die Gestalt eines Säckchens, wächst aber bald zu einem Schlauch aus, welcher an seiner Ausdehnung durch eine Hülle, das Receptaculum scoliceis, behindert wird und sich daher winkelig einknicken muss (d, e). In der Finnenwand erscheint deswegen der Scolex als eine weissliche Anschwellung.

Am Grund des eingestülpten Blindsacks entsteht die charakteristische Bewaffnung des Scolex, welche es ermöglicht, mit Sicherheit vorauszusagen, welcher Bandwurm aus der Finne hervorgehen wird; speciell bei *T. solium* bilden sich vier Saugnäpfe und ein Hakenkranz. Diese Theile sind zunächst einwärts geschlagen und kommen erst in richtige Lage auf die Aussenseite des Scolex, wenn die Anlage des letzteren wie ein Handschuhfinger umgestülpt wird. Die Umstülpung (Fig. 222 b) tritt jedoch in der Cyste nicht ein, sowie auch zumeist die Bildung der Proglottiden und damit der Eintritt der Geschlechtsreife unterbleibt. Die Weiterentwicklung setzt voraus, dass

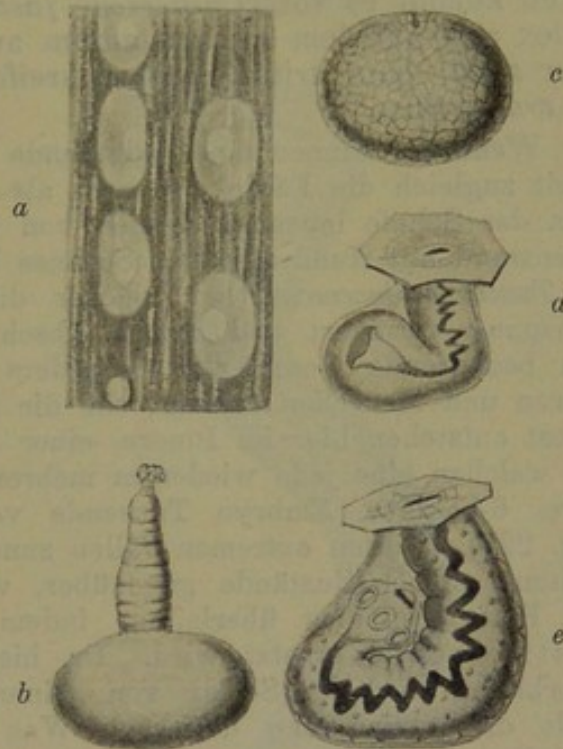


Fig. 222. Bau und Entwicklung der Finne von *Taenia solium* (*Cysticercus cellulosae*). a finnisches Fleisch in natürlicher Grösse, links unten eine geplatzte Finne. b Finne mit ausgestülptem Scolex vergrössert, c—e Entwicklung des Scolex, noch stärker vergrössert, c junge Finne mit Scolexanlage und Wassergefässnetz, d und e verschiedene Stadien der Scolexanlage im Receptaculum ohne Finnenwand.



die Finne in den Magen eines geeigneten, neuen Wirths gelangt. Wenn der Mensch z. B. finniges Schweinefleisch genießt, so werden durch die Einwirkung der Magensäfte die Finnen befreit und im weiteren Verlauf die Scolices ausgestülpt. Den letzteren hängen eine Zeit lang noch die eigentlichen Finnen als sogenannte Schwanzblasen an, bis auch diese nebst angrenzenden Theilen des Scolex, dem Zwischenstück, den Verdauungssäften erliegen, worauf der Scolex mit der Bildung der Proglottiden beginnt. Innerhalb 11—12 Wochen ist *Taenia solium* so weit herangewachsen, dass die Loslösung der Proglottiden beginnt. Selten kommt es vor (*Cysticercus fasciolaris* der Mäuseleber), daß der Scolex sich auf dem Finnenstadium ausstülpt und Proglottiden bildet. Aber auch dann tritt Geschlechtsreife erst im Darm der Katze ein (*T. crassicollis*).

Modificationen  
und Deutung  
der Entwick-  
lung der  
Bandwürmer.

Wenn die Finnen eine bedeutende Grösse erreichen, so erhalten sie damit zugleich die Fähigkeit, mehr als einen Scolex zu erzeugen. Die im Hirn der Schafe lebenden Finnen von *Coenurus cerebralis* sind auf ihrer Innenwand mit Hunderten von Scolices bedeckt. Noch grösser ist die Zahl bei *Taenia echinococcus*, bei welcher die Finne sich längere Zeit durch Knospung vermehrt und durch Abschnürung zahlreicher Tochterblasen eine bedeutende Geschwulst besonders in Lunge und Leber von Hausthieren und Menschen erzeugt, ehe die Bildung der Scolices beginnt. Zunächst entstehen hier im Innern einer Tochterblase mehrere Brutblasen, von welchen eine jede wiederum mehrere Scolices producirt, so dass aus einem 6-hakigen Embryo Tausende von Scolices hervorgehen können (Fig. 227). Diesen extremen Fällen zunehmender Complication des Finnenstadiums stehen Zustände gegenüber, welche zu dem Entwicklungsgang von *Bothriocephalus* überleiten, indem das Finnenstadium durch das *Cysticercoid* ersetzt wird. Da hier die Infiltration mit Flüssigkeit unterbleibt, wird der Scolex von seiner der Finnenwand entsprechenden Hülle direct und eng umfasst. Was man Finne nennt, gewinnt den Charakter des hinteren vergrösserten Scolexendes, in welches das vordere zurückgezogen worden ist (Fig. 223).

Das Gesagte ist für die richtige Beurtheilung der Entwicklung der Bandwürmer von grosser Wichtigkeit. Früher deutete man die Entwicklung als einen complicirten Generationswechsel: die Finne sei die Grossamme, welche durch endogene Knospung den Scolex erzeuge; der Scolex wiederum sei eine Amme, von welcher durch terminale Knospung die Geschlechtsthiere, die Proglottiden, gebildet würden; der Bandwurmkörper selbst sei eine Kette von Individuen, eine Strobila. Diese Vorstellung, so praktisch sie auch für den Anfänger zum Lernen ist, um sich den Entwicklungsgang einzuprägen, und so sehr sie auch auf den ersten Blick einleuchtet, ist doch nicht aufrecht zu erhalten, da sie an zwei Fehlern leidet. Erstens ist die Finne, wie oben gezeigt wurde, keine selbständige Generation, sondern nur das verfrüht sich anlegende hintere Ende des Scolex. Zweitens ist der Bandwurmkörper keine Colonie, sondern ein einheitliches Thier; die Proglottiden sind nicht Individuen, sondern individualisirte Stücke dieses einheitlichen Thieres. Man kann diese Auffassung durch Vergleich der einzelnen Bandwurmfamilien beweisen. Die *Caryophyllaeiden* sind einheitliche Körper, deren vorderes Ende sich verlängert und die Stelle des Scolex vertritt, während das hintere verbreiterte Ende einen einzigen hermaphroditen Geschlechtsapparat enthält (Fig. 224). Ihnen schliessen sich die *Liguliden* an, bei denen der Geschlechtsabschnitt des Körpers noch ungetheilt ist, an Grösse aber zugenommen hat, weil



zahlreiche Geschlechtsapparate in ihm entstanden sind. In dieser Vervielfältigung des Geschlechtsapparats ist der Grund zu suchen, dass das hintere Ende des Bandwurms sich in viele Stücke, die Proglottiden, abgetheilt hat.

Ueber die besprochenen Entwicklungserscheinungen der Bandwürmer hat vornehmlich das Experiment Klarheit verschafft. Nachdem v. Siebold und Andere schon früher bewiesen hatten, dass die Scolices mancher Finnen den Scolices vieler geschlechtsreifer Bandwürmer genau entsprächen, z. B. der Scolex von *Cysticercus cellulosae* des Schweins dem Scolex von

Historisches.

Fig. 223.

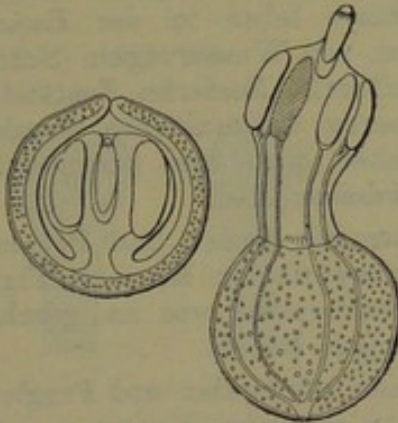


Fig. 223. Cysticercoid im eingestülpten und ausgestülpten Zustand aus *Arion ater* (aus Hatschek).

Fig. 224.

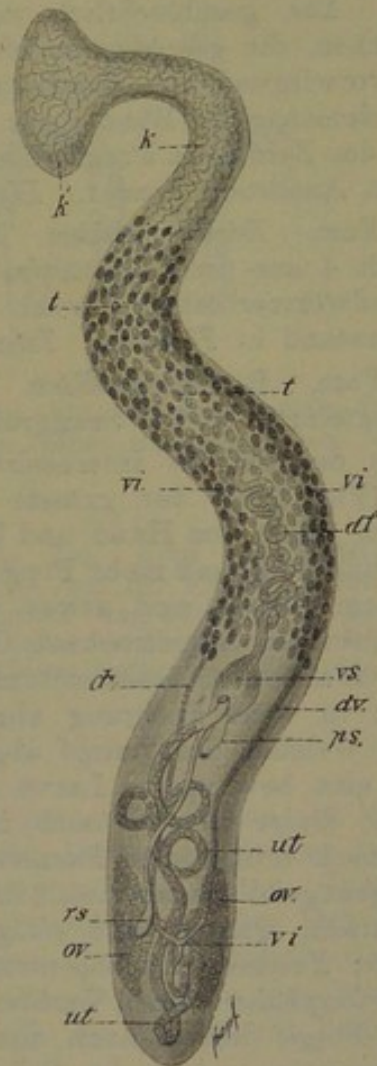


Fig. 224. *Caryophyllaeus mutabilis* (nach M. Schultze). *k* Scolex, *t* Hoden, *df* Vas deferens, *vs* Vesicula seminalis, *ps* Penis, *vi* Dotterstock, *dv* Dottergänge, *ov* Ovarien, *ut* Uterus, *rs* Vagina mit Receptaculum seminis; die Verbindung der Vagina mit dem Kreuzungspunkt von Keimgang, Dottergang und Uterus fehlt in der Figur.

*Taenia solium* des Menschen, haben Küchenmeister und Leuckart die Frage experimentell entschieden. Zum Tode verurtheilte Verbrecher, welche frei von Bandwürmern waren, wurden einige Wochen oder Monate vor der Enthauptung mit finnigem Schweinefleisch ernährt und enthielten beim Tode die mehr oder minder weit entwickelten Individuen von *Taenia solium*; ferner wurden Schweine finnig gemacht, indem man sie Proglottiden von *Taenia solium* verzehren liess. Nachdem die Ungefährlichkeit des zuerst genannten Experiments festgestellt war, haben viele Experimentatoren an sich selbst die Versuche weiter fortgesetzt. Durch ähnliche Experimente wurde von Braun bewiesen, dass Hechte, welche das Plerocercoid von *Bothriocephalus* enthalten, den Menschen mit dem breiten Bandwurm, *B. latus*, inficiren können.



1. Fam. *Caryophyllaeiden* (*Cestodarien*). Bandwürmer ohne Saugnäpfe, mit einfachem Geschlechtsapparat, bei denen Scolex und Proglottis noch nicht gegen einander abgesetzt sind. — Die Thiere unterscheiden sich von Trematoden vorwiegend durch den Mangel des Darms; ihre Jugendformen leben wahrscheinlich in wirbellosen Thieren, die Geschlechtsformen fast stets in Fischen. *Caryophyllaeus mutabilis* Rud. (Fig. 224) im Darm der Cyprinoiden; *Amphilina foliacea* Wagen. in der Leibeshöhle des Sterlets; *Archigetes Sieboldi* Leuck. in Ringelwürmern (*Saenuris*).

2. Fam. *Liguliden*. Bandwürmer ohne Saugnäpfe mit multiplem Geschlechtsapparat, Scolex und Proglottiden noch nicht gegen einander abgesetzt. Die geschlechtlich unreifen Thiere leben in der Bauchhöhle von Fischen, die geschlechtsreifen im Darm von Wasservögeln (Schnepfendreck, vorwiegend von Bandwürmern gebildet). Beiderlei Zustände sind breite, riemenartige Bänder, in deren Innerem die multiplen Geschlechtsorgane den Zerfall in Proglottiden vorbereiten, ohne dass derselbe äusserlich zum Ausdruck kommt. *Ligula simplicissima* Rud.

3. Fam. *Tetrarhynchiden*. Bandwürmer mit Scolex und Proglottiden, Kopf mit 4 aus- und einstülpbaren, hakenbewaffneten Rüsseln (Fig. 216). Die Bandwürmer leben sowohl im geschlechtsreifen wie im geschlechtslosen Zustand in Fischen. *Tetrarhynchus gigas* Bened.

4. Fam. *Bothriocephaliden*. Bandwürmer mit Scolex und Proglottiden; Kopf spatelartig mit 2 Sauggruben auf den schmalen Kanten.

Aus der Familie interessirt uns besonders der *Bothriocephalus latus* Brems. (Fig. 226), der grösste Bandwurm, welcher sich im Darm von Menschen (auch von Hund und Katze) findet, da er bis zu 12 Meter lang werden und 4000 und mehr Proglottiden enthalten kann. Die queroblongen, etwa 1 cm breiten und etwas weniger langen, reifen Proglottiden sind, gequetscht oder eingetrocknet, leicht an der durch die Windungen des Uterus veranlassten rosettenförmigen Figur zu erkennen. Der spatelartige Kopf ist in einer Richtung abgeplattet, welche senkrecht zur Richtung steht, in welcher der Rumpf abgeplattet ist. Aus den Eiern schlüpft im Wasser eine bewimperte Larve aus, welche einen 6-hakigen Embryo umschliesst; dieser wandelt sich in Fischen zum Scolex (Plerocercoid) um. Der Mensch erhält den Parasiten durch den Genuss von ungekochtem und ungenügend gesalzenem, inficirtem Hechtfleisch; ausserdem können noch Barsch, Quappe und einige Salmoniden (Huchen, Aesche, Forelle, Seeforelle, Felchen) Zwischenwirthe sein. Daher die Erscheinung, dass der *Bothriocephalus* seinen Verbreitungsbezirk vorwiegend in wasserreichen und in Folge dessen auch fischreichen Gegenden besitzt, wie in den Ostseeprovinzen und in der Schweiz. In Grönland findet sich *B. cordatus* Leuck., 1 m lang, in Japan und China, als Plerocercoid des Menschen, *B. Mansonii* Cobb. (*B. liguloides* Leuck.).

5. Fam. *Taeniaden*. Bandwürmer mit Scolex und ablösbaren Proglottiden; am Scolex stets 4 Saugnäpfe, bei einem Theil ausserdem noch ein Rostellum mit Hakenkranz; in den Proglottiden ist der Dotterstock durch die kleine Eiweissdrüse ersetzt, der Uterus blind geschlossen; der Porus genitalis, die gemeinsame Mündung für Vas deferens und Scheide, liegt gewöhnlich seitlich in den Proglottiden, alternirend rechts und links, selten nur einseitig (*Hymenolepis*, *Anoplocephalus*), selten ist er in jeder Proglottis doppelt (*Dipylidium*, *Moniexia*). Zwischenstadien als Cysticerken oder Cysticercoide bekannt.

Wir stellen zunächst die im Menschen vorkommenden *Taenien* zu-



sammen, wobei wir unterscheiden müssen, ob sie als geschlechtsreife Thiere oder als Finnen im menschlichen Körper beobachtet werden.

a) *Taenien*, welche geschlechtsreif im Darm des Menschen vorkommen.

Hier müssen in erster Linie *Taenia solium* Rud. und *Taenia saginata* Goeze (*T. mediocanellata* Küchm.) genannt werden, deren Unterscheidung mit Hilfe beistehender Abbildungen und der Tabelle auf der folgenden Seite leicht zu bewerkstelligen ist (Fig. 225). Für die Praxis ist es nicht unwichtig, dass *Taenia saginata* trotz des mangelnden Hakenkranzes vermöge ihrer derberen Saugnäpfe schwieriger abzutreiben ist. Bei *Taenia*

Fig. 225.

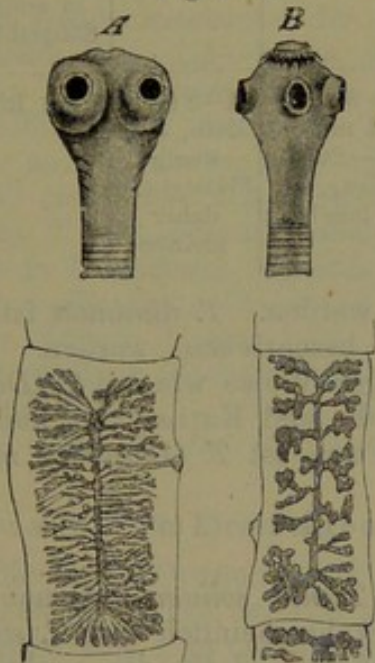


Fig. 226.

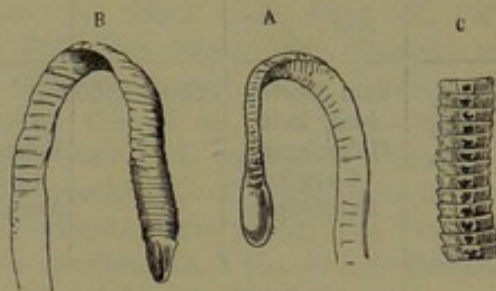


Fig. 225. Kopf und reife Proglottis: A von *Taenia saginata*, B von *Taenia solium*.

Fig. 226. Kopf von *Bothriocephalus latus*, A von der Fläche, B von der eine Sauggrube tragenden Kante gesehen, C eine Reihe von Proglottiden mit der durch den Uterus bedingten Zeichnung.

*solium* verdient Beachtung, dass man sie gar nicht selten im Menschen auch als Finnen beobachtet hat, und zwar häufig an Stellen wie Hirn und Auge, wo dieselben schwere Schädigungen veranlassten. Dieses Vorkommen erklärt sich z. Th. wohl aus Verunreinigung der Nahrung mit Eiern, möglicherweise aber auch durch eine innere Selbstinfection: dass bei starken Brechbewegungen Stücke des Bandwurms in den Magen gelangten und hier verdaut wurden, wodurch die Embryonen befreit und zum Auswandern veranlasst wurden.

(Siehe Tabelle S. 256.)

Manche Taenien sind anderen Säugethieren eigenthümlich, kommen aber auch im Darm des Menschen vor. Bei Mäusen und Ratten finden sich die *Taenia* (*Hymenolepis*) *murina* Duj. und die *T. (Hymenolepis) diminuta* Rud. (*leptocephala* Creplin). Erstere soll mit der *T. nana* Sieb. identisch sein, welche in der Neuzeit namentlich in Italien häufig im menschlichen Darm nachgewiesen wurde (Fig. 107, S. 142). Der 2—4 cm lange Wurm kann zu Tausenden auftreten und nicht unbedenkliche Beschwerden verursachen; *T. murina*, dem Gesagten gemäss wahrscheinlich auch *T. nana*, entwickelt sich ohne Zwischenwirth, indem Eier durch Verunreinigung der Nahrung in den Darm des Wirths gelangen und, nachdem sie in dessen Wandung das Finnenstadium (Cysticercoid) passirt haben, in das Darm-



	Kopf	Zahl der Proglottiden	Uterus	Länge a) des Wurms und b) der reifen Proglottiden	Beschaffenheit der Finne	Vorkommen der Finne
<i>Taenia solium</i>	mit Rostellum und Hakenkranz (26 Haken in 2 Reihen), 4 schwache Saugnäpfe	8—900	mit jederseits 7—9 plumpen, verästelten Aussackungen	a) 3—3½ m b) 9—11 mm lang, 6—7 mm breit	6—20 mm, reich an Flüssigkeit	im Schwein, ab und zu auch in den Muskeln, dem Hirn, Augapfel des Menschen, selten in anderen Säugethieren
<i>Taenia saginata</i>	kein Rostellum, kein Hakenkranz, 4 starke Saugnäpfe	1200—1300	mit jederseits 20—30 zierlichen, wenig verästelten Aussackungen	a) 7—8 m und mehr b) 18—20 mm lang, 5—7 mm breit	4—8 mm, derb, mit wenig Flüssigkeit, daher kleiner	im Rind

lumen zurückgelangen und zu Bandwürmern werden. *T. diminuta* ist als *T. flavopunctata* Weinl. aus dem Menschen beschrieben worden. Den Zwischenwirth stellen hier Insecten in analoger Weise wie bei *T. (Dipylidium) cucumerina* Rud., die sehr häufig Hunde und Katzen, ab und zu auch den Menschen befällt. Eine tropische Form ist *T. (Davainea) madagascariensis* Dav.

b) *Taenien*, welche als Cysticerken im Menschen schmarotzen.

Ausser dem *Cysticercus cellulosae* von *Taenia solium* hat man die Cysticerken von *Taenia acanthotriasis* Weinl. (wahrscheinlich mit *T. solium* identisch) im Menschen beobachtet. Ein häufiger und für die praktische

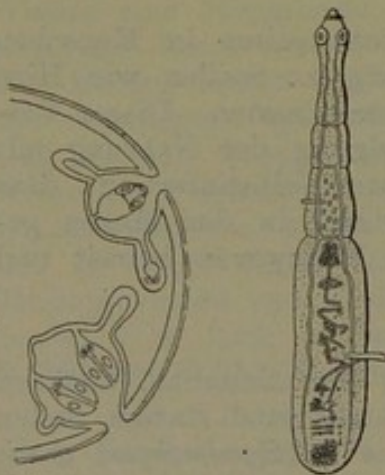


Fig. 227. *Taenia echinococcus* (aus Hatschek nach Leuckart). Geschlechtsreifes Thier, daneben ein Stück einer Finne mit 2 Brutblasen und ansitzenden Scolices.

Medicin äusserst wichtiger Parasit ist jedoch nur der *Cysticercus* der *Taenia echinococcus* Sieb. (Fig. 227). Der ausgebildete Bandwurm lebt im Darm des Hundes und ist wegen seiner Kleinheit leicht zu übersehen. Er ist höchstens 5 mm lang und besteht aus einem Scolex mit 3—4 Proglottiden. Der Scolex hat ausser den vier Saugnäpfen ein Rostellum mit Hakenkranz. Werden die Eier in den menschlichen Darm verschleppt, wozu das Streicheln und Küssen inficirter Hunde die günstigen Vorbedingungen liefert, so wandern die ausschlüpfenden Embryonen in Leber, Lunge, Hirn oder andere Organe und erzeugen hier Geschwülste, welche in der Leber bis zu Kindskopfgrösse und zur Schwere von 10, ja selbst 30 Pfund heranwachsen können. Diese aussergewöhnliche Grösse wird dadurch bedingt, dass der aus dem Embryo hervorgegangene *Cysticercus* durch Knospung entweder nach innen oder nach aussen (endogener und exogener *Echinococcus*) viele, manchmal Hunderte, selten Tausende von Tochterblasen erzeugt,



bevor die Bildung der Brutblasen beginnt, an denen die Scolices (meist je 5—10) entstehen. Wenn letzterer Process ganz ausbleibt, so entstehen Blasen ohne Köpfe, die Acephalocysten. Häufiger als beim Menschen (*E. hominis*) sind die Echinococcen im Rind, Schaf, Schwein (*E. veterinorum*). Auch bei Affen, Nagern, ja selbst Raub- und Beuteltieren wurden Echinococcen beobachtet. Noch immer nicht entschieden ist es, ob *E. multilocularis*, der eine aus vielen Bläschen bestehende Geschwulst erzeugt, als eine besondere Art anzusehen ist.

Häufige Taenien der Hausthiere sind noch, im **Pferd**: *T. (Anoplocephala) plicata* Zeder, 9—80 cm, *T. (A.) perfoliata* Goeze, 1—8 cm, *T. (A.) mamillana* Mehlis, 1—5 cm; in **Wiederkäuern**: *T. (Moniezia) expansa* Rud., meist 2½ m, öfters aber über 10 m, Ursache der tödtlich verlaufenden Bandwurmseuche der Lämmer, auch in Rind und Ziege, *T. (M.) denticulata* Rud., 0,3—1,5 m, der gewöhnlichste Bandwurm des Rindes; im **Hund**: *T. marginata* Batsch, 1,5—5 m, entwickelt sich aus *Cysticercus tenuicollis* (Schaf, Schwein), *T. serrata* Goeze, 0,5—2 m, aus *C. pisiformis* (Hase und Kaninchen), *T. echinococcus* (cfr. oben), *T. coenurus* Küchenm., 40—60 cm (Finne *Coenurus cerebralis* verursacht die Drehkrankheit der Schafe), *T. (Dipylidium) cucumerina*, der häufigste Bandwurm des Hundes (Larve in *Trichodectes*, Hundelaus), *T. serialis* Baillet, ca. 1 m; in der **Katze**: *T. crassicollis* Rud., 15—60 cm (Finne *C. fasciolaris* in Mäusen).

In Vögeln kommen vor *T. (Drepanidotaenia) infundibuliformis* Goeze, 2—23 cm lang, erzeugt Seuchen bei Hühnern und Fasanen; *T. (Davainea) cesticillus* Molin, 1—11 cm, im Huhn, *T. (Dr.) lanceolata* Bloch, 3—9 cm, in der Gans, *T. (Dr.) anatina* Krabbe, 30 cm, in der Ente.

#### IV. Ordnung. Nemertinen, Schnurwürmer.

Die letzte Ordnung der Plattwürmer bilden die *Schnurwürmer* oder *Nemertinen*, Thiere, welche gewöhnlich ansehnlich gross sind und öfters die Länge von 1 m (*Lineus longissimus* sogar bis 27 m) erreichen. Sie leben selten im Süsswasser oder auf dem festen Land in feuchter Erde, sind dagegen häufig im Meere, wo sie unter Steinen oder Tangwurzeln zusammengerollt liegen. Von den *rhabdocoelen Turbellarien*, denen sie am nächsten stehen, unterscheiden sie sich vornehmlich durch drei Charaktere:

1) Durch die Bildung eines Enddarms hat der Darm eine Aftermündung erhalten und ist zu einem durchleitenden Rohr geworden (Fig. 228). Mit Ausnahme des Vorderdarms ist er beiderseits mit Blindsäcken bedeckt, welche nur bei *Malacobdella* und *Carinella* fehlen.

2) Ein Schlundkopf fehlt, dafür ist ein besonderer Rüssel vorhanden, welcher dorsal über dem Darm liegt und meist getrennt von demselben mündet. Der Rüssel ist ein blind geschlossener, weit nach rückwärts reichender muskulöser Schlauch, welcher von einer ebenfalls muskulösen Rüsselscheide umschlossen und an den Grund derselben durch einen Rückziehmuskel befestigt ist. Durch Contractionen der Scheide wird der Rüssel wie ein Handschuhfinger umgestülpt und zum Angriff oder zur Vertheidigung über die Körperoberfläche hervorgestossen, während der Rückziehmuskel die Aufgabe hat, die Waffe nach dem Gebrauch wieder in die Ruhelage zurückzuführen. Nicht selten findet man im Rüsselepithel Nesselkapseln. Bei vielen *Nemertinen* wird die Gefährlichkeit dieser Waffe noch durch zwei Einrichtungen wesentlich gesteigert: Erstens findet sich am Grund des



Sackes ein Stilet, welches die Spitze des ausgestülpten Rüssels krönt und neben dem noch einige Reservestilets liegen, zweitens mündet an der Basis des Stilets ein bei stiletlosen *Nemertinen* fehlender Giftsack oder zweiter Rüsselabschnitt, der nicht mit ausgestülpt wird.

3) Ein drittes Merkmal höherer Organisation ist das Blutgefäßsystem, welches stets aus zwei vorn und hinten durch Schlingen verbundenen Seitengefäßen besteht, zu denen sich meistens noch ein Rückengefäß gesellt.

Das Centralnervensystem, bei einigen Arten noch im Ektoderm gelegen, gleicht dem der *Turbellarien*. Zwei obere Schlundganglien sind durch eine dorsale Commissur verbunden, welche von dem durchtretenden Rüssel in einen oberen und unteren Strang getrennt wird; sie verlängern sich nach hinten in zwei Seitennerven, welche auf der Bauchseite durch zahlreiche Quercommissuren zusammenhängen. An die Cerebralganglien legen sich direct an oder sind durch einen kurzen Nerv angeschlossen die „Cerebralorgane“ oder „Flimmergruben“, flimmernde Canäle, die seitlich auf der Haut, manchmal in tiefen Längsfurchen derselben, münden. Früher für Respirationsorgane des durch Hämoglobin öfters roth gefärbten Nervensystems gehalten, gelten sie jetzt als Sinnesorgane, wie sie unter den *Turbellarien* bei den *Microstomeen* vorkommen. Von anderweitigen Sinnesorganen sind Tastapparate und einfache Augen weit verbreitet, Hörbläschen dagegen äusserst selten. Während die Wassergefäße (zwei getrennt mündende, bei *Stichostemma* in mehrere Stücke zerfallende Längsstämme) durch ihre verästelte Beschaffenheit und die Wimperlappchen in ihren blinden Enden an die *Turbellarien* erinnern, haben die Geschlechtsorgane einen Bau eigener Art; sie bilden jederseits eine Reihe hinter einander gelagerter Säckchen, welche seitlich auf dem Rücken nach aussen münden und mit den Blindsäcken des Darms alterniren. In der Regel herrscht Gonochorismus.

Die Entwicklung ist selten eine directe, häufiger eine Metamorphose, bei welcher die Fechterhutlarve, das Pilidium (Fig. 229) oder die aus dem Pilidium durch Rückbildung entstandene Désor'sche Larve auftritt. Das Pilidium ist ein Gallertkörper von der Gestalt eines Napoleonshutes, von dessen

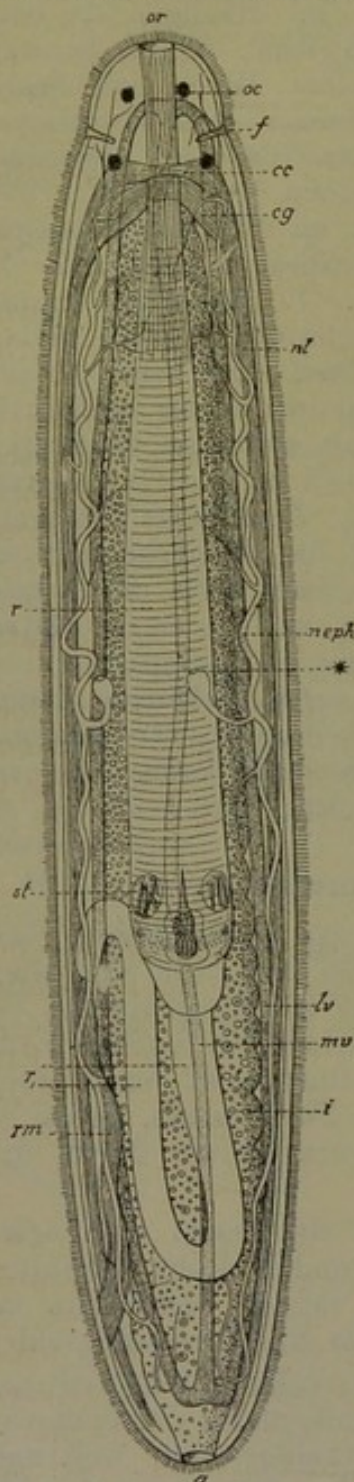


Fig. 228. Junges *Tetrastemma obscurum* (aus Hatschek nach M. Schultze). or Rüsselöffnung, r Rüssel, st Haupt- und Nebestilets, r' Drüsensack (hinterer Theil) des Rüssels, rm Retractor des Rüssels, oc Augen, f Flimmergruben, cg Hirnganglion, cc dorsale Commissur, nl Seitenstränge, neph Wassergefäße, \* deren Mündung, mv dorsales, lv seitliche Blutgefäße, i Darm, a After.



unterem Rand links und rechts 2 Mundlappen herunterhängen, welche an die Schutzklappen eines Fechterhutes erinnern. Der Rand der Lappen und des übrigen Hutes ist von einem Wimperreif eingefasst, einer verdickten Epithelpartie, welche Flimmern trägt. Ein Flimmerbusch auf der Spitze des Hutes geht von einer Epithelverdickung (Scheitelplatte) aus, welche wahrscheinlich als Centralnervensystem functionirt. Im Innern findet sich ein am hinteren Ende geschlossener zweitheiliger Darm, welcher zwischen den Mundlappen nach aussen mündet. Bei der Metamorphose wird er allein in den fertigen Wurm mit hinübergenommen und durch einen complicirten Faltungsprocess aus dem sich rückbildenden Gallertkörper der Larve herausgeschält.

Systematisch unterscheidet man zwei Unterordnungen: 1) *Enopla* (*Hoplonemertinen*, *Metanemertinen*): Nemertinen, deren Rüssel ein Stilet besitzt und mit dem Mund gemeinsam mündet, deren Entwicklung eine directe ist. *Nemertes gracilis* Johnst., *Tetrastemma obscurum* M. Schultze (Fig. 228), im Süßwasser *Tetrastemma lacustre* du Ples., auf dem Land *Geonemertes chalicophora* Graff., parasitisch die mit einem Saugnapf ausgerüstete *Malacobdella grossa* Müll. 2) *Anopla* (neuerdings in *Palaeonemertinen* und *Schizonemertinen* oder auch in *Proto-*, *Meso-* und *Heteronemertinen* gesondert), Thiere mit Metamorphose und unbewaffnetem Rüssel, Mund und Rüsselöffnung getrennt, hierher *Lineus marinus* Montf. und *Cerebratulus marginatus* Leuck.

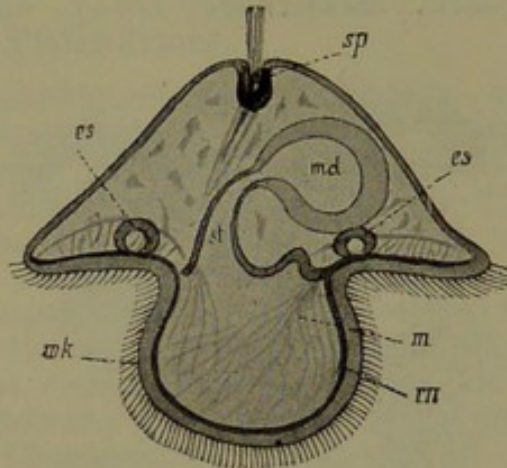


Fig. 229. Pilidium-Larve einer Nemertine (aus Lang nach Salensky). *sp* Scheitelplatte, *st* Munddarm, *md* Magendarm, *es* Einstülpungen, welche später die Haut der Nemertine liefern, *m* Mundlappen, *wk* Wimperschnur, *rn* Ringnerv.

## II. Classe.

### Rotatorien, Räderthierchen.

Die im Wasser lebenden *Räderthierchen* gehören zu den kleinsten vielzelligen Thieren und sind von *Infusorien*, mit denen sie die Lebensweise theilen, nur mit Hilfe des Mikroskops zu unterscheiden. Ihr Körper zerfällt in drei Abschnitte: Kopf, Rumpf und Schwanz; der Rumpf ist von einer derben Cuticula fest gepanzert und dient ähnlich der Schale einer Schildkröte den beiden anderen Abschnitten zur Zuflucht (Fig. 230 A). Der Schwanz ist oft aus mehreren Ringen zusammengesetzt, welche wie Glieder eines Fernrohrs in einander geschoben werden können und durch die oberflächliche Aehnlichkeit mit Segmentirung manche Zoologen veranlasst haben, die *Räderthiere* irrthümlich zu den *Arthropoden* zu stellen. Der letzte Schwanzring trägt eine Zange, mit deren Hilfe sowie mit Hilfe von Klebdrüsen die Thiere sich festsetzen können. Das Kopfbende ist am zarthäutigsten und verbreitert sich nach vorn zur Radscheibe, einem Apparat von sehr wechselndem Aussehen, dessen kräftige Bewimperung sowohl zum Schwimmen dient, als auch die Nahrung zum ventral gelegenen Mund



herbeistrudelt. Der Darm besteht aus Oesophagus, Kaumagen, Drüsenmagen und Enddarm und ist mit Ausnahme des Kaumagens von Wimpern ausgekleidet; der Kaumagen dagegen trägt zwei mit Kauleisten bedeckte Chitinplatten, welche beim lebenden Thiere zum Zerkleinern der Nahrung beständig gegen einander klappen. Oberhalb des Oesophagus liegt das Hirnganglion, mit welchem häufig einfachste Ocellen und eigenthümliche Sinnesorgane, die Nackententakeln etc., zusammenhängen. Mit dem Enddarm mündet das meist unpaare, sackförmige Ovar und die paarigen Wassergefässcanäle, deren Seitenäste am blindgeschlossenen Ende kleine Flimmerläppchen tragen (Protonephridien). Zum Wassergefässsystem gehört ferner noch eine grosse contractile Blase.

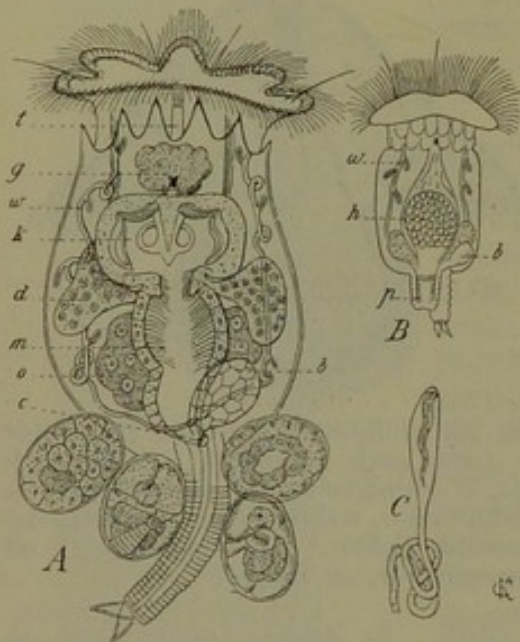


Fig. 230. *Brachionus urceolaris*. A Weibchen mit 4 Eiern auf verschiedenen Stufen der Entwicklung, B Männchen, C ein Flimmerläppchen des Wassergefässes, stärker vergrössert. t Tentakel, g Ganglion mit Auge, w Wassergefässsystem, k Kaumagen, d Magendrüsen, m Magen, o Ovar, c Cloakenöffnung, b Harnblase, h Hoden, p Penis.

Lange kannte man nur weibliche Thiere, bis Dalrymple die Entdeckung machte, dass die zugehörigen Männchen sehr viel seltener und kleiner sind, sogenannte Zwergmännchen, und eine stark rückgebildete Organisation besitzen. Meist ist der Darm zu einem soliden Gewebsstrang reducirt, in welchem der Hoden eingebettet liegt (Fig. 230 B).

Die Räderthiere haben zweierlei Eier, grosse dotterreiche Wintereier, welche von einer festen Schale umgeben sind, und kleine dünnchalige Sommereier. Letztere entwickeln sich parthenogenetisch und dienen durch ihre grosse Zahl und rasche Entwicklung der Verbreitung der Art. Jene sind seltener, bedürfen der Befruchtung und haben eine lange

Ruheperiode; sie erhalten die Art während ungünstiger Zeiten, wenn das Wasser einfriert oder eintrocknet (Dauereier). Ein gewisses Maass von Eintrocknen vertragen übrigens die ausgebildeten Thiere ebenfalls; in feuchtem Moos, in den Residuen von Dachrinnen findet man sie zusammengezogen in einer Art Winterschlaf befangen, aus dem sie erst bei Zusatz von Wasser aufwachen.

Die Schilderung vom Bau der Rotatorien lässt erkennen, dass die Thiere ausserordentlich den Wurmlarven vom Trochophora-Typus gleichen. Wir müssen sie daher für äusserst primitive Formen erklären, welche den Urahnen des Würmerstammes am nächsten stehen. Damit gewinnen sie trotz ihres abweichenden Aeusseren nahe Verwandtschaft mit den Würmern, unter denen sie sich nach dem Bau ihres Nerven- und Excretionssystems den Plattwürmern anschliessen. Die meisten Räderthiere leben im Süsswasser: *Brachionus urceolaris* Ehrbg. (Fig. 230), *Conochilus volvox* Ehrbg., letzterer eine kugelige Colonie radial angeordneter Einzelthiere.



## II. Unterstamm.

## Coelhelminthen.

## III. Classe.

## Chaetognathen, Pfeilwürmer.

Um in das Studium der Leibeshöhlenwürmer einzuführen, sind am meisten geeignet die *Chaetognathen*, glashelle, 1—5 cm lange Würmer, welche an der Oberfläche des Meeres Jagd auf andere pelagische Thiere machen und ihren blitzschnellen Bewegungen und zum Theil auch ihrer Körpergestalt den Namen *Sagitten* oder *Pfeilwürmer* verdanken. Die Thiere schwimmen mit horizontal gestellten, von besonderen Strahlen gestützten Flossen, deren eine das Schwanzende umgreift, während 1 oder 2 weitere Paare seitlich am Rumpf sitzen (Fig. 231). Zum Ergreifen der Beute dienen ihnen 2 Lappen, welche vorn links und rechts von der Mundöffnung gelegen und mit kräftigen hakenartigen Borsten (daher *Chaetognathen*, *Borstenkiefer*) bewaffnet sind. Innerlich ist der Körper deutlich in drei Segmente geschieden, Kopf, Rumpf und Schwanz, weil die Leibeshöhle durch quere Scheidewände in drei Kammern zerfällt: Kopf-, Rumpf- und Schwanzleibeshöhle. Jede Kammer wiederum besteht aus einer linken und rechten Hälfte, da ein Mesenterium in sagittaler Richtung ausgespannt ist, in welchem der gerade gestreckte Darm verläuft. Letzterer mündet am Ende des Rumpfsegments, ohne in den Schwanzabschnitt einzutreten.

Das Nervensystem ist noch vollkommen ektodermal; im Kopfabschnitt (Fig. 232) bildet es ein dorsales verschmolzenes Paar Hirnganglien, wie wir sie schon von den *Plattwürmern* her kennen, im Rumpfabschnitt ausserdem noch ein grosses ventrales Ganglion, die erste Anlage des bei den *Anneliden* höher entwickelten Bauchmarks. Kopf- und Bauchganglien sind durch lange Schlundcommissuren unter einander verbunden (Fig. 231). Sehr interessant, weil auch für *Nematoden* und manche *Anneliden* charakteristisch, ist die histologische Beschaffenheit der Muskulatur, welche nur aus longitudinalen Fasern besteht. Die Leibeshöhle wird von einem Epithel ausgekleidet, welches parietales Mesoderm heissen mag, soweit es an das Ektoderm grenzt, viscerales Mesoderm, soweit es das Darmrohr überzieht (Fig. 203 a u. b). Das parietale Mesodermepithel hat die Muskelfasern ausgeschieden, deren Masse in 4 Felder abgetheilt ist, ein rechtes und linkes dorsales und ein rechtes und linkes ventrales. Die *Chaetognathen* wie auch die *Nematoden* und *Anneliden* führen somit die uns von den *Coelenteraten* her bekannte Einrichtung der Epithelmuskelzellen fort. Im Epithel der Leibeshöhle entstehen auch die Geschlechtszellen: im Rumpfsegment die Eier, welche durch besondere Oviducte nach aussen geleitet werden, im Schwanzsegment dagegen die Anlagen der Hoden. Frühzeitig lösen sich die Samenbildungszellen ab, fallen in die Leibeshöhle und reifen hier zu Spermatozoen, die durch Canäle ausgeleitet werden, welche durch ihre Verbindung mit der Leibeshöhle an die Segmentalorgane der *Anneliden* erinnern.



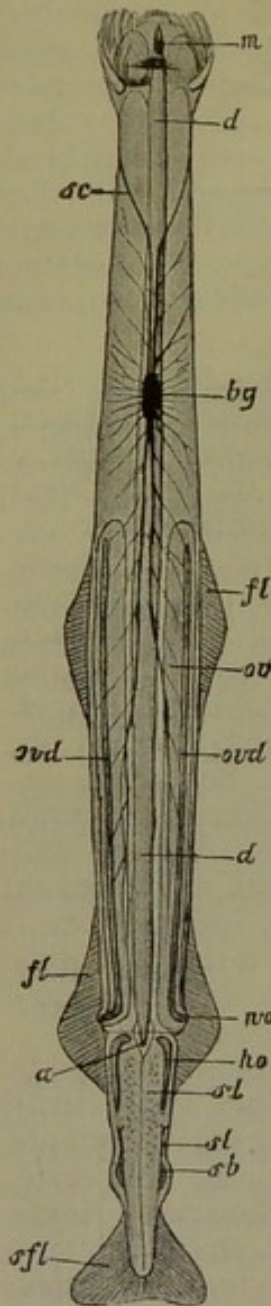


Fig. 231. *Sagitta hexaptera* (aus Lang nach O. Hertwig), von der Bauchseite gesehen. *m* Mund, *d* Darm, *sc* Schlundcommissur, *bg* Bauchganglion, *fl*, *sfl* Flossen, *ov* Ovar, *ovd* Oviduct, *wo* weibliche Geschlechtsöffnung, *ho* Hoden, *sl* Spermatozoen, *sb* Samenblase, *a* After.

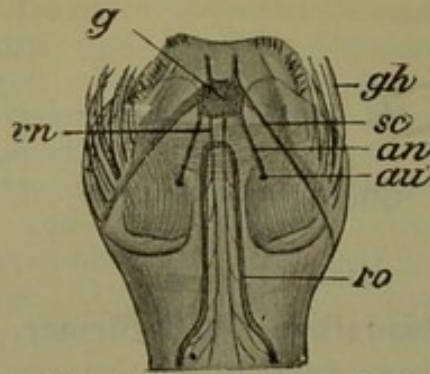


Fig. 232. Kopf von *Sagitta bipunctata* in dorsaler Ansicht (nach O. Hertwig aus Lang). *g* Hirnganglion, *gh* Borsten, *sc* Schlundcommissur, *ro* Riechorgan mit Nerv (*rn*), *au* Auge mit Nerv (*an*).

auf ein Paar Zellen im primitiven Entoblast zurückführen, die später in die Epithelauskleidung der Leibeshöhle gelangen. Jede Zelle theilt sich in eine vordere und hintere; da die vordere das Ovar, die hintere den Hoden liefert, so sind bei *Sagitta* die männlichen und weiblichen Geschlechtszellen unzweifelhaft Abkömmlinge einer gemeinsamen Mutterzelle.

Die einzelnen Arten der *Chaetognathen* lassen sich wenigen Gattungen einreihen, von denen die über alle Meere verbreitete Gattung *Sagitta* am bekanntesten ist, *Sagitta hexaptera* d'Orb.

#### IV. Classe.

#### Nemathelminthen, Rundwürmer.

Wie die *Plattwürmer*, so sind auch die *Rundwürmer* (*Nemathelminthen*) schon durch den Namen, der sich auf die faden- oder walzenförmige Körpergestalt bezieht, zur Genüge gekennzeichnet. Die Gestalt ist bedingt durch die Anwesenheit einer Leibeshöhle, in welche sämtliche Eingeweide so locker eingebettet sind, dass sie beim Spalten des Hautmuskelschlauches herausfallen. Da die Rundwürmer den Besitz einer Leibeshöhle mit den meisten *Anneliden* theilen, so muss zur Unterscheidung von letzteren noch ein negatives Merkmal hervorgehoben werden, der Mangel der Gliederung und demgemäss auch der Mangel der in regelmässigen Abständen sich wiederholenden Einkerbungen oder Ringelungen des Körpers.

Zu den Nemathelminthen gehören nur zwei im Habitus einander sehr ähnliche, anatomisch aber gar nicht verwandte Ordnungen, von denen die eine, die Gruppe der *Nematoden*, bei Weitem die wichtigere ist.

Die Entwicklungsgeschichte der *Sagitten* ist nach zwei Richtungen hin von Bedeutung: 1) Der Urdarm zerfällt durch zwei seitliche Falten in einen unpaaren mittleren und zwei paarige seitliche Räume; ersterer ist der bleibende Darm, letztere sind die Anlagen der Leibeshöhle oder die Coelomdivertikel; die Leibeshöhle ist somit eine Ausstülpung der Darmhöhle (S. 132, Fig. 104). 2) Die Geschlechtsorgane lassen sich



## I. Ordnung. Nematoden, Fadenwürmer.

Die *Nematoden* sind eine artenreiche Gruppe fadenförmiger, 0,001—1,0 m langer Würmer, die durch die grosse Zahl bei Pflanzen, Thieren und Menschen weit verbreiteter, zum Theil äusserst gefährlicher Parasiten ein ganz hervorragendes Interesse besitzen. Die Oberfläche ihres Körpers wird von einer derben Cuticula gebildet, welche von der darunter gelegenen Hypodermis ausgeschieden wird (Fig. 202, S. 232), einer dem Epithel und der Cutis entsprechenden Schicht, welche, auf dem Querschnitt gesehen, 4 Verdickungen zeigt, 2 laterale (links und rechts) und 2 mediale (dorsal und ventral). Erstere schimmern deutlich durch die Cuticula als zwei Längsleisten, die Seitenlinien, hindurch; letztere sind schwach ausgeprägt und veranlassen die minder deutlichen Rücken- und Bauchlinien. In den Seitenlinien verlaufen die Excretionsgefässe, gewöhnlich 2 Längscanäle, welche unweit des vorderen Endes durch einen Quercanal verbunden sind, der in der Bauchlinie durch einen unpaaren Porus excretorius nach aussen leitet. Mit dem Coelom stehen sie jederseits durch 2 riesige Zellen, welche mit Fortsätzen in das Coelom hineinragen, in Beziehung. Durch Seitenlinien, Rücken- und Bauchlinie wird die Muskulatur, welche auch hier nur aus Längsfasern besteht, in 4 Felder abgetheilt, ein dorsales und ventrales rechtes und ein dorsales und ventrales linkes. Die Bildung der longitudinalen Muskelfasern geht vom parietalen Peritonealepithel aus, einer Schicht blasiger Zellen, welche durch ihre Grösse die Leibeshöhle so sehr einengen, dass kaum Platz genug für den Darm und die Geschlechtsorgane übrig bleibt; die Muskelzellen senden nach der dorsalen und ventralen Mittellinie Fortsätze aus, auf denen die Nervenfasern zur Muskulatur hinübertreten. Ein viscerales Blatt des Mesoderms fehlt.

Gestalt.

Der Darm beginnt mit der genau endständigen Mundöffnung und endet mit dem After, welcher vom hinteren Ende auf die Bauchseite verschoben ist. Diese Lagerung ist besonders auffällig, da sonst bei den *Wurmern* umgekehrt der After terminal angebracht, die Mundöffnung dagegen durch den Kopflappen überwölbt und auf die Bauchseite gedrängt zu sein pflegt. Der an den Mund anschliessende muskulöse, zum Saugen dienende Oesophagus schwillt an seinem Ende zu dem Pharyngealbulbus oder Magen an und ist in ganzer Ausdehnung von einer Cuticula ausgekleidet; von da bleibt sich gewöhnlich die Beschaffenheit des Darms bis in die Nähe des Afters gleich (Fig. 233). Umfasst wird der Anfang des Oesophagus von einem Nervenring, welcher nach vorn und rückwärts eine grössere Zahl Längsnerven (besonders starke in Bauch- und Rückenlinie) abgibt. An verschiedenen Stellen dieses Nervensystems liegen kleinere oder grössere Gruppen von Ganglienzellen, ohne dass es jedoch wie sonst bei den *Wurmern* zur Bildung umschriebener Anschwellungen, Ganglienknötchen, käme.

Darm.

Nervensystem.

Sehr einfach ist der Bau der Geschlechtsorgane der nur ausnahmsweise hermaphroditen Thiere. Männchen und Weibchen sind, abgesehen von den Copulationsorganen, dadurch leicht zu unterscheiden, dass die Geschlechtsorgane der ersteren von vorn und unten in den Enddarm münden, welcher hierdurch zur Cloake wird (Fig. 234), während die Weibchen (Fig. 233) eine besondere Geschlechtsöffnung haben, die ventral zwischen Mund und After je nach den Arten bald mehr nach vorn, bald mehr nach hinten liegt. Im Uebrigen ähneln sich beide Geschlechter im Bau der Fortpflanzungsorgane. Beidesmal

Geschlechtsorgane.



handelt es sich um lange, bei grosser Fruchtbarkeit in vielen Windungen auf- und absteigende Röhren, deren blindes, in einen feinen Faden ausgezogenes Ende die Keimzellen liefert (Hoden, Ovar), während der Rest als Samenblase resp. Receptaculum seminis und Ausführweg dient. Beim Männchen ist die Genitalröhre stets einfach; beim Weibchen kann sie ebenfalls einfach sein, ist aber häufiger doppelt, wobei dann linke und rechte Röhre erst kurz vor der Mündung sich vereinigen (Fig. 233 *va*). Als Copulationsorgane functioniren beim Männchen am häufigsten Spicula, d. h. gekrümmte Stacheln, welche hinter dem Darm in einer Scheide eingeschlossen sind und durch die Cloakenspalte hervorgestossen werden können; Retractoren, welche sich an das hintere Ende der Spicula befestigen, ziehen sie in die Ruhelage wieder zurück. Dazu kommen ab und zu linke und rechte Klappen zum Festhalten des Weibchens, oder es ist, wie bei den *Trichinen*, die ganze Cloake vorstülzbar.

Entwicklung.

Da eine Begattung stattfindet, werden die Eier stets im Uterus des Weibchens befruchtet; sie werden dann sofort oder nach Ausbildung von Embryonen abgelegt. Manche Nematoden, wie die *Trichine*, sind sogar vivipar. Die Entwicklung wird in hohem Maass von der Lebensweise bestimmt. Freilebende Nematoden scheinen sich unter periodischen Häutungen, im Uebrigen aber ohne erhebliche Formveränderungen zu entwickeln. Bei parasitischen Formen complicirt sich der Entwicklungsgang. Bei manchen *Anguilluliden*, welche uns erläutern, wie wohl freilebende Arten zu parasitischen geworden sein mögen, kommt es zu einem Generationswechsel (Heterogonie) zwischen einer hermaphroditen, entoparasitischen und einer freilebenden getrennt geschlechtlichen Generation. Die schon bei manchen dieser *Anguilluliden* angebahnte, zeitweilige Unterdrückung der freilebenden Generation führt bei *Strongyliden* dahin, dass die Nachkommen der parasitischen Generation zwar eine Zeit lang im Freien leben (Rabditislarve), dann aber zum Parasitismus zurückkehren müssen, um eine Metamorphose zu erfahren und geschlechtsreif zu werden. Noch mehr abgekürzt ist die Lebenszeit ausserhalb des Wirths bei den bekannten *Ascariden*, insofern die Eier nach aussen gelangen und kürzere oder längere Zeit ausserhalb verweilen müssen, die Embryonen aber nur ausschlüpfen, wenn die Eier in den Wirth zurückversetzt werden. Schliesslich giebt es Formen, welche, wie die *Trichine*, niemals mehr in's Freie gerathen, deren Transport von Wirththier zu Wirththier durch Cystenzustände vermittelt wird, welche auf passivem Weg durch Fütterung verschleppt werden.

1. Familie. *Anguilluliden*. Kleine, fadenförmige *Nematoden*, meist mit doppelter Pharyngealanschwellung, welche im Schlamm oder in organischen Flüssigkeiten, oder in Pflanzen, seltener in Thieren leben; Männchen mit 2 Spicula. *Anguillula aceti* O. Fr. M., Essigälchen, im Kleister und Essig als ein weisslicher, geschickt schwimmender, 2 mm langer Wurm. *Rhabditis nigrovenosa* (*Rhabdonema nigrovenosum*), noch nicht 1 mm lang, im Schlamm

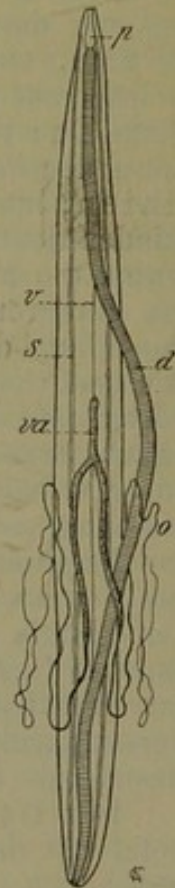


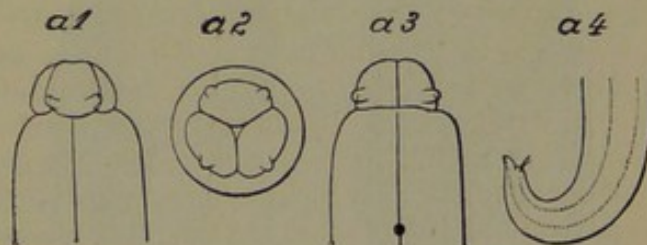
Fig. 233. Anatomie einer jungen weiblichen *Ascaris* (zu Grunde gelegt eine Zeichnung von Leuckart). *p* Pharynx, *d* Darm, *v* ventrale Linie, *s* Seitenlinien, *va* Vagina, *o* Ovar.



lebend, steht in Heterogonie mit einem zweiten Thier, welches in der Lunge des Frosches wohnt und wegen der Mundpapillen früher zu den *Ascariden* gestellt wurde. Die Rhabditis ist getrennt geschlechtlich, die Ascarisform hermaphrodit. Sehr ähnlich ist der Entwicklungsgang des 1 mm grossen *Strongyloides intestinalis* Bavay (*Rhabdonema strongyloides* Leuck.), welcher ebenfalls in feuchter Erde, aber, wie es scheint, nur in wärmerem Klima lebt; seine Nachkommenschaft entwickelt sich im menschlichen Darm zu der 2 mm langen hermaphroditen „*Anguillula intestinalis*“, welche junge, mit den Faeces den Darm verlassende „*A. stercoralis*“ erzeugt. In vielen Fällen scheint nun die frei lebende Generation ganz ausfallen zu können, indem die nach aussen gelangten Larven sich direct in die Intestinalisform verwandeln und erst im Darm des Menschen ihre Geschlechtsreife erlangen. Der Parasit, früher nur aus den Tropen bekannt, ist in der letzten Zeit häufig in Norditalien und auch in Deutschland beobachtet worden; es scheint, als ob in den Tropen die Heterogonie, in gemässigtem Klima die directe Entwicklung (Ausfallen der freilebenden Generation) überwiege.

Zu den *Anguilluliden* gehören endlich zahlreiche Pflanzenparasiten: die kleinen, auf Pilzen schmarotzenden *Nematoden*, vor Allem aber der *Tylenchus tritici* Neidh. und die *Heterodera Schachtii* Schmidt, von denen der erstere dem Weizen, die letztere den Rüben grossen Schaden anthut. Ihre rapide Vermehrung ist Ursache der Rüben- und Weizenmüdigkeit, der Erscheinung, dass Boden, welcher Jahre lang hindurch ausschliesslich mit einer dieser Pflanzen bestellt wurde, zunehmend schlechte Ernten liefert, weil immer mehr Pflanzen dem Parasiten erliegen. *Tylenchus devastatrix* Kühne befällt Roggen und Hyacinthen.

Fig. 234. *Ascaris lumbricoides* (aus Hatschek).  $\alpha^1$  dorsale,  $\alpha^3$  ventrale Ansicht des Kopfendes,  $\alpha^2$  Kopfende, von oben betrachtet,  $\alpha^4$  Hinterende des Männchens.



2. Familie. *Ascariden*. Mundöffnung von 3 Lippen (einer dorsalen, zwei ventralen) umstellt; Männchen mit 2 Spicula. Ausser den zahlreichen *Ascariden*, welche man eingekapselt oder freibeweglich und geschlechtsreif in *Fischen* und anderen *Wirbelthieren* findet, gehören hierher die 2 verbreitetsten Parasiten des Menschen, der *Spulwurm* oder *Ascaris lumbricoides* und der *Spring- oder Madenwurm*, die *Oxyuris vermicularis*.

Die auch bei Schweinen vorkommende *Ascaris lumbricoides* L. (Fig. 234) bewohnt den Dünndarm, öfters in enormen Mengen (Wurmknoten); ihren Namen hat sie der Aehnlichkeit mit dem Regenwurm zu verdanken, von dem sie sich jedoch durch den Mangel der Gliederung sofort unterscheidet. Auch ist der Spulwurm grösser und schlanker, das Weibchen 20—25, selten sogar 40 cm, das Männchen nur 15—17, selten 25 cm lang. Die Thiere sind von enormer Fruchtbarkeit, indem das Weibchen ca. 64 Millionen Eier enthält. Die Eier sind leicht an ihrer Gestalt zu erkennen (Fig. 220 a); sie werden kurze Zeit nach der Befruchtung mit den Fäcalien aus dem Darm entleert, entwickeln sich aber ohne Zwischenwirth, wenn sie nach Verlauf von 2—3 Monaten, in welcher Zeit sich Embryonen gebildet haben, in den menschlichen Darm zurückgelangen.



Eine ähnliche Entwicklungsweise gilt für *Oxyuris vermicularis* L., nur mit dem Unterschiede, dass die Eier bei der Geburt schon einen Embryo enthalten, weshalb sie nach kurzem Aufenthalt ausserhalb des menschlichen Körpers schon infectionsfähig sind (Fig. 220 c). Das weissliche Thier lebt im Rectum besonders bei Kindern und erzeugt beim Auswandern aus dem After heftiges Jucken; das 1 cm lange Weibchen verlängert sich rückwärts in einen pfriemenförmigen Schwanz, der den Namen veranlasst hat. Das Männchen ist etwa halb so gross. — Bekannte unschädliche Thierparasiten sind ferner die *A. megalcephala* Cloquet, *Oxyuris equi* Schrank, beide im Pferd, *A. mystax* Zed. in Hund und Katze, selten auch im Menschen; dagegen vernichtet *Heterakis maculosa* bei Tauben ganze Zuchten (Infection direct).

3. Familie. *Strongyliden* sind im männlichen Geschlecht leicht an der mit 2 Spicula ausgerüsteten Bursa zu erkennen, einer aus 2 flügelartigen Fortsätzen bestehenden Verbreiterung des hinteren Körperendes; häufig, jedoch nicht constant, ist die Erweiterung des Anfangsdarms zu einer von Papillen umstellten Mundkapsel.

*Strongylus gigas* Rud., 1 m lang, lebt im Nierenbecken des Wolfes, Hundes etc., äusserst selten des Menschen. — In der Lunge leben *Str. filaria* Rud. bei Schaf, Ziege, Gemse und anderen Wiederkäuern, 5–10 cm lang, *Str. micrurus* bei Kälbern, *Str. paradoxus* bei Schweinen. *Str. retortaeformis* Zed. und *Str. commutatus* Dies. beim Hasen, ersterer auch im Darm. Im Pferdedarm *Strongylus tetracanthus*, 1–1½ cm, bei massenhafter Infection tödtlich. — *Syngamus trachealis* Sieb., 1–2 cm, in der

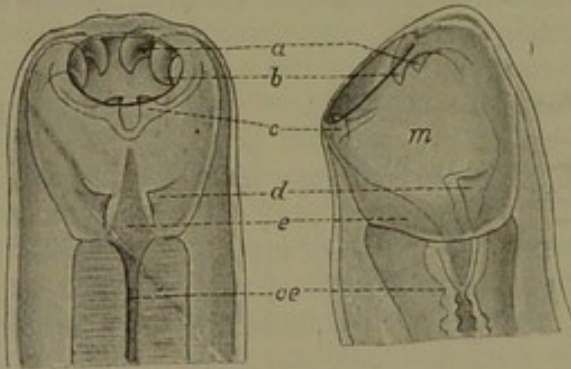


Fig. 235. Vorderes Ende von *Ankylostomum duodenale* in Rücken- und Seitenansicht. *m* Mundkapsel, *oe* Oesophagus, *a* innere, *b* äussere ventrale Zähne, *c* dorsale Zähne des Mundrands, *d* Stilet am Grund der Mundkapsel, *e* dorsales Längsriff.

Trachea der Hühner und anderer Vögel, Männchen und Weibchen stets in Copula. — *Sclerostomum equinum* Müll., 2–5 cm, in Aorta und Darm des Pferdes. *Ankylostomum (Dochmius) duodenale* Dub. (Fig. 235), im weiblichen Geschlecht etwas grösser, im männlichen Geschlecht etwas kleiner als 1 cm, lebt im Dünndarm des Menschen, und erzeugt durch sein Saugen starke Blutverluste und daran schliessende Bleichsucht (Chlorosis aegyptiaca). Es besitzt eine geräumige Mundkapsel, deren Rand mit Zähnen zum Festhalten an der Darm-

schleimhaut, deren Grund mit Stilets zum Verwunden bewaffnet ist. Die Eier entwickeln sich in Schlamm und feuchter Erde zu kleinen rhabditisartigen Larven, welche sich zweimal häuten, von der letzten Larvenhülle wie von einer Cyste geschützt, mässiges Eintrocknen vertragen und, in den Darm des Menschen zurückgekehrt, direct zum geschlechtsreifen Thier werden. Die Krankheit tritt besonders bei Leuten auf, die gezwungen sind, schlammiges Trinkwasser zu geniessen (Fellahs von Aegypten), oder die viel mit feuchter Erde zu thun haben (Ziegel- und Erdarbeiter). Nachdem sie schon lange aus Italien, Aegypten und den Tropen bekannt war, trat sie bei den Arbeitern des Gotthardtunnels endemisch auf und hat sich seitdem auch in Deutschland verbreitet. Neuerdings wird die Meinung vertreten, dass die *Ankylostomum*larven



durch die Haut (z. B. beim Baden) in den Menschen gelangen. — Beim Hund erzeugen perniciöse Anaemie *A. trigonocephalus*, 9–20 mm, *A. stenoccephalus*, 6–20 mm.

4. Familie. *Trichotracheliden*. Die *Trichotracheliden* verdanken ihren Namen „Haarhalse“ dem Umstande, dass ihr vorderes Körperende, d. h. der Körperabschnitt, welcher den Oesophagus enthält, sehr stark haarartig verlängert ist. Der Oesophagus ist ferner zu einem dünnen Faden ausgezogen, welcher unterhalb einer Reihe grosser Zellen verläuft, die wie Stücke einer Geldrolle hinter einander gereiht sind. Am längsten bekannt ist aus der Familie der

Peitschenwurm, *Trichocephalus dispar* Rud., des Menschen (Fig. 236). Das Weibchen 3–5 cm gross, das Männchen nur wenig kleiner. Hinterer Körperabschnitt sehr viel dicker als das peitschen-schnurartig verlängerte Vorderende. Letzteres wird korkzieherartig in die Darmschleimhaut eingebohrt oder zwischen die Schleimhautfalten eingelagert, hauptsächlich im Bereich des Blinddarms. Da der Wurm seinen Aufenthaltsort nicht ändert, macht er keinerlei Beschwerden: seine Anwesenheit wird aber leicht an den ovalen Eiern erkannt, welche mit den Fäcalien entleert werden (Fig. 220d); sie besitzen eine bräunliche doppelte Schale, die innere ist an den beiden Enden etwas verdickt und hat daher eine citronenförmige Gestalt. Die Infection wird direct durch Import entwicklungsfähiger Eier herbeigeführt. Im Blinddarm von Wiederkäuern: *Trichocephalus affinis* Rud.

Die zweite *Trichotrachelide*, die *Trichina spiralis* Owen (Fig. 237, 238), ist viel kleiner als der *Trichocephalus*, zugleich aber viel gefährlicher. Man unterscheidet zwei Zustände, die eingekapselte *Muskeltrichine* und die geschlechtsreife *Darmtrichine*. Erstere wurde schon im Jahre 1835 von dem Studenten der Medicin Paget auf dem Präparirsaal in einer Leiche entdeckt und von Owen als *Protoxoe* beschrieben. Die *Darmtrichine* wurde sehr viel später durch Leuckart und Virchow aufgefunden, ihr Entwicklungsgang durch diese beiden Forscher und Zenker festgestellt; das Verdienst, ihre grosse Bedeutung für die Krankheitslehre aufgeklärt zu haben, gebührt dem letztgenannten Forscher und Virchow.

Die *Muskeltrichine* findet sich in den Muskeln von Schwein, Ratte, Maus, Mensch, Kaninchen, Meerschweinchen, Hund, seltener von Fuchs, Katze u. a. (nie bei Vögeln), eingeschlossen in einer ovalen, citronen-

Fig. 236.



Fig. 237.

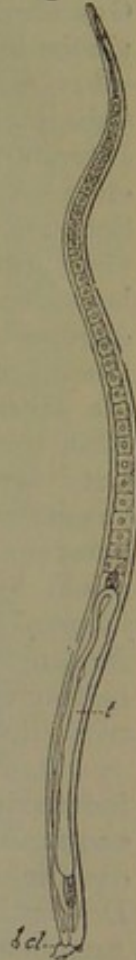


Fig. 238.



Fig. 236. *Trichocephalus dispar*, Männchen, mit dem vorderen Ende in die Darmschleimhaut eingelassen (aus Leuckart).

Fig. 237. Männchen von *Trichina spiralis* (aus Hatschek). *cl* Cloake, *t* Hoden.

Fig. 238. Muskeltrichine (aus Boas nach Leuckart).



förmigen Kapsel, welche 0,4—0,6 mm lang ist und daher eben noch von einem geübten Beobachter mit blossen Auge erkannt werden kann; etwas leichter zu sehen sind die Kapseln, wenn sie verkreiden und, mit kohlen-saurem Kalk imprägnirt, eine weissliche Farbe annehmen. Zum sicheren Nachweis bedarf es der Untersuchung zerzupfter Fleischstücke mittelst des Mikroskopes, wenn auch nur mit schwachen Vergrösserungen. In der Kapsel liegt der ca. 1 mm lange Wurm in spiralen Windungen aufgerollt, zunächst noch nicht geschlechtsreif, wenn auch mit der Anlage der Geschlechtsorgane versehen. Zur Erlangung der Geschlechtsreife muss die Trichine in den Darm eines neuen Wirths transportirt werden; wenn z. B. ein Mensch trichinöses Schweinefleisch verzehrt, so werden die Trichinen durch die Einwirkung des das Schweinefleisch und die Kapsel lösenden Magensaftes befreit; sie gelangen in den Dünndarm und werden innerhalb einiger Tage geschlechtsreif; das Weibchen (3—4 mm lang, das Männchen 1,5 mm) dringt in die oberflächlichste Schicht der Darmzotten ein und gebiert im Laufe eines Monats über 1500 (nach anderen Angaben sogar 10 000) lebendige Junge. Nach Ablage der jungen Brut sterben die Muttertrichinen ab. Die jungen Thiere dagegen dringen in die Lymphgefässe des Darms ein, gelangen durch den Ductus thoracicus in die Blutgefässe und wandern von den Capillaren in die Muskeln, besonders in solche, die stark benutzt und daher stark von Blut durchströmt sind: Zwerchfell, Augenmuskeln, Halsmuskulatur. Am Orte der Bestimmung angelangt, bohren sich die Thiere in die Sarkomlemmschläuche selbst ein, bedingen einen Zerfall der Muskelsubstanz und nähren sich vom Detritus, bis sie eine gewisse Grösse erreicht haben und vom Wirth abgekapselt werden. Die Wanderungen der jungen Trichinen fallen in die zweite und dritte Woche nach der Infection, die Encystirung in den Verlauf des dritten Monats. Die Krankheitssymptome gehen zunächst von dem stark gereizten Darm aus; später tritt die Entzündung der Muskeln in den Vordergrund.

5. Familie. Die *Filariden* sind *Nematoden* von sehr langgestreckter, fadenartiger Gestalt; ihr bekanntester Vertreter ist der *Dracunculus Medicinensis* L., ein im weiblichen Geschlecht fast 1 m langer Wurm, welcher die Dicke einer starken Basssaite besitzt und eine schon den Griechen als Dracontiasis bekannte Krankheit verursacht. Das Männchen soll neueren Angaben zu Folge nur 4 cm gross sein. In der Haut bilden sich Beulen, welche aufplatzen und zu Geschwüren werden, auf deren Grund aufgerollt der Wurm liegt. Die Embryonen desselben werden durch Platzen des Mutterthiers frei, müssen ins Wasser gelangen und dringen hier in kleine *Crustaceen* der Gattung *Cyclops* ein. Der Mensch erkrankt wahrscheinlich, indem er mit dem Trinkwasser die Parasitenträger verschluckt. Der Medinawurm ist am längsten aus dem Orient bekannt; findet sich weit verbreitet in den Tropen (Asien, Afrika, in der Neuzeit auch nach Amerika verschleppt).

Eine zweite tropische Filaride ist die in Lymphdrüsen wohnende 8—15 cm lange *Filaria sanguinis hominis* Lewis (*Filaria Bankrofti* Cobbold), so genannt, weil sie ihre Brut in die Blutgefässe des Menschen absetzt, so dass das Blut dann von ca. 140 000 (nach anderweitigen Schätzungen 30 Millionen) 0,3 mm grosser Würmer wimmelt. Diese wandern öfters durch die Nieren aus, heftige Beschwerden (Milch- und Blutharn) veranlassend. Nach beendeter Auswanderung hören die Beschwerden auf, wiederholen sich aber, wenn ein neuer Satz Eier zur Reife gelangt ist und auswanderungsfähige Embryonen erzeugt hat. Man vermuthet, dass Moskitos



den Zwischenwirth bilden. — Weitere *Filariden* des Menschen sind: *F. lentis* Dies. aus der Linse, *F. loa* Gujot aus der Conjunctiva, *F. labialis* Pane aus der Mundschleimhaut, etc. Von Thierparasiten seien genannt *Filaria equina* Gmd. im Peritoneum des Pferdes, *F. haemorrhagica* Raill. (ähnlich dem *Dracunculus*) in der Haut des Pferdes, *F. immitis* Leidy im Herz des Hundes, setzt Embryonen ins Blut ab.

Anhang. *Gordiden* und *Mermithiden* sind langgestreckte Würmer, die in ihrer Gestalt an die *Filariden* erinnern, sich aber durch ihren Bau und ihre Lebensweise wesentlich von ihnen sowie von allen übrigen *Nematoden* unterscheiden. Sie schmarotzen in der Leibeshöhle der Insecten und verlassen dieselbe bei feuchtem Wetter, um im Wasser ihre Eier abzusetzen. *Gordius aquaticus* Duj., *Mermis nigrescens* Duj. Das zeitweilig massenhafte Auftreten der letzteren nach schweren Regengüssen hat zur Sage vom Wurmregen Veranlassung gegeben.

## II. Ordnung. Acanthocephalen, Kratzer.

Die Arten der *Acanthocephalen*, lange Zeit der einzigen Gattung *Echinorhynchus* eingeordnet (Fig. 239), leben im Darm von Wirbelthieren; so s. B. häufig *E. (Gigantorhynchus) gigas* Goeze im Darm des Schweins, *E. proteus* Westr. in Fischen, äusserst selten *E. hominis* Lambl im Darm des Menschen. Sie gleichen den Ascariden in der Erscheinung, unterscheiden sich aber leicht von ihnen durch die Anwesenheit des Rüssels, eines Zapfens, welcher durch Retractoren eingestülpt und zurückgezogen und durch Contraction einer muskulösen Scheide ausgestülpt werden kann. Der Rüssel bohrt sich in die Darmwand ein und ist zum Festhalten mit Widerhaken besetzt, die in Quer- und Längsreihen stehen. In der inneren Anatomie sind wichtige Unterschiede zu den *Nematoden* der gänzliche Mangel des Darms, der eigenartige Bau der Geschlechtsorgane und ein im Hautmuskelschlauch liegendes geschlossenes Gefässnetz, welches sich auch auf zwei neben der Rüsselscheide gelegene Anschwellungen, die Lemniskcn, ausdehnt; zwischen den Lemniskcn und mitten auf der Rüsselscheide liegt das unpaare Ganglion. Zu ihrer Entwicklung bedürfen die *Echinorhynchen* eines Zwischenwirths; man findet ihre Larven in *Arthropoden*, die des *E. proteus* in *Crustaceen* (Wasserasseln, Flohkrebse), die des *E. gigas* in *Insecten* (Maikäfern).

Ueber die Bildung des Geschlechtsapparats sei Folgendes bemerkt: Die Thiere sind getrennt geschlechtlich. Die Männchen (Fig. 239) besitzen paarige Hoden und paarige Samenleiter, die in einen unpaaren Abschnitt des Geschlechtsapparats münden; letzterer kann als ein glockenförmig gestalteter Penis bei der Begattung ausgestülpt werden. Beim Weibchen lösen sich die Ovarien frühzeitig in zahlreiche Gruppen von Ei-

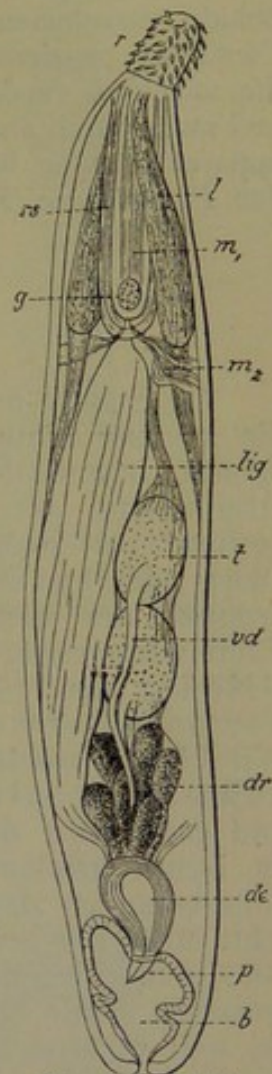


Fig. 239. *Echinorhynchus angustatus*. Männchen (aus Hatschek). *r* Rüssel mit Haken, *rs* Rüsselscheide, *m¹*, *m²* Retractoren des Rüssels und der Rüsselscheide, *g* Ganglion, *lig* Ligament, *t* Hoden, *vd* Vas deferens, *dr* Drüsen, *de* Samenblase, *p* Penis, *b* Beutel des Penis, *l* Lemniscen.



zellen auf, welche meist frei in der Leibeshöhle herumflottiren. Die reifen Eier werden auf höchst merkwürdige Weise nach aussen befördert; es existirt ein muskulöser Uterus, der mittelst zweier enger Canäle mit der nach aussen mündenden Scheide zusammenhängt; der Uterus nimmt ohne Wahl reife befruchtete und unreife Eier mittelst einer weiten Mündung am oberen Ende (Uterusglocke) auf. Nur die langgestreckten, mit einer Schale versehenen, Embryonen enthaltenden Eier vermögen die engen Canäle zu passiren und so in die Scheide und nach aussen zu gelangen; die unreifen, rundlichen Eier müssen in die Leibeshöhle zurückwandern, und zwar durch eine untere zweitheilige Oeffnung. Neben dem Geschlechtsapparat münden bei *E. gigas* Excretionsorgane vom Bau der Wassergefässe der *Plattwürmer* (Protonephridien).

## V. Classe.

### Anneliden, Ringelwürmer.

Im Stamm der Würmer nehmen die *Anneliden* oder *Ringelwürmer* die höchste Stufe ein; sie führen die bei den *Chaetognathen* angebahnte Organisation zu höherer Vollendung. Die dort nur durch die Dreitheilung der Leibeshöhle ausgedrückte Gliederung des Körpers gewinnt bei ihnen Einfluss auf die äussere Erscheinung — Ringelung oder äussere Gliederung des Körpers — und auf die Anordnung der wichtigsten Organsysteme — metamere Anordnung der Excretionsorgane, des Nervensystems, des Blutgefässsystems: innere Gliederung. Dazu kommt die ausserordentliche Vermehrung der Zahl der Segmente, welche weit über Hundert betragen kann. Wir können somit die Anneliden definiren als Würmer mit Leibeshöhle und mit äusserer und innerer Gliederung. Voll und ganz passt diese Definition jedoch nur auf einen Theil der hier zu besprechenden Formen, auf die *Chaetopoden* und die denselben nahestehenden *Archianneliden* oder *Uranneliden*. Bei anderen Formen fehlt eines der beiden wichtigen Merkmale, bei den *Gephyreen* fehlt die Gliederung, bei den *Hirudineen* meistens die Leibeshöhle. Wenn wir trotzdem beide Unterclassen zu den *Anneliden* rechnen, so geschieht es, weil wichtige anatomische und entwicklungsgeschichtliche Merkmale es mindestens in hohem Grad wahrscheinlich machen, dass *Hirudineen* und *Gephyreen* von typischen *Anneliden* abstammen und die fehlenden Merkmale — die *Hirudineen* die Leibeshöhle, die *Gephyreen* die Gliederung — früher besessen und nur durch Rückbildung verloren haben.

## I. Unterlasse.

### Chaetopoden, Borstenwürmer.

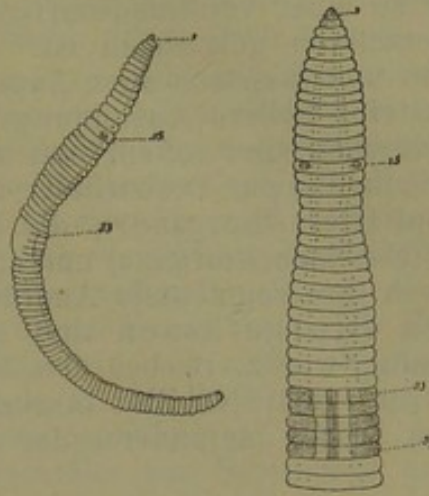
Gestalt.

Als Leibeshöhlenwürmer theilen die *Chaetopoden* mit den *Nematoden* die rundliche, auf dem Querschnitt annähernd einen Kreis ergebende Körporgestalt; sie unterscheiden sich von ihnen sofort durch ihre Gliederung. Tiefe, ringförmige Kerben markiren äusserlich die Grenzen der Segmente (Fig. 240); innerlich zerfällt die Leibeshöhle durch die Septen, zarte, schleierartige Membranen, die vom Hautmuskelschlauch an den Darm treten, in ebensoviel Kammern, als Metameren vorhanden sind (Fig. 241 d). Auch der Darm kann zur äusseren Unterscheidung dienen; derselbe ist zwar je nach der Ernährungsweise



bei den einzelnen Thieren sehr verschieden, zeigt aber das constante Merkmal, dass der After am hinteren Ende genau terminal liegt, während die Mundöffnung ventral verschoben und von einem ansehnlichen Kopflappen überdacht ist.

Fig. 240. Seitliche Ansicht des Regenwurms und vorderes Ende desselben, stärker vergrößert und von unten betrachtet. 1 erstes Segment mit Mund und Kopflappen. 15 fünfzehntes Segment mit männlicher Geschlechtsöffnung, 33–37 Clitellum (nach Vogt und Yung).



Unter dem Einfluss der Gliederung stehen nun weiter fast sämtliche übrigen Organsysteme, das Nervensystem, die Blutgefäße und die Excretionsorgane. Das Nervensystem ist ein typisches Strickleiternnervensystem; es beginnt mit den im Kopflappen liegenden oberen Schlundganglien; dann lenken die Schlundcommissuren auf die Bauchseite über, um das Bauchmark zu bilden, welches fast aus ebenso vielen, durch Längscommissuren verbundenen Ganglienpaaren besteht, als Segmente vorhanden sind. Diese gleichförmige Anordnung des

Nerven-  
system.

Fig. 241.

Fig. 242.

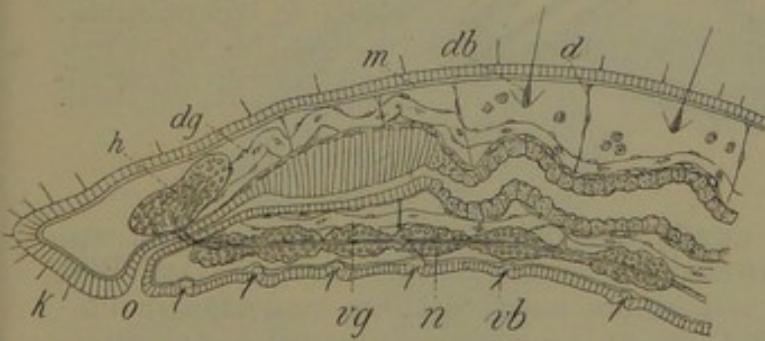
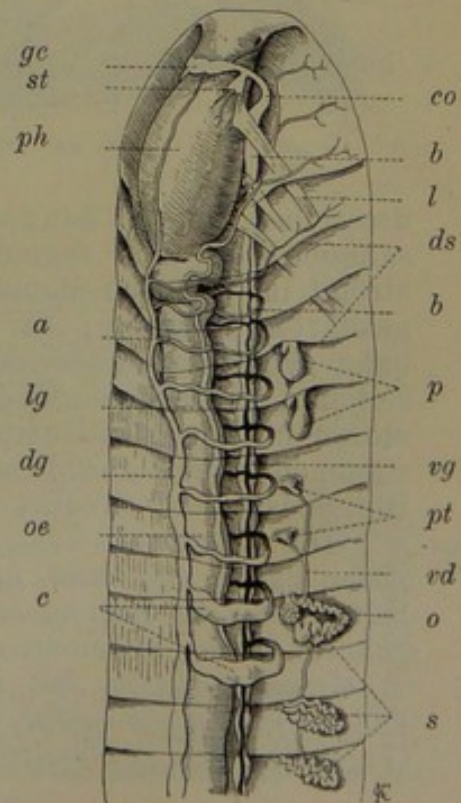


Fig. 241. Vorderes Ende von *Nais elinguis*. *h* Hirn (oberes Schlundganglion), durch die Schlundcommissur mit dem Bauchmark (*n* Strickleiternnervensystem) verbunden, *dg* contractiler dorsaler, *vg* ventraler Blutgefäßstamm, *m* Muskelschicht der Haut, *db* dorsale, *vb* ventrale Borsten, *d* Dissepimente oder Septen, *k* Kopflappen, *o* Mundöffnung.

242. *Pontodrilus Marionis*, vorderes Körperende, vom Rücken geöffnet (nach Perrier). *ph* Pharynx mit Rückziehmuskeln (*l*), *oe* Oesophagus; *gc* Hirnganglion, *st* Pharynxganglion, *co* Schlundring, *b* Bauchmark; *dg*, *lg*, *vg* dorsale, laterale, ventrale Gefäßstämme, *a* Anastomosen derselben, *c* Herzen; *ds* Dissepimente, *vd* Vas deferens mit Flimmertrichtern (*pt*), *o* Ovarien, *p* Receptacula seminis, *s* Segmentalorgane.





Nervensystems ist von besonderem Interesse, indem in ihr am deutlichsten ein Grundzug der Annelidengliederung zu Tage tritt, durch den sich die *Ringelwürmer* wesentlich von den ebenfalls gegliederten *Wirbelthieren* und den meisten *Arthropoden* unterscheiden. Die Segmentierung ist eine homonome, indem es nur in untergeordnetem Maasse zu einer verschiedenartigen Entwicklung, einer Arbeitstheilung, der Metameren gekommen ist. — Im Kopflappen liegen stets Tastapparate und meistens auch Augen, die jedoch nur bei einigen marinen Formen eine höhere Ausbildung (Linse, Glaskörper, Retina) erfahren; Gehörbläschen sind selten, weit verbreitet dagegen, wenn auch nicht in allen Abtheilungen beobachtet: die Nackenorgane, wimpernde Stellen am Kopf (Geruchsorgane?), die becherförmigen Organe am Kopf und Rumpf (Geschmacksorgane) und endlich die Seitenorgane, Sinnesapparate, die durch ihre segmentale Anordnung ausgezeichnet sind.

Blutgefäß-  
system.

Von Blutgefässen sind am verbreitetsten zwei Hauptstämme, die häufig, wie z. B. bei den *Regenwürmern* (Fig. 242), von Haemoglobin roth gefärbtes Blut führen. Der eine Stamm, der dorsale, liegt auf dem Darm, der andere, der ventrale, in einiger Entfernung unter

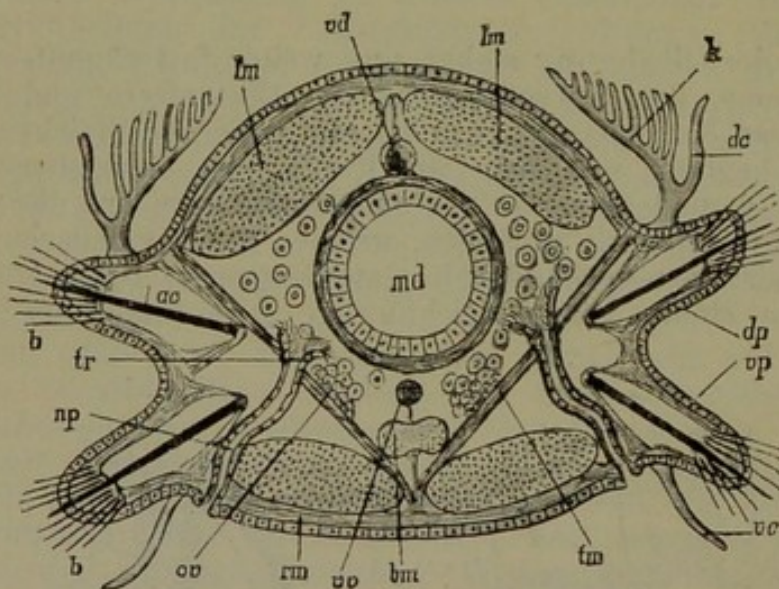


Fig. 243. Schematischer Querschnitt durch einen Ringelwurm (nach Lang). *k* Kieme, *vc* ventrale, *dc* dorsale Cirre, *dp*, *vp* dorsales, ventrales Parapodium, *ac* Aciculum (Stützborste), *b* Borsten, *lm* Längsmuskeln, *rm* Ringmuskeln, *tm* transversale Muskeln, *np* Segmentalcanal, *tr* Wimpertrichter, *ov* Ovar, *vd*, *vv* dorsales und ventrales Blutgefäß, *fm* Bauchmark, *md* Darm.

demselben, beide hängen durch linke und rechte Anastomosen zusammen, die sich segmentweise regelmässig wiederholen. Das Blut strömt im dorsalen Stamm von hinten nach vorn, im ventralen in umgekehrter Richtung; es wird durch contractile Abschnitte der Blutbahn getrieben, und zwar pulsirt gewöhnlich der dorsale Gefäßstamm, seltener, wie bei den *Regenwürmern* einige besonders kräftige Anastomosen im vorderen Rumpf, die „Herzen“ (Fig. 242 c). Von den Hauptstämmen gehen reichliche Verästelungen aus. Ausnahmsweise fehlen Blutgefäße und circulirt das Blut in der Leibeshöhle (*Capitelliden*).

Urogenital-  
system.

Die Excretionsorgane (Fig. 243) oder Nephridien der *Chaetopoden* haben von ihrer Anordnung den Namen „Segmentalorgane“ erhalten, da sie paarweise in jedem Segment auftreten; jedes Organ gehört, streng genommen, zwei Segmenten an: es beginnt gewöhnlich in einem vorderen mit dem Wimpertrichter, durchbohrt das Septum und mündet nach complicirten Windungen in dem folgenden nach aussen (Fig. 66). Die gewöhnlich in ihrem Verlauf flimmernden Canäle dienen



meist auch zum Ausleiten der Geschlechtsproducte, welche bei allen *Chaetopoden* im Epithel der Leibeshöhle gebildet werden. Bei den *Oligochaeten* sind neben den Segmentalorganen in den Genitalsegmenten besondere Oviducte und Samenleiter vorhanden, welche dann aber ebenfalls nach dem Schema der Schleifenanäle gebaut sind (Fig. 249). Ausserdem communiciren bei vielen *Oligochaeten* die einzelnen Coelomkammern noch mittelst Rückenporen direct nach aussen.

Von den mannichfachen Modificationen, welche die Segmentalorgane erfahren, seien nur die interessanteren hervorgehoben. Bei manchen *Oligochaeten* kommt Einmündung einiger Nephridien in Vorder- und Enddarm vor; ferner wird beobachtet, dass die nach aussen leitenden Canäle der Nephridien ein Netzwerk mit vielen Ausmündungen in jedem Segment (*Megascoleciden*) bilden. Bei manchen *Chaetopoden* (*Glycera*, *Hesione*, *Nephthys*, *Goniada*) sind die Nephridien am Coelomende blindgeschlossen, verästelt und mit „Solenocyten“ besetzt, röhrenförmigen Zellen, die in ihrem Innern ein Flimmerbüschel tragen. Von der Leibeshöhle ist ein mit einem Wimperorgan verbundener Blindsack, der Nephridialsack, in das Ende des Nephridiums eingestülpt, ohne mit seinem Lumen zusammenzuhängen. Es ist möglich, dass hier Uebergänge zwischen Protonephridien und Nephridien vorliegen.

Die Entwicklung ist bei den marinen Anneliden eine Metamorphose, bei welcher pelagische Larven auftreten, die sich trotz der Mannichfaltigkeit ihres Aussehens auf die Loven'sche Larve, die schon früher besprochene „Trochophora“ (vergl. S. 234, Fig. 204) zurückführen lassen. Die Unterschiede beruhen vornehmlich auf Modificationen des Wimperapparats, entweder auf einer Vermehrung der ringförmigen Wimperschnüre (polytroche Larven) oder auf einer Verlagerung derselben in die Mitte oder an die Enden des Körpers (mesotroche und telotroche Larven). Die Larve wird zu einem gegliederten Wurm (Fig. 244), indem das hintere Ende bedeutend in die Länge

Meta-  
morphosen.

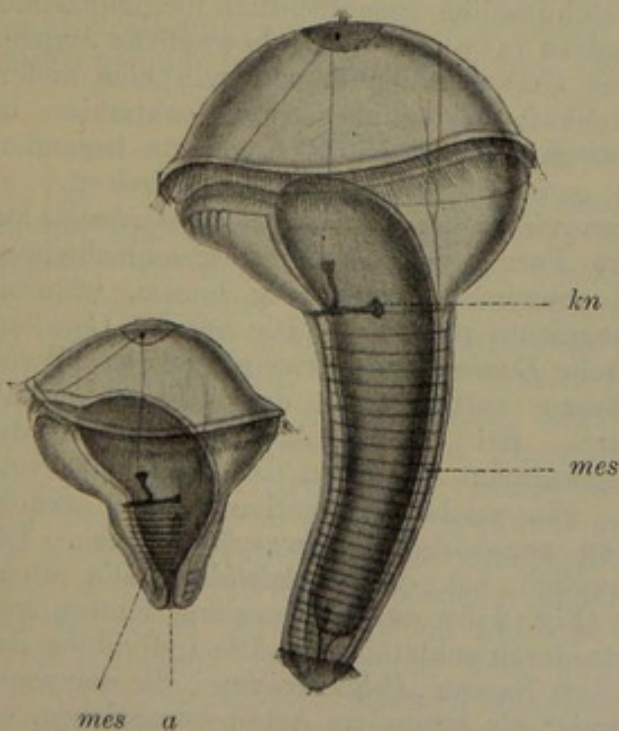


Fig. 244. A Larve des *Polygordius*, B beginnende Umwandlung in den gegliederten Wurm (nach Hatschek). a After, mes gegliedertes Mesoderm, kn Kopfnieren.

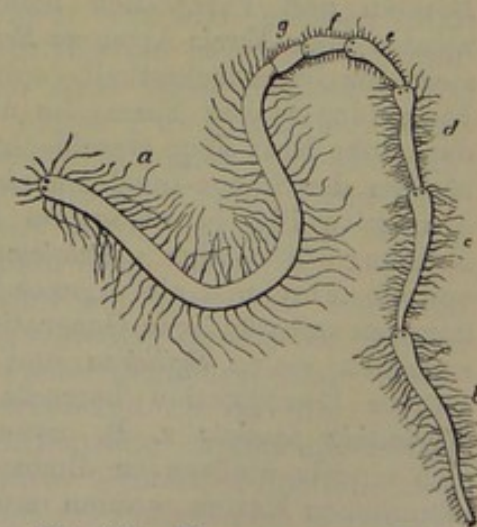


Fig. 245. Knospung von *Myriandida* (nach Milne-Edwards aus Hatschek). Die Aufeinanderfolge der Buchstaben bezeichnet das Alter der Thiere.



wächst und in Segmente abgetheilt wird. In dem gegliederten Abschnitt entsteht die Leibeshöhle als eine Neubildung, von Anfang an durch Scheidewände in zahlreiche Kammern abgetheilt. Auch die Segmentalorgane (Nephridien) bilden sich neu, unabhängig von dem Wassergefässsystem (Protonephridien) der Larve, welches vielfach auch Kopfniere heisst, da der Haupttheil der Larve den Kopflappen des Wurms liefert.

Die *Süsswasseranneliden* entwickeln sich zwar direct, besitzen aber als Embryonen noch Hinweise auf ein früheres Larvenleben, indem der Kopflappen sehr ansehnlich ist und auch vorübergehend eine Kopfniere enthält. Man kann daraus schliessen, dass die Thiere früher ebenfalls eine Metamorphose besessen haben. Aus der Aehnlichkeit der Trochophora mit *Rotatorien* schliesst man ferner, dass die Anneliden von Rotatorien-artigen Urformen abstammten, indem das hintere Ende unter Neubildung der Leibeshöhle, der Nephridien, des Bauchmarks und der Blutgefässe zum gegliederten Wurme auswuchs.

Neben der geschlechtlichen Fortpflanzung besteht bei manchen Süsswasser- und Meeresformen noch die Fähigkeit zur ungeschlechtlichen Vermehrung, welche durch die grosse Homonomie der Körpergliederung ermöglicht wird. Durch lebhaftes Wachsthum am hinteren Ende, sowie im Bereich einer vor dem hinteren Ende gelegenen Knospungszone werden zahlreiche Glieder gebildet, welche sich gruppenweise als junge Thiere von dem Mutterthier abschnüren (Fig. 245). Bei lebhafter Knospung können die Neubildungsprocesse rascher verlaufen, als es zur Ablösung kommt, wodurch dann vorübergehend Stöcke hinter einander gereihter Individuen entstehen.

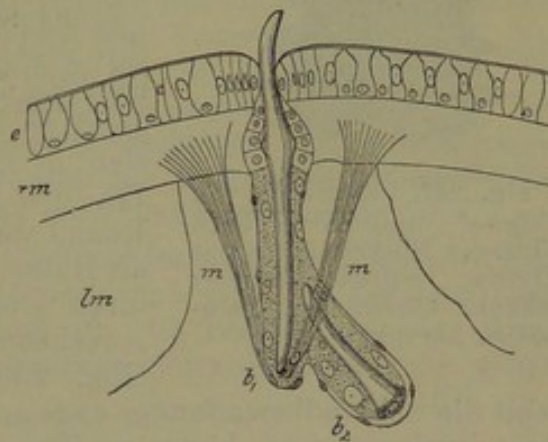
Vermöge der Combination geschlechtlicher und ungeschlechtlicher Fortpflanzungsweisen kann es zu einem typischen Generationswechsel kommen, auf dessen Entstehungsweise folgende Beobachtungen Licht werfen. Bei vielen sich noch ausschliesslich geschlechtlich fortpflanzenden *Polychaeten* erfährt die geschlechtslose (atoke), wenig bewegliche Jugendform bei der Geschlechtsreife eine Umwandlung in ein wie eine andere Art aussehendes (epitokes), lebhaft bewegliches Geschlechtsthier, indem die hinteren, die Geschlechtsorgane erzeugenden Segmente besondere Borsten und Parapodien behufs grösserer Beweglichkeit erhalten. So werden viele *Nereis*-Arten zu *Heteronereis*-Arten. Bei anderen *Polychaeten* löst sich der Geschlechtstheil (epitoke Form) vom vorderen geschlechtslosen Ende (der atoken Form) los und schwimmt selbständig herum, während der atoke Rest neue Geschlechtssegmente producirt. Die auf den Corallenbänken der Samoa-Insel einheimische *Eunice viridis* erzeugt auf diese Weise den zeitweilig in colossalen Massen auftretenden, den Samoanern als Nahrung dienenden „*Palolowurm*“. Bei dritten Arten regenerirt der epitoke Abschnitt ein eigenes Kopfsegment und wird damit zu einer vollkommen selbständigen Generation. Ein solcher Generationswechsel besteht zwischen vielen *Syllideen* und den zugehörigen *Heterosyllis*-Formen. Die grösste Complication herrscht endlich bei den *Autolytiden*. Die atoke *Myrianida fasciata* z. B. erzeugt (Fig. 245) durch Knospung Ketten von sich einzeln ablösenden dimorphen Geschlechtsthieren. Die Individuen der männlichen Ketten wurden unter dem Namen „*Polybostrichus*“, die der weiblichen unter dem Namen „*Sacconereis*“ als besondere Arten beschrieben. — Wie die geschilderten Vermehrungsweisen, so erklärt sich aus der Homonomie des Annelidenkörpers auch die grosse Regenerationsfähigkeit der



Thiere bei Verstümmelungen. Wenn man gewisse *Lumbriciden* durchschneidet, bleiben beide Theile am Leben und ergänzen die verloren gegangenen Abschnitte, weil die anatomisch sehr gleichartigen Segmente vorübergehend für einander eintreten können.

Wir haben bisher ein wichtiges Merkmal der Gruppe, welches so-<sup>Hautborsten.</sup> gar den Namen veranlasst hat, noch nicht berücksichtigt, die Borsten oder Chaetae. Dieselben entwickeln sich in besonderen Follikeln einzeln oder zu mehreren vereint und bilden Büschel, von denen es in jedem Körpersegment gewöhnlich vier giebt; zwei liegen links und rechts dorsal oder lateral, zwei weitere ebenso ventral. Jeder Follikel ist ein von Epithel ausgekleidetes und auf der Haut mündendes Säckchen, an dessen Grund jede Borste von einer besonderen Zelle gebildet wird (Fig. 246). Die entwickelten Borsten ragen aus dem Follikel her-

Fig. 246. Querschnitt durch Körperwand und Borstenfollikel eines *Oligochaeten* (aus Hatschek nach Vejdovski). *e* Epithel, mit Cuticula, *rm* Ringmuskeln, *lm* Längsmuskeln, *b*<sup>1</sup> Borstenfollikel, *mm* dessen Muskeln, *b*<sup>2</sup> Ersatzfollikel mit Ersatzborste, an deren Basis noch die Bildungszelle zu sehen ist.



vor und können durch besondere Muskeln, welche sich an den Grund des Follikels befestigen, hervorgestossen, zurückgezogen und umgelegt werden; sie sind kleine, zur Fortbewegung dienende Hebel. Ihre Zahl und Befestigungsweise ist verschieden und giebt Veranlassung zur Unterscheidung von *Polychaeten* und *Oligochaeten*.

### I. Ordnung. Polychaeten.

Die *Polychaeten* haben ihren Namen zwar von der grossen Zahl und der mannichfachen Gestalt der zu einem Büschel vereinten Borsten erhalten; wichtiger ist jedoch der Umstand, dass jedes Borstenbündel von einem Höcker der Körperoberfläche, einem Parapodium (Fig. 243, 248 B), getragen wird. Entweder giebt es jederseits dorsale und ventrale Parapodien, oder die beiden Borstenbündel einer Seite entspringen an einem gemeinsamen, allerdings dann zweiästigen Parapodium. Die Parapodien sind Fussstummeln und somit die ersten Anfänge ächter Extremitäten; immerhin sind sie noch von den Extremitäten der *Arthropoden* wesentlich unterschieden, indem sie weder vom Körper abgegliedert noch auch selbst wieder gegliedert sind. Auch sonst ist die Haut der *Polychaeten* höher entwickelt als die der *Oligochaeten*, indem sie namentlich auf der Rückenseite mannichfach geformte Anhänge trägt, welche man nach ihrer Gestalt, Function und Lage als Cirren, Elytren, Kiemen etc., am Kopf als Palpen und Tentakeln unterscheidet. Die Cirren sind lange, von den Parapodien entspringende Fäden, welche wie die auf das Kopfsegment beschränkten Palpen zum Tasten dienen (Fig. 248); die Elytren sind dünne Lamellen, welche sich



dachziegelartig decken und ein schützendes Kleid über dem Rücken erzeugen (Fig. 247).

Fast alle Polychaeten sind getrennt geschlechtlich und besitzen eine mehr oder minder ausgesprochene Metamorphose; sie sind mit wenigen Ausnahmen Meeresbewohner. Nach ihrer Lebensweise werden sie in fest-

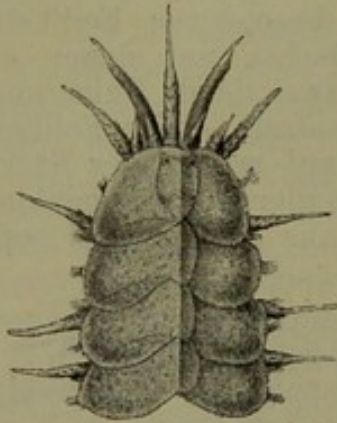


Fig. 247. Kopfbende von *Polynoe spinifera* (nach Ehlers). Rücken ganz mit Elytren bedeckt, darunter schauen Cirren und Parapodien hervor.

sitzende und freibewegliche Formen eingetheilt. Erstere leben von pflanzlicher Kost, bauen sich meist Röhren aus einer organischen, lederartigen Substanz, die dazu noch mit Fremdkörpern incrustirt oder mit Kalk imprägnirt sein kann, und ragen aus der Röhrenmündung mit den vordersten Segmenten hervor; letztere scheiden zwar auch öfters Gallerthüllen aus, in die sie sich zurückziehen können, verlieren aber ihre Bewegungsfähigkeit nicht und verlassen zeitweilig ihre Schlupfwinkel, um geschickt herumzuschwimmen und als gefährliche Räuber auf andere Thiere Jagd zu machen. Beide Gruppen unterscheiden sich in Folge ihrer Lebensweise auch im Bau. Bei den freischwimmenden sind Kopfbende und Rumpf wenig verschieden, der Anfangsdarm kann als Rüssel hervorgestossen werden und zeigt dann meist eine der räuberischen Lebensweise entsprechende Bewaffnung mit kräftigen Kiefern (Fig. 248 A). Bei den festsitzenden Formen

fehlt die Schlundbewaffnung, dagegen ist ein grosser Unterschied zwischen den vorderen und hinteren Körpersegmenten vorhanden; an letzteren sind die Körperanhänge meist schwach entwickelt, so dass der Körper Aehnlichkeit mit dem Körper eines *Oligochaeten* erhält; dafür ist gewöhnlich der Kopf und der Anfangstheil des Rumpfes (Thorax) mit reichlichen, zum Athmen und zum Herbeistrudeln der Nahrung dienenden Anhängen,

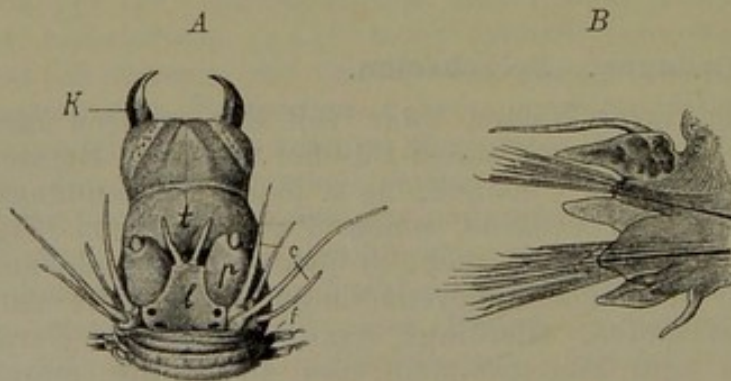


Fig. 248. A Kopf von *Nereis versipedata* mit ausgestülptem Schundkopf (nach Ehlers). *k* Kiefer, *t* Tentakeln, *p* Palpen, *l* Kopflappen mit 4 Augen, *c* Kopfcirren, *f* Parapodien. B ein Parapodienpaar, vergrössert.

den Kiemen und Tentakeln (Fig. 59, S. 91), ausgerüstet; die unter gewöhnlichen Verhältnissen wie ein Federbusch ausgebreitete Tentakelkrone wird blitzschnell bei Beunruhigung in die Röhre zurückgezogen. Die Unterschiede werden systematisch benutzt zur Bildung der beiden nicht scharf auseinanderzuhaltenden Gruppen *Errantien* und *Tubicolen*.

I. Unterordnung. *Errantien* sind räuberische Formen mit starker Kieferbewaffnung des Schlundes. Die grossen *Euniciden*, welche in manchen Arten eine Länge von ca. 1 m erreichen, können selbst Fische angreifen. *Halla Parthenopea* O. Costa (fast einen Meter lang). Die *Alciopiden* sind



pelagische Räuber, durchsichtig wie alle pelagischen Thiere mit grossen, hochorganisirten Augen, *Alciope Contraini* Clap. Die *Polynoiden* sind Bewohner des Meeresgrundes, gedrungene Thiere mit einer Rückendecke von Elytren; die bekannteste Form ist die Seemaus, die *Aphrodite aculeata* L., ausgezeichnet durch seidenglänzende und metallisch schillernde Borsten; *Polynoë spinifera* Ehl. (Fig. 247).

II. Unterordnung. Die *Tubicolen* oder *Sedentarien* (*Cryptocephala*) können ihren Platz nicht beliebig verändern, da sie in einer festgewachsenen Röhre stecken. Die Röhre ist rein membranös bei den *Sabelliden* (*Spirographis Spallanzani* Viv.), bei den *Serpuliden* verkalkt und oft mit einem Deckel verschliessbar (*Serpula norwegica* Gunn., *Spirorbis spirillum* L., Röhre schneckenhausförmig). Aus der Röhre kann der Wurm zwar herauswandern, er thut es aber nur, um ungünstigen Lebensbedingungen zu entgehen, meist kurz vor dem Absterben; gewöhnlich kommt vom Thier nur das vordere Ende mit der Tentakelkrone zum Vorschein (Fig. 59). Von den typischen *Tubicolen* weichen wesentlich die im Sand bohrenden, von den Fischern als Köder benutzten *Arenicoliden* (*Arenicola marina* L.) und die aus Fremdkörpern Gehäuse aufbauenden *Terebelliden* ab (*Terebella conchilega* Pall.) ab. Sie werden mit den *Errantien* zur Gruppe der *Phanerocephala* vereint, weil bei ihnen der Kopflappen noch nicht rudimentär ist.

An die *Polychaeten* reihen sich die *Archianneliden* an, welche noch keine Borsten und Parapodien besitzen und auch sonst in Bau und Entwicklungsweise (Fig. 224) sich als eine für die Phylognese der Anneliden äusserst wichtige Gruppe sehr primitiver Formen zu erkennen geben: *Polygordius lacteus* Schn.

## II. Ordnung. Oligochaeten.

Den das Meer bewohnenden *Polychaeten* stehen die *Oligochaeten* gegenüber als Thiere, welche meist im süssen Wasser, vorwiegend im Schlamm (*Limicolen*), oder in feuchter Erde (*Terricolen*) leben; sie sind niedriger organisirt als ihre marinen Verwandten, wahrscheinlich in Folge von Rückbildung, welche durch ihre vereinfachten Lebensbedingungen veranlasst wurde. Die Augen sind rudimentär oder fehlen; ebenso fehlen die Palpen, Cirren, Tentakeln, fast stets auch Kiemen, vor Allem fehlen die Parapodien, so dass die Borsten direct aus dem Hautmuskelschlauch hervortreten. Die Borsten sind in jedem Segment in grosser Zahl gleichmässig vertheilt (*Perichaeta*) oder auf die Seiten zusammengedrängt (*Megascolex*), oder zu 4 Gruppen vereinigt, so dass im ganzen Thier 4 Längsreihen entstehen. Die Geschlechtsorgane sind hermaphrodit, Hoden und Ovarien liegen in verschiedenen Segmenten. In der Nähe der Mündungen der Geschlechtsorgane ist gewöhnlich die Haut einige Segmente weit durch Einlagerung von Drüsenzellen verdickt (S. 271, Fig. 240); diese Verdickung, das Clitellum genannt, dient zum Ausscheiden der Eicocons, häufig auch bei der Begattung, welche trotz der hermaphroditischen Beschaffenheit der Geschlechtsorgane nothwendig ist. Die Clitellen scheiden Bänder aus, welche die Körper der copulirten Thiere gegen einander pressen, Bauch gegen Bauch, so dass nun das Sperma des einen Wurms in den anderen überströmen kann; hier wird es in besondere Behälter, die Receptacula seminis, aufgenommen. Die Eier werden nach der Befruchtung zu mehreren in Cocons eingeschlossen.



I. Unterordnung. *Lumicolen* s. *Microdrili*. Im Schlamm unserer Bäche und Tümpel findet man die *Tubificiden* (*Saenuris rivulorum* Lam.), die in Folge der Farbe ihres Bluts roth erscheinen und bei massenhaftem Auftreten den Boden roth färben; es sind scheue Thiere, welche, beunruhigt, sich tief in ihre im Schlamm gebauten Röhren zurückziehen. An Wasserpflanzen leben die durchsichtigen *Naideen*, die man fast das ganze Jahr in ungeschlechtlicher Fortpflanzung antrifft: *Nais proboscidea* Müll., *N. elinguis* Müll.

II. Unterordnung. *Terricolen* s. *Macrodrili*: Zu den erdbewohnenden Formen gehören die Regenwürmer, die einheimischen Arten: *Lumbricus herculeus* Sav., *Lumbricus* (*Allolobophora*) *terrestris* L. etc., von mittlerer Grösse, die tropischen Formen mehrere Fuss lang, von der Gestalt mittlerer Schlangen, *Megascolides australis* Mc Coy, 1,2 m lang. In der Lebensweise

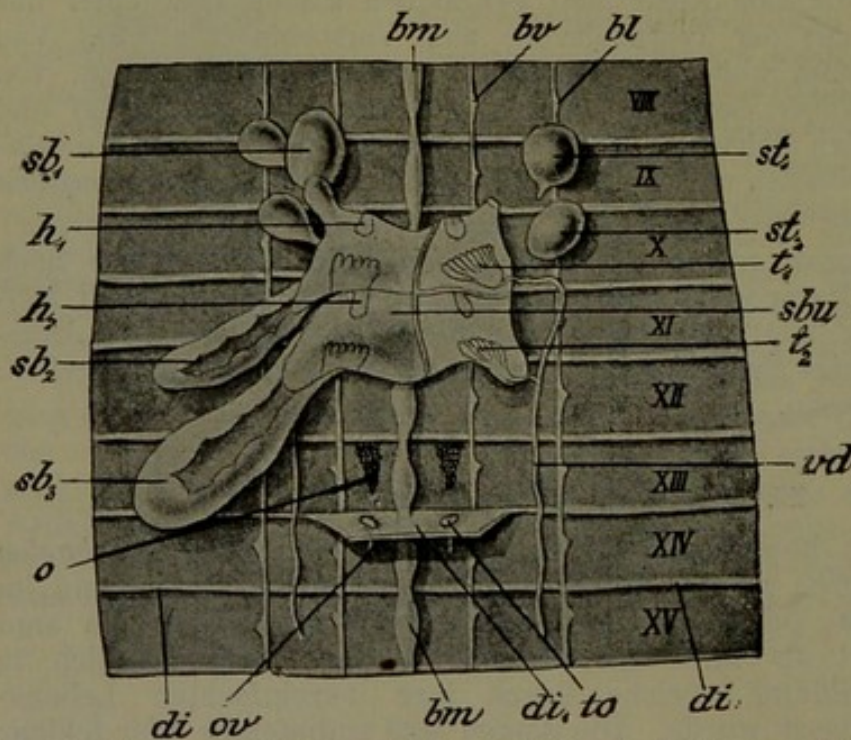


Fig. 249. Geschlechtsorgane von *Lumbricus herculeus* (aus Lang nach Vogt und Yung). Die Samenbläschen der rechten Seite sind abgeschnitten. *bm* Bauchmark, *bv* u. *bl* ventrale u. laterale Borstenreihen, *st*<sup>1</sup> *st*<sup>2</sup> Samentaschen (Receptacula seminis), *sb*<sup>1</sup> *sb*<sup>2</sup> *sb*<sup>3</sup> die 3 Samenbläschen der linken Seite, welche auf 2 unpaaren Samenkapseln (*sbu*) sitzen. In letzteren eingeschlossen *h*<sup>1</sup> *h*<sup>2</sup> die vorderen und hinteren Hoden und *t*<sup>1</sup> *t*<sup>2</sup> die vorderen und hinteren Samentrichter, die in das Vas deferens *vd* leiten.

ten; *o* Ovarien, *to* Flimmertrichter, die in die Oviducte *ov* leiten, *di* Reste der Septen; VIII—XV 8.—15. Segment.

stimmen die meisten Arten überein: indem sie sich durch die Erde hindurch fressen und die gefressene Erde als Fäkalien auf die Oberfläche tragen, lockern sie den Boden mit ihren Gängen und tragen die gute Erde aus der Tiefe zur Oberfläche; sie sind daher dem Pflanzenwuchs nicht nur nicht schädlich, sondern befördern denselben und tragen zur Urbarmachung des Bodens bei. Die Geschlechtsdrüsen unseres Regenwurms sind wegen ihrer Kleinheit schwierig zu finden. Die Eier (Fig. 249 *o*) entwickeln sich im vorderen Abschnitt des 13. Segments und werden durch Flimmertrichter (*to*) ausgeleitet, welche in kurze, das dahinter liegende Dissepiment durchbohrende und im 14. Segment mündende Canäle führen. Zum weiblichen Apparat gehören ausserdem noch die zwei Paar Receptacula seminis (*st*<sup>1</sup> u. *st*<sup>2</sup>), welche im 9. und 10. Segment liegen. Von Hoden findet man zwei Paare, ein Paar im 10., ein zweites im 11. Segment (*h*<sup>1</sup> *h*<sup>2</sup>); jedem Hoden gegenüber liegt ein Flimmertrichter, der Anfang eines durch das Dissepiment hindurch nach rückwärts verlaufenden Vas deferens (*vd*). Die beiden Vasa deferentia einer Seite vereinigen sich zu einem



im 15. Segment mündenden Hauptcanal. Die zwei Hoden und Flimmertrichter eines jeden Segments sind eingeschlossen und vollkommen verborgen in einer gemeinsamen Umhüllung, der Samenkapsel (*sbu*), in welche frühzeitig die männlichen Geschlechtszellen hineingelangen, um hier ihre Reife durchzumachen. Jede Samenkapsel ist mit paarigen Vesiculae seminales (*sb*<sup>1</sup>—*sb*<sup>3</sup>) besetzt, welche vom ganzen Geschlechtsapparat am meisten in die Augen fallen. Zwei Paar Vesiculae seminales gehören der Samenkapsel des 10. Segments an, 1 Paar der Samenkapsel des 11. Segments.

## II. Unterklasse.

### Gephyreen.

Die ausschliesslich im Meere vorkommenden *Gephyreen* unterscheiden sich von den *Chaetopoden* auf den ersten Blick durch den gänzlichen Mangel der Gliederung. Ihr Körper ist ein plumper, ovaler oder walzenförmiger Sack, dessen Rundung durch eine geräumige Leibeshöhle veranlasst, dessen vorderes Ende durch die Lage der Mundöffnung bezeichnet wird. Um die Mundöffnung herum steht entweder ein Kranz von Tentakeln (*Sipunculiden*) (Fig. 250), welche sammt dem vorderen Körperende durch besondere Retractoren (*r*) in den Rumpf zurückgezogen werden können, oder der Mund ist dorsal von einem spatelförmigen Kopflappen überdacht, der 5—10 Mal so lang wie das Thier und am Ende in 2 Zipfel gegabelt sein kann (Fig. 251 A).

Wie im Aeussern, so fehlen auch im Innern Zeichen der Gliederung; vor Allem fehlen die Septen. Die Segmentalorgane sind an Zahl reducirt; im Maximum sind 3 Paare vorhanden; häufig findet sich sogar nur ein einziges unpaares Organ. Sie haben gewöhnlich die Aufgabe, die im Epithel der Leibeshöhle entstandenen Geschlechtsproducte mit ihren Flimmertrichtern aufzunehmen und auszuleiten. Zur Excretion dienen ausserdem meist 2 Schläuche, die in den Enddarm münden und reich mit verästelten Canälen bedeckt sind, welche bei den *Chaetiferi* durch Flimmertrichter mit der Leibeshöhle communiciren (Fig. 251 g). Diese Schläuche haben einige Aehnlichkeit mit den Wasserlungen der *Holothuri* und haben dadurch die irrige Ansicht einer näheren Verwandtschaft mit den *Echinodermen* veranlasst, worauf der Name Brückenthier, überleitende Thiere (*γέφυρα*, die Brücke), zurückzuführen ist. Von allen Organen erinnernt am meisten das Blutgefässsystem und das Nervensystem an die *Anneliden*. Ersteres — bei den *Inermes* fehlend — besteht aus einem ventralen und dorsalen Längsstamm, letzteres aus Hirnganglien und Bauchmark; freilich besitzt das Bauchmark keine Gliederung in Ganglien, sondern ist ein continuirlicher Nervenstrang geworden (Fig. 250 n). Für die Entscheidung der systematischen Stellung der *Gephyreen* ist die Entwicklungsgeschichte von grosser Bedeutung gewesen. Bei einem Theil (*Chaetiferi*) findet sich die Trochophoralarve; aus ihr entsteht der Wurm wie bei den *Chaetopoden* durch Auswachsen des hinteren Endes, welches anfänglich auch eine gegliederte Leibeshöhle und ein gegliedertes Bauchmark hat, später aber die Gliederung verliert (Fig. 251 B).

I. Ordnung. *Gephyrei Chaetiferi*. Würmer mit spatelförmigem, nicht selten am Ende gabelförmig getheiltem Kopflappen, mit Resten von Anneliden-Borsten; Entwicklung mittelst der Trochophora. Aus der Gruppe hat *Bonellia viridis* Rol. besonderes Interesse durch ihren Geschlechts-



Fig. 250.

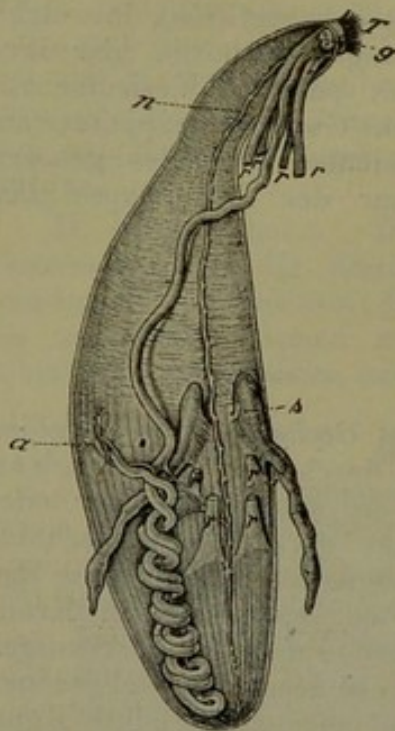


Fig. 251 A.

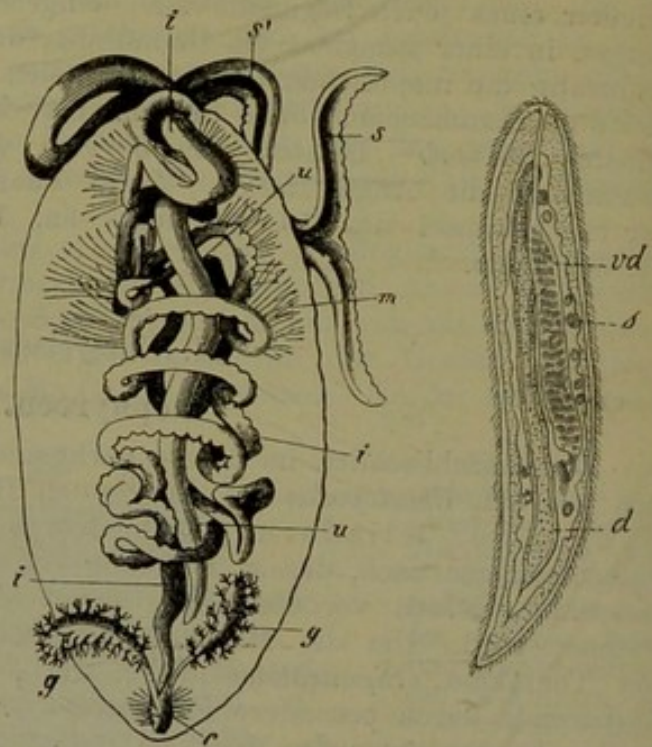


Fig. 250. *Phascolosoma Punta arenae* (nach Keferstein). *T* Tentakelkranz, *g* oberes Schlundganglienpaar, *n* Bauchmark, *r* die 4 durchschnittenen Retractoren, *s* Segmentalorgane, *a* After.

Fig. 251 A. *Bonellia viridis*.  $\alpha$  Weibchen (aus Huxley). *s* Kopflappen, *i* Darm, *u* einziges Segmentalorgan, welches als Eileiter functionirt, *m* Muskeln, welche sich an den Darm inseriren, *c* Cloake, *g* Excretionsorgane.  $\beta$  Männchen, stark vergrößert (nach Spengel). *d* rudimentärer Darm, *vd* Segmentalorgan mit Flimmertrichter, welches als Vas deferens functionirt; *s* die in der Leibeshöhle reifenden Samenballen.

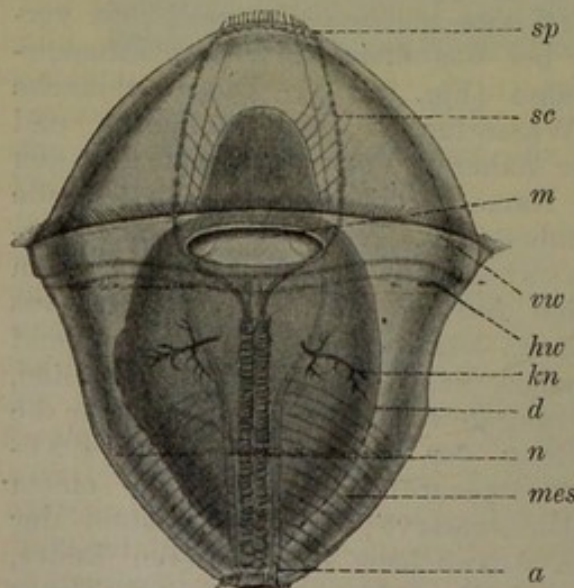


Fig. 251 B. Larve von *Echiurus* mit Andeutung von Gliederung (nach Hatschek). *a* After, *d* Darm, *kn* Kopfnieren, *m* Mund, *mes* Mesodermstreifen, *n* Bauchmark, *sc* Schlundcommissur, *sp* Scheitelplatte, *vw*, *hw* vorderer, hinterer ovaler Wimperring.

dimorphismus erregt. Lange Zeit kannte man nur das grün gefärbte Weibchen, einen 5—8 cm langen Sack mit einem 20—30 cm langen, am Ende gegabelten Kopflappen; erst in der Neuzeit wurde das etwa 1 mm lange Männchen entdeckt, welches eine ganz andere Gestalt und Farbe besitzt, im Anfangsdarm des Weibchens schmarotzt und nur zur Begattung in den Oviduct überwandert (Fig. 251 A  $\beta$ ). *Echiurus Pallasii* Guerin.

II. Ordnung. *Gephyrei inermes* (Fig. 250). Die Thiere unterscheiden sich nicht nur durch den Mangel der Borsten von den *Chaetiferi*, sondern auch durch die ein- und ausstülpbare Tentakelkrone und die rückenständige Lage der weit nach vorn verlagerten Afteröffnung; ferner fehlt während des Larvenlebens jede Andeutung von Gliederung. Auch ist es zweifelhaft,



ob der die Ausstülpung der Tentakeln verursachende Gefässring als Blutgefässsystem zu deuten ist. Daher ist es fraglich, ob die für die *G. chaetiferi* geltende nähere Verwandtschaft mit den *Chaetopoden* auch für die *G. inermes* Geltung besitzt. In der Neuzeit überwiegt die Neigung, die „*Inermes*“ von den *Anneliden* zu trennen und wegen des rückenständigen Afters unter dem Namen „*Prosopygier*“ mit den *Bryozoen* und *Brachiopoden* zu vereinigen. Für die Verwandtschaft mit den *Chaetiferi* spricht die Beschaffenheit der Nephridien und des Nervensystems. *Sipunculus nudus* L. — Durch Mangel der Nephridien, des Blutgefässrings und der mit letzterem verbundenen Tentakeln, terminale Lage des Afters und den Besitz von zwei mit den Geschlechtsorganen verwachsenden Protonephridien unterscheiden sich von den *Sipunculiden* die *Priapuliden*: *Priapulus caudatus* Lam., *Halicryptus spinulosus* v. Sieb.

### III. Unterklasse.

#### Hirudineen. Egelwürmer.

Bei der äusseren Betrachtung der *Hirudineen* verdienen zur Unterscheidung von den *Chaetopoden* drei Merkmale besondere Beachtung. Erstens ist die Haut vollkommen frei von Borsten, dagegen bewaffnet mit zwei Saugnäpfen, von denen der eine das hintere Ende des Körpers einnimmt und nur zum Festhalten und zur Fortbewegung dient, der andere, oft kaum differenzierte, am vorderen Ende liegt, von der Mundöffnung durchbohrt ist und daher auch zum Ansaugen der Nahrung verwandt wird. Bei der Fortbewegung befestigen die Blutegel abwechselnd den vorderen und hinteren Saugnapf und kriechen in dieser Weise ziemlich rasch nach Art der Spannerraupe; ausserdem vermögen sie gewandt mittelst schlängelnder Bewegungen des ganzen Körpers zu schwimmen.

Äussere  
Gestalt.

Ein zweites Merkmal der äusseren Erscheinung ist die ausserordentlich feine Ringelung des Körpers. Eine genaue Untersuchung derselben hat zu dem Resultat geführt, dass viel mehr Ringel als Segmente vorhanden sind, weil die meisten ursprünglichen Segmentringe durch sekundäre Einkerbungen in Gruppen von Ringeln (3, 5, selbst 11) zerlegt sind. In jeder solchen Gruppe von Ringeln ist öfters der vorderste ausgezeichnet, indem er besonders stark entwickelte „becherförmige“ Sinnesorgane trägt. — Wie bei den *Regenwürmern* können zur Zeit der Fortpflanzung bei den *Blutegeln* gewisse Ringel durch reichliche Drüsenbildung zum „Clitellum“ anschwellen, dessen Secret die Eier mit einem Cocon umgiebt.

Darm.

Ein dritter äusserlich wahrnehmbarer Unterschied der *Hirudineen* von den *Anneliden* ist die ausgesprochene dorso-ventrale Abplattung der Körpergestalt, welche vollkommen an die bei *Plathelminthen* herrschenden Verhältnisse erinnert; auch hier hängt dieselbe mit dem Mangel (resp. der rudimentären Beschaffenheit) der Leibeshöhle zusammen. Die meisten *Blutegel* haben ganz wie die *Planarien* und *Leberegel* ein aus Längs-, Quer- und dorso-ventralen Muskeln durchsetztes Körperparenchym, in welches die Organe unmittelbar eingebettet sind (Fig. 252).

Für den Darm (Fig. 255) der *Blutegel* gilt allgemein, dass er mit einer linken und rechten Reihe von Blindsäcken ausgerüstet ist, welche — beim medicinischen Blutegel 10 an der Zahl — während des Saugens sich mit Blut füllen. Zwischen den zwei letzten und grössten Blindsäcken liegt der Enddarm, der über dem hinteren Saugnapf nach



aussen mündet. Im Bau des auf die Mundhöhle folgenden Pharynx ergeben sich wichtige Unterschiede zwischen *Rüssel-* und *Kieferregeln*. Bei den *Rüsselregeln* erhebt sich vom Grund des Pharynx ein fein zugespitzter, conischer Zapfen, der aus dem Mund hervorgestossen werden kann und dann zum Verwunden und Saugen benutzt wird. Bei den *Kieferregeln* dagegen, z. B. dem medicinischen Blutegel, liegen im Pharynx drei Kiefer (Fig. 253); dieselben sind halbkreisförmige Chitinplatten, deren gekrümmter freier Rand mit zahlreichen, spitzen, verkalkten Zähnen besetzt ist, während an die Basis zweierlei Muskeln herantreten; die einen ziehen die Kiefern in die Ruhelage, in die Kiefertaschen, zurück, die anderen ziehen sie heraus und schlagen, indem sie den Rand wie eine Kreissäge bewegen, die Wunde zum Saugen, welche aus drei von einem Mittelpunkt divergirenden feinen Einschnitten besteht. Die Blutung aus der Wunde ist schwer zu stillen, da einzellige Drüsen, welche an den Lippen und zwischen den Kieferzähnen münden, durch ihr Secret das Gerinnen des Blutes verhindern.

Fig. 252.

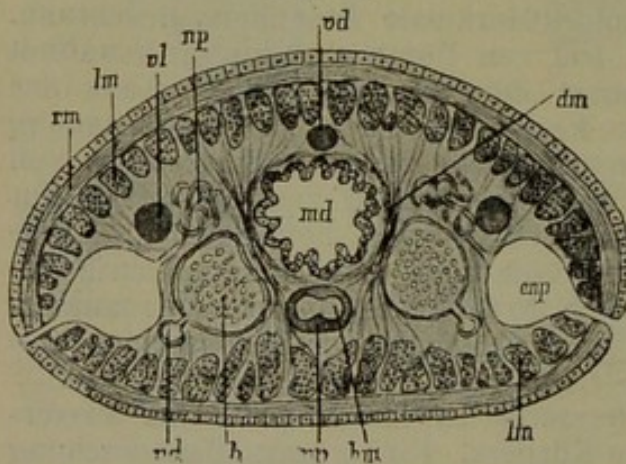


Fig. 253.

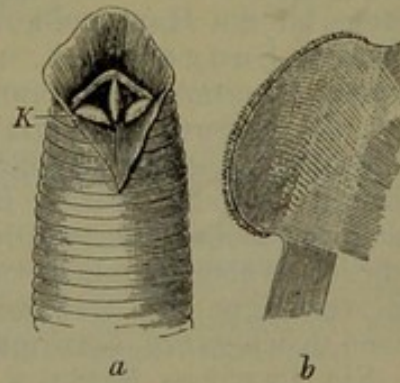


Fig. 252. Querschnitt durch *Hirudo medicinalis* (aus Lang). *dm*, *lm*, *rm* dorso-ventrale, longitudinale, ringförmige Muskeln, *vl*, *vd*, *vv* laterales, dorsales, ventrales Blutgefäß, in letzterem das Bauchmark *m*, *h* Hoden, *vd* Vas deferens, *md* Mitteldarm, *np* Schleifencanal, *enp* Harnblase.

Fig. 253. *Hirudo medicinalis* (nach Leuckart aus Claus). *a* vorderes Ende mit ventral geschlitzter Mundhöhle, um die Kiefer (*K*) zu zeigen, *b* ein einzelner Kiefer mit seinen Muskeln, stärker vergrößert.

Das Blutgefäßssystem enthält meist rothes Blut und besteht bei den Kieferregeln aus vier mit einem complicirten Capillarsystem verbundenen Längscanälen: zwei contractilen Seitengefäßen, einem dorsalen und einem ventralen das Bauchmark umschliessenden Gefäßstamm.

Am Nervensystem unterscheidet man die beiden Hirnganglien und die Bauchganglien, oft 23 Paar, von denen das erste und letzte aus mehreren Paaren verschmolzen ist. Das Hirn liefert die Nerven für die am Kopf gelegenen Augen. Links und rechts vom Bauchmark liegen die zwitterigen Geschlechtsorgane: bei unserem Blutegel 9 Paar Hoden (Fig. 254 *h*), deren Ausführwege auf jeder Seite sich zu einem Vas deferens (*vd*) vereinen. Die Vasa deferentia verlaufen nach dem vorderen Ende des Thieres, bilden durch Verknäuelung die sogenannten Nebenhoden (*nh*) und münden schliesslich in den unpaaren, birnförmigen, ausstülpbaren Penis (*p*). Im Zwischenraum zwischen den Nebenhoden

Nerven-  
system.  
Geschlechts-  
organe.  
Nieren.



und dem ersten Hodenpaar trifft man den weiblichen Geschlechtsapparat: ein Paar Ovarien (*ov*) und Oviducte und eine unpaare Vagina (*u*). — Lateralwärts von den Geschlechtsorganen liegen die Nephridien (*sc*), bei *H. medicinalis* jederseits 17 complicirt gewundene Canäle, deren Secret sich in einer nach aussen mündenden Harnblase (*hb*) sammelt.

Dass man die *Hirudineen* zu den *Anneliden* und somit zu den *Leibeshöhlenwürmern* stellt und nicht ihrem Habitus nach für gegliederte *Scoleciden* (Plathelminthes) erklärt, gründet sich auf den Nachweis, dass ihre Leibeshöhle rückgebildet ist, indem sie durch Parenchymwucherung eingeengt und zu Längscanälen, die mit dem Blutgefäßsystem in Verbindung traten, umgewandelt wurde. Jedenfalls sind Bauch- und Seitengefäße als Reste des Cöloms zu deuten. Blutegel der Gattung *Clepsine* haben noch das dorsale und ventrale Blutgefäß der *Chaetopoden* und ausserdem 4 longitudinale Cölomsinus, die durch quere Anastomosen in Verbindung stehen. Der dorsale Cölomsinus umschliesst das dorsale Blutgefäß, der ventrale die meisten Eingeweide, darunter auch — ähnlich dem ventralen Blutstamm der übrigen Hirudineen — das Bauchmark. Der ventrale Sinus ist als Leibeshöhle ausserdem dadurch charakterisirt, dass in ihm die Nephridien mit Flimmertrichtern beginnen. Bei

den meisten Hirudineen ist aus den Cölomsinus und den Blutgefässen ein einheitliches, von Blut erfülltes Canalsystem entstanden, welches bei *Nephelis* zum Theil noch lacunären Charakter hat. Für die Ableitung dieses „Blutgefäßsystems“ vom Cölom spricht zweierlei: 1) dass das Bauchmark im ventralen Blutsinus eingeschlossen ist, 2) dass die Nephridien sich mit Flimmertrichtern in die Blutbahn öffnen, zumeist in ampullenartige Ausweitungen, die zwischen dem ventralen und den lateralen Blutsinus eingeschaltet sind. Die Verwandtschaft zwischen *Hirudineen* und *Chaetopoden* (*Oligochaeten*) wird ferner durch Uebergangsformen bewiesen: Die auf Fischen schmarotzende *Acanthobdella peledina* besitzt noch die beiden Blutgefässe der *Chaetopoden*, eine von Septen abgetheilte Leibeshöhle und Borsten, gleicht im Uebrigen aber den Hirudineen durch Anwesenheit von 2 Saugnäpfen und einem hermaphroditen Geschlechtsapparat nach Art der Hirudineen. Die auf den Kiemen vom Flusskrebs schmarotzende *Branchiobdella astaci* ist ein borstenloser Annelid, der in Folge von Parasitismus mit Saugnäpfen versehen ist.

I. Ordnung. *Gnathobdelleen*, Kieferegel. Der bekannteste Repräsentant, der *Hirudo medicinalis* L., findet sich noch in Ungarn, ist dagegen bei uns

Fig. 254.

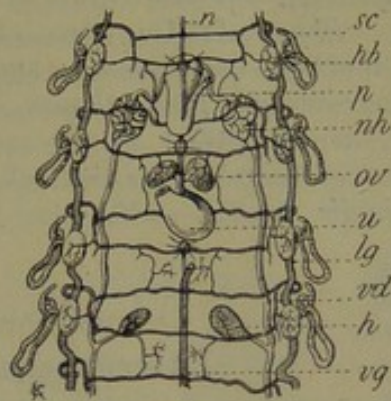


Fig. 254. Nervensystem, Blutgefässe, Geschlechtsorgane und Schleifenanäle des Blutegels, von der Bauchseite gesehen. *n* Bauchmark, im hinteren Theil nicht sichtbar, weil es hier im Bauchgefäß liegt, *sc* Schleifenanäle, *hb* dazu gehörige Harnblase, *p* Penis, *nh* Nebenhoden, *ov* Ovar, *u* Uterus und Scheide, *vd* Vas deferens, *h* Hoden, *lg*, *vg* laterales und ventrales Blutgefäß mit Verästelungen.

Fig. 255.



Fig. 255. Darm von *Hirudo medicinalis* (aus Lang). *a* Oesophagus, *d*<sup>1</sup>, *d*<sup>2</sup> Blindsäcke, *b* Enddarm mit After.



in Deutschland so gut wie ganz ausgerottet und wird nur noch in manchen Gegenden in besonderen Teichen gezüchtet. Mit ihm wird leicht der Pferdeegel, *Haemopsis vorax* M. Td., verwechselt, dessen Kiefer zu schwach sind, um die menschliche Haut zu durchbeissen; sie sind daher beim Saugen auf Schleimhäute angewiesen; ferner *Aulostomum gulo* M. Td. Im Süßwasser ist ferner sehr verbreitet die kieferlose *Nephelis vulgaris* M. Td. In den Tropen sind der Schrecken der Reisenden die Landblutegel der Gattung *Haemodipsa* (*H. japonica* Whyt.).

II. Ordnung. *Rhynchobdelleen*, Rüsselegel. Bei uns sind einheimisch die sich von Schnecken ernährenden *Clepsinen* (*Cl. complanata* Sav.), die auf Fischen schmarotzende *Piscicola geometrica* L. In Amerika findet man die *Haementarien*, deren Rüssel ebenso wirksam ist wie die Kiefer des medicinischen Blutegels, indem er die menschliche Haut durchbohren kann. *Haementaria officinalis* de Fil. Giftig ist *H. Ghiliani*.

## VI. Classe.

### Enteropneusten.

Die wenigen hierher gehörigen Meerthiere (am bekanntesten *Balanoglossus* [*Ptychodera*] *minutus* Kow. und *B. [Pt.] claviger* Chiaje) wurden früher in der Gattung *Balanoglossus* vereinigt, jetzt aber auf mehrere Genera (*Ptychodera*, *Schizocardium*, *Glandiceps*, *Balanoglossus*) vertheilt. Die

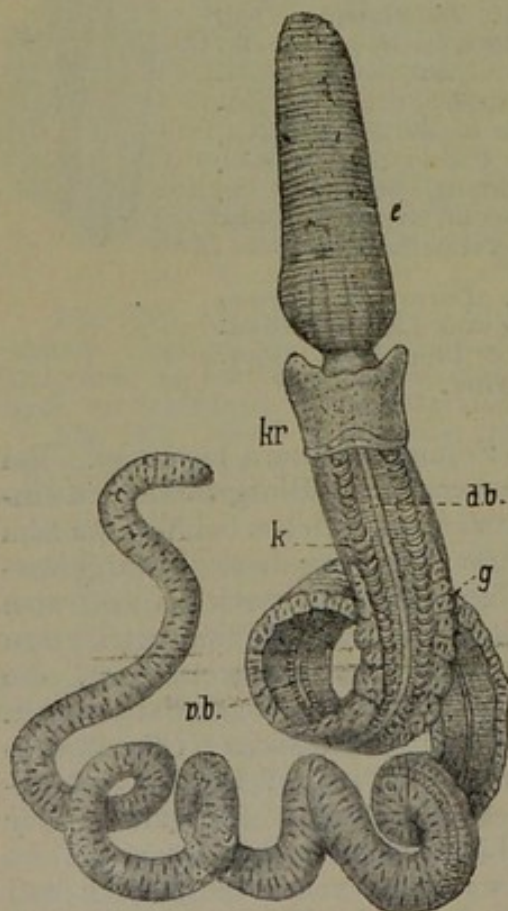


Fig. 256. *Balanoglossus Kowalewskii* (aus Korschelt-Heider nach Agassiz).  
e Eichel, kr Kragen, k Kiemenregion,  
g Gegend der Geschlechtsorgane, db,  
vb dorsales und ventrales Blutgefäß.

Thiere haben noch vollkommen den Habitus von Würmern und bohren auch wie viele derselben im Schlamm. Ihr Körper besteht aus drei Abschnitten, aus Rüssel, Kragen und Rumpf (Fig. 256). Der Rüssel, welcher im Kragen eingelassen ist wie die Eichel in der Cupula, umschliesst einen Hohlraum, der auf der Rückenseite nach aussen mündet und ebenso wie die beiden gleichfalls dorsal, aber getrennt mündenden Kragenhöhlen mit Meerwasser gefüllt werden kann. Vermöge ihrer Schwellbarkeit dienen Rüssel und Kragen zum Kriechen im Sand und sind somit Locomotionsorgane ähnlicher Art, wie das später zu besprechende ambulacrale Gefäßsystem der *Echinodermen*. Die Aehnlichkeit wird dadurch gesteigert, dass Rüsselhöhle, Kragenhöhle und Cölom des *Balanoglossus*, wie die Vasoperitonealblasen der *Echinodermen*, als Divertikel des Darms entstehen.

Der Name „Enteropneusten“, „Darmathmer“, ist durch eine zweite Eigenthümlichkeit des *Balanoglossus* verursacht. Die ventral vor dem Kragen gelegene Mundöffnung führt in einen Darm, dessen vorderer Abschnitt in seiner dorsalen Wand von einer linken



und rechten Reihe von Kiemenspalten durchbrochen wird, während der darauf folgende Mitteldarm mit Leberblindschläuchen bedeckt ist. Der Darm ist in der Leibeshöhle durch ein dorsales und ventrales Mesenterium befestigt und wird von einem dorsalen und ventralen Blutgefäss begleitet, zu welchem als Theile der Blutbahn noch laterale Canäle und reichliche Verästelungen kommen. Eine dem dorsalen Blutgefäss angefügte Blase im Rüssel wird als Herz gedeutet. Sehr eigenthümlich ist das zum weitaus grössten Theil noch im Ektoderm lagernde Nervensystem: ein ventraler und ein bei manchen Arten röhrenförmig den Kragen durchbohrender dorsaler Längsstrang, beide in der Gegend des Kragens unter einander verbunden. Die Geschlechtsorgane endlich sind zahlreiche Follikel, welche zwischen Leber- und Kiemenregion, zum Theil noch in diese hineinreichend, liegen und direct nach aussen münden.

Die bei manchen Arten rückgebildete Larve des *Balanoglossus*, die Tornaria (Fig. 257), gleicht den Echinodermenlarven so sehr, dass sie früher hierfür gehalten wurde. Die Aehnlichkeit wird besonders durch die Anordnung der Flimmerschnur und des Darms bedingt. Ferner erinnert die Rüsselhöhle mit ihrer dorsalen Mündung an die Ambulacralblase und den Steincanal der *Echinodermen*.

Von manchen Zoologen wird die Bildung von Kiemenspalten am Vorderdarm benutzt, um eine Verwandtschaft mit den Wirbelthieren zu begründen. Zu dem Zweck wird dann auch ein vom Pharynx in den Rüssel vordringender Blindsack als Chorda dorsalis (!) gedeutet. Derselbe „Chordablindsack“ kommt bei zwei merkwürdigen, durch ihre Tentakelkrone und festsitzende Lebensweise an *Bryoxoen* erinnernden Tiefseethieren vor, die *Balanoglossus* insofern gleichen, als sie eine Art Kragen (zum Tentakelapparat ausgezogen) und Rüssel (Mundscheibe) besitzen: *Cephalodiscus dodecalophus* und *Rhabdopleura Norman* Allm. Nur bei ersterem Thier findet sich ein Paar allenfalls als Kiemen zu deutende Darmspalten.

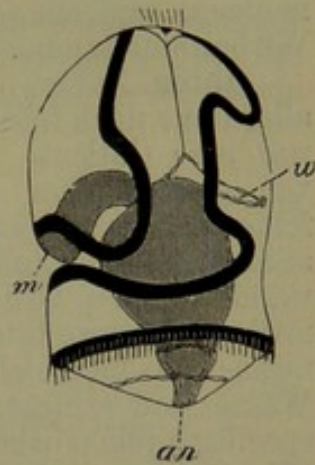


Fig. 257. Tornaria-Larve des *Balanoglossus* (aus Balfour nach Metschnikoff). *m* Mund, *an* After, *w* Anlage der Rüsselhöhle.

## Anhang zu den Würmern.

### VII. Classe.

#### Tunicaten, Mantelthiere.

Vom Bau und von der Erscheinungsweise der Würmer entfernen sich die ausschliesslich im Meere lebenden *Tunicaten* in ganz erheblicher Weise; dafür besitzen sie im ausgebildeten Zustand eine äussere Aehnlichkeit mit den *siphoniaten Muscheln* und während ihrer Entwicklung eine Uebereinstimmung im Bau wichtiger Organe mit den *Wirbelthieren*. Ersteres war Veranlassung, dass man lange Zeit die



Thiere als *Molluscoiden* den ächten *Mollusken* anschloss, ein Verfahren, welches nach unserem jetzigen Wissen vom Bau und von der Entwicklung beider Abtheilungen gar nicht mehr vertheidigt werden kann. Die ontogenetische Uebereinstimmung dagegen hat dazu geführt, *Wirbelthiere* und *Tunicaten* als *Chordonier* zu vereinigen. Wenn man nun auch zugeben muss, dass viele Merkmale eine Verwandtschaft mit den *Wirbelthieren* beweisen, so sind doch die vorhandenen Unterschiede so ausserordentliche, dass kein besonnener Systematiker sich so leicht dazu entschliessen wird, die *Tunicaten* unter die *Wirbelthiere* aufzunehmen, weil ein solcher Schritt die Charakteristik des so einheitlichen Wirbelthierstammes unmöglich machen würde.

Ihren Namen haben die *Tunicaten* der — bei den Appendicularien allerdings noch fehlenden — *Tunica* zu verdanken, einer Hülle, welche wie eine Cuticula durch Ausscheidung von Hautepithel gebildet wird; von gewöhnlichen Cuticulae unterscheidet sie sich jedoch durch ihre feinere Structur, welche mit der Structur der Bindesubstanzen übereinstimmt, indem Zellen aus dem Mesoderm in die Grundsubstanz einwandern. Die Grundsubstanz ist bald faserig, bald homogen und hat noch die weitere interessante Eigenthümlichkeit, dass sie bei der Elementaranalyse die gleiche Zusammensetzung aus Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff ergibt, wie die Cellulose ( $C_6H_{10}O_5$ ), und auch mit diesem specifisch pflanzlichen Stoff im mikrochemischen Verhalten übereinstimmt (Blaufärbung bei Behandlung mit Jodjodkalium und Schwefelsäure, Violettfärbung bei Chlorzinkjodzusatze). Aus keiner Thierabtheilung kennt man so reichliche Cellulosebildung.

Ein weiteres interessantes, weil an die Wirbelthiere erinnerndes Merkmal der *Tunicaten* ist die Umwandlung des Vorderdarms in eine Kieme, indem seine Wandung von Spalten durchbrochen wird, welche entweder direct nach aussen oder häufiger in einen Vorraum, den Perithoracalraum, leiten. Während das Athemwasser durch die Kiemenspalten abfließt, werden die gleichzeitig mit ihm aufgenommenen Nahrungsbestandtheile von einem ringförmigen Flimmerband erfasst und dem Oesophagus zugeleitet, umhüllt von Schleim, welcher vom Endostyl ausgeschieden wird, einer flimmernden, für die *Tunicaten* äusserst charakteristischen ventralen Rinne des Kiemendarms.

Zwischen der Kiemenregion (dem hinteren Ende des Endostyls) und dem Magen liegt wie bei den Wirbelthieren auf der ventralen Seite der Herzschnauze, eingeschlossen in einen Herzbeutel; er besitzt die sonst nirgends wieder vorkommende Eigenthümlichkeit, dass die Richtung der Contraktionen innerhalb kurzer Zeit wechselt; nachdem das Herz einige Zeit alles Blut nach der Kieme getrieben hat, ruht es auf kurze Zeit aus und beginnt dann seine Thätigkeit in entgegengesetzter Richtung, indem es das Blut von der Kieme weg nach dem Magen pumpt.

Wenn wir zu der vorstehenden Schilderung noch hinzufügen, dass ein dorsal gelegenes Ganglion und ein hermaphroditer Geschlechtsapparat vorhanden ist, so sind die allgemein giltigen Merkmale der Classe erschöpft; im Uebrigen unterscheiden sich die Endglieder der Reihe wesentlich von einander, werden aber durch Mittelformen einander so sehr genähert, dass an einer nahen Verwandtschaft nicht gezweifelt werden kann. An dem einen Ende der Reihe stehen die *Appendicularien*, an dem anderen die *Salpen* mit den ihnen nahe verwandten *Doliolen*; vermittelnde Formen sind *Ascidien* und *Pyrosomen*.



## I. Ordnung. Appendicularien, Copelaten.

Die ein oder wenige cm grossen *Appendicularien* leben meist an der Oberfläche des Meeres, mit dem vorderen Ende in ein gallertiges, die noch fehlende Tunica ersetzendes Gehäuse eingelassen, welches sie ohne Schädigung verlassen können; wie Kaulquappen schwimmen sie geschickt mittelst eines Ruderschwänzchens, das vom hinteren Ende des Rumpfes entspringt. Im Rumpf (Fig. 258) liegt der hufeisenförmige Darm mit seinen zwei grossen Kiemenspalten, welche ebenso wie der After im Gegensatz zu allen übrigen Tunicaten direct nach aussen münden. Unter dem Darm treffen wir das nur den *Kowalewskiden* fehlende Herz, oberhalb die meist hermaphroditen Geschlechtsorgane und das Nervensystem. Letzteres besteht aus einem Hirnganglion, welchem ein

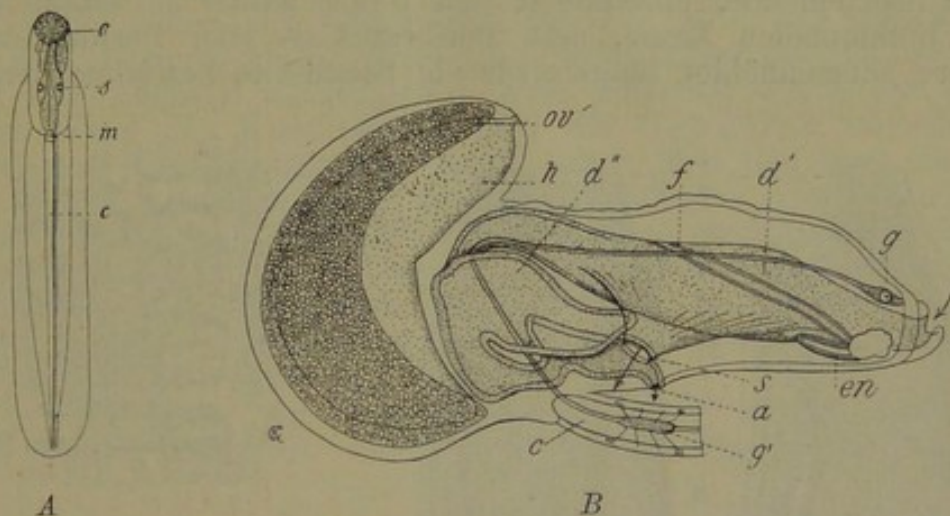


Fig. 258. *Oikopleura cophocerca* Ggbr. (nach Fol). A das ganze Thier, aus seinem Gehäuse herausgenommen, vom Rücken gesehen, B der Rumpf mit der Basis des Schwanzes in seitlicher Ansicht besonders dargestellt und stärker vergrössert, ausserdem im Vergleich zu A um 90 Grad gedreht. m Mund, o (ov) Ovar, h Hoden, d' Kiemendarm, d'' nutritorischer Darm mit Leberblindsack, en Endostyl, f Flimmerbögen, s Kiemenspalte, a After, c Chorda, g oberes Schlundganglion mit anliegendem Hörbläschen und Verbindungsnerve zu g' erstem Ganglion des Schwanzes. Die Pfeile bezeichnen die Richtung der Wassercirculation, durch die Mundöffnung hinein, zum Theil durch die Kiemenspalten, zum Theil durch den After heraus.

höchst einfach gebautes Gehörorgan und eine Flimmergrube anliegen, ferner einem Strang gangliöser Knötchen, der sich in den Schwanzabschnitt hinein erstreckt. Die feste Axe des Schwanzes bildet die Chorda dorsalis, ein von einer Zellscheide umschlossener Gallertstrang, der den Muskeln zur Insertion dient und eine kurze Strecke weit in den Rumpf eindringt. Dieses Eindringen sowie der Umstand, dass die Reihe der Schwanzganglien wie das Rückenmark der Wirbelthiere dorsal von der Chorda lagert, muss jetzt schon besonders betont werden. *Oikopleura cophocerca* Ggbr.

## II. Ordnung. Thethyodeen, Ascidiaeformes.

Mit Ausnahme der im Wasser frei flottirenden *Pyrosomen* sind alle *Ascidien* an Felsen, Pfählen, Hafenbauten oder am Grund des Meeres festgewachsen. Das mit der sitzenden Lebensweise zusammenhängende erhöhte Schutzbedürfniss hat zu einer enormen Entwicklung der Cellulosehülle geführt, welche, alle inneren Organe verdeckend, den *Ascidien*



ein plumpes und unförmliches Aussehen verleiht. Zwei meist auf erhabenen Stellen angebrachte Oeffnungen, die Egestions- und Ingestionsöffnung, führen in das Innere des Körpers hinein und spritzen Wasserstrahlen aus, wenn man die Thiere aus dem Wasser herausnimmt (Fig. 259 A).

Nach Entfernung des Cellulosemantels findet man einen vollkommen an die Würmer erinnernden Hautmuskelschlauch von longitudinalen und circular zu den beiden Oeffnungen angeordneten Muskelfasern. Eingeschlossen in dem Muskelschlauch liegen die Eingeweide, unter denen der Anfangs- oder Kiemendarm den ansehnlichsten Theil ausmacht. Der Kiemendarm, in den man durch die von kleinen Tentakeln umstellte Mundöffnung oder die Ingestionsöffnung hineingelangt, ist ein weiter Sack, der einen ansehnlichen Hohlraum, die innere Kiemenhöhle, umschliesst und selbst wieder in einem ihn allseitig umhüllenden Raum, dem Peribranchial- oder Perithoracalraum (äussere Kiemenhöhle), längs einer die Bauchseite bezeichnenden Linie

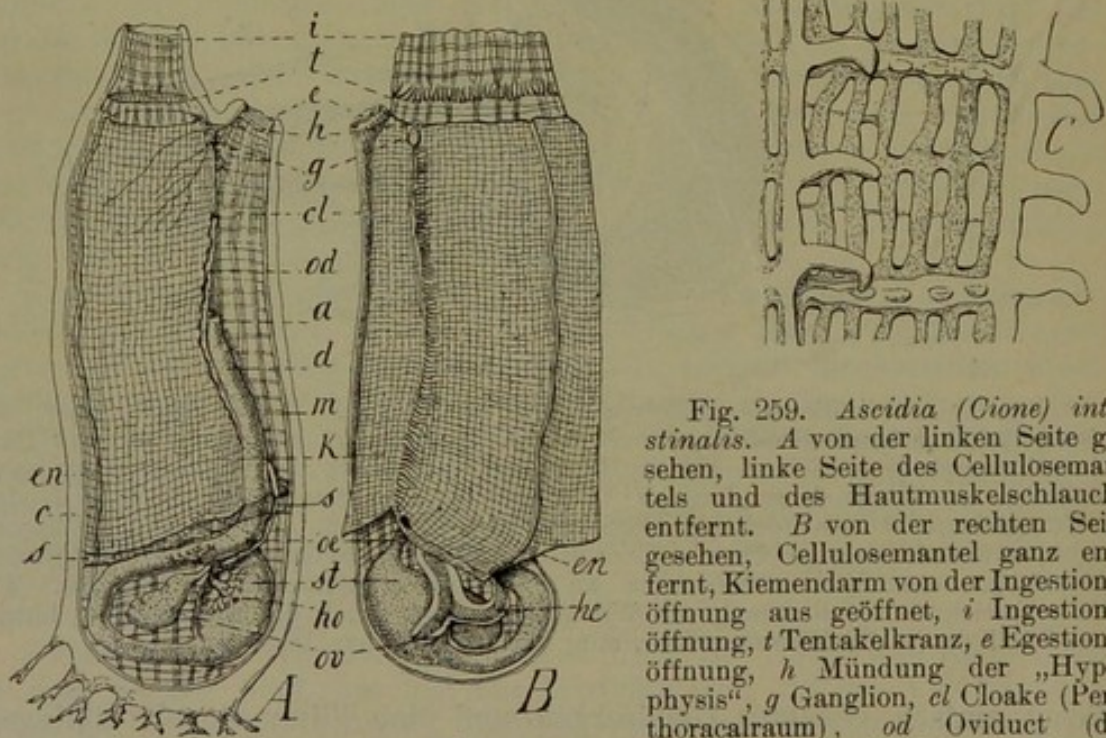


Fig. 259. *Ascidia (Cione) intestinalis*. A von der linken Seite gesehen, linke Seite des Cellulosemantels und des Hautmuskelschlauchs entfernt. B von der rechten Seite gesehen, Cellulosemantel ganz entfernt, Kiemendarm von der Ingestionsöffnung aus geöffnet, i Ingestionsöffnung, t Tentakelkranz, e Egestionsöffnung, h Mündung der „Hypophysis“, g Ganglion, cl Cloake (Perithoracalraum), od Oviduct (die schwarze Linie daneben das Vas deferens), a After, d Enddarm, m Hautmuskelschlauch, k Kiemensack, s Scheidewand zwischen Cloake und Leibeshöhle, ce Oesophagus, st Magen, ho verästelte Hodenschläuche am Magen und Darm, ov Ovar, he Herz mit Pericard, en Endostyl, oben an dem Flimmerbogen endend, c Cellulosemantel, am unteren Ende mit Haftfäden. C ein Stück des Kiemennetzes, stärker vergrößert, um die Kiemenspalten zu zeigen.

aufgehängt ist (in der Figur A auf der linken Seite). Die Wand des Kiemendarms ist netzförmig durchbrochen von feinen, flimmernden Kiemenspalten, die in Längs- und Querreihen gestellt sind (Fig. 259 C); durch sie fliesst das durch den Mund aufgenommene Athemwasser in den Perithoracalraum und von diesem durch die Egestionsöffnung nach aussen ab; letztere ist somit nicht mit der Afteröffnung identisch.

Während das Athemwasser durch die Kiemenspalten direct in den Perithoracalraum gelangt, schlagen die Nahrungsbestandtheile den weiteren Weg durch den hinteren oder nutritorischen Darm-



abschnitt ein. Durch Vermittlung der den Eingang zur Athemhöhle umgreifenden Flimmerbögen, und umhüllt vom Schleim des Endostyls (wegen der ventralen Lage auch Hypobranchialrinne genannt), kommen sie in den am Grund des Kiemensacks beginnenden Oesophagus, von da in den Magen, welcher meist mit einer Leber versehen ist, und endlich durch ein gewundenes Darmrohr durch den After in den Perithoracalraum. Da in letzteren auch die Geschlechtsproducte entleert werden, so heisst der unter der Egestionsöffnung gelegene Theil desselben Cloake. Wie die Kieme im Perithoracalraum, so kann der übrige Darm in einer besonderen Leibeshöhle eingeschlossen sein, welche dann durch eine zarte Scheidewand von dem Perithoracalraum getrennt wird (Fig. 259 A, s).

In der Leibeshöhle, welche bei Ascidien mit gedrungener Körpergestalt fehlt, finden sich ferner noch die Geschlechtsorgane und das Herz, letzteres als ein oft S-förmig gekrümmter Schlauch zwischen Magen und Endostyl ausgespannt. Dem Endostyl gegenüber in der dorsalen Wand des Kiemendarms liegt das Ganglion zwischen Ingestions- und Egestionsöffnung; unter, selten über ihm liegt eine verästelte Drüse, welche in den an die Ingestionsöffnung grenzenden Darmabschnitt mündet und, weil sie dadurch an einen rasch vorübergehenden Entwicklungszustand der Hypophysis der *Wirbelthiere* erinnert, mit zweifelhaftem Recht Hypophysis genannt wird. Bei manchen Ascidien existiren besondere Excretionsorgane, zahlreiche geschlossene, mit Excreten gefüllte Bläschen.

Aus den Eiern der *Ascidien* gehen kleine, lebhaft bewegliche Larven hervor (Fig. 260), welche wie *Appendicularien* aussehen und

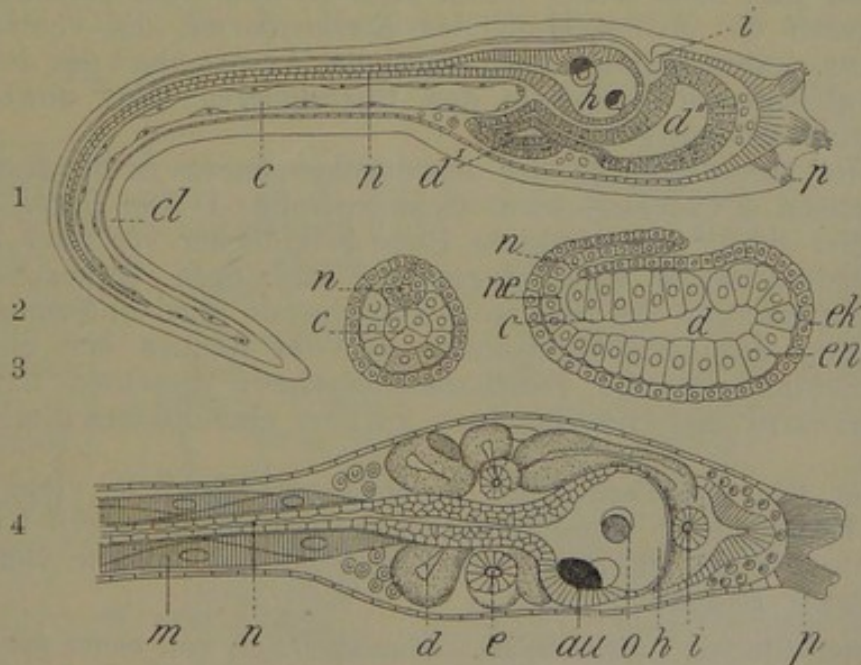


Fig. 260. Ascidienentwicklung (nach Kupffer und Kowalewski). 1 eben ausgeschlüpfte Larve, 2 Querschnitt durch den Schwanz einer etwas jüngeren Larve, 3 ein erheblich früheres Entwicklungsstadium: Bildung der Chorda und des Nervensystems, 4 vorderes Ende einer Larve kurz vor dem Festsetzen. (1 *Phallusia mentula*, 2–4 *Phallusia mammillata*.) *c* Chorda, *cl* Cellulosemantel, *n* Neuralrohr, *h* Anschwellung desselben: Hirn mit Auge (*au*) und Gehörorgan (*o*), *ne* Canalis neurentericus, *d* Darm (*d'* nutritorischer, *d''* respiratorischer Theil), *i* Mundeinstülpung (Ingestionsöffnung), *e* Cloakenbläschen (Egestionsöffnung), *m* Muskeln des Schwanzes, *p* Haftpapillen, *ek* Ektoderm, *en* Entoderm.



dem entsprechend aus Rumpf und Ruderschwanz bestehen; sie haben ferner eine überraschende Aehnlichkeit mit Embryonal- und Larvenstadien niederer Wirbelthiere, vor Allem des *Amphioxus*. Dorsal von dem auf den Rumpf beschränkten Darm liegt das röhrlige Nervensystem, an dem man drei Abschnitte unterscheiden kann: zuvorderst das bläschenförmige Hirn, in dessen Wandungen ein primitives Auge und eine Art Gehörorgan eingebettet sind, weiterhin eine verjüngte Partie (verlängertes Mark), schliesslich ein in den Schwanz eintretendes Rückenmarksröhr. In der Axe des Schwanzes liegt ein festes Stützorgan, die Chorda dorsalis, welche sich eine kurze Strecke weit in den Rumpf zwischen Darm und Nervenrohr einschiebt.

Die besprochenen Wirbelthiercharaktere der Ascidienlarve (Anwesenheit der Chorda dorsalis und ihre Einfügung zwischen Darm und Nervensystem, die röhrlige Beschaffenheit des letzteren, seine Zusammensetzung aus Hirn und Rückenmark, seine rein dorsale Lage) gewinnen noch weiter an Bedeutung durch den Nachweis, dass die Chorda dorsalis und das Nervensystem der *Ascidien* sich embryonal in einer Weise anlegen, wie es nur bei den Wirbelthieren beobachtet wird, die Chorda durch Abschnürung vom Entoderm aus der dorsalen Wand des Urdarms, das Nervensystem dagegen aus dem Ektoderm durch Einfaltung. In beiden Gruppen communicirt vorübergehend das hintere Ende des Rückenmarksröhrs durch den Canalis neurentericus mit dem Darm. Auf Grund dieser entwicklungsgeschichtlichen Befunde kann man mit Recht den Satz aufstellen, dass unter allen Wirbellosen die *Ascidien* den *Vertebraten* am nächsten stehen. Man kann diesen Satz noch weiter damit stützen, dass auch die ausgebildete Ascidie durch die Anwesenheit des Kiemendarms, die ventrale Lage des Herzens, wahrscheinlich auch durch die Anwesenheit des der Schilddrüse vergleichbaren Endostyls den *Wirbelthieren* trotz abweichender Körpergestalt ähnlich ist.

Bei der Metamorphose der beweglichen Larve in die festsitzende Ascidie spielen 4 Processe eine wichtige Rolle: 1) Die Larve befestigt sich mittelst dreier am vorderen Ende befindlicher ventraler Papillen. 2) Der Ruderschwanz wird eingezogen und nach vorhergegangener fettiger Degeneration resorbirt. 3) Die Gestalt wird unförmlich durch Ausscheidung des Cellulosemantels. 4) Vom Rücken her bilden sich 2 Hauteinstülpungen, die Perithoracalbläschen; dieselben umwachsen den Vorderdarm und verschmelzen zu dem einheitlichen Perithoracalraum.

Ausser der geschlechtlichen Fortpflanzung besitzen viele *Ascidien* noch die Fähigkeit zu ungeschlechtlicher Vermehrung durch Knospung. Wo letztere besteht, führt sie zur Coloniebildung, welche von grosser systematischer Bedeutung ist.

I. Unterordnung. *Monascidien*. Einzelascidien von meist ansehnlicher Grösse, bald mit durchsichtigem Mantel *Ascidia* (*Cione*) *intestinalis* L., *Phallusia mammillata* Cuv.), bald mit lederartig trübem Mantel (*Cynthia microcosmus* Cuv.). Die Gattung *Clavellina* (*Cl. lepadiformis* Sav.) treibt an der Basis Wurzelausläufer, an denen neue Thiere zu einer locker verbundenen Colonie hervorsprossen; sie leitet so zur nächsten Gruppe über.

II. Unterordnung. *Synascidien*. Die zusammengesetzten *Ascidien* bestehen aus sehr kleinen Einzelthieren, welche zu Hunderten in einem gemeinsamen Cellulosemantel eingebettet sind und daher ansehnliche



Krusten auf Steinen, Pflanzen und Thieren erzeugen. Meist sind die Thiere einer Colonie auf viele kleine Gruppen vertheilt, von denen eine jede ihre gemeinsame Cloake besitzt, um welche herum die Ingestionsöffnungen der 6 — 20 der Gruppe zugehörigen Thiere eine Rosette bilden. *Botryllus violaceus* Edw. (Fig. 261).

III. Unterordnung. *Pyrosomen* sind freischwimmende, pelagische *Synascidien*. Die walzenförmige Colonie umschliesst einen nach abwärts mündenden Raum, die Centralcloake; die einzelnen Thiere stehen zur Längsaxe derselben senkrecht, und zwar so, dass die Ingestionsöffnung nach aussen schaut, die genau opponirte Egestionsöffnung in die Cloake mündet. *P. giganteum* Les., Feuerzapfen, durch intensives Leuchtvermögen ausgezeichnet.

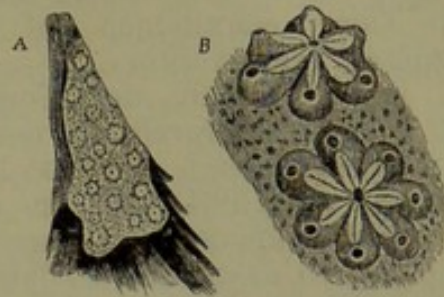


Fig. 261. *Botryllus violaceus* (nach Carpenter). A eine kleine, aus 19 Individuengruppen bestehende Colonie. B zwei Individuengruppen, stärker vergrössert.

### III. Ordnung. Thaliaceen, Salpaeformes.

Wie die *Pyrosomen*, so gehören auch die salpenartigen *Tunicaten*, die ächten *Salpen* und die *Doliolen*, der pelagischen Thierwelt an; in derselben spielen sie sogar eine hervorragende Rolle, einige trotz ihrer geringen Körpergrösse durch ihr massenhaftes Auftreten, andere, namentlich die coloniebildenden Formen, durch ihre ansehnlichen Dimensionen. Ihrer Körpergestalt nach kann man eine *Salpe* mit einer an beiden Enden geöffneten Tonne vergleichen, deren Wandung nach aussen vom Cellulosemantel, nach innen vom Hautmuskelschlauch gebildet wird (Fig. 262). Die Muskeln sind sämmtlich circular und bilden

Fig. 262.

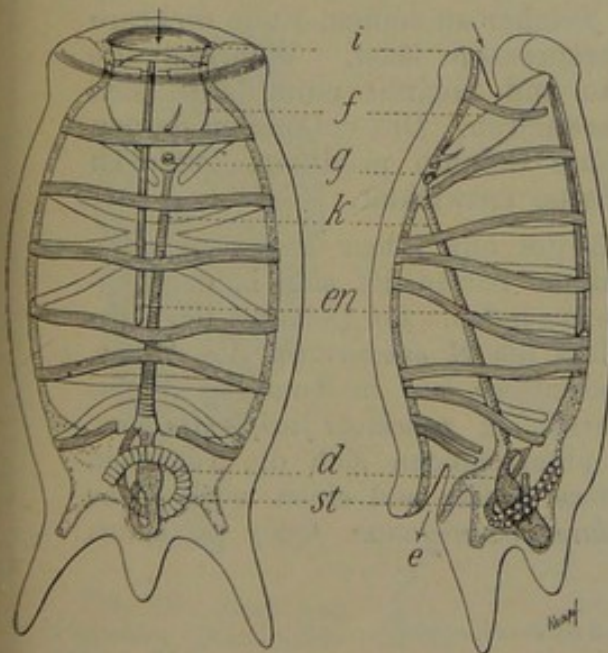


Fig. 263.

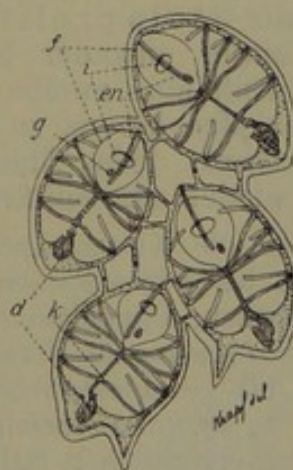


Fig. 264.

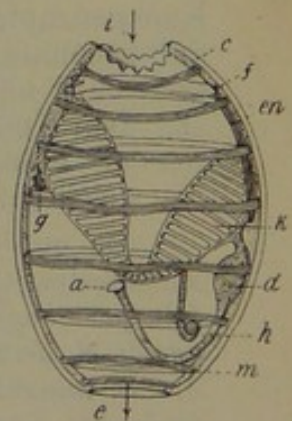


Fig. 262. *Salpa democratica* mit Knospenzapfen (*S. mucronata*), A in ventraler, B in seitlicher Ansicht.

Fig. 263. *Salpa mucronata*, Theil einer jungen, noch nicht lange abgelösten Kette.

Fig. 264. *Doliolum denticulatum*.

i Ingestionsöffnung, f Flimmerbögen, g Ganglion mit hufeisenförmigem Auge und davor gelegener Tentakel und Hypophysengrube, k Kieme, en Endostyl, d Darm, st Stolo prolifer, e Egestionsöffnung, a After, h Hoden, m Muskelreifen, c Cellulosemantel. Die Pfeile deuten die Richtung der Wasserströmung beim Schwimmen an; die Richtung des schwimmenden Thieres ist entgegengesetzt.



6—8 nicht immer vollkommen geschlossene Ringe, die wie Reifen den Innenraum umgürten. Ihre Contractionen treiben das die Tonne erfüllende Meerwasser durch die hintere oder Egestionsöffnung aus, worauf durch die vordere Ingestionsöffnung neues Wasser einströmt. Die Thiere schwimmen auf diese Weise durch Rückstoss mit dem vorderen Ende voran.

Der Hohlraum der Tonne entspricht sowohl dem Kiemendarm wie dem Perithoracalraum der Ascidien. Bei den *Doliolen* sind beide Räume noch durch eine von Kiemenspalten durchbrochene Scheidewand getrennt (Fig. 264); bei den gewöhnlichen *Salpen* ist die Scheidewand zu einem schmalen, mit queren Wimperstreifen besetzten Balken rückgebildet, so dass Kiemenhöhle und Perithoracalraum in einen einheitlichen Raum zusammenfliessen. Als weitere Reste des Kiemendarms der *Ascidien* erhalten sich ausserdem noch constant der ventrale Endostyl und die den Kiemeneingang umfassenden Flimmerbögen.

Die Eingeweide des Thieres liegen im Hautmuskelschlauch, da, wo Kiemerbalken und Endostyl sich nähern, meist zusammengedrängt zu einem Knäuel, dem „Nucleus“ (Darm, Leber, Geschlechtsorgane, Herz). Nur das Ganglion erhält sich gesondert und liegt dem Endostyl gegenüber dorsal kurz vor dem Anfang des Kiemerbalkens; es steht in Zusammenhang mit einem hufeisenförmigen Ocellus.

Schon seit Langem kennt man zweierlei *Salpen*; die einen leben als Einzelthiere isolirt für sich; bei den anderen sind viele Individuen hinter einander zu einer Kette oder neben einander zu einer Rosette vereinigt. Am Anfang dieses Jahrhunderts entdeckte Chamisso, dass die Kettensalpen von den solitären erzeugt werden und dass diese umgekehrt wieder von jenen abstammen, eine eigenthümliche Entwicklungsweise, für welche Steenstrup später den Namen Generationswechsel eingeführt hat. Die solitäre Salpe ist die Amme, sie hat keine Geschlechtsorgane, wohl aber nahe dem hinteren Ende einen Knospenzapfen oder Stolo prolifer, welcher an seinem Ende mehrere Salpencolonien hinter einander hervorsprossen lässt. Während die erste sich ablöst, reift eine zweite heran und beginnt eine dritte sich aus dem Knospenzapfen heraus zu differenziren. Die colonialen Salpen werden geschlechtsreif; jedes Thier einer Colonie producirt nur ein Ei, welches sich wieder zur solitären Salpe entwickelt.

Da nun sowohl die Kettensalpen wie die aus ihnen hervorgehenden Einzelsalpen schon besondere Namen erhalten hatten, ist man in der Neuzeit gezwungen worden, Doppelnamen anzuwenden. So bedeutet der Ausdruck *S. democratica-mucronata* Forsk., dass die *S. democratica* die Amme, die *S. mucronata* das geschlechtliche Kettenthier ist; in derselben Weise sind die Namen *S. africana-maxima* Forsk., *S. runcinata-fusiformis* Cuv. gebildet. Von den eigentlichen Salpen unterscheiden sich die Tönnchen oder *Doliolen* durch die besser ausgebildete Kieme und einen noch mehr complicirten Generationswechsel. *Doliolum denticulatum* Quoy u. Gaim. (Fig. 264).

## VIII. Classe.

### Bryozoen, Moosthierchen, Polyzoen.

In ihrer äusseren Erscheinung haben die *Bryozoen* oder *Moosthierchen* eine überraschende Aehnlichkeit mit *Hydroidpolypen*, so dass ein ungeübter Beobachter sie schwierig von ihnen unterscheidet; wie



diese bilden sie auf dem Wege der Knospung Colonien, welche mit gallertigen Ueberzügen oder harten, kalkigen Krusten Felsen, Wasserpflanzen, Thiere, Pfähle etc. überziehen oder sich von ihnen als kleine Büsche oder Bäumchen erheben. Ferner besitzen sie eine mit dichten Flimmern bedeckte Tentakelkrone, welche weit ausgebreitet und blitzschnell zurückgezogen werden kann. Gleichwohl ist der Unterschied im Bau ein ganz erheblicher. Man achte zunächst darauf, dass die *Bryozoen* einen mit eigenen Wandungen versehenen, aus 3 Abschnitten bestehenden Darm besitzen, welcher derart hufeisenförmig gebogen ist, dass der After ganz in die Nähe des Mundes zu liegen kommt. Zwischen Mund und After liegt das Centralnervensystem in Form eines Ganglion, und münden zwei Nierencanäle in einen gemeinsamen Porus.

Ueber das Gesagte kann man bei einer allgemeinen Charakteristik nicht hinausgehen, da es zwei Gruppen der *Bryozoen* giebt, die *Entoprocten* und die *Ectoprocten*, die sich in so auffälliger Weise von einander unterscheiden, dass man zweifeln kann, ob sie überhaupt zusammengehören; die *Entoprocten* haben keine Leibeshöhle und ähneln somit den kleinen Scoleciden, den *Rotatorien*, während die *Ectoprocten* sich den Coelhelminthen anschliessen und durch Vermittelung der Gattung *Phoronis* mit den unbewaffneten *Gephyreen* (*Prosopygiern*) und auch den *Anneliden* Fühlung gewinnen.

### I. Ordnung. Entoprocten.

Die Einzelthiere der *Entoprocten* haben die Gestalt eines Wein-  
glases (Fig. 265) und sitzen auf Stielen, welche sich meist aus verästelten, am Boden hin kriechenden Stolonen erheben. Die den Kelchrand einnehmende Tentakelkrone umschliesst das Peristomfeld, auf welchem sowohl Mund wie After und zwischen beiden die Excretions-

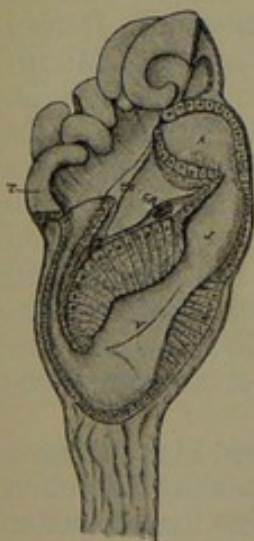


Fig. 265. *Loxosoma singulare* (nach Nitsche). Einzelthier auf dem optischen Längsschnitt. T Tentakelkranz, G Ganglion, R Enddarm, J Darm, V Magen.

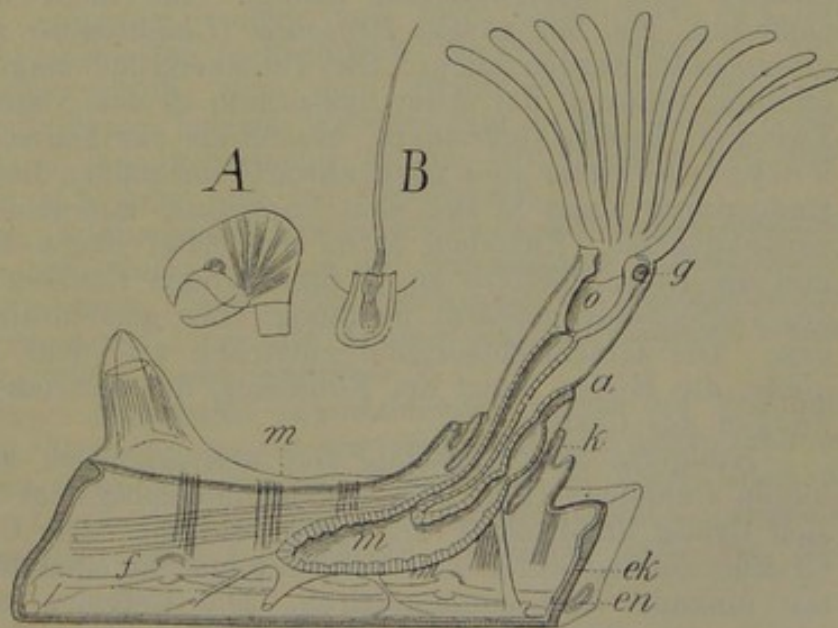


Fig. 266. *Flustra membranacea* (nach Nitsche), ein einzelnes Thier. en Endocyste, ek Ektocyste, k Kragen, welcher die völlige Einstülpung des Thieres gestattet, f Funiculus, a After, m Magen, o Oesophagus, g Ganglion, m Hautmuskelschlauch. A Avicularien, B Vibracularien von *Bugula* (nach Claparède).



und Geschlechtsorgane münden. Der Zwischenraum zwischen dem hufeisenförmigen Darm und der Körperoberfläche ist vollkommen von einem Muskelzellen enthaltenden Parenchym ausgefüllt. Demgemäss sind die Excretionscanäle Protonephridien nach Art der Wassergefässe der Scoleciden. Bei der das Süsswasser bewohnenden *Urnatella gracilis* Dav. sind sie verästelt und beginnen mit Flimmerläppchen. *Pedicellina echinata* Sars, *Loxosoma singulare* Kef.

## II. Ordnung. Ectoprocten.

Bei den Ectoprocten ist eine geräumige, oft von Flimmerepithel ausgekleidete Leibeshöhle zwischen Darm und Haut vorhanden, wodurch die letzteren auseinandergedrängt und bis zu einem gewissen Grad unabhängig von einander werden (Fig. 266). Daher ist man zu einer eigenthümlichen Auffassung der Organisation gelangt, welche, morphologisch zwar gänzlich unhaltbar, für die Schilderung manche Vorthelle bietet: es sei nämlich jedes Bryozoenindividuum aus zwei in einander gesteckten Individuen zusammengesetzt, *Cystid* und *Polypid*. Als Polypid wird dann Darm mit Tentakelkrone, als Cystid das Uebrige, vor Allem der Hautmuskelschlauch + Skelet gedeutet.

Das Cystid hat die Gestalt eines Bechers oder einer oblongen oder ovalen Schachtel; man unterscheidet an ihm eine Endocyste und eine Ektocyste. Erstere ist der Hautmuskelschlauch, letztere ein vom Epithel der Körperoberfläche ausgeschiedenes, meist stark verkalktes Cuticularskelet. Die Oberfläche der Endocyste ist constant nur an der Basis und an den Seitenwandungen von der Ektocyste bedeckt, das periphere Ende bleibt zum Theil weichhäutig und bildet eine Art Kragen, in welchen der aus dem Cystid hervortretende Theil des Polypids sammt seiner Tentakelkrone durch blitzschnell sich contrahirende Muskeln zurückgezogen werden kann. In der Ektocyste befindet sich dem Gesagten zufolge eine mehr oder minder grosse Oeffnung, die bei vielen *Bryozoen* (*Chilostomen*) durch einen Deckel geschlossen werden kann. Die Tentakelkrone umgiebt nur die Mundöffnung, während der After ausserhalb in der Nähe des Kragens liegt. Zwischen beiden Oeffnungen beschreibt der Darm, die Grundlage des Polypids, einen weit nach abwärts reichenden Bogen, dessen hinteres Ende durch einen Strang, den Funiculus, mit dem Grund des Cystids verbunden ist. Zwischen Mund und After liegen ferner das Ganglion und die Niere, letztere aus 2 flimmernden Canälen gebildet, welche in der Leibeshöhle getrennt beginnen, aber gemeinsam nach aussen münden. Die Geschlechtsorgane entstehen aus dem Epithel der Leibeshöhle, die Hoden meist am Funiculus, die Ovarien meist an den Wandungen des Cystids.

Hunderte oder Tausende von mikroskopisch kleinen Einzelthieren bilden Colonieen (Fig. 267) von mannichfaltigstem Aussehen, in denen sich Cystid unmittelbar an Cystid anreihet. Die Cölome benachbarter Cystide können durch eine Scheidewand von einander getrennt sein oder mit einander weit communiciren. Die Colonien wachsen durch Knospung; von einem Cystid schnürt sich ein Theil ab als Tochter-Cystid, in welchem durch Neubildung das „Polypid“, der Darm mit Tentakelkrone, entsteht (*Stelmatopoden*), oder es entsteht zuerst die Knospenanlage des Polypids, bevor durch Auswachsen des Muttercystids die Anlage des Tochtercystids auftritt (*Lophopoden*).

Sehr häufig findet sich bei den Bryozoen Arbeitstheilung oder



Polymorphismus vor. Ausser den bisher beschriebenen, vorwiegend zur Ernährung dienenden Thieren können noch dreierlei Individuen vorkommen, die Ovicellen, Vibracularien und Avicularien; alle drei sind Cystide, welche das Polypid verloren haben. Die Ovicellen sind rundliche Kapseln, welche zur Aufnahme der befruchteten Eier dienen, die Vibracularien (*B*) lange, tastende Fäden, die Avicularien (*A*) sind Greifapparate, welche Nahrungskörper festhalten, damit sie zerfallen und in den Bereich der Tentakelkrone der Fressthiere gerathen. Das Avicularcystid hat die Gestalt eines Vogelkopfes, indem es mit einem Ende in einen schnabelartigen Fortsatz ausgezogen ist, dem ein beweglicher Fortsatz (umgewandelter Deckel) am anderen Ende wie ein Unterkiefer entgegenwirkt.

Unter ungünstigen Bedingungen kann in einem Cystid das Polypid zu Grunde gehen und lange Zeit fehlen, bis günstigere Verhältnisse eine Neubildung gestatten. Ausserdem kommt es vor, dass in den verödeten Cystiden eigenthümliche, zur Verbreitung der Art dienende Ruhezustände, die *Statoblasten*, angetroffen werden, vielzellige, innere Knospen von linsenförmiger Gestalt, welche von einer festen Hülle umgeben werden. Der Rand des Körpers

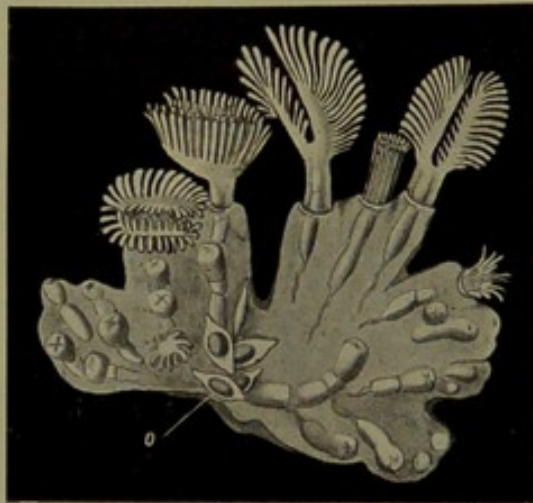


Fig. 267. Ein Stöckchen von *Lophopus crystallinus* Pall. mit jüngeren und älteren, theils ausgestreckten, theils halb oder ganz zurückgezogenen Thieren: die dunklen Körper im Innern sind Statoblasten (nach Kraepelin).

ist von einem Gürtel geschlossener Kämmerchen umgeben, welche sich beim Eintrocknen mit Luft füllen und den Statoblasten schwimmen machen, wenn er auf's Neue in das Wasser geräth. Aus dem Statoblasten tritt dann ein kleines Bryozoenindividuum hervor, welches eine neue Colonie liefert. Die Statoblasten sind eine Anpassung an die Bedingungen des Süsswassers und finden sich daher nur bei *Lophopoden*.

I. Unterordnung. *Stelmatopoden*, Kreiswirbler, (*Phylactolaemen*) *Bryozoen*, bei denen die Tentakeln einen Ring um die Mundöffnung bilden. Zu den fast ausschliesslich marinen Thieren (im Süsswasser die *Paludicellen*) gehören als die bekanntesten Arten die *Flustren* und die *Bugulen*, *Flustra membranacea* L. (Fig. 266), *Bugula avicularia* L.

II. Unterordnung. *Lophopoden* (*Gymnolaemen*), tragen die Tentakeln auf dem Lophophor. Derselbe besteht aus zwei links und rechts von der Mundöffnung gelegenen hufeisenförmigen Fortsätzen, an deren Rand die Tentakeln stehen. Die *Lophopoden* sind Süsswasserbewohner. *Alcyonella fungosa* Pall. *Plumatella reptans* L. *Lophopus crystallinus* Pall. (Fig. 267).

## IX. Classe.

### Brachiopoden.

Die *Brachiopoden* wurden wegen ihrer zweiklappigen Schale lange Zeit für *Muscheln* gehalten; sie wurden später von den *Muscheln* ge-



trennt und für eine besondere Classe der *Mollusken* erklärt, weil man auf die ganz abweichende Lage der Schalen aufmerksam wurde: dass nämlich die Schalen nicht links und rechts zur Symmetrieebene des Körpers liegen, sondern die dorsale und ventrale Seite des Thieres bedecken. Zu einer Loslösung von den *Mollusken* entschloss man sich erst in der neuesten Zeit, als man erkannte, dass die Thiere im Bau des Nervensystems, der Excretions- und Geschlechtsorgane, in der Beschaffenheit der Leibeshöhle und in der Entwicklungsweise den *Coelhelminthen* viel näher stehen als den *Mollusken*.

Der Körper eines *Brachiopoden* hat eine stark verkürzte Längsaxe (Fig. 268) und ist in Folge dessen ein querovaler Eingeweidesack; von seinem hinteren Ende entspringt bei den meisten Arten ein Stiel (*st*),

Fig. 268.

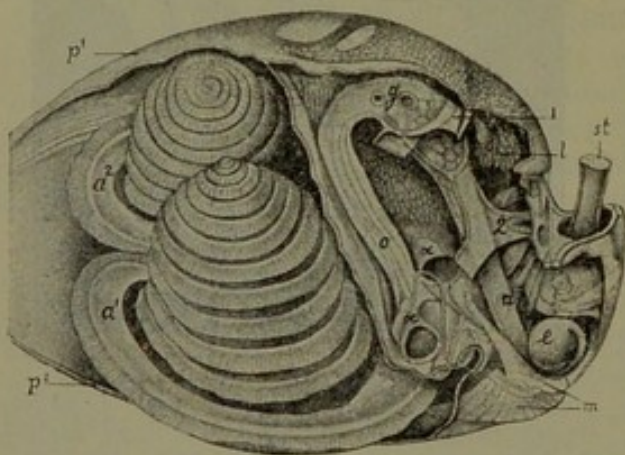


Fig. 269.

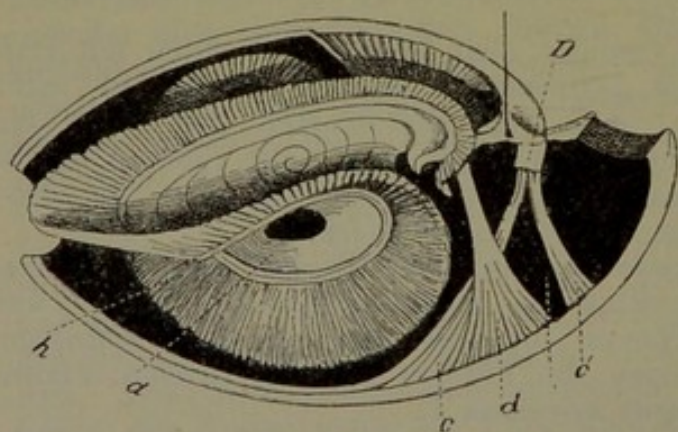


Fig. 268. Anatomie von *Rhynchonella psittacea*, beide Schalen, die Körperwand und die Leber der linken Seite sind entfernt.  $a^1$  linker,  $a^2$  rechter Arm,  $a^1$  die Eingänge in den Hohlraum der Arme; *o* Oesophagus, *g* Magen mit Leber *l*, *d* Darm, *e* blindes Ende desselben, *m* Muskeln zum Oeffnen und Schliessen der Schale,  $p^1$   $p^2$  dorsaler und ventraler Mantellappen, *st* Stiel, 1 und 2 erstes und zweites Dissepiment (Gastro- und Ileoparietalband), an dem zweiten Dissepiment Mündung eines Segmentalorgans (nach Hancock).

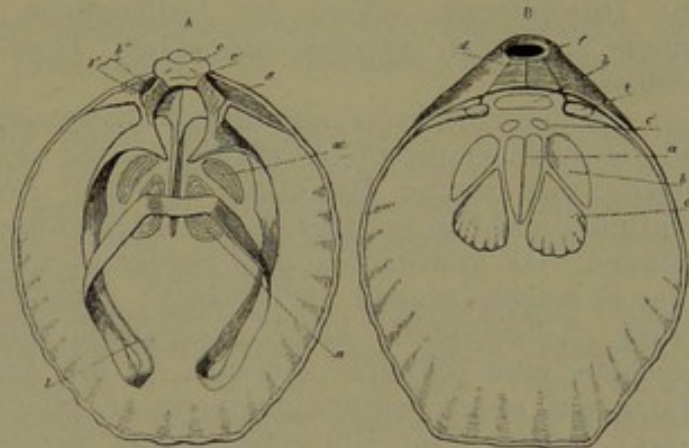
Fig. 269. *Waldheimia flarescens* (aus Zittel). Schale mit Armen und Muskeln. *a* Arm mit seinem gefranzten Saum (*h*), *d* Schliessmuskeln (Adductores), *c* und *c'* Muskeln zum Oeffnen der Schale (Divaricatores), *D* Schlossfortsatz. Die senkrechte Linie bezeichnet die Lage des Schlosses.

mit Hilfe dessen die Thiere festgewachsen sind; ferner gehen vom Körper zwei ansehnliche, nach vorn gewandte, an ihrem freien Rand mit Borsten besetzte Falten aus, die Mantellappen, von welchen der eine wie eine Kapuze über den Rücken gezogen ist ( $p^1$ ), der andere sich in ähnlicher Weise über die Bauchseite schlägt ( $p^2$ ). Jeder Mantellappen scheidet mittelst des Epithels seiner äusseren Oberfläche eine Schale aus, welche der Hauptmasse nach aus kohlensaurem Kalk besteht. Selten haben dorsale und ventrale Schale gleiche Gestalt; gewöhnlich ist die ventrale — in der Gattung *Crania* direct ohne Stiel festgewachsene — stärker kahnartig gewölbt und zum Durchtritt des



Stieles an ihrem hinteren Ende von einer Oeffnung durchbohrt (Fig. 269, 270). Die dorsale, flachere Schale ihrerseits besitzt gewöhnlich eine charakteristische Einrichtung in dem Armskelet, das freilich nicht immer vorhanden ist und, wenn es vorhanden ist, eine verschiedene Ausbildung zeigt. Seine Grundlage besteht aus zwei Kalkstäben, welche symmetrisch zur Medianebene von der dorsalen Schale aus in den Schalenraum abwärts steigen; sie können durch einen gebogenen Querbügel verbunden sein; von ihren Enden kann dann noch weiter jederseits ein spiral gewundener Fortsatz entspringen. Das beschriebene Skelet ist ein Trageapparat für die spiralen Mundarme.

Fig. 270. *Waldheimia flavescens* (aus Zittel). A die dorsale, B die ventrale Schale. a, b, c Eindrücke der Muskelinsertionen, a' der Schliessmuskeln (Adductoren). c', c'' der Muskeln zum Oeffnen (Divaricatoren), b, b', b'' der Stielsmuskeln (Adjustores), s Schlossgruben der oberen Schale, in welche die Schlosszähne t der unteren Schale passen, l Stützapparat der Arme, f Oeffnung für den Stiel, d Deltidium.



Beide Schalen umhüllen im geschlossenen Zustand den Weichkörper vollkommen; wenn sie sich öffnen, weichen sie mit den vorderen Rändern auseinander, während die hinteren Ränder verbunden bleiben. Die Bewegung vollzieht sich um einen festen Punkt, das nur den Ecardines fehlende Schloss, welches ein wenig einwärts vom hinteren Rande liegt; zur Bildung desselben trägt die ventrale Schale mit zahnartigen Vorsprüngen bei, welche in besondere Vertiefungen der dorsalen Schale passen. Öffnen und Schliessen ist (im Gegensatz zu den Lamellibranchiern) beides ein activer Vorgang; von der ventralen Schale entspringen Muskeln, welche sich an der dorsalen Schale entweder nach hinten vom Schloss an dem Schlossfortsatz befestigen und dann zum Öffnen dienen (Divaricatoren) oder nach vorn davon ihren Angriffspunkt finden und den Schalenschluss herbeiführen (Adductoren). Sie hinterlassen auf beiden Schalen Muskelabdrücke, welche namentlich für die Unterscheidung fossiler Formen wichtig sind.

Den Haupttheil des Schalenraums füllen die beiden meist spiral gewundenen Arme, welche links und rechts von der Mundöffnung liegen und Ursache zur Namengebung „*Brachiopoden*“ oder „*Spirobranchier*“, gewesen sind. Sie besitzen auf ihrer von der Spiralaxe nach aussen gewandten Seite eine Längsfurche, die bis an die Spitze des Arms reicht und von einer Reihe kleiner Tentakelchen eingefasst ist. Der Armapparat erinnert ausserordentlich an den Lophophor der *lophopoden Bryozoen* (Fig. 267); man kann ihn aus demselben ableiten, wenn man sich vorstellt, dass jeder der beiden Lappen des Lophophors stark gewachsen sei und dabei sich spiral eingekrümmt habe. Thatächlich gleicht auch vorübergehend der Armapparat eines jungen *Brachiopoden* dem Lophophor der *Bryozoen*.



Im Rumpf der *Brachiopoden* findet sich eine Leibeshöhle, welche sich bis in die beiden Mantelfalten hinein erstreckt. Sie umschliesst Darm, Leber und Geschlechtsorgane und zerfällt durch ein dorsales und ventrales, an den Darm tretendes Mesenterium in eine linke und rechte Hälfte; jede Hälfte wiederum ist durch zwei quere, unvollkommen entwickelte Scheidewände (Gastro- und Ieoparietalbänder) in eine vordere, mittlere und hintere Kammer abgetheilt, ähnlich wie wir es für die *Sagitten* kennen gelernt haben. Wenn die Anordnung der Scheidewände nicht so klar und übersichtlich ist wie bei diesem Wurm, so ist es eine Folge der starken Verkürzung der Längsaxe und der dadurch bedingten Windung des Darms. Letzterer besteht aus Oesophagus, einem die Gallengänge aufnehmenden Magen und einem Enddarm, welcher bei einem Theil der *Brachiopoden* blindgeschlossen ist.

Die Geschlechtsorgane liegen hauptsächlich in den Mantellappen. Die Geschlechtsproducte werden durch die Segmentalorgane entleert, welche mit weiter Mündung in einer Leibeskammer beginnen, das Septum durchbohren und in der nächstfolgenden Kammer nach aussen münden. Da gewöhnlich zwei Septen vorhanden sind, können auch zwei Paar Segmentalorgane vorkommen; indessen ist meist eines der beiden Paare rückgebildet. Als Nervensystem functionirt ein Schlundring, in welchem eine schwache dorsale, in die Arme sich hinein erstreckende Masse das obere Schlundganglienpaar, eine stärkere ventrale das Bauchmark vertritt. Im Blutgefässsystem verdient ein dorsal vom Magen gelegenes Herz Beachtung.

In der Entwicklungsgeschichte erinnern die *Brachiopoden* einerseits an *Sagitta*, andererseits an die *Anneliden*. Mit *Sagitta* haben sie gemeinsam, dass bei *Argiope* die Leibeshöhle durch Ausstülpung vom Darm aus entsteht und durch quere Scheidewände in 3 Höhlen zerlegt wird; annelidenähnlich ist die Gestalt der Larven und das Vorkommen von Borsten, welche in besonderen Follikeln gebildet werden. — In früheren Erdperioden war die Thierclasse sehr reich an Individuen und Arten entwickelt, so dass ihre Schalen zu den wichtigsten Leitfossilien gehören. Jetzt lebt nur ein spärlicher Rest, zum Theil in grossen Meerestiefen. Die wenigen Gattungen und Arten vertheilen sich auf zwei Ordnungen. Die *Ecardines* haben kein Schalenschloss, ihre Schalen sind gleichförmig, wenn der Stiel zwischen beiden durchtritt, oder ungleich, wenn die ventrale allein vom Stiel durchbohrt (*Discina*) oder direct festgewachsen ist (*Crania*). *Lingula anatina* Lam. Die *Testicardines* haben ein Schloss und ungleich entwickelte Schalen, von denen die ventrale allein die Oeffnung für den Durchtritt des Stiels bildet. Der After ist rückgebildet. *Waldheimia flavescens* Lam. (Fig. 269). *Terebratula vitrea* Lam.

### Zusammenfassung der Resultate über Würmer.

1) Die **Würmer** sind bilaterale Thiere mit einem Hautmuskelschlauch und einem meist aus Ganglienknötchen bestehenden Centralnervensystem.



2) Die Fortpflanzung ist vorwiegend geschlechtlich, doch kommt auch Paedogenesis und Knospung und demgemäss Heterogonie und Generationswechsel vor.

3) Je nach Anwesenheit oder Mangel einer Leibeshöhle unterscheidet man parenchymatöse Würmer, **Scoleciden**, und Leibeshöhlenwürmer, **Coelhelminthen**.

4) Die typischen Vertreter der **Scoleciden** sind die **Plattwürmer**, Thiere von dorsoventral abgeplatteter Gestalt, deren Nervensystem nur aus den oberen Schlundganglien und den Seitensträngen, deren Nierensystem aus den verästelten Wassergefässen (Protonephridien) besteht.

5) Die ursprünglichsten Plattwürmer sind die *Turbellarien*, aus denen sich einerseits die *Trematoden* und *Cestoden*, andererseits die *Nemertinen* ableiten lassen.

6) Die *Turbellarien* sind durch ihr flimmerndes Körperepithel (Strudelkleid) charakterisirt; sie haben keinen After und keine Blutgefässe; ihr Darm besteht aus dem ektodermalen Schlundkopf und dem entodermalen Magen, welcher bei *Rhabdocoelen* ein stabförmiger Blindsack, bei *Dendrocoelen* reich verästelt ist.

7) Bei den parasitischen *Trematoden* ist das Flimmerkleid verloren gegangen oder auf das Larvenleben beschränkt, dafür finden sich Haftapparate zum Festhalten am Wirth, Haken und Saugnäpfe, bei den ektoparasitischen *Polystomeen* zahlreiche, bei den entoparasitischen *Distomeen* 1—2 Saugnäpfe.

8) Bei den *Distomeen* kommt es zum Wirthswechsel und zur Heterogonie. Aus den Eiern eines Distomum entsteht eine stets in Mollusken (1. Wohnthier) schmarotzende Amme (*Sporocystis*); aus deren parthenogenetisch sich entwickelnden Eiern wird eine Cercarie, welche sich zum eingekapselten Distomum (im 2. Wohnthier) und endlich zum geschlechtsreifen Distomum (im 3. Wohnthier) umwandelt.

9) Die bekanntesten Distomeen sind *D. hepaticum* und *D. lanceolatum* (selten im Menschen, häufig im Schaf), *Distomum haematobium* in der Pfortader des Menschen, aber nur in wärmeren Klimaten.

10) Von den Trematoden sind die *Cestoden* unterschieden vor Allem durch den Verlust des Darms, wozu meistens noch die Sonderung des Körpers in Scolex und Proglottiden kommt.

11) Der **Scolex** ist das Haftorgan der Bandwürmer und als solches mit Saugnäpfen und öfters auch mit Haken versehen; er hat ferner die Aufgabe, die Proglottiden durch terminale Knospung zu erzeugen.

12) Die **Proglottiden** enthalten den hermaphroditen Geschlechtsapparat.

13) Die in den Eiern sich bildenden 6-hakigen Embryonen müssen in einen Zwischenwirth gelangen; zu dem Zweck müssen die Eier entweder passiv mit der Nahrung in dessen Darm verschleppt werden, oder in das Wasser gelangen, wo die Embryonen als Flimmerlarven herumschwimmen, bis sie Fische inficiren.

14) Im Zwischenwirth kapseln sie sich im Bindegewebe von Muskeln oder anderen Organen ein und verwandeln sich direct in den Scolex (*Plerocercoid*) oder in eine Blase (**Finne**, *Cysticercus*), die in ihrem Innern einen bis viele Scolices erzeugt.

15) Der Scolex wird aus der Cyste befreit, wenn er durch Ver-



fütterung in den Darm eines geeigneten Wobnthiers gelangt, und erhält dadurch die Fähigkeit, einen Bandwurm zu bilden.

16) Im Menschen kommen besonders vor: als Finnen die *Taenia echinococcus* (Bandwurm im Hund) und *Taenia solium*, als geschlechtsreife Thiere *T. saginata* (Finne im Rind), *T. solium* (Finne im Schwein), *T. nana*, *Bothriocephalus latus* (Plerocercoid im Hecht, Barsch, Quappe, einigen Salmoniden).

17) Die *Nemertinen* unterscheiden sich von den Turbellarien durch die Anwesenheit eines Afterdarms, eines besonderen neben dem Darm existirenden Rüssels und der Blutgefäße.

18) Von den Plattwürmern entfernen sich wesentlich in ihrer Gestalt die **Rotatorien**; sie gleichen ihnen in der Beschaffenheit des Wassergefäßsystems; durch ihre Radscheibe erinnern sie an die bei Würmern weit verbreitete Trochophoralarve.

19) Die Merkmale der **Coelhelminthen**, sowohl die anatomischen wie die entwicklungsgeschichtlichen, sind am schönsten bei den **Chaetognathen** ausgeprägt; dieselben sind hermaphrodite Würmer mit 3-getheilter Leibeshöhle, mit Flossen und zum Kauen dienenden Borsten.

20) Die **Nematoden** sind meist getrennt geschlechtliche, meist parasitische, fadenförmige Würmer mit drehrundem, ungegliedertem Körper, mit Nervenring (keine Ganglien), paarigen Excretionsgefäßen, deutlichen Seitenlinien, röhrigem Geschlechtsapparat.

21) Die wichtigsten Arten sind die im Dünndarm, resp. Dickdarm des Menschen lebenden *Ascaris lumbricoides* und *Oxyuris vermicularis*, das aus dem Darm Blut saugende *Ankylostoma duodenale*, der im Coecum unschädlich angesiedelte *Trichocephalus dispar*, die berüchtigte *Trichina spiralis*; heissen Klimaten gehören an: *Strongyloides intestinalis*, *Filaria sanguinis hominis* und *Dracunculus Medinensis*.

22) Wichtige Pflanzenparasiten sind *Heterodera Schachtii* und *Tylenchus tritici*, welche die als Rüben- resp. Weizenmüdigkeit bekannten Erscheinungen veranlassen.

23) Von den Nematoden unterscheiden sich die ebenfalls parasitischen, ascarisartigen **Acanthocephalen** (Echinorhynchen) durch den Mangel des Darms, durch die Anwesenheit eines bestachelten Rüssels und eines sehr complicirten Geschlechtsapparates.

24) Die **chaetopoden Anneliden** haben mit den Nematoden die rundliche Gestalt gemeinsam; sie unterscheiden sich von ihnen durch die Gliederung: durch die Ringelung des Körpers, durch die segmentale Wiederholung der Septen (Dissepimente), Segmentalorgane und Blutgefäß-Anastomosen, durch das Strickleiternnervensystem.

25) Das wichtigste Merkmal der **Chaetopoden** sind die in besonderen Follikeln entstehenden Borstenbüschel (meist 4 in einem Segment); die Borsten sind spärlich bei den hermaphroditen *Oligochaeten*, zahlreich und von besonderen Parapodien getragen bei den meist gonochoristischen *Polychaeten*.

26) Den chaetopoden Anneliden sind nahe verwandt die **Gephyreen**; dieselben sind Schläuche mit Tentakelkrone oder spatelförmigem Kopflappen; sie haben die Gliederung und die Borstenbewaffnung mehr oder minder vollständig eingebüßt. Andeutungen der Gliederung treten während der Entwicklungsgeschichte auf und



sind auch anatomisch in der Anwesenheit eines Bauchmarks und von Segmentalorganen nachweisbar.

27) Zu den Anneliden gehören endlich noch die **Hirudineen**, hermaphrodite Würmer, welche anstatt der Borsten mit Saugnäpfen ausgerüstet sind. Ihre abgeplattete Gestalt, parenchymatöse Beschaffenheit, der rudimentäre Zustand ihrer Leibeshöhle verleihen den Thieren Aehnlichkeit mit den Plattwürmern.

28) Die Hirudineen haben zum Verwunden entweder einen Rüssel (*Rhynchobdelleae*) oder 3 längsgestellte, gezähnte Kiefer (*Gnathobdelleae*); zu den Kiefern gehört der medicinische Blutegel, *Hirudo medicinalis*.

29) Die **Enteropneusten** (*Balanoglossus*) sind äusserlich gekennzeichnet durch die Anwesenheit des in einem Kragen steckenden Rüssels, anatomisch durch die Umbildung des Vorderdarms zur Kieme.

30) Die **Tunicaten** besitzen zwar noch den Hautmuskelschlauch der Würmer, unterscheiden sich aber im übrigen Bau erheblich von ihnen. Ihr wichtigstes Merkmal ist die aus Cellulose bestehende Tunica; weiter ist constant, dass der Vorderdarm zum Kiemensack geworden ist, dass derselbe den Endostyl enthält, dass sich ein ventrales Herz mit wechselnder Contractionsrichtung vorfindet.

31) Die Tunicaten sind durch zwei weitere Merkmale besonders interessant: 1) Die *Salpen* haben einen typischen Generationswechsel zwischen den ungeschlechtlichen solitären und den geschlechtlichen Ketten-Salpen. 2) Die **Tunicaten** sind **Nächstverwandte der Wirbelthiere**, indem die *Ascidien* als Larven die Chorda dorsalis besitzen, welche bei den *Appendicularien* dauernd vorhanden ist. Entwicklungsgeschichtlich bildet sich das Nervensystem wie bei den Wirbelthieren als ein Rohr, das durch den Canalis neurentericus mit dem Darm zusammenhängt, rein dorsal liegt und aus Hirn und Rückenmark besteht.

32) Die **Bryozoen** sind ähnlich den Hydrozoen stockbildende Thiere mit einer Tentakelkrone; sie unterscheiden sich von ihnen durch das gangliöse Nervensystem und den hufeisenförmigen Darm, zum Theil auch durch die Anwesenheit einer Leibeshöhle.

33) Nach der Lage des Afters innerhalb oder ausserhalb der Tentakelkrone unterscheidet man *Entoprocten* und *Ectoprocten*.

34) Die **Brachiopoden** haben eine zweiklappige Schale, welche Analogieen zu den Schalen der Muscheln bietet, nur dass an Stelle linker und rechter Schalenklappen dorsale und ventrale vorhanden sind.

35) Die geräumige Leibeshöhle wird durch 2 Scheidewände in 3 Kammern zerlegt, von denen stets eine, seltener zwei mit Segmentalorganen versehen sind.

36) Die Brachiopoden sitzen meist mittelst eines Stieles fest; nach dem Vorhandensein oder dem Mangel eines Schalenschlosses zerfallen sie in die afterlosen Testicardines und die mit After versehenen Ecardines.



## IV. Stamm.

**Echinodermen, Stachelhäuter.**

Radiale  
Symmetrie.

Durch ihre radialsymmetrische Gestalt entfernen sich die *Echinodermen* von den meisten übrigen Thierstämmen, erinnern dagegen an die *Coelenteraten*; sie wurden daher auch mit letzteren seit Cuvier's epochemachender Typentheorie unter dem Namen „*Radiaten*“ vereint, bis Leuckart eine Trennung auf Grund ihres abweichenden Baues, namentlich wegen der Anwesenheit einer Leibeshöhle herbeiführte. In der That hat auch die radiale Symmetrie der *Echinodermen* einen ganz verschiedenen Werth. Während bei den *Coelenteraten* die Zahl 4 oder (wahrscheinlich von 4 abgeleitet) die Zahl 6 zu Grunde liegt, sind die *Echinodermen* mit wenigen Ausnahmen fünfstrahlig. Während ferner die radiale Symmetrie bei den *Coelenteraten* als ein ursprünglicher, niederer Zustand der Körperform angesehen werden muss, ist sie bei den *Echinodermen*, wie namentlich ihre Entwicklungsgeschichte lehrt, aus der bilateralen Symmetrie abzuleiten; mit anderen Worten, die *Echinodermen* sind aus bilateral-symmetrischen, wahrscheinlich wurmartigen Stammformen durch Rückkehr zu einer niederen Grundform hervorgegangen.

Hautskelet.

Den Thieren verleiht die Beschaffenheit ihrer Haut ein charakteristisches Aeussere. Unter dem Epithel im mesodermalen Bindegewebe bilden sich Kalkplatten, welche wie Knochenplatten den Körper panzern und, da sie meist in Spitzen und Stacheln sich erheben, den Namen „*Echinodermen*“, „*Stachelhäuter*“ veranlasst haben. Das mesodermale Hautskelet kann zwar einer Rückbildung unterliegen, wie bei den *Holothuriern*, schwindet aber auch dann selten ganz (*Pelagothuriern*), gewöhnlich erhält es sich in Resten, den Kalkkern und Kalkrädchen. Eigenthümliche Anhänge der Haut, welche jedoch nicht überall vorkommen, sind die Sphaeridien und Pedicellarien (Fig. 295). Erstere sind Sinnesorgane, letztere von einem Kalkskelet gestützte Greifapparate, die im Bau an Zangen erinnern und gewöhnlich von besonderen Stielen getragen werden; sie sind im Leben äusserst beweglich und scheinen zur Reinigung der Haut oder zur Vertheidigung zu dienen.

Gewisse Kalkplatten haben ein besonderes vergleichend-anatomisches Interesse, weil sie bei manchen Larven sehr frühzeitig auftreten und auch beim ausgebildeten Thier in verschiedenen Classen in gleicher Lagerung nachgewiesen werden können. Im Umkreis des Afters liegen zunächst 5 interradianal gelagerte „*Basalia*“, weiterhin 5 Radialia („*apicales Skelet*“); im Umkreis des Mundes findet man 5 interradianale „*Oralia*“.

Ambulacral-  
gefässe.

Nicht minder charakteristisch als das Skelet ist das zur Fortbewegung dienende Ambulacralgefässsystem, auch Wassergefässsystem genannt (Fig. 271). Dasselbe beginnt zumeist auf der Oberfläche der Haut und zwar dann gewöhnlich mit der Madreporenplatte, einer Kalkplatte, welche von feinen Oeffnungen siebartig durchbrochen wird und zur Aufnahme von Seewasser dient. Das Wasser gelangt in einen Canal, welcher wegen der bei *Seesternen* vorhandenen starken Verkalkung seiner Wandungen der Steincanal



heisst (Fig. 271 a) und abwärts zu einem dem Mund umgebenden Ringcanal leitet. An letzterem sitzen gewöhnlich mehrere (bis zu 5 Paar) Poli'sche Blasen, welche man neuerdings ebenso wie die Tiedemann'schen Körperchen der *Seesterne* als Anhänge deutet, die nach Art der Lymphdrüsen Leucocyten liefern. Vom Ringcanal strahlen ferner 5 Ambulacralgefäße aus, um links und rechts Seitenäste abzugeben, welche über die Körperoberfläche hervortreten und die Ambulacralfüßchen darstellen, die höchst merkwürdigen Fortbewegungsorgane der *Echinodermen*. Jedes Füßchen ist ein Schlauch mit muskulösen Wandungen, welcher durch Einpumpen von Wasser prall gefüllt und in die Länge gedehnt, andererseits durch Contraction seiner Muskeln verkürzt werden kann; meist trägt es am Ende zum Festhalten eine Saugscheibe; an seiner Basis ist es mit einem kleinen Reservoir versehen, der in der Leibeshöhle liegenden Ambulacralampulle. Will ein *Echinoderm* in einer bestimmten Richtung sich bewegen, so schickt es

Fig. 271.

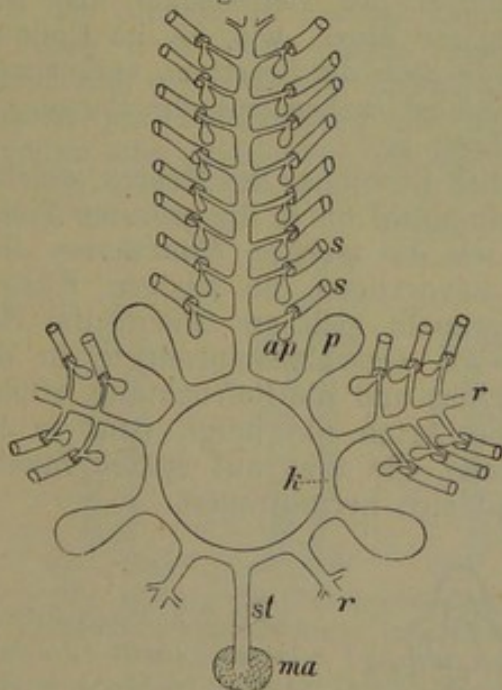


Fig. 271 a.



Fig. 271. Schema des Ambulacralgefäßsystems eines Seesterns, *ma* Madreporenplatte, *st* Steincanal, *k* Ringcanal, *p* Poli'sche Blasen, *r* Ambulacralgefäße, *s* Füßchen, *ap* Ambulacralampullen.

Fig. 271 a. Querschnitt durch den Steincanal von *Astropecten aurantiacus* (nach Ludwig).

in derselben seine Füßchen aus, verankert sich mit den Saugscheiben und zieht dann den Körper durch Verkürzung der Füßchen nach. Bei den festsitzenden *Crinoideen* und den sich schlängelnden *Ophiuroideen* sind die Ambulacralanhänge nicht als Füßchen, sondern als Taster entwickelt, dienen nicht zur Fortbewegung und haben keine Saugscheiben und keine Ampullen. Auch bei *Seeigeln* und *Holothuriern* sind mancherorts die Füßchen durch Tentakeln ersetzt. Gewöhnlich endigt jedes Ambulacralgefäß mit einem unpaaren Tentakel, welcher als Geruchsorgan functioniren soll.

Die Anordnung des Ambulacralgefäßsystems bestimmt die Anordnung der übrigen Organe. Neben dem Steincanal kann ein früher mit Unrecht „Herz“ genanntes schlauchförmiges Organ verlaufen, welches jetzt als lymphoide Drüse („glande ovoide“, Paraxondrüse) gedeutet wird. Den Ringcanal begleitet ein Blutgefäßring, die Ambulacralgefäße begleiten 5 radiale Blutgefäße zu denen sich oft noch 2 weitere am Darm hinziehende Gefäße gesellen. Auch das

Ambulacrale  
und inter-  
ambulacrale  
Organe.



Nervensystem beginnt mit einem perioralen, häufig noch im Ektoderm lagernden Nervenring und setzt sich in 5 Ambulacralnerven fort. Ausserdem kann ein vielleicht vom Peritonealepithel abstammendes „enterocoelisches“ oder „apicales“ Nervensystem vorhanden sein.

Die vom Centrum gemeinsam ausstrahlenden Ambulacralgefässe, Blutgefässe und Nerven markiren im Körper gewisse Hauptlinien, die Radien erster Ordnung oder die Ambulacralradien; zwischen denselben interambulacral oder in den Radien zweiter Ordnung interradiäler mündet dagegen der Steincanal mit der Madreporenplatte und liegt das „Herz“. Ebenfalls interambulacral sind die Geschlechtsorgane angebracht, welche entweder 5 einzelne oder 5 Paar traubige Drüsen resp. Drüsengruppen darstellen; sie sind in der geräumigen Leibeshöhle an besonderen Aufhängebändern befestigt. In der Leibeshöhle findet sich ausserdem noch der durch ein Mesenterium an der Körperwand aufgehängte Darmcanal.

Zur Athmung dienen bei den Echinodermen die verschiedenartigsten Einrichtungen: dünnwandige Ausstülpungen der Leibeshöhle über die Körperoberfläche hinaus, Kiemen im engeren Sinne, wie sie im Umkreis des Peristoms der Seeigel und auf dem Rücken der Seesterne vorkommen, ferner die mannichfachen Anhänge des Ambulacralsystems, die Bursae der *Ophiuren*, die Wasserlungen der *Holothurien* etc.

Die *Echinodermen* sind ausschliesslich Bewohner des Meeres, welches sie in ganz aussergewöhnlicher Individuenzahl bis in die grössten Tiefen hinein bevölkern. Manche Gruppen, wie die meisten *Haarsterne*, sind vorwiegend Tiefseebewohner, andere bevorzugen die felsigen Küsten. Namentlich zur Fortpflanzungszeit sammeln sich am Meeresufer *Seeigel*, *Seesterne* und *Holothurien*, um die Geschlechtsproducte in das Wasser zu entleeren, wo ihre Vereinigung und die Befruchtung erfolgt. Daneben kommt es vor, dass manche Arten die junge Brut in besonderen Behältern der Körperoberfläche, die erst auf späten Stadien der Entwicklung verlassen werden, mit sich herumtragen.

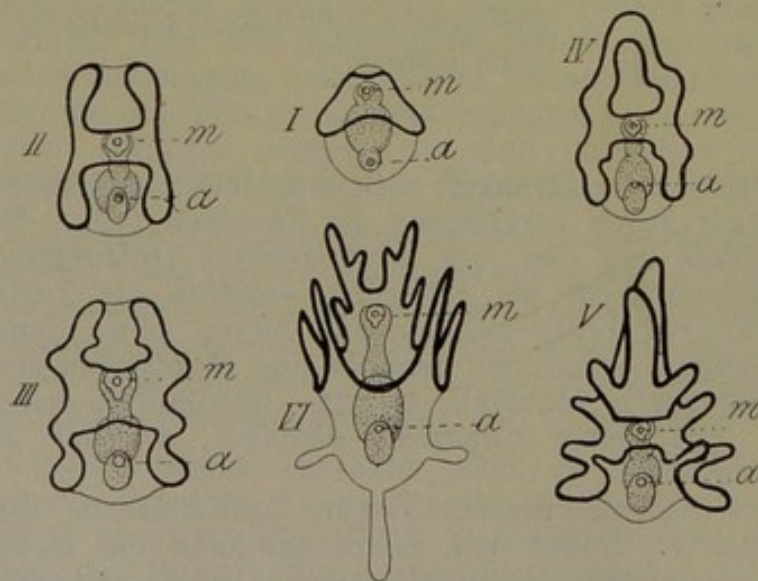


Fig. 272. Echinodermenlarven (nach Johannes Müller). *m* Mund, *a* After. *I* gemeinsame Ausgangsform aller Larven. *II*, *III* Entwicklungsstadien der *Holothurien* - *Auricularia*. *IV*, *V* Entwicklungsstadien der *Asteriden* - *Bipinnaria*. *VI* *Pluteus* eines *Spatangiden*. Die schwarze Linie bezeichnet den Verlauf der Wimperschnur.

Entwicklung.

Wo keine Brutpflege vorhanden ist, schlüpfen aus den Eiern Larven aus, welche frei schwimmend an der Oberfläche des Wassers pelagisch leben und sich von den ausgebildeten Thieren ganz wesentlich unterscheiden, einmal durch ihre weiche, gallertige und durchsichtige Beschaffenheit, zweitens durch ihre bilaterale Symmetrie (Fig. 272).



Durch Entwicklung von lappigen Fortsätzen und dünnen, von Kalkstäben gestützten Armen gewinnen sie ein höchst abenteuerliches und verschiedenartiges Aussehen (*Plutei* der Seeigel und Ophiuren, *Brachiolarien* und *Bipinnarien* der Seesterne, *Auricularien* der Holothuriern); sie lassen sich aber alle auf eine gemeinsame Ausgangsform zurückführen, welche durch die Anwesenheit eines dreitheiligen Darms und einer den Mund umgebenden Flimmerschnur an manche Wurmlarven, besonders an die *Tornaria* des *Balanoglossus*, erinnert. Die Unterschiede im Aussehen der Larven sind einerseits bedingt durch die Art der Ausbuchtungen der Wimperschnur, andererseits dadurch, dass dieselbe in zwei oder mehrere sich von Neuem schliessende Stücke zerlegt wird (Fig. 272 V).

Die Umwandlung der bilateralen Larve in das radial gebaute Echinoderm ist sehr complicirt; sie wird frühzeitig vorbereitet durch Ausstülpungen des Darms, welche sich abschnüren und die „Vasoperitonealblasen“, die Anlagen der Leibeshöhle und des Ambulacralgefässsystems liefern (Fig. 273). Von der Anlage der Leibeshöhle, welche entweder von Anfang an paarig ist oder doch bald paarig wird, bei *Crinoideen* direct vom Darm, trennt sich das unpaare, linksseitige Ambulacralsäckchen und giebt den Anstoss zur Umwandlung der streng bilateralen Larve in das radial-symmetrische *Echinoderm*; es dehnt sich zu einem den Oesophagus um-

Fig. 273.

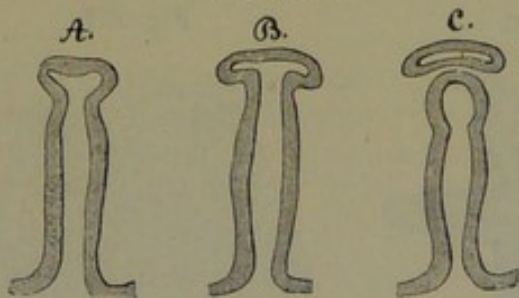


Fig. 273. Bildung des Wassergefässsystems und der Leibeshöhle eines *Echinus* (aus Heider-Korschelt). A Erste Anlage der Vasoperitonealblase; B dieselbe beginnt sich vom Darm abzuschnüren; C vollkommene Abschnürung derselben.

Fig. 274.

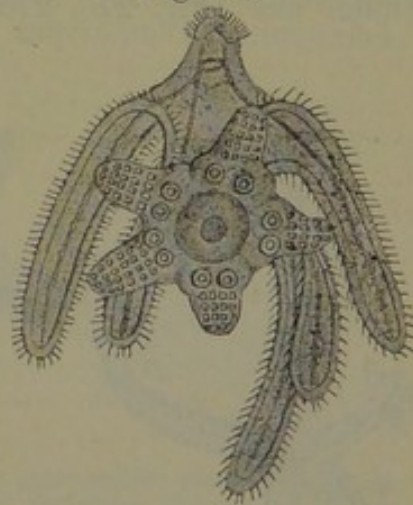


Fig. 274. Bildung der *Ophiure* von der *Pluteus*larve aus (nach Joh. Müller aus Heider-Korschelt).

schliessenden Ring aus, welcher 5 radiale Ausstülpungen, die Anlagen der Ambulacralgefässe, bildet. Indem diese die Körperoberfläche vor sich hertreiben, entstehen bei den *Seesternen*, welche die Verhältnisse am klarsten erläutern, die Arme als Auswüchse, welche an Knospen erinnern (Fig. 274). Dies hat dazu geführt, die Arme eines Seesterns als Individuen für sich, den ganzen Seestern und so auch jedes andere Echinoderm als eine Colonie von 5 Individuen aufzufassen. Die Entwicklung würde dieser Auffassung zu Folge eine Art Generationswechsel sein, die Echinodermenlarve eine Amme, welche durch Knospung einen Stock von 5 Geschlechtsthiern erzeugt. So bestechend diese Ansicht auch ist, so entspricht sie doch nicht den thatsächlichen Verhältnissen, indem sie einen nicht durchführbaren Gegensatz zwischen Larve und fertigem *Echinoderm* annimmt. Mit ihren wichtigsten Organen geht erstere in letzteres über; das



*Echinoderm* bringt die Anlagen nur zu weiterer Entfaltung, wie auch ein *Insect* viele in der Larve noch fehlenden oder unvollkommen entwickelten Organe im Laufe seiner Metamorphose erzeugt; wie die Insectenentwicklung, ist auch die Echinodermenentwicklung eine Metamorphose. — Systematik. Schon bei einer oberflächlichen Betrachtung kommt man dazu, die Echinodermen in 4 Classen zu theilen, die *Asteroideen*, *Crinoideen* (*Pelmatozoen*), *Echinoideen* und *Holothurien*. Von den *Asteroideen* trennt man neuerdings allgemein die *Ophiuroideen*; dagegen kann man getheilte Meinung sein, ob man die *Crinoideen* oder die *Asteroideen* als die ursprünglicheren Formen an die Spitze stellen soll. Die schwerwiegenden Gründe sprechen zu Gunsten der *Crinoideen*; dagegen sind die *Asteroideen* unzweifelhaft geeigneter, um in das Studium der *Echinodermen* einzuführen.

## I. Classe.

### Asteroideen, Seesterne.

Am Körper eines *Seesterns* kann man zwei Bestandtheile unterscheiden, die centrale Körperscheibe und die von ihr in der Regel in Fünffzahl ausstrahlenden Arme (Fig. 281). Das Verhältniss, in dem beide Theile zu einander stehen, schwankt zwischen zwei Extremen: bei manchen *Seesternen* spielen die Arme die Hauptrolle, und die Körperscheibe sieht nur wie die Verwachsungsstelle ihrer proximalen Enden aus (Fig. 275, 276); auf der anderen Seite kann die Körper-

Fig. 276.

Fig. 277.

Fig. 275.

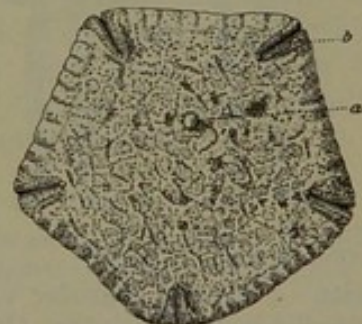
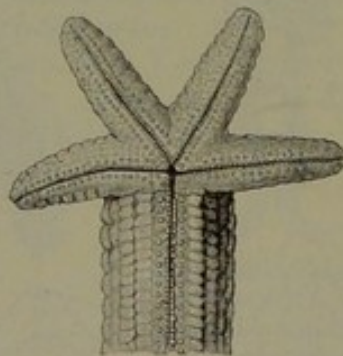
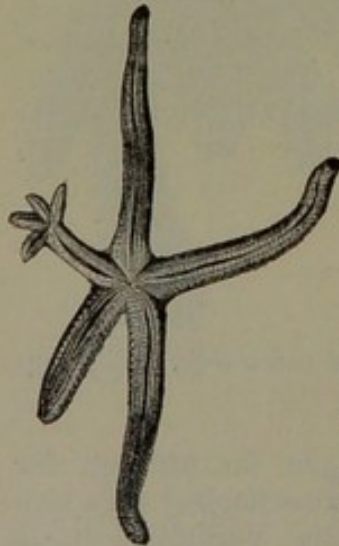


Fig. 275. Kometenform von *Linckia multiflora* (aus Heider-Korschelt). Einer der 5 Arme erzeugt durch Knospung einen neuen Seestern.

Fig. 276. *Ophidiaster Ehrenbergi*, Kometenform (der ursprüngliche Arm nur zum kleinsten Theil dargestellt) (nach Haeckel).

Fig. 277. *Culcita pentangularis*, vom Rücken gesehen. *b* aufgebogene Enden der Ambulacralfurchen, *a* Madreporienplatte (aus Ludwig).

scheibe an Bedeutung gewinnen, sich auf Kosten der Arme vergrössern und diese gleichsam in sich aufsaugen, so dass sie nur als die fünf Ecken der pentagonalen Scheibe zur Geltung kommen (Fig. 277, 279).

Ferner unterscheiden wir am *Seestern*, und zwar sowohl an den Armen wie an der Körperscheibe, eine dorsale und eine ventrale Seite, welche mit schmalen Randpartieen in einander übergehen. Die ventrale Seite ruht bei normaler Stellung des Thieres auf dem Boden; sie trägt



die im Centrum angebrachte Mundöffnung und die von dieser beginnenden, bis in die Armspitzen reichenden fünf Ambulacralfurchen; dorsal dagegen lagert nahezu im Centrum der After (sofern er nicht rückgebildet ist) und excentrisch in einem der Interambulacra die Madreporenplatte (Fig. 277 a). (Bei vielarmigen Seesternen können 2—16 Interradien mit Madreporen ausgerüstet sein.)

Die Haut eines *Seesterns* ist überall von grossen und kleinen an einander gefügten Kalkplatten geschützt; dieselben machen den Körper eines toten *Seesterns* hart und starr; während des Lebens aber sind sie so sehr verschiebbar, dass der *Seestern* in ganz überraschender Weise seine Arme einrollen und umbiegen und seinen Körper durch enge Oeffnungen und Spalten hindurchschieben kann. Unter den Skeletstücken verdienen besondere Beachtung die Ambulacralia, welche das Dach der Ambulacralfurche bilden und, wie man am besten auf Querschnitten durch einen Arm sieht, diese Furche gegen die Leibeshöhle der Arme abschliessen (Fig. 278). In jedem Arm sind zwei Reihen von Ambulacralia vorhanden, welche wie Dachsparren in der Mittellinie zusammenstossen. Ein in dieser Weise zusammengefügttes Paar nennt man einen Ambulacralwirbel, weil die Paare in der Längsrichtung des Armes wie Wirbel auf einander folgen. An die seitlichen Enden eines „Wirbels“ fügen sich die Adambulacralia und an diese wieder die minder constanten Marginalia, welche die Seitenwände der Arme panzern (Fig. 278 ad,  $m^1$ ,  $m^2$ ). An der Spitze der Arme enden die Ambulacralreihen mit einem unpaaren Terminalstück.

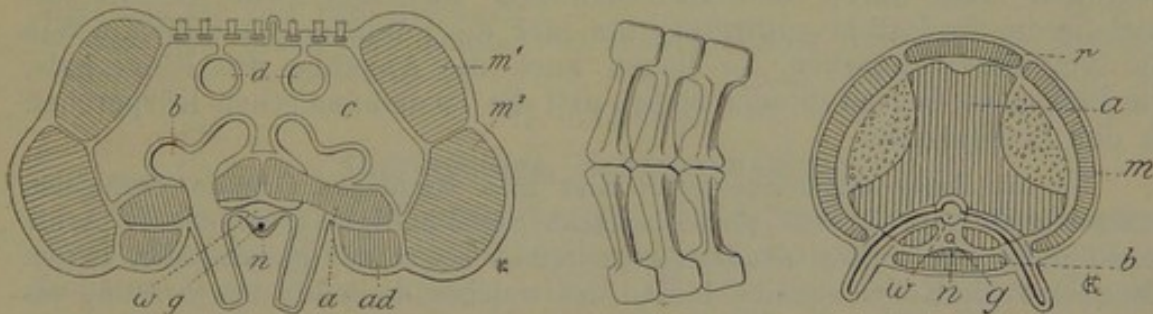


Fig. 278. Links Querschnitt durch den Arm von *Astropecten aurantiacus*, in der Mitte 3 aus je zwei Ambulacralien bestehende Wirbel desselben Thieres, von oben gesehen, rechts Querschnitt durch den Arm von *Ophiothrix fragilis*.  $m$  ( $m^1$   $m^2$ ) Marginalia,  $a$  Ambulacralia (bei *Astropecten* auf der linken Seite zum Theil durch den Füsschencanal verdeckt),  $ad$  Adambulacralia,  $b$  Bauchplatten,  $r$  Rückenplatten der Ophiuren;  $n$  Ambulacralnerv,  $g$  Blutgefäss,  $w$  Wassergefäss;  $b$  Ampulle,  $c$  Leibeshöhle,  $d$  Darmblindsäcke.

Die Organe eines Seesterns liegen zum Theil in der Leibeshöhle, zum Theil in der Ambulacralfurche. Der Leibeshöhle gehört der Darm an, welcher geraden Wegs vom Mund zum Rücken emporsteigt, um dort auszumünden oder blind geschlossen zu endigen (Fig. 279, 280); durch eine Einschnürung wird er in eine untere grössere und obere kleinere Ausweitung abgetheilt. Letztere geht in den oft mit Blindsäcken besetzten Afterdarm über und giebt in die Leibeshöhle der Arme 5 Canäle ab, die sich in 5 Paar Blindsäcke, die reich mit Ausbuchtungen besetzten Leberschläuche, gabeln. Neben den Leberschläuchen liegen die langen, traubigen Geschlechtsdrüsen, welche im Winkel zwischen zwei Armen münden (Fig. 279, 280). In der



Leibeshöhle sind endlich noch die Anfänge des Ambulacralgefäßsystems eingeschlossen; der Steincanal, begleitet von der ovoiden Drüse (dem „Herzen“, Fig. 280), steigt in einem der Interambulacra von der Madreprorenplatte zu dem die Mundöffnung umgebenden Ringcanal herab.

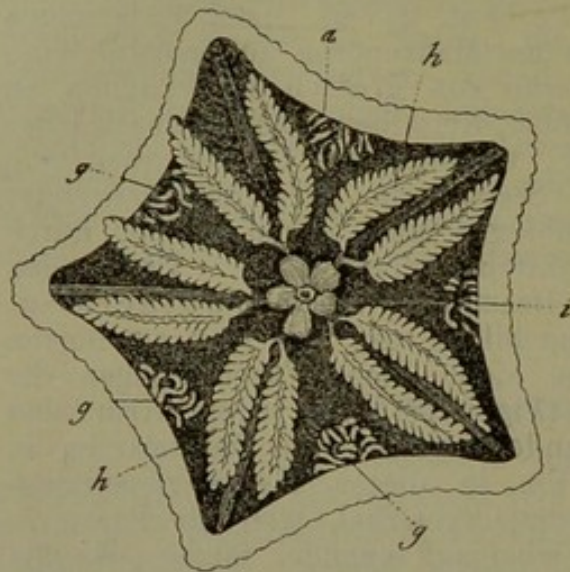


Fig. 279. *Asteriscus verruculatus*, vom Rücken aus geöffnet (nach Gegenbaur). *h* Leberblindschläuche, *i* rosettenförmiger Magen mit After, *g* Geschlechtsdrüsen.

Am Grund der Ambulacralfurche zwischen den Füßchen findet man die ambulacralen Nerven, Blutgefäße und Wassergefäße. Die im Ektoderm liegenden Ambulacralnerven enden an der Spitze der Arme mit einem Pigmentfleck, der den Bau eines sehr vereinfachten Facettenauges hat. Ausser ihnen werden noch tiefer gelegene Nerven beschrieben, einer neben dem Blutgefäß, ein zweiter im Epithel des Armcöloms. Von den ambulacralen Wassergefäßen (Fig. 278) treten Seitenäste ab und versorgen die Füßschencanäle, welche in der Leibeshöhle mit den Ampullen

beginnen und durch den Zwischenraum zwischen zwei Ambulacralwirbeln in die Furche eintreten, um hier die Füßchen zu bilden. Wie die Ambulacralampullen, so liegen auch die Anhänge des Ringcanals, die Poli'schen Blasen (5 oder mehr) und die Tiedemann'schen Körperchen in der Leibeshöhle.

Da die Arme eines Seesterns fast alle wichtigen Organe enthalten, erklärt sich ihre grosse physiologische Selbständigkeit; abgelöste Arme leben nicht nur weiter, sondern regenerieren sogar das ganze Thier, indem sie zuerst die Körperscheibe bilden, an welcher dann die neuen Arme als kleine Knospen herauswachsen (Kometenform) (Fig. 275, 276); die Ablösung kann entweder durch Verletzung herbeigeführt oder, was nicht selten vorkommt, spontan eingetreten sein.

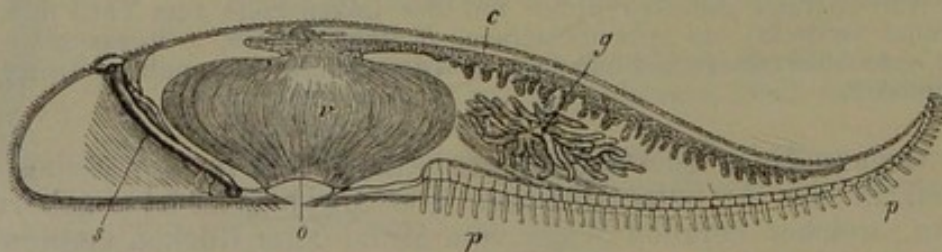


Fig. 280. Ein durch ein Ambulacrum und das entgegengesetzte Interambulacrum geführter Radialschnitt von *Solaster endeca*. *s* Steincanal mit Madreprorenplatte, daneben das „Herz“, *o* Mund, *v* Magen, *c* Leberschlauch, *g* Geschlechtsdrüsen, *p* Füßchen.

Ein Beispiel für ansehnliche Arme und kleine Mundscheibe liefern die *Asteriaden*, bei denen die Füßchen in 5 Reihen stehen: *Asterias glacialis* J. Müll., einer der verbreitetsten Seesterne. Mittleren Ausbildungsgrad



der Arme zeigen die afterlosen *Astropectiniden*: *Astropecten aurantiacus* Gray. Reduction der Arme zu Gunsten der pentagonalen Mundscheibe findet sich bei *Pentacerontiden*: *Culcita coriacea* M. Tr. (Fig. 277).

Fig. 281.

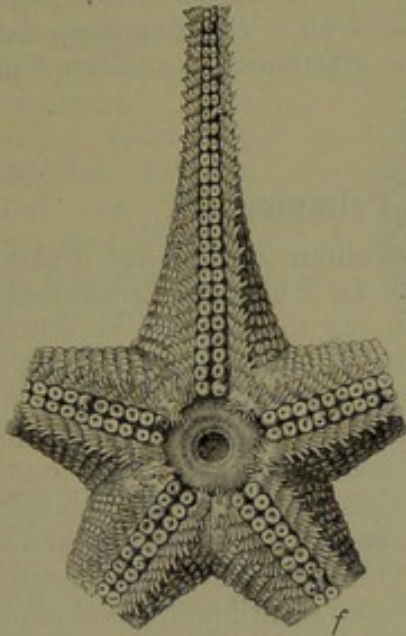


Fig. 282.

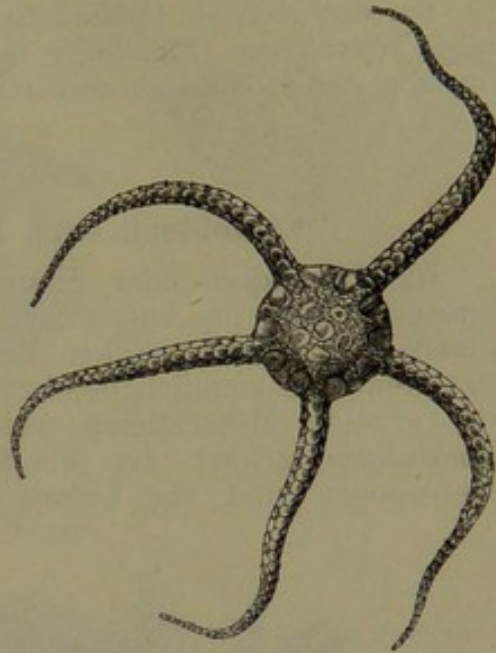


Fig. 281. *Pythonaster Murrayi* (nach Sladen), in ventraler Ansicht. f die von der Mundöffnung ausstrahlenden Ambulacralfurchen mit den Füßchenreihen. (Die Arme sind nur zum Theil dargestellt.)

Fig. 282. *Ophioglypha bullata*, vom Rücken gesehen (nach Wyville Thomson).

## II. Classe.

### Ophiuroidea, Schlangensterne.

Wie bei den *Asteroideen* besteht der Körper der *Schlangensterne* (Fig. 282) aus Körperscheibe und 5 davon ausgehenden, ab und zu dichotom verästelten Armen. Doch ist der Bau von beiden Theilen ein wesentlich anderer. In den Armen sind die linken und rechten Ambulacralia eines Paares enorm vergrößert und zu einem einheitlichen Wirbel verwachsen (Fig. 278 rechts). Da in Folge dessen die Armleibeshöhle bis auf einen engen Spalt verkleinert ist, fehlen die Leberschläuche, und ist der des Afters entbehrende Darm auf die Mundscheibe beschränkt. Die Ambulacralfurchen sind durch ventrale Platten zu Canälen geschlossen. Die ampullenlosen Füßchen haben keine Saugscheiben und dienen nur zum Tasten, da die Fortbewegung durch schlängelnde Bewegungen der ganzen Arme ermöglicht wird. Die Madreporenplatte liegt auf der ventralen Seite. Ebenfalls ventral öffnen sich mit schlitzförmigen Spalten 5 Paar Bursae, dünnwandige, zum Athmen dienende Säcke, in welche auch die Geschlechtsdrüsen münden.

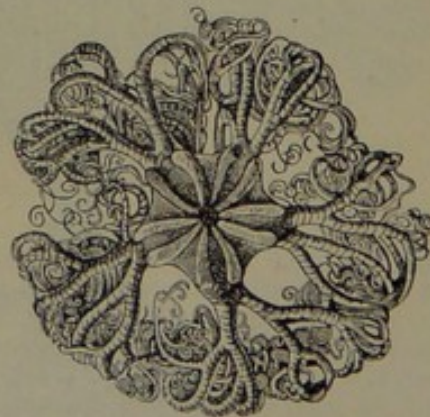


Fig. 283. *Astrophyton arborescens* (aus Ludwig).



Bei manchen Schlangensternen [der Gattungen *Ophiocnida*, *Ophiothela*, *Ophiocoma*, namentlich aber bei jungen Exemplaren von *Ophiactis virens* kommt es zu einer Art ungeschlechtlicher Fortpflanzung (Schizogonie), indem der Seestern sich quer durch die Mundscheibe hindurch in 2 Thiere theilt, welche die fehlenden Theile regeneriren.

Bei den meisten *Ophiuroideen* sind die Arme unverästelt (*Ophioglyphabullata* Wyv. Thom. [Fig. 282]; *Ophiothrix fragilis* Düb.). Bei den *Euryaliden* sind die Arme dichotom verästelt (*Astrophyton arborescens* Ag. [Fig. 283]).

### III. Classe.

#### Crinoideen oder Haarsterne, Pelmatozoen.

Die *Crinoideen* oder *Haarsterne* bilden einen Zweig der *Echinodermen*, welcher im Aussterben begriffen ist. In früheren Erdperioden, namentlich im paläozoischen Zeitalter, waren sie massenhaft vertreten; jetzt lebt eine ziemlich beschränkte Zahl von Gattungen und Arten in sehr grossen Meerestiefen weiter, und nur die kleine Familie der *Comatuliden* gehört der oberflächlichen Küstenfauna an. Auf dem Meeresboden sind die *Crinoideen* mittelst eines langen, von einem

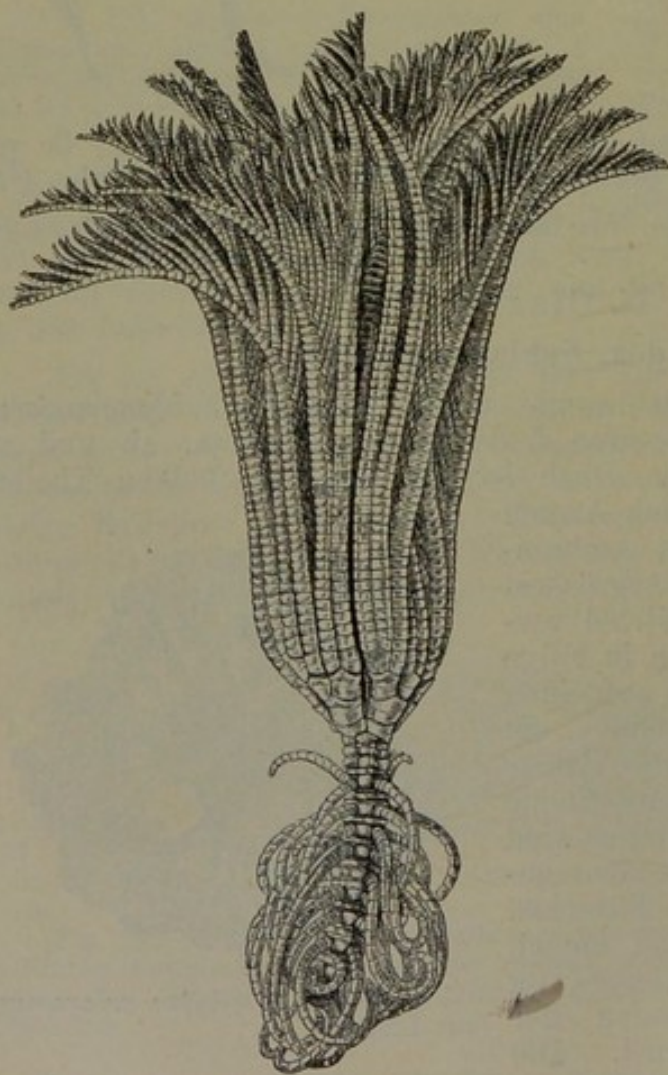


Fig. 284. *Pentacrinus maclearanus* (nach Wyville Thomson).

Centralcanal durchsetzten Stieles festgewachsen (Fig. 284); derselbe besteht aus rundlichen, scheibenförmigen Stücken, welche über einander geschichtet sind und oft seitlich entspringende, in fünf Reihen angeordnete, rankenartige Ausläufer, die Cirren, tragen. Die Befestigung mittelst eines Stieles fehlt den *Comatuliden* (Fig. 285), welche entweder mit ihren später zu besprechenden Armen im Wasser schwimmen oder sich mit ihnen an Tangen anranken. Indessen haben diese Thiere während ihrer Entwicklung das sogenannte *Pentacrinus*-Stadium zu passiren, während dessen sie mit einem Stiel angewachsen sind, ein sicherer Beweis, dass die festsitzende Lebensweise für die *Crinoideen* der ursprüngliche Zustand war (Fig. 286). Bei den *Comatuliden* erhält sich, wenn sie sich später ablösen, wenigstens ein Rest des Stiels, das oberste Glied mit seinen



Cirren, das „Centrodorsale“; es verwächst mit den untersten Kelchplatten, den Infrabasalien.

Auf dem obersten Stielglied balanciert ein kelchförmiger Körper, dessen Rand 5–10 meist verästelte Arme trägt. Die Seitenwandungen des Kelchs sind von polygonalen Kalkplatten fest gepanzert. Zunächst folgt gewöhnlich auf den Stiel ein Kranz von fünf Platten, die Basalien (Fig. 287 *b*); mit ihnen alterniert ein zweiter Kranz von Platten, die Radialien (*r*); dazu kann noch ein Kranz von Infrabasalien kommen, welche unterhalb der Basalien mit den Radialien auf gleicher Linie stehen.



Fig. 285.

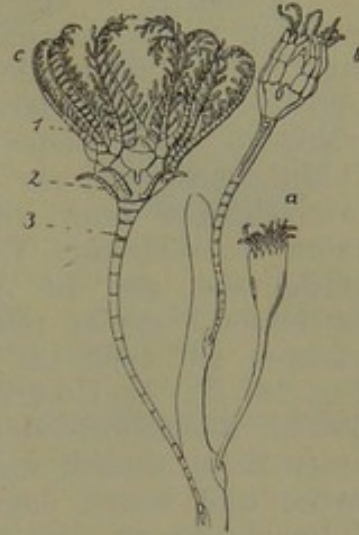


Fig. 286.

Fig. 285. Ausgebildetes Thier von *Antedon macronema* (nach Carpenter).

Fig. 286. *a, b, c* verschieden alte *Pentacrinus*stadien von *Antedon rosacea*. 1 Arme, 2 Cirren, 3 Stiel.

An die Radialien schliessen sich vielfach direct die Stücke des Armskelets, die Brachialien, an (Fig. 287). Sehr häufig kommt es aber vor, dass die Arme sich ein- oder mehrmal dichotom verästeln,

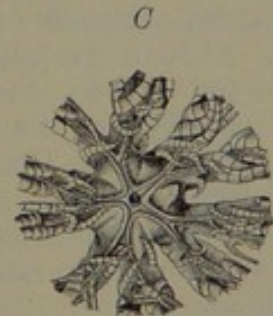
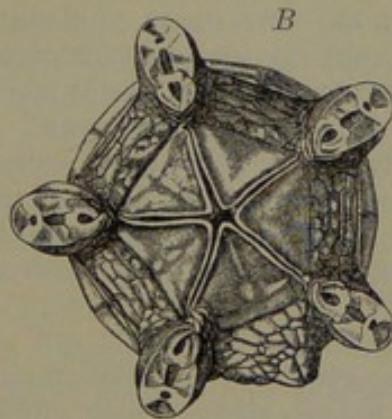


Fig. 287. *Hyocrinus Bethleyanus*. *A* oberes Ende des Stiels mit dem Kelch und der Basis der 5 Arme. *br* Brachialia, *r* Radialia, *b* Basalia. *B* Kelch, von der oralen Seite gesehen, mit Basis der Arme, Mundöffnung, 5 Oralien und ambulacralen Furchen. In einem Interradius der After. *C* zum Vergleich der Kelch einer *Antedon macronema* mit 5 verästelten Ambulacalfurchen und 10 nur im basalen Abschnitt dargestellten Armen.

dass ferner die Basis der Arme und ihre erste Gabelung in den Kelch hinein bezogen wird, was dann zur Folge hat, dass zehn Arme von der Kelchperipherie zu entspringen scheinen. Im letzteren Fall rechnet



man die untersten Brachialien zum Kelch und nennt sie ebenfalls Radialia, und die nach der Gabelung entstehenden Doppelreihen Radialia distichalia (Fig. 284, 285). Von den Armen entspringen in einer linken und rechten Reihe die Pinnulae, lancettförmige, von Kalkstücken gestützte Blättchen, in denen die Geschlechtsorgane reifen, bis sie durch Platzen frei werden.

In der Mitte der Mundscheibe, welche den Kelch nach oben abschliesst, findet sich die Mundöffnung, häufig umstellt von 5 interradian angebrachten Skeletstücken, den Oralien. Dieselbe ist im Gegensatz zu den übrigen Echinodermen, welche mit der Mundöffnung nach abwärts kriechen, vom Boden abgewandt; sie führt in einen geräumigen Nahrungsschlauch, an dem man Anfangsdarm, Magen- und Enddarm unterscheiden kann; letzterer mündet interambulacral nahe der centralen Mundöffnung. Vom Mund aus beginnen fünf Ambulacralfurchen, welche sich auf die Arme fortsetzen und bis an das äussere Ende der feinen Pinnulae reichen (Fig. 287 B); bei den zehnamigen Formen erfahren sie noch im Bereich der Mundscheibe ihre erste Gabelung (Fig. 287 C). Im Umkreis des Mundes beginnen ferner Ambulacralfässersystem, Blutgefässsystem und Nervensystem mit einem Ring; sie verlaufen dann ähnlich wie bei den *Asteroideen* am Grund der Ambulacralfurche und treten sogar auf die Pinnulae über, um sich zu verästeln. Unterschiede zu den Seesternen sind darin gegeben, dass die Saugfüsschen, welche bei der sitzenden Lebensweise werthlos sein würden, durch zarte, zum Tasten dienende Schläuche oder Tentakeln, an denen die Ampullen fehlen, ersetzt sind. Ferner fehlt ein typischer Steincanal; an Stelle desselben gehen vom Ringcanal fünf oder viele hundert Röhrchen aus, welche in die Leibeshöhle münden; ihren Mündungen gegenüber liegen feine Oeffnungen in der Mundscheibe, die Kelchporen, durch welche das Wasser in die den Steincanal ersetzenden Röhrchen eingeleitet wird. Endlich ist auch das ambulacrale Nervensystem schwach entwickelt; es wird sogar von manchen Forschern ganz in Abrede gestellt. Dagegen ist das enterocöle Nervensystem auffallend stark; es bildet ein antiambulacrales Centralorgan, Faserstränge, die in der Axe der Radialia und Brachialia verlaufen und sich im Centrodorsale zu einem Ring vereinigen. Im Centrodorsale beginnt auch ein räthselhaftes Organ, das in der Kelchaxe nach der Mundscheibe zu aufsteigt, das sogenannte Dorsalorgan, wahrscheinlich eine mit dem „Herzen“ der *Asteroideen* homologe lymphoide Drüse.

Die *Crinoideen* — vielfach im Gegensatz zu den *Blastoideen* und *Cystideen* auch *Eucrinoideen* genannt — zerfallen in zwei Gruppen: Die *Palaeocrinoideen* (*Tesselaten*) haben einen Kelch, dessen Seitenwandungen aus unbeweglich an einander gefügten dünnen Platten bestehen, dessen Ambulacralfurchen durch Kalkplättchen meist vollkommen gedeckt sind; sie lebten ausschliesslich im paläozoischen Zeitalter. *Oupressocrinus crassus* Gldf. — Die *Neocrinoideen* (*Articulaten*), ausgezeichnet durch offene Ambulacralfurchen und derbe, zum Theil gelenkig verbundene Kelchplatten, lösten die *Palaeocrinoideen* im mesozoischen Zeitalter ab; einige Familien haben sich bis auf die Neuzeit erhalten. In der Tiefsee leben die gestielten *Rhizocriniden* (Fig. 287) (*R. lofotensis* G. O. Sars) und *Pentacriniden* (*P. caput medusae* Lam.). Der Küstenfauna gehören die *Comatuliden* (Fig. 285) an, welche in der Jugend festsitzen, später unter Rückbildung des Stiels frei beweglich werden: *Antedon rosacea* Norm.



## Anhang.

In Kürze seien hier die von den ächten Crinoideen sehr abweichenden *Cystoideen* und *Blastoideen* erwähnt. Die ausschliesslich paläozoischen, besonders im Silur vertretenen *Cystoideen* gehören zu den ältesten Versteinerungen. Ihr kugelig Körper wird von zahlreichen polygonalen Platten gebildet, welche häufig durch die Porenrauten ausgezeichnet sind. Stiel- und Armapparat sind rudimentär und können ganz fehlen. *Echinosphaerites aurantium* His (Fig. 288). Gewisse früher zu den *Cystoideen* gerechnete Formen, die *Pleurocystiden*, *Aristocystiden*, *Palaeocystiden*, werden neuerdings unter dem Namen *Amphorideen* zusammengefasst und als Urahnen der Echinodermen gedeutet.

Die *Blastoideen* treten am Ende der Silurzeit auf, um schon zum Schluss der Steinkohlenperiode zu verschwinden. Arme fehlen vollkommen, dagegen ist die Mundöffnung von 5 blumenblattartigen Ambulacra umgeben. *Pentremites florealis* Say (Fig. 289).



Fig. 288. *Echinosphaerites aurantium* (aus Zittel).

## IV. Classe.

## Echinoideen, Seeigel.

Um den Bau der *Seeigel* zu verstehen, gehen wir von den regulären Formen aus, welche eine annähernd kugelige Gestalt besitzen (Fig. 290, 291). Bei ihnen liegen Mund und After einander gegenüber an den Enden der Hauptaxe, jede Oeffnung inmitten eines bei den einzelnen Familien in verschiedener Weise von Kalkplatten getäfelten Feldes, der After innerhalb des Periprocts, der Mund innerhalb des Peristoms, welch letzteres ausserdem die Sphaeridien und bei den regulären *Seeigeln* 5 Paar interambulacrale Kiemen trägt. Der zwischen Peristom und Periproct gelegene Haupttheil der Körperwand (Corona) besteht aus polygonalen Kalkplatten, welche meist fest zu einer unnachgiebigen Kapsel zusammengefügt sind und nur ausnahmsweise (*Echinothuriden*) gegen einander verschiebbar sind. Die Platten sind — wenn wir von den ausgestorbenen *Perischoëchiniden* absehen — in 20 meridionalen Reihen angeordnet oder, genauer ausgedrückt, in 10 Doppelreihen, da immer 2 Reihen in einem engeren Zusammenhang stehen. Fünf Doppelreihen heissen nach ihrer Lage in den Radien erster Ordnung die Ambulacren, die dazwischen gelegenen fünf übrigen die Interambulacren. Beiderlei Platten, die ambulacralen wie die interambulacralen, tragen kleine, halbkugelige Gelenkhöcker, auf denen nadelartig zugespitzte oder kolbig verdickte Stacheln äusserst beweglich durch Gelenkbänder und Muskeln befestigt sind, um so nicht nur wirksame Schutzorgane, sondern auch einen zur Fortbewegung dienenden Hebelapparat zu bilden. Von den Interambulacren



Fig. 289. *Pentremites florealis* (aus Zittel). a in seitlicher, b in oraler, c in aboraler Ansicht.



unterscheiden sich die Ambulacren vor Allem durch ihre Beziehungen zu den Füßchen; sie werden, da die Ambulacralampullen auf der Innenwand der Kapsel in der Leibeshöhle liegen, von den Füßschencanälen durchbohrt und tragen je nach der Zahl der Füßchen entweder ein oder mehrere Paare von Ambulacralporen. Diese für die meisten *Seeigel* charakteristische paarige Gruppierung der Poren hängt damit zusammen, dass die Verbindungen zwischen Füßchen und Ampullen durch doppelte Canäle hergestellt werden. Wenn man einen *Seeigel* in Bewegung von einem seiner Pole betrachtet, so sieht man aus dem Wald von Stacheln die zarten Füßchen tastend hervortreten, welche durch ihre Anordnung in fünf meridionalen Streifen die Ambulacra bezeichnen.

Fig. 290.

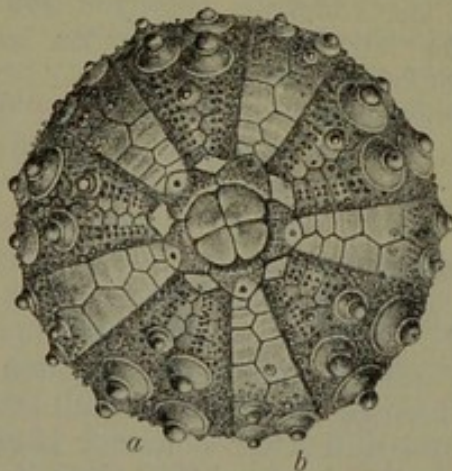


Fig. 291.



Fig. 290. *Coelopleurus floridanus* (nach Agassiz), seiner Stacheln beraubt, vom aboralen Pol betrachtet. *a* Ambulacra mit den Ocellarplatten, *b* Interambulacra, mit den Genitalplatten endend, im Centrum das aus 4 Platten bestehende Periproct.

Fig. 291. *Clypeaster subdepressus*, vom Rücken gesehen, um die petaloïden Enden der Ambulacra zu zeigen (nach Agassiz).

In der Beschaffenheit der Ambulacra unterscheidet man zwei systematisch wichtige Modificationen, die Bandform und die petaloïde (blumenblattartige) Form. Bei ersterer reichen die Füßchen in gleicher Ausbildung vom Periproct bis zum Peristom (Fig. 290); bei letzterer kann man einen dorsalen oder periproctalen und einen ventralen oder peristomialen Abschnitt unterscheiden (Fig. 291). Nur im ventralen Bereich sind stets locomotorische Füßchen vorhanden, aber so unregelmässig gestellt, dass keine auffällige Figur entsteht. Auf dem Rücken sind die Füßchen gewöhnlich zu Tentakeln modificirt. Die Ursprünge derselben sind äusserst regelmässig vertheilt und begrenzen 5 blumenblattartige Figuren um das Periproct herum, welche nach Entfernung der Stacheln besonders deutlich werden. — Im Umkreis des Peristoms zeigen die interambulacralen Platten bei allen regulären Seeigeln, mit Ausnahme der *Cidariden*, 5 Paar Ausschnitte; sie sind durch die Kiemen bedingt, 5 Paar dünnwandige, verästelte Ausstülpungen der Leibeshöhle.

Die 5 Ambulacra und die 5 Interambulacra enden am Periproct mit jedesmal einer unpaaren Platte; die fünf ambulacralen Platten (die „Radialia“ der allgemeinen Echinodermen-Anatomie) heissen Ocellarplatten, weil sie oft kleine, früher als Augen gedeutete



Pigmentflecke besitzen. Sie sind von den Enden des Ambulacralgefäßes und des Ambulacralnerven durchbohrt, welches letzterer hier mit dem Hautepithel verschmilzt. Die 5 Interambulacralplatten heißen Genitalplatten, weil sie meist die Mündungen der Geschlechtsorgane tragen. Eine der Genitalplatten ist gewöhnlich zugleich auch Madreporenplatte (Fig. 290).

Das Innere des kapselartigen Körpers wird von einem geräumigen Hohlraum, der Leibeshöhle (Fig. 293), eingenommen. An den Wandungen derselben ist der sehr dünnwandige Darm mittelst eines Mesenteriums

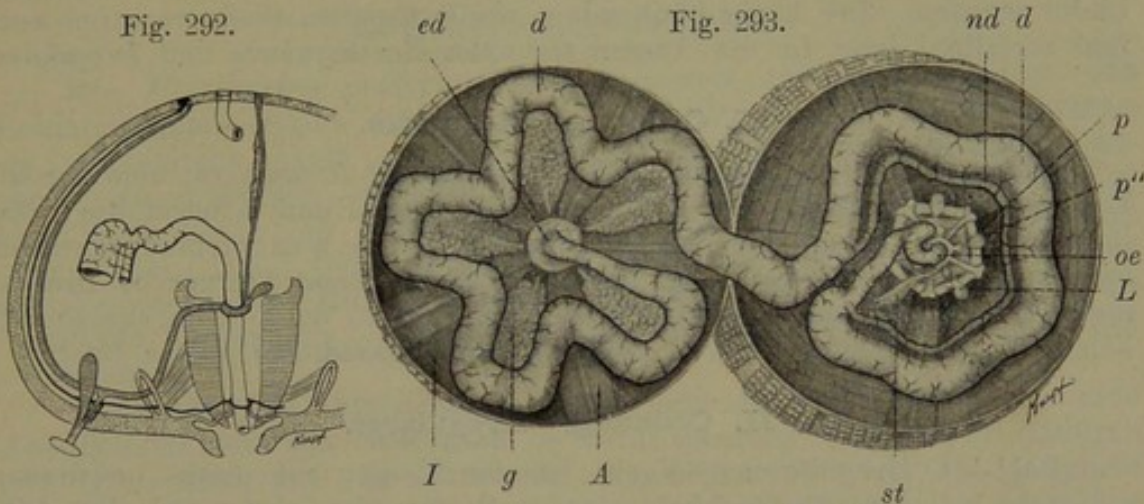


Fig. 292. Schema eines Längsschnitts durch einen Seeigel.

Fig. 293. Seeigel, im Äquator aufgeschnitten. *A* Ambulacrum, *I* Interambulacrum, *L* Laterne des Aristoteles, *o* Mundöffnung, *oe* Oesophagus, *d* Darm, *nd* Nebendarm, *ed* Enddarm, begleitet von 2 Blutgefäßen (*bl*), *st* Steincanal mit daneben verlaufendem „Herz“ (*a*), *m* Madreporenplatte, *p* Wassergefäßring mit Ausstülpungen, *p''* Ausstülpungen der Laternenmembran (beide werden als Poli'sche Blasen bezeichnet), *r* radiales Ambulacralgefäß, *f* Füßchen, *n* Radialnerv, *oc* dessen Ende (Ocellus), *au* Aurikel der Schale, *g* Geschlechtsorgane.

befestigt. Der Darm bildet bei den *Clypeastriden* eine einfache Spirale, sonst bildet er eine Doppelspirale; er steigt in der unteren Hälfte der Schale in einer Spiralwindung auf, kehrt dann um und gelangt mittelst einer rückläufig gewundenen Spirale in der oberen Hälfte zum After. Meist wird die erste Hälfte des Darms von dem Nebendarm begleitet, einer Röhre, die vom Anfangsdarm abzweigt und kurz vor dem Ende der ersten Spiraltour in den Darm wieder mündet. Mit Ausnahme der *Spatangiden* wird die Mundöffnung von fünf scharf zugespitzten Kalkplatten umstellt, den Zähnen, welche durch ein äußerst complicirtes System hebelartiger Kalkstäbchen und daran sich inserirender Muskeln bewegt werden. Man nennt den Apparat in seiner Gesamtheit die „Laterne des Aristoteles“, da er in die Leibeshöhle hinein einen Aufbau erzeugt, der einige Aehnlichkeit mit einer Laterne besitzt (Fig. 294).

Auf der Laterne des Aristoteles liegen der Blutgefäß- und Ambulacralring; von ihnen steigen in der Axe des Schalenraumes zum Periproct ovoide Drüse („Herz“) und Steincanal empor (Fig. 292). Der Blutgefäßring giebt zwei den Darm begleitende Gefäße ab, der Ambulacralring die 5 Ambulacralgefäße. Letztere verlaufen auf der Innenseite

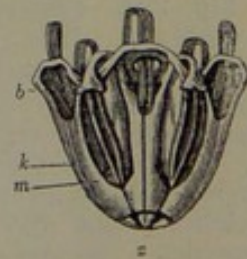


Fig. 294. Kauapparat (Laterne des Aristoteles) von *Strongylocentrotus lividus*. *b* Bügelstücke, *k* Kiefer, *z* Zähne, *m* Insertion der Muskeln (nach Schmarda).



der Ambulacra gemeinsam mit den Nerven, welche im Umkreis der Mundöffnung unter einander durch den Nervenring vereint sind. In der dorsalen Hälfte der Schalen liegen die fünf — selten nur vier oder zwei — unpaaren Geschlechtsdrüsen, welche auf den Genitalplatten interradianal wie bei *Seesternen* münden (Fig. 293).

Bei der Systematik müssen wir zunächst die ausschliesslich fossilen, dem Silur, Devon und der Steinkohle angehörigen *Perischoëchiniden* ausscheiden, bei denen zwar 5 Paar ambulacraler Plattenreihen vorhanden waren, die einzelnen Interambulacra dagegen von mehr als 2 Plattenreihen gebildet wurden. Die übrig bleibenden, theils fossilen, theils recenten Seeigel zerfallen dann in die beiden Gruppen der *Regulares* und *Irregulares*.

### I. Ordnung. Regulares.

Die regulären Seeigel haben bandförmige Ambulacra, eine nahezu kugelige Körpergestalt und polar gelegene Mund- und Afteröffnung. Zu ihnen gehören die an den europäischen Küsten so weit verbreiteten *Echiniden*: *Echinus esculentus* L., *E. microtuberculatus* Blainv., ferner die *Echinometriden*: *Sphaerechinus granularis* A. Ag., der zu entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen so viel benutzte *Strongylocentrotus lividus* Brdt.

### II. Ordnung. Irregulares.

Bei den irregulären Seeigeln ist der Körper abgeplattet, entweder schwach bei den *Spatangiden*, oder stark scheibenförmig bei den *Clypeastriden*. Von den Ambulacren sondern sich fast stets die dorsalen

Hälften und nehmen die petaloide Gestalt an. Aus dem Periproct, welches dauernd inmitten der petaloiden Rosette liegt, rückt der After in ein Interambulacrum, welches nach der Bewegungsrichtung der Thiere als das hintere bezeichnet werden kann; bei manchen Thieren ist die Verlagerung so bedeutend, dass der After auf dem Rand der Körperscheibe, ja sogar auf der ventralen Seite liegen kann (Fig. 296). Umgekehrt kann die Mundöffnung auf der ventralen Seite nach vorn rücken; da sie bei dieser Verschiebung nach wie vor das Ausstrahlungscentrum der functionirenden Füsschenreihen bleibt, so müssen 3 von diesen, die nach vorn gewandt sind, immer kleiner werden, die 2 nach rückwärts gewandten, welche das After-Interambulacrum begrenzen, müssen sich dagegen verlängern; sie

Fig. 295.



Fig. 295. Pedicellarien. a geschlossen, b geöffnet.

Fig. 296.



Fig. 296. Junger *Spatangus purpureus*, nach Entfernung der Stacheln von der Bauchseite gesehen; vorn die Mundöffnung in Form eines Querspalt, am hinteren Ende der After, zwischen beiden das Bivium, welches keine Stachelhöcker hat (nach Agassiz).

dienen hauptsächlich zur Fortbewegung; man sagt daher, dass die irregulären Seeigel auf dem Bivium kriechen.

Bei den *Clypeastriden* (Fig. 291) unterbleibt die Lageveränderung des Mundes; dieser behält daher die Gestalt einer runden Oeffnung und zugleich auch den Kauapparat bei: *Clypeaster subdepressus* A. Ag., *Echinocyamus*



*pusillus* Gray, *Encope emarginata* L. Ag. Bei den *Spatangiden* (Fig. 296) dagegen: *Spatangus purpureus* Leske, *Echinocardium cordatum* Gray, *Brissus unicolor* Klein, rückt die Mundöffnung nach vorn, wird eine quere Spalte und besitzt keine Zähne mehr. Bei den *Spatangiden* ist daher die ursprünglich radial symmetrische Grundform der Echinodermen vollkommen zu einer bilateralen geworden.

## V. Classe.

**Holothurien, Seewalzen.**

Die *Holothurien* entfernen sich von dem typischen Habitus des Echinodermenstammes am meisten. Auf den ersten Blick scheinen sie vollkommen nackt zu sein und des sonst so auffallenden Hautskelets zu entbehren; nur bei genauer Untersuchung findet man in der Haut noch Reste von Verkalkungen in Form kleiner Platten, Rädchen oder Anker. Dafür besitzen sie einen stark entwickelten, mit der Haut fest verwachsenen Muskelschlauch, gebildet von longitudinalen und circulären Faserzügen, welche den Thieren etwas Derbes, Lederartiges verleihen.

Gewinnen die Thiere schon durch den Hautmuskelschlauch eine Aehnlichkeit mit den *Würmern*, so wird dieselbe noch weiter dadurch gesteigert, dass die den After und den Mund verbindende Hauptaxe des Körpers stark verlängert ist und bei der Fortbewegung nicht wie bei allen übrigen Echinodermen senkrecht, sondern parallel zum Boden gestellt ist. Damit hängt eine hochgradige Störung der radialen Symmetrie zusammen. Der auf dem Boden aufliegende Theil der Körperwand wird zur Bauchfläche; er unterscheidet sich vom Rücken durch lichtere Färbung und eine mehr oder minder ausgesprochene Abplattung. Von den 5 Ambulacren, welche vom oralen zum aboralen Pol ziehen, sind meist nur die 3 ventralen (Trivium) mit locomotorischen Füßchen ausgestattet (Fig. 297), die 2 dorsalen besitzen gewöhnlich nur tentakelartige Füßchen.

In der Leibeshöhle (Fig. 298) liegt ein S-förmig gewundener Darm, welcher mittelst eines Mesenteriums am Hautmuskelschlauch befestigt ist. In seinen Endabschnitt, in die durch radiale Muskeln ausdehnbare Cloake, münden 1—2 Wasserlungen; das sind prall mit Flüssigkeit gefüllte Säcke, welche mit kleinen verästelten blin-

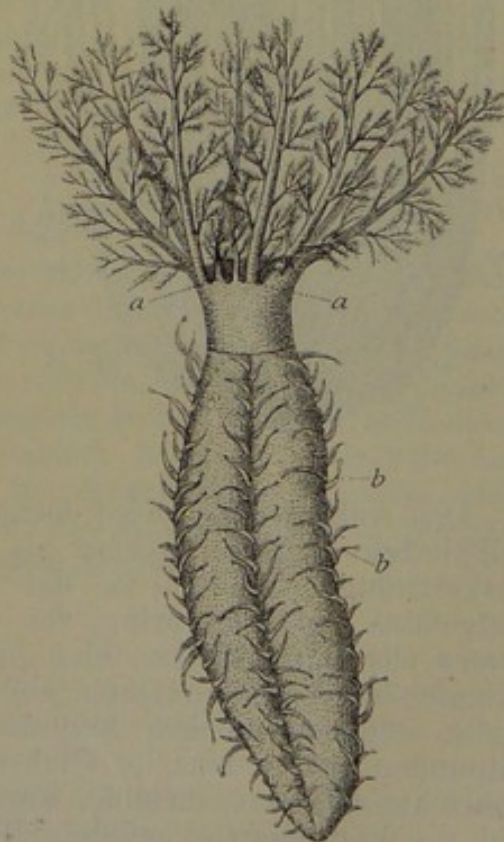


Fig. 297. *Cucumaria Planci* (aus Ludwig), von der Bauchseite gesehen, *b* Füßchen des Triviums, *a* verästelte Tentakeln.



den Ausläufern bedeckt sind. Da die Wasserlungen in ihrer Gestalt etwas an die Excretionsorgane der *Gephyreen* erinnern, haben sie vorübergehend zu der irrigen Auffassung verleitet, dass die Brücke von den *Würmern* zu den *Echinodermen* einerseits durch die *Gephyreen*, andererseits durch die *Holothurien* gebildet würde. Functionell sind die Wasserlungen als Respirationsorgane zu deuten, da sie sich periodisch mit frischem Wasser füllen. Häufig münden in den Ausführungsgang der Lungen oder direct in die Cloake die Cuvier'schen Organe, welche morphologisch als besonders differenzirte Theile der Wasserlungen, physiologisch von manchen Zoologen als Vertheidigungsorgane aufgefasst werden, theils wegen ihrer klebrigen Beschaffenheit, theils weil sie durch den After ausgestossen werden können.

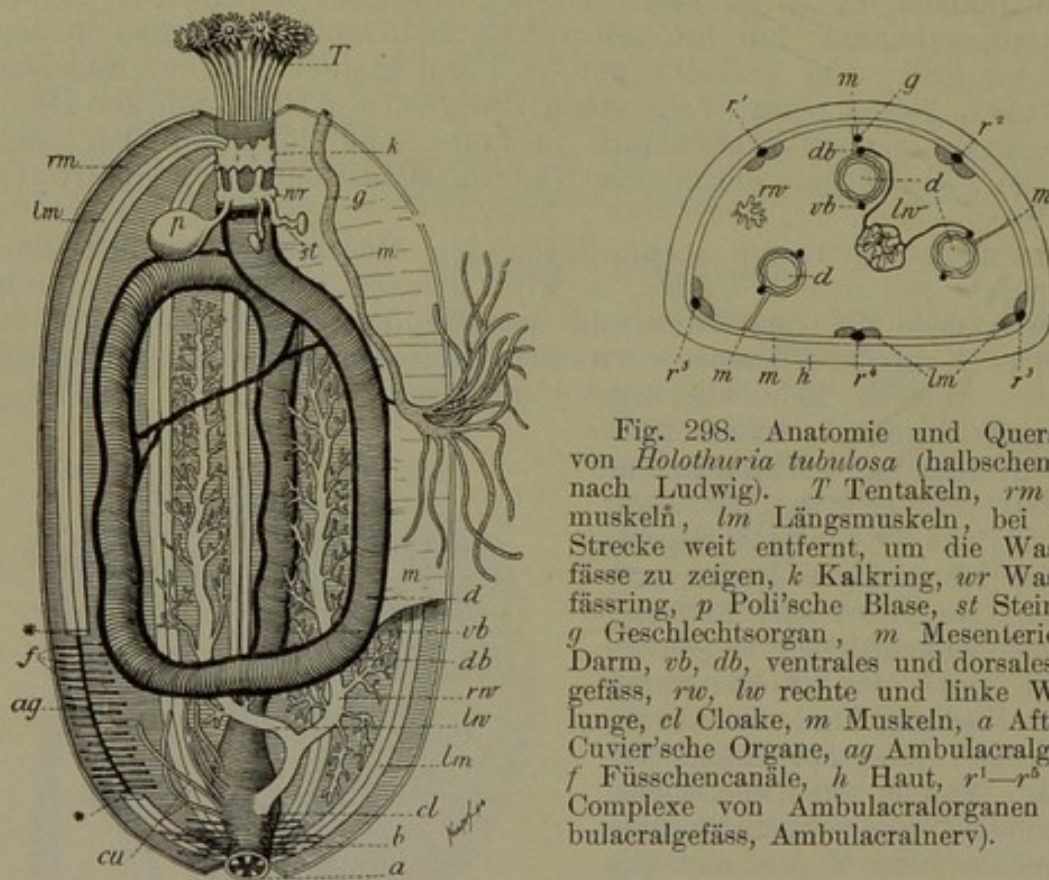


Fig. 298. Anatomie und Querschnitt von *Holothuria tubulosa* (halbschematisch nach Ludwig). T Tentakeln, rm Ringmuskeln, lm Längsmuskeln, bei \* eine Strecke weit entfernt, um die Wassergefäße zu zeigen, k Kalkring, wr Wassergefäßring, p Poli'sche Blase, st Steincanal, g Geschlechtsorgan, m Mesenterien, d Darm, vb, db, ventrales und dorsales Blutgefäß, rv, lw rechte und linke Wasserlunge, cl Cloake, m Muskeln, a After, cu Cuvier'sche Organe, ag Ambulacralgefäße, f Füßschencanäle, h Haut, r¹-r⁵ die 5 Complexe von Ambulacralorganen (Ambulacralgefäß, Ambulacralnerv).

Der Anfangsdarm wird meist von 5 radialen und 5 interradiellen Kalkplatten gestützt, welche als Angriffspunkte für die longitudinalen Muskelstränge dienen. In der Nachbarschaft liegen Wassergefäß-, Blutgefäß- und Nervenring, von welchen ein jeder die für die *Echinodermen* charakteristischen, hier auf der Innenseite des Muskelschlauchs verlaufenden 5 Radialstämme abgibt. Von den Anfängen der Radialcanäle, seltener von dem Ambulacralring selbst (*Synapta*), gehen Ausstülpungen aus, welche im Umkreis des Mundes über die Körperoberfläche als äusserst sensible, zurückziehbare Fühler hervortreten und bald wie krausenartig gefaltete Blätter (*Aspidochiroten*) (Fig. 298), bald wie zierlich verästelte Bäumchen (*Dendrochiroten*) (Fig. 297) aussehen. Endlich sind als Anhänge des Ambulacralrings noch die meist unpaare Poli'sche Blase und der Steincanal zu nennen; letzterer mündet in die



Leibeshöhle und nur ausnahmsweise auf der Körperoberfläche; er ist sehr häufig verästelt. Vom Blutgefässring ausgehende dorsale und ventrale Stämme bilden reichliche Verästelungen am Darm. — Vom Geschlechtsapparat existirt nur eine einzige asymmetrische oder aus einer linken und rechten Hälfte zusammengesetzte, aus vielen Schläuchen bestehende Drüse, welche sich dorsal und interambulacral meist in der Nähe des Mundes nach aussen öffnet.

Von besonderem Interesse ist die grosse Regenerationsfähigkeit der *Holothurien*. Unter ungünstigen Verhältnissen oder auf starke Reize hin (daher auch bei Conservirung in Spiritus ohne vorangegangene Betäubung durch Chloral) spucken die Thiere fast sämtliche Eingeweide, namentlich den Darm, aus; trotzdem bleiben sie am Leben und können sogar unter günstigen Verhältnissen das Verlorene wieder ersetzen. — Im Innern gewisser Arten leben einige Parasiten; in die Cloake und Wasserlungen von *Stichopus regalis* Cuv. schlüpft, Schutz suchend, ein kleiner Fisch, *Fierasfer acus*; in den Eingeweiden von *Synapta digitata* lebt die *Entonconcha mirabilis*, lange Zeit über die einzige bekannte parasitische Schnecke. Eine parasitische Muschel, *Entovalva mirabilis* Völtzk., lebt im Oesophagus einer *Synapta*.

### I. Ordnung. Pedaten.

Die *Pedaten* sind die typischen *Holothurien*, indem sie mindestens im Bereiche des Triviums die Saugfüsschen bewahren. Ihre Tentakeln sind verästelt: *Dendrochiroten* (*Cucumaria Planci* v. Marenz. [Fig. 297]) oder schildförmig: *Aspidochiroten* (*Holothuria tubulosa* Gm. [Fig. 298] und *H. edulis*, letztere im getrockneten Zustand bekannt als „Trepang“, der von den Chinesen gegessen wird und ein wichtiger Handelsartikel des indomalayischen Archipels ist). Eine besondere Gruppe bilden die Tiefseeholothurien, die mit Hörbläschen und mit eigenthümlichen dorsalen Ambulacralfortsätzen versehenen *Elasipoden* (*Deima validum* Theel).

### II. Ordnung. Apodes.

Am fremdartigsten nehmen sich unter den *Echinodermen* die fusslosen *Holothurien* aus. Viele derselben kriechen im Schlamm wie Würmer, haben vom Wassergefässsystem nur die Tentakeln bewahrt und sind meist hermaphrodit. Die *Molpadiden* besitzen noch die Wasserlungen (*Molpadia australis* Semp.), die *Synaptiden* (*Synapta digitata* J. Muell.) haben auch diese verloren; sie besitzen Hörbläschen. Pelagisch leben die *Pelagothuriden*, bei denen das vordere Ende zu einer in tentakelartige Fortsätze ausgezogenen Scheibe verbreitert ist, welche wie der Schirm einer Meduse zum Schwimmen dient. *Pelagothuria natatrix* Ludw.

### Zusammenfassung der Resultate über Echinodermen.

- 1) Die **Echinodermen** theilen mit den Coelenteraten den radial symmetrischen Bau, unterscheiden sich aber von ihnen
  - a) durch den Numerus der Radialsymmetrie (5).
  - b) dadurch, dass sie, wie die Larvenformen lehren, aus bilateral symmetrischen Formen abgeleitet werden müssen.



2) Weitere Unterschiede sind a) die Anwesenheit der Leibeshöhle, b) das Ambulacralgefäßssystem, c) das mesodermale stachelige Hautskelet, welches den Namen Echinodermen veranlasst hat.

3) Das Ambulacralgefäßssystem ist eine Einrichtung, welche zur Fortbewegung dient und in gleicher Weise nirgends vorkommt; man unterscheidet an ihm die siebartig durchbrochene, zur Wasseraufnahme dienende, jedoch nicht immer vorhandene Madreporenplatte, den das Wasser weiter leitenden Steincanal, von dem aus der Ringcanal und die 5 Ambulacralgefäße mit ihren Ampullen sich füllen; Seitenäste der Ambulacralgefäße versorgen die Tentakeln und Füßchen und ermöglichen deren Ausstülpung.

4) Ambulacral, d. h. auf gleichen Radien mit den Ambulacralgefäßen liegen die Blutgefäße und die Nervenstränge, interambulacral die Madreporenplatte, der Steincanal, das „Herz“ (ovoide Drüse) und die Mündungen der Geschlechtsorgane.

5) Die Echinodermen zerfallen in 5 Classen: 1. **Asteroideen**, 2. **Ophiuroideen**, 3. **Crinoideen**, 4. **Echinoideen**, 5. **Holothurien**.

6) Die **Asteroideen** bestehen aus der Körperscheibe und den 5 von Ambulacralwirbeln gestützten Armen, in welche der Darm mit 5 Paar Leberblindschläuchen eindringt. Ambulacralia getrennt, Ambulacralfurchen offen.

7) Die **Ophiuroideen** haben ebenfalls Körperscheibe und fünf Arme; die Leberschläuche fehlen, die Ambulacralia sind paarweis verschmolzen, die Ambulacralfurchen geschlossen.

8) Die **Crinoideen** bestehen aus einem kelchförmigen Körper, davon ausgehenden meist verästelten, Pinnulae tragenden Armen und einem meist Cirren tragenden Stiel; mit Hilfe des Stiels sind sie entweder dauernd festgewachsen oder nur im Laufe der Entwicklung. Im letzteren Falle bewahrt das freibewegliche Thier nur einen Rest des Stiels (Centrodorsale). Man unterscheidet 1) ächte Crinoideen, 2) Blastoideen, 3) Cystideen.

9) Die **Echinoideen** haben einen meist kugeligen oder ovalen Körper, der von Kalkplatten gepanzert ist, welche meridionale, vom Peristom zum Periproct reichende Reihen bilden, 5 Paar ambulacrale Plattenreihen und 5 Paar interambulacrale.

10) Am Periproct enden die ambulacralen Plattenreihen mit den unpaaren Ocellarplatten, die interambulacralen mit den ebenfalls unpaaren Genitalplatten; eine der letzteren ist zugleich Madreporenplatte.

11) **Reguläre Seeigel** zeigen den After im Centrum des Periprocts und die Mundöffnung im Centrum des Peristoms; sie haben bandförmige Ambulacra.

12) Bei den **irregulären Seeigeln** rückt stets die Afteröffnung in einem Interradius nach rückwärts (Clypeastriden), häufig auch die Mundöffnung nach vorn (Spatangiden); die Ambulacra sind petaloid.

13) Die **Holothurien** sind wurmförmig verlängerte Echinodermen mit einer bis auf kleine Reste rückgebildeten Verkalkung; sie sind bilateral symmetrisch geworden, indem sie zur Fortbewegung nur 3 Füßchenreihen benutzen, indem sie ferner meist nur eine Geschlechtsdrüse und 1—2 Wasserlungen besitzen.



14) Man unterscheidet *Pedata*, welche ausser Mundtentakeln noch zum Kriechen dienende Füsschen haben, und *Apodes*, bei denen nur noch die Mundtentakeln vorhanden sind.

### V. Stamm.

## Mollusken, Weichthiere.

Wenn wir die Gesamtheit ihrer Organisation überblicken, so machen die Mollusken — ähnlich wie die *Plathelminthen* und *Hirudineen* unter den *Würmern* — auf den Beobachter den Eindruck parenchymatöser Thiere. Eine geräumige Leibeshöhle fehlt; was früher als Leibeshöhle gedeutet wurde, hat sich als ein System sinuöser, die Eingeweide umgebender Hohlräume herausgestellt, welches mit dem Blutgefässsystem zusammenhängt und besonders deutlich bei den Muscheln entwickelt ist. Gleichwohl gewinnt in der Neuzeit die Auf-

fassung mehr und mehr an Boden, dass die *Mollusken* von Leibeshöhlethieren abgeleitet werden müssen, und zwar von Formen, bei denen durch starke Wucherung eines bindegewebigen und muskulösen Parenchyms die Leibeshöhle bis auf unbedeutende Reste, die Lumina des Herzbeutels und der Geschlechtsdrüsen, eingeengt worden ist.

Wo die Molluskenorganisation in allen Theilen wohlentwickelt ist, wie bei den meisten *Schnecken*, unterscheidet man am Körper 4 Abschnitte (Fig. 299, 300, 301). Die Hauptmasse des Körpers bildet der Eingeweidesack, in welchem die Muskulatur weniger reichlich ist, weil sie von der Leber, dem Darm, der Niere und dem Geschlechtsapparat auf eine dünne periphere Lage verdrängt wird. Nach vorn verlängert sich der Eingeweidesack in den Kopf, welcher je

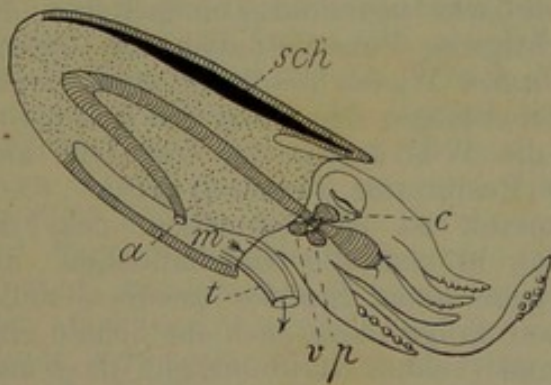


Fig. 299.

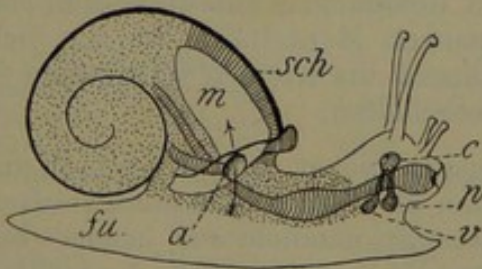


Fig. 300.

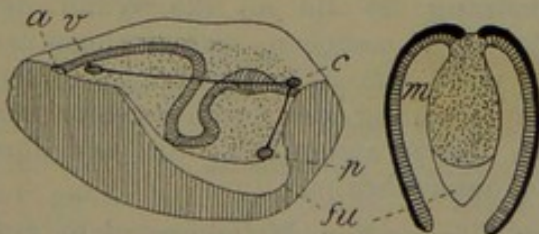


Fig. 301.

Fig. 299—301. Schemata der 3 Molluskenklassen. Fig. 299 eines Cephalopoden (*Sepia*), Fig. 300 einer Schnecke (*Helix*), Fig. 301 einer Muschel (*Anodonta*), letztere seitlich und auf dem Durchschnitt. Eingeweideknäuel punktirt, Mantel schraffirt, Schale schwarz. *c* Cerebralganglion, *p* Pedalganglion, *v* Visceralganglion, *a* After, *fu* Fuss, *m* Mantelhöhle, *sch* Schale, *t* Trichter.



nach den Arten mehr oder minder scharf durch eine halsförmige Einschnürung abgesondert ist und ausser dem Mund auch die Fühler und Augen, somit die wichtigsten Sinnesorgane, trägt. Nach abwärts schliesst sich eine unpaare dicke Muskelmasse an, der gewöhnlich zur Fortbewegung dienende Fuss. Vom Rücken endlich erhebt sich der Mantel, eine Hautfalte, welche einen grossen Theil des Körpers umhüllt. Die *Muscheln* (Fig. 301) haben eine doppelte Mantelfalte, eine rechte und linke, welche beide von der dorsalen Mittellinie entspringen und sich nach rechts und links über Fuss und Eingeweidesack ausbreiten; die *Tintenfische* (Fig. 299) und *Schnecken* (Fig. 300) dagegen haben eine unpaare Falte, welche von einer nahezu central gelegenen Region des Rückens ihren Ursprung nimmt und von hier aus nach allen Richtungen hin dachartig vorspringt oder sich wie eine Kapuze einseitig nach vorn oder nach hinten über den Körper herüberlegt. Der Mantel der *Mollusken* ist nach zwei Richtungen hin von Bedeutung; seine Aussenfläche ist mit einem Epithel bedeckt, welches im Zusammenhang mit dem Epithel der angrenzenden Körperoberfläche die Fähigkeit hat, eine Schale zu bilden, indem es cuticulaartige, dicke Lagen einer reichlich mit kohlensaurem Kalk imprägnirten organischen Substanz (Conchiolin) ausscheidet. Die Innenfläche der Mantelfalte dagegen begrenzt mit der Körperoberfläche gemeinsam einen Raum, die Mantelhöhle, welche nach ihrer wichtigsten Function auch die Athemhöhle heisst. Da die meisten *Mollusken* Wasserbewohner sind, liegen in ihr besondere blutgefässreiche Erhebungen der Haut, die Kiemen, während bei den Landbewohnern die Wandung der mit Luft sich füllenden Athemhöhle (Lunge) zur Respiration verwandt wird.

Unter den erörterten Verhältnissen ist es begreiflich, dass die Beschaffenheit der Mantelfalten sowohl auf die Beschaffenheit der Schalen wie auch der Athmungsorgane einen Einfluss ausüben muss. Paarige Mantelduplicaturen haben zur Folge, dass auch die Schale eine doppelte ist und aus einer linken und rechten Hälfte besteht, dass man eine linke und rechte Athemhöhle und demgemäss eine linke und rechte Kieme unterscheiden kann. Bei unpaarer Mantelfalte ist die Schale und die Mantelhöhle stets unpaar, während die Kiemen sehr häufig auch dann noch ihre paarige Anordnung beibehalten.

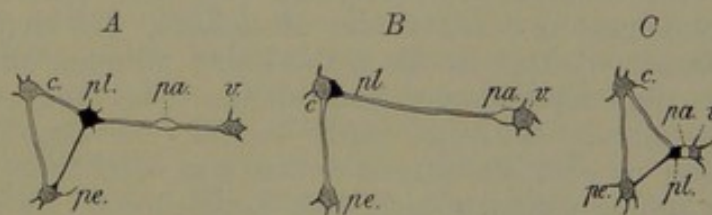
Die Mantelhöhlenkiemen der *Mollusken* nennt man Kammkiemen oder Ktenidien, weil sie in ihrem Bau an einen Kamm mit zwei Reihen von Zinken erinnern. Jede Kieme besteht nämlich aus einem bindegewebigen, die Hauptblutgefässe enthaltenden Axenstrang und zwei Reihen von Kiemenblättchen; mit dem Axenstrang ist sie an die Wand der Athemhöhle festgewachsen (Fig. 339). Bei manchen wasserathmenden *Mollusken* fehlen die Ktenidien. Dann wird dem Athembedürfniss anderweitig genügt, entweder durch diffuse Hautathmung oder durch accessorische Kiemen, welche von den Ktenidien sich durch andere Structur und ihre Lage meist ausserhalb der Mantelhöhle unterscheiden.

An den Stellen, an welchen der Körper der *Mollusken* nicht von der Schale bedeckt ist, besitzt er ein Cylinderepithel, das häufig Flimmern trägt und von einzelligen Schleimdrüsen durchsetzt ist. Diese bedingen die weiche, schlüpfrige Beschaffenheit der Haut, die den Namen „Mollusca“, Weichthiere, veranlasst hat; sie sind am Mantelrand besonders reichlich. Auch vielzellige Drüsen kommen vor, wie die Fussdrüsen mancher *Schnecken*, die Byssusdrüse der *Muscheln*.



So wichtig nun auch für die Charakteristik der *Mollusken* die Anwesenheit von Kopf, Fuss und Mantel sein mag, so sind die genannten Körperanhänge doch keineswegs überall vorhanden. Bei keiner *Muschel* ist ein besonderer Abschnitt vom übrigen Körper als Kopf unterscheidbar; bei vielen *Schnecken* vermisst man die Mantelfalte und damit auch die Mantelhöhle und die Schale. Bei den *Cephalopoden* fehlt der Fuss oder er ist vielmehr zu anderweitigen Anhängen (Trichter und Armen) umgewandelt. Wenn man nun auch in allen diesen Fällen mit Sicherheit behaupten kann, dass der Mangel der wichtigen Molluskenorgane durch Rück- und Umbildung zu erklären ist, so bleibt die Tatsache, dass die Organe beim ausgebildeten Thiere fehlen, gleichwohl bestehen. Daher ist es von ganz ausserordentlicher Wichtigkeit, dass im Bau des Nervensystems gewisse Grundzüge bei allen Mollusken wiederkehren. Im Allgemeinen kann man sagen, dass das Nervensystem aus 3 Paar Ganglien (resp. Nervensträngen) besteht, von denen ein jedes zu wichtigen Sinnesorganen in Beziehung steht. Ein Paar liegt dorsal vom Schlundkopf und entspricht den oberen Schlundganglien der Würmer; es sind die Hirn- oder Cerebralganglien, welche die Fühler und die Augen versorgen. Unterhalb des Darms liegen vorn auf der Muskelmasse des Fusses die Pedalganglien und auf ihnen oder in ihrer Nähe die Hörbläschen. Weiter rückwärts finden sich, ebenfalls ventral, die Visceralganglien und in ihrem Umkreis ein drittes, bei den Mollusken weit verbreitetes Sinnesorgan, welches im Epithel der Mantelhöhle eine mit Flimmern bedeckte Verdickung darstellt und nach Lage und Bau als Geruchsorgan (*Osphradium*) gedeutet wird. Die Pedalganglien und Visceralganglien hängen mit den Cerebralganglien mittelst der Cerebropedal- und Cerebrovisceralcommissuren (in der Neuzeit häufig Connective genannt) zusammen. Je nachdem diese Commissuren lang ausgezogen oder stark verkürzt sind, sind die Ganglienknötchen in dem Molluskenkörper weit zerstreut oder zu einer gedrungenen Nervenmasse im Umkreis des Schlundrohrs vereint.

Fig. 302. Verschiedene Formen des Nervensystems bei Mollusken. A Mehrzahl der *Cephalophoren*, B *Lamellibranchier*, C *Cephalopoden* und *Pulmonaten*; c Hirnganglion, pt Pleural-, pa Parietal-, v Visceral-, pe Pedalganglion.



Primitive Mollusken (*Amphineuren*) besitzen noch ein strangförmiges Nervensystem (cfr. S. 326 Fig. 305). Die Cerebralganglien sind hier durch einen bügel förmigen, über dem Schlund gelegenen, ventral durch eine Commissur zu einem Ring geschlossenen Strang vertreten (Fig. 305). Von ihm gehen nach rückwärts 2 Paar Längsstränge aus, die ventralen Pedalstränge und die lateralen Pleuralstränge, letztere durch eine Commissur über dem After unter einander verbunden. Durch Concentration der Ganglienzellen werden die Pedalstränge zu den Pedalganglien. Die Pleuralstränge liefern dagegen zunächst 3 Ganglienpaare, ausser dem terminalen Visceralganglion im engeren Sinne noch die in das Cerebrovisceral-Connectiv eingefügten Pleural- und Parietalganglien (Fig. 302 A). Das Pleuralganglion ist mit dem Pedalganglion durch ein Connectiv verbunden, das Parietalganglion



innervirt das Osphradium. Wenn nun eine weitere Concentration des Pleuralsystems eintritt, so ergeben sich zwei Möglichkeiten: das Pleuralganglion rückt an das Cerebral-, das Parietalganglion an das Visceralganglion heran (*B*); oder beide Ganglien verschmelzen mit dem Visceralganglion. Im letzteren Fall (*Pulmonaten*, *Cephalopoden*) ist das Visceralganglion (im weiteren Sinne) mit dem Pedalganglion durch ein Connectiv (Pleuro-Pedalconnectiv) verbunden, das im ersteren Falle (*Lamellibranchier*, *Scaphopoden*) zu fehlen scheint, weil es mit dem Cerebro-Pedalconnectiv verschmolzen ist. — Wenn nun auch das Hörbläschen seine Nerven vom Pedalganglion empfängt, so ist das Centrum der Innervation doch im Cerebralganglion gegeben.

Blutgefäßsystem.

Nächst dem Nervensystem ist für die *Mollusken* die Beschaffenheit des Herzens am meisten charakteristisch; dasselbe ist ein dorsales arterielles Herz mit Kammer und Vorkammer. Die Kammer ist stets unpaar, die Vorkammer dagegen paarig, solange die Kiemen, von denen aus das Blut dem Herzen zuströmt, paarig sind, während bei unpaarer Beschaffenheit der Kiemen nur eine einzige Vorkammer vorhanden zu sein pflegt. Stets finden sich besondere Arterien und Venen; Capillaren kommen dagegen nur den *Cephalopoden* zu, während bei den niederen *Mollusken*, namentlich den *Muscheln*, die feineren Arterien sich in lacunäre Bahnen öffnen, deren Gesamtheit früher Leibeshöhle genannt wurde. Ein vollkommen geschlossenes Blutgefäßsystem ist nicht einmal bei den *Cephalopoden* vorhanden.

Niere,  
Leibeshöhle,  
Geschlechtsorgane.

Das Molluskenherz ist in einen geräumigen Herzbeutel eingeschlossen, welcher fast ausnahmslos durch einen flimmernden Canal, die Nierenspritze, mit der Niere in Verbindung steht und bei manchen *Mollusken* (*Cephalopoden* und einigen *Muscheln*) ausserdem auch mit der Geschlechtsdrüse zusammenhängt. Auf diese Thatsachen gründet sich die oben schon erwähnte Ansicht, dass bei den *Mollusken* Reste einer Leibeshöhle im Herzbeutel und im Lumen der Geschlechtsdrüse enthalten sind. Man erklärt nämlich die Beziehungen, welche zwischen Pericard einerseits, Geschlechtsorganen und Nieren andererseits bestehen, aus den Verhältnissen der *Coelhelminthen*, besonders aus denen der *Anneliden*, bei denen die Nephridien durch Flimmertrichter in die Leibeshöhle münden und die Geschlechtsproducte aus dem Epithel der Leibeshöhle oder abgeschnürter Theile derselben entstehen. Wichtig würde es für die Begründung der Ansicht sein, wenn es sich bestätigen sollte, was allerdings bestritten wird, dass bei *Paludina vivipara* sich eine Leibeshöhle (Enterocoel) durch Divertikelbildung des Darms anlegt. — Nieren und Geschlechtsorgane sind bei einem Theil der *Mollusken* noch paarig, bei einem anderen sind sie durch einseitige Rückbildung unpaar geworden. Die Geschlechtsorgane sind bald hermaphrodit, bald gonochoristisch, stets aber ausserordentlich umfangreich. Noch mehr Raum beansprucht im Eingeweideknäuel der Verdauungstractus, welcher Oesophagus, Magen, einen gewundenen Enddarm und eine gewaltige Leber, meist auch Speicheldrüsen erkennen lässt. Als ein charakteristisches Molluskenorgan ist noch die Radula zu nennen, eine zum Zerreiben der Nahrung dienende, mit Zähnen besetzte Platte, die im Pharynx einen ventralen Wulst (Zunge) überzieht. Ihr Mangel bei den *Muscheln* ist wahrscheinlich aus Rückbildung zu erklären.

Entwicklung.

Die Fortpflanzung der Mollusken ist eine ausschliesslich geschlechtliche; weder Knospung, noch Theilung,



noch Parthenogenesis sind je beobachtet worden. Die Eier werden meistens, in grösseren Mengen vereinigt, in Gallerten abgelegt und sind entweder selbst dotterreich oder mit nährenden Eiweisschüllen umgeben. Wenige *Mollusken* (z. B. *Paludina vivipara*) sind lebendig gebärend. Sehr verbreitet ist die Metamorphose; bei derselben schlüpft aus dem Ei die „Veligerlarve“

(Fig. 303), an welcher man Kopf, Fuss und Mantel auch dann unterscheiden kann, wenn das zugehörige Thier im ausgebildeten Zustand den einen oder den anderen Abschnitt vermissen lässt. Diese Beobachtung verdient besondere Beachtung, da sie lehrt, dass der Mangel des Kopfes oder des Mantels oder der Schale, welchen wir bei grossen Gruppen der Mollusken feststellen können, kein ursprünglicher Zustand ist, sondern nur durch Rückbildung dieser Theile erklärt werden kann. Der Name Veliger bezieht sich auf das Velum, einen kräftigen Kranz von Wimpern, welcher ein vor der Mundöffnung gelegenes Feld, das Stirn- oder Velarfeld, umgrenzt, der Larve zur Fortbewegung dient und bei starker Entwicklung nicht selten ähnlich der Radscheibe eines Rädertiers gelappt ist (Fig. 304). Die Veligerlarve erinnert sehr an die Trochophora der Würmer, dient zur Verbreitung der *Mollusken* und ist daher für festsitzende oder wenig bewegliche Formen wie die *Muscheln* von grosser Bedeutung. Wenn die Metamorphose fehlt (*Cephalopoden*, *Pulmonaten* etc.), ist trotzdem das Veligerstadium häufig noch während der Embryonalentwicklung an einem rudimentären, ein präorales Feld umgrenzenden Zellenwulst zu erkennen.

Systematisch theilte man die Mollusken lange Zeit über in 3 Classen, 1) die *Muscheln*, *Lamellibranchier* oder *Acephalen*, 2) die *Schnecken*, *Gastropoden* oder *Cephalo-*

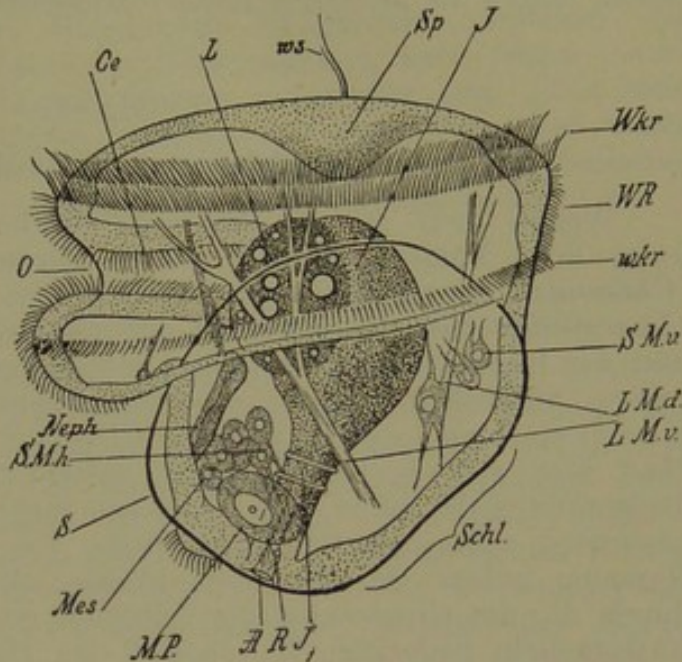


Fig. 303. Veligerlarve (Trochophora) von *Teredo navalis* (aus Hatschek) mit schon gebildeter zweiklappiger Schale (S). Schl Schlossrand der Schale, SMv vorderer, SMh hinterer Schliessmuskel, Mes Mesoderm, MP Urzellen des Mesoderms, L Leber, Wkr, WR, wkr Wimperkranz, Sp Scheitelplatte mit Wimperkranz ws, O Mund, A After, Oe Oesophagus, J Magen, J' Darm, R Enddarm, Neph Niere, L Md und L Mv Längsmuskeln.

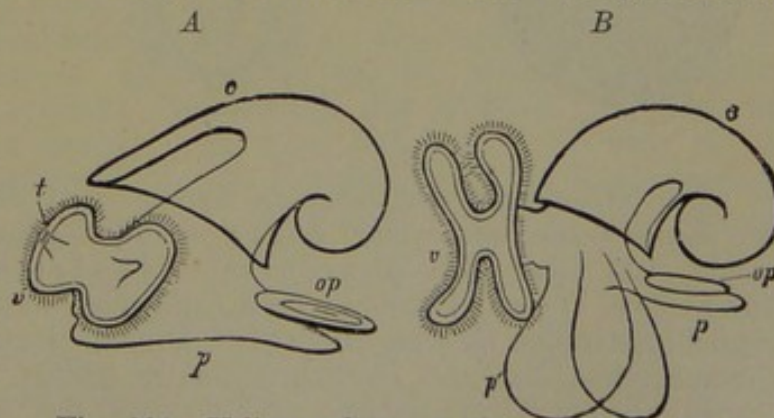


Fig. 304. Veligerstadien: A einer *Schnecke*, B eines *Pteropoden* (aus Gegenbaur). o Schale, p Fuss mit Operculum (op), v Velum, t Tentakeln.



phoren, 3) die *Tintenfische* oder *Cephalopoden*. Von den Schnecken hat man in der Neuzeit die Käferschnecken oder *Chiton* abgetrennt und mit einigen höchst eigenthümlichen, wurmartigen Formen (*Chaetoderma*, *Neomenia*) unter dem Namen *Amphineuren* vereint. Da die Thiere in vieler Hinsicht die ursprünglichsten Verhältnisse unter den Mollusken bewahrt haben, mögen sie an erster Stelle besprochen werden.

## I. Classe.

### Amphineuren, Urmollusken.

Wegen ihres primitiven Baues werden von den ächten Schnecken unter dem Namen „*Amphineuren*“, „*Urmollusken*“ die Käferschnecken (*Chitoniden* oder *Polyplacophoren*) getrennt. Sie wurden früher mit den *Gastropoden* vereint, weil sie mit ihnen im Besitz eines Kriechfusses und der Radula übereinstimmen; sie unterscheiden sich aber von ihnen schon äusserlich durch rudimentäre Beschaffenheit des Kopfes, ihre regelmässige bilaterale Symmetrie und den Bau ihrer Schale. Letztere besteht aus 8 dachziegelförmig sich deckenden Kalkplatten, die vermöge ihrer Beweglichkeit den Thieren gestatten, sich igelartig einzurollen. Sie sind Ursache des deutschen Namens, indem sie über dem Rücken quere Schienen bilden und dadurch an die Gliederung der Insecten erinnern; sie lassen einen von Kalkstacheln bedeckten Randbezirk des Mantels frei, welcher über den jederseits in einer Reihe angeordneten Kiemen links und rechts ein vorspringendes Dach bildet. In die Schalenstücke dringen viele nervenreiche Gewebsstränge, welche an der Oberfläche mit merkwürdigen Sinnesorganen (Aestheten, manchmal auch Augen) endigen.

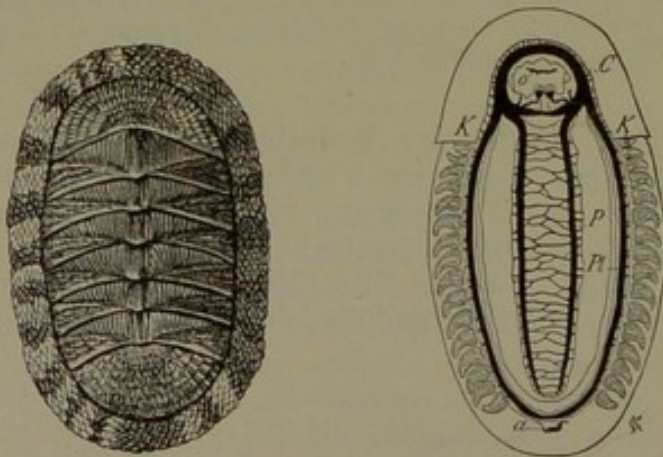


Fig. 305. *Chiton squamosus*, vom Rücken gesehen, links ganzes Thier, rechts ein Thier nach Entfernung der Schale und der Eingeweide. C Hirn, P Pedalstrang, Pl Pleuro-visceralstrang des Nervensystems, K Kiemen, o Mund, a After (nach Haller).

Die Symmetrie des Körpers drückt sich auch in der Anordnung der Eingeweide aus. Der After mündet genau terminal, links und rechts von ihm die paarigen verästelten Nieren und die paarigen Geschlechtswege, die von einer medianen unpaaren gonochoristischen Geschlechtsdrüse kommen. Entsprechend den paarigen Kiemenreihen sind die Herzvorkammern paarig. Zu diesen Merkmalen ursprünglicher Organisation gesellt sich die äusserst primitive Beschaffenheit des strangförmigen Nervensystems, das an Stelle der Ganglien Cerebral-, Pedal- und Pleural-Stränge aufweist (vergl.



S. 323 und Fig. 305). *Chiton siculus* L. *Cryptochiton Stelleri* Midd. Schale vom Mantel überwachsen.

Von den *Polyplacophoren* unterscheiden sich erheblich die nach der Beschaffenheit ihres Nervensystems ebenfalls zu den *Amphineuren* gehörigen *Aplacophoren* oder *Solenogastres*; sie sehen wie Würmer aus, haben keine Schale, sondern eine mit Stacheln bedeckte Cuticula. Anstatt des Fusses ist die Bauchseite mit einer flimmernden Längsfurche versehen. Die Radula (bei *Chaetoderma* nur durch einen Zahn markirt) kann fehlen. Auch Mantel, Kiemenhöhle und Kiemen können rudimentär sein. Die meist hermaphroditen Geschlechtsorgane münden in einen unpaaren Raum (Pericard?), von da durch paarige Gänge (Nephridien!) in die Cloake. — *Chaetoderma nitidulum* Lovén. *Neomenia carinata* Tullberg u. A.

## II. Classe.

### Lamellibranchier, Acephalen, Pelecypoden, Muscheln.

Unter sämtlichen *Mollusken* haben die *Muscheln* das geringste Maass von Ortsbewegung; viele sind ganz festgewachsen; die meisten bewegen sich langsam im Schlamm oder Sand; äusserst wenige vermögen sich springend mit Hilfe ihres Fusses oder schwimmend durch Zusammenschlagen der Schalen fortzubewegen. Mit dieser Lebensweise hängt es zusammen, dass die Thiere ein viel grösseres Schutzbedürfniss haben als die übrigen *Mollusken* und dem entsprechend auch eine viel kräftigere Schale ausscheiden, in welcher der Körper meist vollkommen geborgen liegt.

Die Schale einer Muschel erinnert an die eines *Brachiopoden*, indem sie aus 2 Stücken besteht. Während aber die Stücke einer Brachiopodenschale auf der dorsalen und ventralen Seite des Körpers entstehen und als obere und untere unterschieden werden, sind die Schalenhälften einer *Muschel* symmetrisch zur Sagittalebene des Körpers links und rechts angeordnet und besitzen daher für gewöhnlich auch einen im Wesentlichen symmetrischen Bau. Nur wenn das Thier mit der rechten oder linken Schale auf felsigem Grunde dauernd anwächst, entwickelt sich die betreffende Schale kräftiger und führt zu einer geringen Asymmetrie, an welcher auch der Weichkörper Antheil hat.

Mantel und  
Schale.

Für das Verständniss des Baues der Schalen sind ihre Beziehungen zum Weichkörper, vor Allem zu den Mantellappen und den Muskeln von entscheidender Bedeutung, so dass man alle drei Theile nur im Zusammenhang besprechen kann. Die beiden Mantellappen, welche auf ihrer Oberfläche die Schalen ausscheiden und nur ausnahmsweise (*Ehippodonta*, *Chlamydoconcha*) sie allseitig umwachsen, nehmen ihren Ausgangspunkt vom Rücken der Muschel (Fig. 313) und erstrecken sich von da abwärts nach vorn und hinten, so dass sie das Thier vollkommen umhüllen. In der Nachbarschaft des Rückens findet sich daher auch der älteste Theil der Schale, zugleich auch der am stärksten gewölbte, der Schalennabel oder Umbo (Fig. 306); um denselben ordnen sich annähernd concentrisch die Anwachsstreifen, Linien, welche zeigen, wie allmählig beim Wachsthum der Mantellappen auch die Schale eine Vergrösserung erfahren hat. Am Rücken sind die beiden Schalen einander am meisten genähert und bei der Mehrzahl der Muscheln durch das „Schloss“ beweglich verbunden. Ein Schloss entsteht, indem Vorragungen der einen Schale, die Schloss-



zähne, charnierartig in Vertiefungen der anderen Schale eingreifen. Bei den *Brachiopoden* war Oeffnen und Schliessen der Schale ein activer, durch Muskeln vermittelter Vorgang. Bei den Lamellibranchiern wird das Oeffnen der Schale passiv durch ein dorsal und meist hinter dem Schloss angebrachtes elastisches Band besorgt; der Verschluss der Schalen wird dagegen durch Muskeln, die Adductoren, bewirkt, welche quer durch den Muschelkörper von Schale zu Schale ziehen und auf diesen durch ihre Insertionen deutliche Eindrücke hinterlassen (Fig. 306). Gewöhnlich findet man einen gleich starken vorderen und hinteren Adductor (*Dimyariar*), selten ist der vordere rudimentär (*Heteromyariar*) oder ganz geschwunden (*Monomyariar*). Wenn die Adductoren erschlaffen oder gar absterben, müssen die Schalen unter dem Einfluss des elastischen Bandes klaffen, was demgemäss bei todtten Thieren stets zutrifft.

Fig. 306.

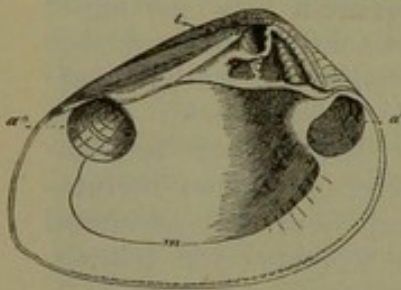


Fig. 307.

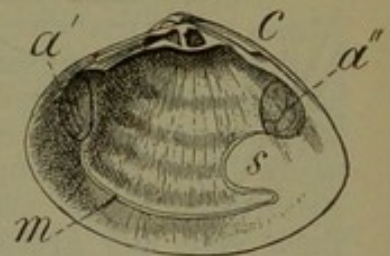


Fig. 306. Linke Schale von *Crassatella plumbea* von innen und aussen (aus Zittel), letztere Ansicht mit Anwachsstreifen. (Mantellinie ohne Ausbuchtung.)

Fig. 307. Rechte Schale von *Mactra stultorum* (aus Leunis-Ludwig) von innen (Mantellinie mit Ausbuchtung).

Für beide Figuren gelten folgende Bezeichnungen: *a'* vorderer, *a''* hinterer Adductoreindruck, *m* Mantellinie, *s* sinuöse Ausbuchtung derselben, *c* Schloss, *l* innere Bandgrube.

Die typische Form des Muschelschlusses ist das *heterodonte* Schloss (Fig. 307); jede Schalenhälfte besitzt in der Gegend des Umbo eine Gruppe von Schlosszähnen, wobei die Zähne der linken Schale mit denen der rechten alterniren. Ausser diesen „Cardinalzähnen“ findet man noch vordere und hintere, oft zu Leisten ausgezogene „Lateralzähne“. Das Ligament liegt hinter dem Schloss, gewöhnlich äusserlich sichtbar (äusseres L.), selten offenbar durch Einfaltung in das Innere verlagert (inneres L.) (Fig. 306). Das sogenannte *schixodonte* und *desmodonte* Schloss sind wohl nur als Modificationen des *heterodonten* Schlosses anzusehen. — Ausser „*heterodonten*“ Muscheln giebt es nun aber noch Muscheln von offenbar primitivem Bau, bei denen entweder jegliches Schloss noch fehlt (*dysodont*) oder das Schloss durch zahlreiche, in einer Reihe symmetrisch zum Umbo gestellte Höckerchen (*taxodont*) oder durch zwei kräftige, ebenfalls symmetrisch zum Umbo angeordnete Vorsprünge ersetzt ist (*isodont*). In diesen Fällen ist das Ligament gewöhnlich auch symmetrisch zum Umbo ausgebildet, so dass ein Theil vor, ein Theil hinter dem Umbo äusserlich sichtbar lagert, wenn es nicht durch Einfaltung zu einem inneren Ligament geworden ist.

Eine besondere Zeichnung auf der Innenseite der Schale wird noch durch die Beziehungen zur Manteloberfläche herbeigeführt. Da am Mantelrand die Ausscheidung der Schale am lebhaftesten vor sich geht, hängen beide Theile hier fester zusammen; auch dienen hier



kleine Muskelchen zu einer innigeren Vereinigung. So entsteht ein Randbezirk, welcher ein anderes Aussehen als der Rest der Schale hat und gegen diesen durch eine dem Schalenrand parallele Linie, die Mantellinie, abgegrenzt ist (Fig. 306). Bei vielen Muscheln, den *Sinupalliaten*, zeigt die Mantellinie eine Einbuchtung am hinteren Ende (Fig. 307 s), indem der Bezirk inniger Verwachsung sich auf Kosten des übrigen Theils der Schalenoberfläche vergrössert. Auch dazu geben gewisse Structuren des Mantels Veranlassung, die wir daher zunächst betrachten müssen. Ihrer Entstehung nach müssen die beiden Mantelfalten Membranen mit freien Rändern sein, welche bei geschlossener Schale gegen einander gepresst werden. Damit nun das Wasser auch dann noch ungehindert aus- und einströmen kann, besitzt jede Mantelhälfte am hinteren Ende zwei Ausbuchtungen, eine obere und eine untere, welche den Ausbuchtungen der anderen Seite genau entsprechen, so dass bei geschlossener Schale zwei Oeffnungen entstehen (Fig. 308). Die obere Oeffnung ist die Cloakenöffnung, da sie zur Entleerung der Fäcalien und des gebrauchten Athemwassers dient; die untere, welche das Einfließen des frischen Athemwassers vermittelt, ist die Branchialöffnung.

Fig. 308—310. *Siphonier* und *Asiphonier* von rückwärts gesehen. Fig. 308. *Anodonta cygnea*. Fig. 309. *Isocardia cor*. Fig. 310. *Lutraria elliptica*. a Aftersipho, b Branchialsipho, k' äusseres, k'' inneres Kiemenblatt, m Mantel, s Schale, f Fuss.

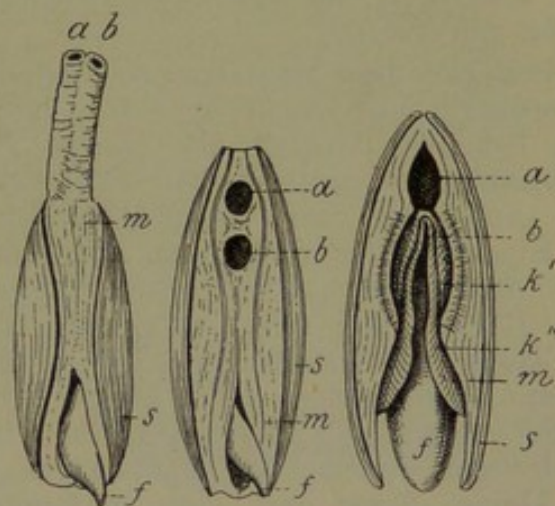


Fig. 310. Fig. 309. Fig. 308.

Bei vielen Muscheln verwachsen die beiden Mantellappen mit ihren freien Rändern in der ventralen Mittellinie unter einander bis auf drei Oeffnungen, welche ausgespart bleiben: einen Schlitz für den Durchtritt des Fusses und die beiden schon erwähnten Oeffnungen, welche man nunmehr Branchial- und After- (Kloakal-)Sipho nennt (Fig. 309). Eine weitere Vervollkommnung dieser Einrichtung wird dadurch herbeigeführt, dass die Umrandung beider Siphonen sich zu langen Röhren, den Siphonalröhren, verlängert, welche durch besondere Muskeln zurückgezogen und wieder in die Länge gestreckt werden können (Fig. 310). Die Rückziehmuskeln der Siphonalröhren sind die Ursache der Einbuchtung der Mantellinie, indem sie ihren Ursprung von der inneren Schalenwand nehmen und so Veranlassung werden, dass der Randbezirk der engeren Vereinigung von Mantel und Schale sich einwärts vergrössert (Fig. 307).

Dünnschliffe durch die Schale (Fig. 311) lassen an derselben 3 Lagen erkennen, zu äusserst die Cuticula, eine nur aus organischer Masse bestehende Schicht, darunter zwei weitere Lagen, die im Wesentlichen aus kohlensaurem Kalk bestehen. Bei vielen Muscheln werden die beiden Schichten als Prismenschicht und Perlmutter-schicht unter-



schieden. Die Prismenschicht hat ihren Namen von kleinen, zur Oberfläche senkrecht gestellten vielkantigen Prismen, die wie die Pflastersteine dicht zusammengefügt sind; die Perlmutterschicht dagegen zeigt dünne Lamellen, welche im Grossen und Ganzen der Oberfläche parallel geschichtet sind und um so schöner irisiren, je feiner sie beschaffen sind. Namentlich bei den technisch verwerthbaren Perlmutterschalen, welche von zwei Arten, der *Melagrina* und der *Margaritana margaritifera*, stammen, sind die einzelnen Lagen von ausserordentlicher Feinheit. Wenn zwischen die Schale und die mit der Schalenbildung betraute Oberfläche des Mantels Fremdkörper gerathen, so reizen sie das Epithel zu stärkerer Ausscheidung von Perlmuttersubstanz und werden von zahlreichen Schichten derselben umhüllt und abgekapselt. Derartige abnorme Production von Perlmuttersubstanz, wahrscheinlich durch äussere Reize veranlasst, führt zur Bildung von Perlen.

Kiemen.

Zwischen dem Mantellappen und der Körperoberfläche liegen die Kiemen, deren lamellöse Gestalt den Namen *Lamellibranchier* veranlasst hat (Fig. 312, 313). Auf jeder Seite des Körpers sind zwei Kiemenblätter vorhanden, von denen selten das äussere, noch seltener beide durch Rückbildung verloren gehen. Indem häufig die Kiemen der linken und rechten Seite hinter dem Körper der Muschel verwachsen, erzeugen sie eine Scheidewand, welche den Mantelraum in eine kleine obere und eine geräumige untere Etage theilt (Fig. 312). Erstere ist die Cloake, da in sie der After mündet und aus ihr der Aftersipho ableitet; letztere ist die Athemhöhle, sie erhält durch den Branchialsipho das Athemwasser zugeführt. Einwärts und nach vorn von den Kiemen liegen zwei Paar Lappen, welche ebenfalls stark mit Flimmerepithel bedeckt sind, die Mundöffnung zwischen sich fassen und Mundsegel heissen.

Die Kiemen der Lamellibranchier besitzen verschiedene Grade der Ausbildung. Die *Nuculiden* — unter den lebenden Formen die primitivsten — haben noch ächte Ktenidien wie die meisten Mollusken, und zwar jederseits des Fusses eine *Kammkieme*, an der man eine dem Körper angewachsene Axe und eine äussere und innere Reihe von Kiemenblättern unterscheiden kann. Aus der Kammkieme lässt sich ohne Schwierigkeit die Fadenkieme ableiten. Indem jedes Kiemenblättchen in einen langen Faden auswächst, entstehen sowohl an der linken wie rechten Mantelhöhle 2 Reihen von Fädchen, eine innere und eine äussere; die Fädchen einer Reihe sind so dicht an einander gefügt, dass sie den Eindruck eines zusammenhängenden Blattes hervorrufen. Eine ächte Blattkieme entsteht jedoch erst, wenn benachbarte Fädchen in Zwischenräumen mit einander verwachsen, wobei

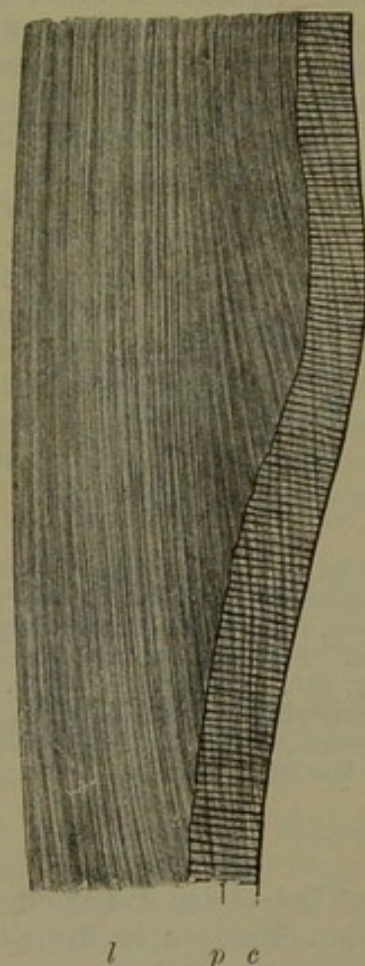


Fig. 311. Schliff durch die Schale von *Anodonta*. *l* Perlmutter-schicht, *p* Prismen-schicht, *c* Cuticula.



zwischen den Verwachsungsstellen Oeffnungen oder Kiemenspalten übrig bleiben. Zum genaueren Verständniss der Faden- und Blattkiemen muss noch hervorgehoben werden, dass jedes Kiemenfädchen am freien Rand der Kieme umbiegt und nach der Basis zurück läuft, so dass man an ihm einen absteigenden und aufsteigenden Schenkel unterscheiden kann. So erklärt sich, dass auch bei den Blattkiemen jedes Kiemenblatt aus 2 einen Binnenraum umschliessenden Lamellen besteht, von denen die eine Lamelle aus den absteigenden, die andere aus den aufsteigenden Schenkeln der Kiemenfäden durch Verwachsung entstanden ist. Der Binnenraum der Kieme dient öfters zur Aufnahme der jungen Brut.

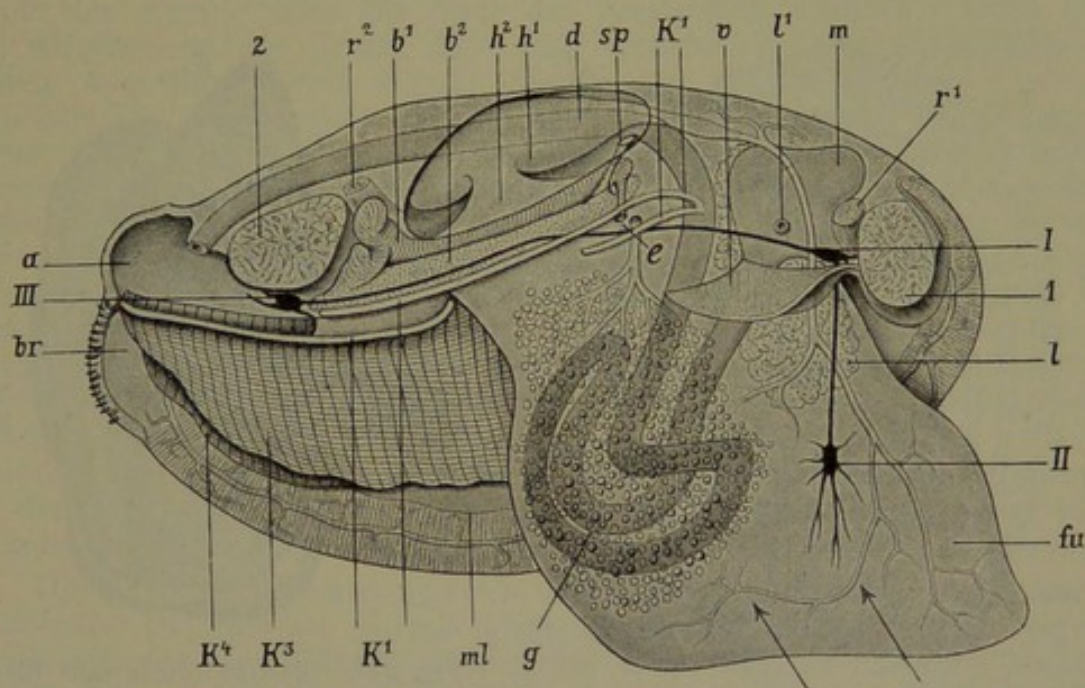


Fig. 312. Bau der *Teichmuschel*. Mantel und Kiemen der rechten Seite abgetragen, Pericard geöffnet, Leber der rechten Seite entfernt gedacht; Eingeweide und Nervensystem etwas schematisch eingezeichnet, 1 vorderer, 2 hinterer Adductor, I Cerebral-, II Pedal-, III Visceralganglion,  $\alpha$  Aftersiphon, br Branchialsiphon,  $b^1$  oberer,  $b^2$  unterer Schenkel des Bojanus'schen Organs, e Mündung desselben nach aussen, daneben Mündung des Geschlechtsapparats, sp Nierenspitze (Communication der Niere mit dem Pericard), d Darm, das Herz durchbohrend,  $h^1$  Kammer,  $h^2$  rechte Vor-kammer des Herzens, g Geschlechtsdrüse, l linke Leber,  $l^1$  Mündung der rechten Leber, m Magen, fu Fuss, ml Mantellinie,  $r^1$  vorderer,  $r^2$  hinterer Retractor,  $K^1$  Insertionen der beiden Lamellen des inneren rechten Kiemenblatts,  $K^3$  innere linke,  $K^4$  äussere linke Kieme, v Mundsegel.

Der vollkommene Einschluss des Körpers in Mantellappen und Schalen hat bei den Muscheln zu einer gänzlichen Rückbildung des Kopfes und seiner Anhänge geführt (*Acephalen*). Man kann daher am Körper nur 2 Abschnitte unterscheiden, dorsal den Eingeweideknäuel, ventral den Fuss. Der Fuss, welcher bei manchen Arten ebenfalls rückgebildet wird, hat nur bei den *Nuculiden* und *Pectunculus* eine breite Sohle; gewöhnlich ist er beilförmig, d. h. seine linke und rechte Fläche stossen ventral in einer abgerundeten Kante zusammen (*Pelecypoden*). Er kann enorm anschwellen und dann wieder zusammenschrumpfen. Vielfach erklärte man das Anschwellen des Fusses durch Aufnahme von Wasser in das Blut; jetzt wird allgemein an-

Fuss- und  
Byssusdrüse.



genommen, dass das Anschwellen des Fusses damit zusammenhängt, dass Blut aus anderen Körperprovinzen in ihn hineingepresst wird. Kann der Fuss durch seine verschiedene Anfüllung mit Blut zur Fortbewegung dienen, so besitzt er bei vielen Muscheln ausserdem noch die besondere Bedeutung eines Haftorgans; in ihm liegt dann eine ansehnliche Drüse, welche seidenartige Fäden, den Byssus, zu erzeugen vermag (Fig. 314); ein fingerförmiger Fortsatz des Fusses dient zum Anheften der Fäden, deren anderes Ende mit dem Fuss in Zusammenhang bleibt. Muscheln, welche eine Byssusdrüse besitzen, findet man mittelst eines dicken Busches von Byssusfäden an Steinen, Pfählen etc. fest verankert.

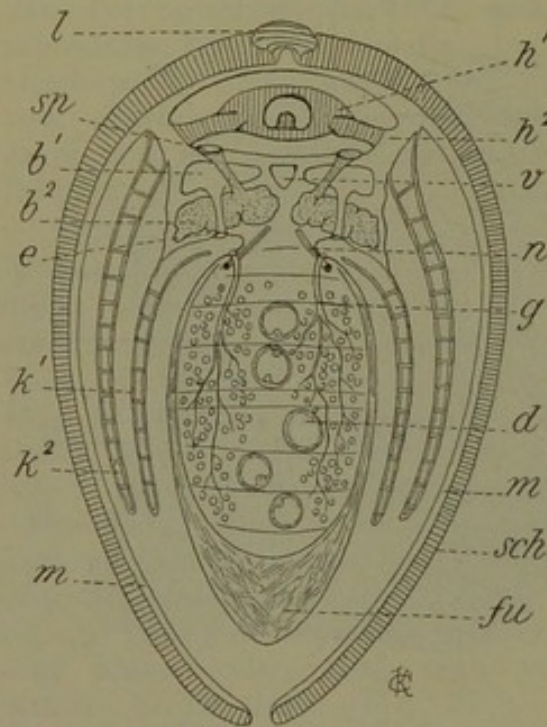


Fig. 313. Die Figur giebt in schematischer Weise 2 auf eine Ebene projecirte Querschnitte wieder, deren Lage durch die Pfeile der Figur 312 bezeichnet wird. *l* Schalenband, *sch* Schale, *m* Mantel, *b¹* oberer, *b²* unterer Schenkel des Bojanus'schen Organs, *sp* Nierenspritze, *e* Mündung der Niere nach aussen, daneben die Geschlechtsöffnung, *g* Geschlechtsorgane, *h¹* Herzkammer, den Enddarm umschliessend, *h²* Vorkammer, *d* Darm, *k¹* innere, *k²* äussere Kieme, *n* Cerebrovisceralcommissur, *v* Venensinus, *fu* Fuss.

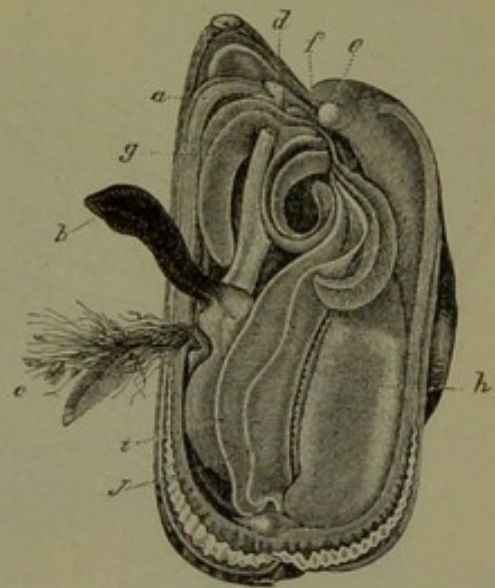


Fig. 314. *Mytilus edulis* (aus Blanchard). *a* Mantelrand, *b* Spinnfinger des Fusses, *c* Byssus, *d, e* Retractoren des Fusses, *f* Mund, *g* Mundlappen, *h* Mantel, *i* innere, *j* äussere Kieme.

Im Eingeweideknäuel liegt gewöhnlich am meisten dorsal das ansehnliche, vom Pericard umhüllte Herz: eine Kammer mit einer linken und rechten flügel förmigen Vorkammer (Fig. 312 u. 313 *h¹* u. *h²*). Die Vorkammern empfangen das Blut direct von den Kiemen; die Kammer leitet es an die Körperprovinz weiter durch eine vordere und hintere Aorta (Fig. 312); letztere fehlt bei manchen Arten.

Bojanus'sche  
Organe.

Dicht unter dem Herzbeutel stösst man bei der Präparation auf die Nieren oder die Bojanus'schen Organe. Die Organe der linken und rechten Seite treffen in der Mittellinie zusammen und können mit ihren Ausführwegen sogar eine Strecke weit verwachsen sein. Jede Niere besteht aus einem oberen, glattwandigen und einem unteren, von Balkenwerk durchzogenen Hohlraum, welche beide am hinteren Ende



in einander übergehen, sonst aber durch eine dünne Scheidewand von einander getrennt bleiben. Der untere Hohlraum, die Bojanus'sche Höhle im engeren Sinne, hängt an seinem vorderen, sonst blind geschlossenen Ende durch einen flimmernden Canal, die Nierenspritze, mit dem Herzbeutel zusammen; der obere Hohlraum dagegen, die „Vorhöhle“, mündet durch einen kurzen Canal, den Ureter, an der Seitenwand des Körpers im Bereich des Binnenraums der inneren Kieme nach aussen. Eine Communication führt somit vom Herzbeutel in die Bojanus'sche Höhle, von hier in die Bojanus'sche Vorhöhle und schliesslich durch den Ureter in die Mantelhöhle. Diesen Weg benutzen öfters die Geschlechtsproducte, indem Hoden und Ovarien, sei es in den Anfang oder das Ende der Nephridien, münden. Doch gilt im Allgemeinen die Regel, dass eine selbständige Geschlechtsöffnung neben dem Nierenporus lagert. Hoden und Ovarien der meist gonochoristischen Thiere sind acinöse Drüsen mit einfachem Ausführweg ohne weitere Hilfsorgane. — Der Darm beginnt mit einem kurzen Oesophagus, erweitert sich zu einem ansehnlichen Magen und behält dann nach abermaliger Verengerung bis zum After den gleichen Durchmesser bei; er bildet viele in einander geschlungene Windungen. Der Endabschnitt tritt merkwürdiger Weise meistens von vorn und unten in den Herzbeutel ein und durchbohrt die Herzkammer, um schliesslich dorsal und rückwärts aus dem Pericard auszutreten und in die Cloake zu münden. In seinem Verlauf ist der Darm, abgesehen von den Geschlechtsdrüsen, noch von den Lappen einer ansehnlichen Leber umhüllt, deren Secret durch je einen Ausführweg von links und rechts in den Magen entleert wird. Meist mündet in den Magen noch ein Blindsack, welcher eine Cuticularbildung, den „Krystallstiel“, ausscheidet.

Die 3 Molluskenganglien sind ungewöhnlich weit von einander entfernt. Die beiden Hirnganglien (Cerebro-Pleuralganglien) liegen beiderseits der Mundöffnung dicht unter dem vorderen Ende der Mundlappen und ventral von den vorderen Adductoren; sie sind durch eine lange Quercommissur, die dorsal die Mundhöhle umgreift, verbunden und auffallend klein, da Kopfaugen und Tentakeln fehlen. In geringer Entfernung vom After ventral vom hinteren Adductor findet man die Visceralganglien (Parieto-Visceralganglien) zu einem einheitlichen Körper vereint. Auch die Pedalganglien der beiden Seiten sind dicht an einander gefügt; sie ruhen ziemlich weit vorn auf der Muskelmasse des Fusses. Von höheren Sinnesorganen sind constant nur die Hörbläschen, welche auf den Pedalganglien liegen; als Sinnesorgane sind dann ferner noch die nervenreichen Mundlappen anzusehen und zwei kleine Epithelanschwellungen an der Basis der Kiemen (Geruchsorgane, Osphradien). Wenn Augen vorkommen, so sind sie, wie bei den Pectenarten, in grosser Zahl wie Perlen am Mantelrand aufgereiht und somit vollkommen andere Bildungen als die Kopfaugen der übrigen Mollusken. Kleine Tentakelchen, welche ausser den Augen am Mantelrand besonders in der Gegend der Siphonen vorkommen, zeigen, dass auch sonst der Mantelrand als Sinnesorgan verwandt wird.

Nerven-  
system.  
Sinnesorgane.

Während der Entwicklung beobachtet man sehr häufig das zur Ausbreitung dienende Veligerstadium (Fig. 303); aber auch wenn dasselbe fehlt, kann die Entwicklung den Charakter der Metamorphose annehmen, wie z. B. bei unseren *Anodonten*. Die junge Brut unserer Teichmuscheln, die in den mütterlichen Kiemen aufwachsenden Glochidien,



unterscheidet sich vom Mutterthier durch die Anwesenheit der Byssusfäden; ferner ist anstatt zweier Adductoren nur einer vorhanden; endlich hat der freie Schalenrand jederseits einen Haken, mit dem sich die jungen Thiere an vorbeischwimmenden Fischen festhaken (Fig. 315). Sie erreichen die Fische, indem sie, wie manche andere Muscheln es ebenfalls thun, durch Zusammenklappen der Schalen schwimmen; in der Fischhaut erzeugen sie einen Entzündungsherd, in dessen Innerem sie heranwachsen und unter Erneuerung der Schale und der Schliessmuskeln die definitive Gestalt annehmen. Nach beendigter Metamorphose fallen die jungen Muscheln ab, um im Schlamm halb vergraben weiter zu leben.

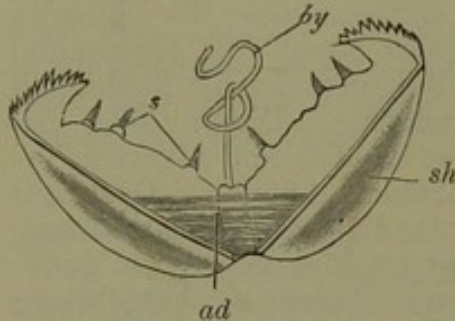


Fig. 315. Glochidium von *Anodonta* (aus Balfour). *by* Byssus, *s* Sinneshaare, *ad* Adductor, *sh* Schale.]

Für die Systematik der *Lamelli-branchier* sind der Bau der Kiemen, des Mantelrandes und der Adductoren wichtig. Ein jeder dieser Apparate zeigt höhere und niedere Entwicklungsstufen. Bisher

hat man meist einseitig das eine oder das andere Merkmal benutzt. Zu einem natürlichen System wird man jedoch nur gelangen, wenn man die verschiedenen Apparate möglichst gleichmässig berücksichtigt, wie dies im Folgenden geschehen soll. Es sollen hier die Muscheln, welche besonders in der Bildung der Kiemen und des Schlosses auf einer niederen Stufe verharren, als *Protoconchen* von den höher entwickelten *Heteroconchen* unterschieden werden.

### I. Ordnung. Protoconchen.

Der primitive Charakter der Protoconchen giebt sich vor Allem im Bau der Kiemen zu erkennen, welche entweder Kammkiemen (*Protobranchier*) oder Fadenkiemen (*Filibranchier*) sind. Doch wird hier und da schon die Verwachsung der Kiemenfäden zu Blättern angebahnt (*Pseudo-Lamellibranchier: Pectiniden, Ostreiden*). Schloss und Ligament sind symmetrisch zum Umbo entwickelt oder weichen wenig von der Symmetrie ab. Ersteres kann fehlen, letzteres ist öfters ganz oder zum Theil in's Innere verlagert. Die Mantelränder sind frei, selten finden sich die ersten Spuren der Verwachsung.

I. Unterordnung. *Dimyariier* oder *Homomyariier*. Mit zwei gleich starken Adductoren sind ausgerüstet: die *taxodonten Nuculiden* (*Nucula rostrata* Lam.) und *Arciden* (*Arca Noae* L.). Die *Nuculiden* (auch *Protobranchier* genannt) sind unter den lebenden Muscheln am ursprünglichsten gebaut, indem sie Kammkiemen und einen sohlenförmigen Fuss besitzen. Auch sind Pleural- und Cerebralganglien noch von einander getrennt. Die Geschlechtsdrüsen münden in die Nieren.

II. Unterordnung. *Anisomyariier*. Vorderer Adductor rudimentär (*Heteromyariier*) oder gar nicht vorhanden (*Monomyariier*). Mit Ausnahme der *isodonten Spondyliden* (*Sp. gaederopus* L.) sind alle hierher gehörigen Familien ohne Schloss (dysodont). Zu den *Heteromyariern* gehören die *Mytiliden*. Muscheln mit starkem Byssus und herzförmiger, nach dem vorderen Ende zu einer Spitze ausgezogener Schale: *Pinna nobilis* L., über 1 Fuss gross, Byssus lang und seidenartig, zu Gespinnsten verwerthbar. *Mytilus edulis* L., Miessmuschel (Fig. 314), eine etwa 3–5 cm lange, schwarzblaue



Muschel, die sich in Massen im Meer an Pfählen und Mauerwerk der Hafenbauten ansiedelt; wegen ihres Wohlgeschmacks vielerorts (besonders in Tarent) cultivirt; zeitweilig wie die Auster giftig. *Dreysena polymorpha* Pall. (von *Mytilus* im Bau der Kiemen, des Blutgefäß- und des Nervensystems wesentlich unterschieden), lebt im Brakwasser und dringt in das Süßwasser vor; aus ihrer Heimath (Caspisches Meer, Schwarzes Meer) in die Flüsse Russlands verschleppt, fängt sie seit einiger Zeit an, sich vom Norden aus auch in Deutschland zu verbreiten. *Lithodomus dactylus* L., essbar, bohrt Steine an; am bekanntesten sind die Bohrlöcher am Serapistempel (in der Neuzeit als Fischbehälter gedeutet) von Pozzuoli. — Eine zweite Familie, die *Aviculiden*, hat ihren Namen von den flügelartigen Fortsätzen, welche den Schlossrand einnehmen. Am bekanntesten ist *Meleagrina margaritifera* L., die ächte Perlmuschel des Indischen und Stillen Oceans, auch in Westindien heimisch; die Perlmutter-schicht besonders fein structurirt und ansehnlich dick, vielfach zu Schmuckgegenständen verwandt, liefert allein die feinen theuren Perlen. — Monomyarier sind die *Ostreiden* oder Austern, Muscheln, welche mit der linken, seltener mit der rechten Schalenklappe am Meeresgrund festgewachsen sind (Austernbänke): *Ostrea edulis* L., zuweilen giftig. Ferner gehören hierher die *Pectiniden*, deren kammförmig geriefte Schalen vielfach an Stelle von Tellern benutzt werden, deren Mantelrand reichlich mit Tentakeln und smaragdgrünen Augen besetzt ist. *Pecten Jacobaeus* L.

## II. Ordnung. Heteroconchen.

Die *Heteroconchen* haben stets lamellöse Kiemen, deren Oberfläche häufig eingefaltet ist (Riffkiemen). Das Schloss — in seltenen Fällen (*Anodonta*) durch Rückbildung verloren gegangen — ist heterodont oder durch Umbildung aus dem heterodonten Schloss entstanden. Nur selten sind die Mantelränder in ganzer Ausdehnung von einander getrennt, meist sind Siphonen vorhanden, bei einem Theil der Arten klein, so dass sie keinen Einfluss auf die Mantellinie gewinnen — *Integripalliata* —, in anderen Fällen gewaltig, so dass eine deutliche Mantelbucht vorhanden ist — *Sinupalliata*. Vorderer und hinterer Adductor sind gleich stark.

I. Unterordnung. *Integripalliata*. Die Siphonen fehlen meist gänzlich bei den *Najaden*, welche in Hunderten von Arten im Süßwasser verbreitet sind. Die europäischen Formen vertheilen sich auf die Gattungen *Anodonta* und *Unio*. Die *Anodonten* oder Teichmuscheln haben dünne Schalen ohne Schlosszähne; die *Unionen* dagegen besitzen eine dicke Perlmutterlage und ansehnlich entwickelte Schlosszähne. Am schönsten ist die Perlmutter-schicht bei *Unio* (*Margaritana*) *margaritifera* L., welche zur Perlmutterfabrication verwandt wird und die minderwerthigen deutschen Perlen liefert; das Thier lebt besonders häufig in Bächen des Fichtel-



Fig. 316. *Teredo navalis*. A das Thier in der geöffneten Kalkröhre mit herausgezogenen Siphonen. B einige Zähne der Kopfplatte, stark vergrößert. a Aftersiphon, b Branchialsiphon, k Kopfplatten (Schale), r Röhre.



gebirges, des bayrischen und Böhmerwaldes, findet sich aber auch in Sachsen, Hannover, Schottland etc. — Mit kleinen Siphonen sind ausgerüstet die *Tridacniden*, zu denen die grösste Muschel, die *Tridacna gigas* Lam. gehört, deren Schalen über 4 Fuss gross und 3 Ctr. schwer werden können. Eine weitere marine Familie sind die *Cardiden*, Herzmuscheln: *Cardium edule* L. Im Süsswasser sind die *Cycladiden* verbreitet, kleine, erbsengrosse Muscheln, die sich von jungen Najaden durch ihre dünnen Schalen und die daraus hervortretenden, zarten Siphonen unterscheiden. *Cyclas cornea* L. *Pisidium amnicum* Müll. An die wahrscheinlich ebenfalls hierher gehörigen *Chamiden* reihen sich an die ausgestorbenen, der Kreide angehörigen *Rudisten*, deren rechte Schale festgewachsen und zu einem thurmartigen Kegel verdickt war, trotzdem aber nur einen sehr kleinen Binnenraum enthielt, welcher von der linken deckelartigen Schale geschlossen wurde.



Fig. 317. Röhre von *Aspergillum vaginiferum*, a Schale (aus Ludwig Leunis).

II. Unterordnung. *Sinupalliaten*. Typische Repräsentanten sind die von der schönen Färbung ihrer Schalen den Namen führenden *Veneriden* und die *Telliniden* mit ovaler, flach gewölbter Schale: *Venus paphia* L. und *Tellina baltica* L. — Bei vielen *Sinupalliaten* werden die Siphonen so lang und kräftig, dass sie in die relativ kleinen, an beiden Enden stets klaffenden Schalen nicht zurückgezogen werden können: *Myiden*, Klaffmuscheln, und *Soleniden*, Messermuscheln (*Solen vagina* L.). — Das leitet über zu Muscheln, deren vereinigte Siphonen den übrigen Körper bei Weitem an Ausdehnung übertreffen, so dass die Thiere die Gestalt eines Wurmes annehmen (Fig. 316). Da die beiden Schalenklappen nicht ausreichen, den Körper zu bedecken, so werden sie in verschiedenem Grade rudimentär und können durch accessorische Stücke ergänzt werden, oder der wurmförmige Körper erzeugt eine Kalkröhre, ähnlich der Röhre eines Röhrenwurms, in welcher die Schalenrudimente noch eingeschlossen sind. *Pholadiden*, Bohrmuscheln genannt, weil sie in Holz und Stein ihre Gänge bauen. *Pholas dactylus* L., mit ansehnlichen Resten der Muschelschale und grossen accessorischen Schalenstücken, vermag im härtesten Stein zu bohren, ausgezeichnet durch starkes Meerleuchten. *Teredo navalis* L., Schiffsbohrwurm (Fig. 316), sieht wie ein weichhäutiger Wurm aus, da sowohl die Muschelschale als auch die accessorischen Stücke äusserst klein sind; er bohrt im Holz Gänge, die er mit Kalk auskleidet; dadurch wird er Schiffen, sofern sie nicht mit Kupferplatten bedeckt sind, und hölzernen Hafen- und Dammbauten gefährlich; er war Ursache von den grossen holländischen Dammbrüchen, die sich in vorigem und diesem Jahrhundert mehrfach wiederholt und grosse Opfer an Menschenleben gefordert haben. Bei den *Gastrochaeniden*, Giesskannenmuscheln, endlich steckt der Weichkörper in einer nahe dem hinteren Ende verbreiterten Röhre, in welcher die beiden Schalenklappen noch deutlich zu erkennen sind; das schmale Ende der Röhre ist offen, das breitere durch eine durchlöchernte, an eine Giesskannenbrause erinnernde Platte geschlossen (Fig. 317). *Aspergillum vaginiferum* Lam.

Im Anschluss an die Muscheln seien hier noch die **Scaphopoden** erwähnt, auch *Solenococonchen* genannt (Fig. 318), im Ganzen primitive Formen,



die viele Merkmale mit den Muscheln theilen: paarige Leber, paarige Niere, Bau des Nervensystems (mit der Besonderheit, dass Buccalganglien vorhanden und die Pleuralganglien von den Cerebralganglien getrennt sind). In mancher Hinsicht ursprünglicher (Persistenz von Kiefer und Radula), sind sie in anderen Punkten merkwürdig abgeändert: Mangel der Kiemen, unpaare Geschlechtsdrüse, rudimentäre Beschaffenheit des Herzens (keine Vorkammern), Entwicklung zweier Tentakelbüschel links und rechts von der Mundöffnung. Die in der Larve noch paarigen Mantellappen umwachsen ventral den Körper und verwachsen zu einem beiderseits offenen Sack; sie erzeugen demgemäss auch eine einheitliche, durch conische Form an den Stosszahn eines Elephanten erinnernde röhrlige Schale, aus deren breiterer vorderer Mündung ein langer dreilappiger, im Sand bohrender Fuss heraustritt. *Dentalium elephantinum* L. (Fig. 318).

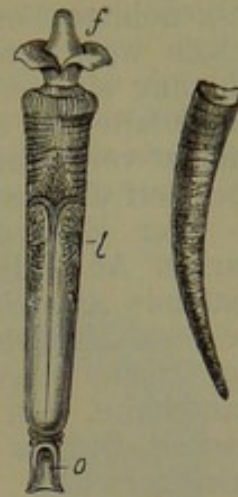


Fig. 318. *Dentalium elephantinum*, links Thier, rechts Schale. f Fuss, l Lebergegend. o hintere Oeffnung des Mantelsacks.

### III. Classe.

#### Cephalophoren, Gastropoden, Schnecken.

Obwohl höher organisirt als die *Muscheln*, sind die *Schnecken* in vieler Hinsicht ursprünglicher gebaut. Die für die Mollusken so typische Gliederung des Körpers in den muskulösen Fuss, den Kopf, Eingeweidesack und den mit Bildung der Schale betrauten Mantel finden wir in allen Schnecken-Ordnungen durchgeführt, wenn auch in jeder derselben einzelne Formen auftreten, in welcher das eine oder andere Organ rückgebildet ist.

Der Fuss ist in der Regel auf der ventralen Seite zu einer Kriechsohle abgeplattet. Man unterscheidet an ihm als Propodium und Metapodium zwei nach vorn und hinten sich erstreckende Fortsätze, als Parapodium die scharfen seitlichen Ränder, als Epipodium dorsal von diesen Rändern gelegene Anhänge und Leisten. In seinem Innern ist gewöhnlich die Fussdrüse eingeschlossen.

Der Kopf trägt 1) die Fühler, ein Paar muskulöse Lappen der Haut oder ein- und ausstülpbare Schläuche, 2) 1 Paar primitive, bläschenförmige Augen. Die Augen liegen meist an der Basis der Fühler, können aber an ihnen hinaufrücken bis zur Spitze derselben. Bei vielen Schnecken sind sie auf besondere Augenträger erhoben, welche dann wie bei den stielägigen *Pulmonaten* ein zweites hinteres Paar schlauchförmiger Fühler darstellen. Das Ausstülpen der Fühlerschläuche erfolgt durch Einspritzen von Blut, das Zurückziehen durch Muskeln, die an der Spitze des Fühlers sich befestigen und bei ihrer Contraction denselben wie einen Handschuhfinger umstülpen.

Kopf, Fuss, Mantel.

Die Mantelfalte beginnt auf dem Rücken der Schnecke und schlägt sich von hier nach vorn über den Rumpf bis in die Gegend, wo der Kopf beginnt. Sie überdeckt die Mantel- oder Athemhöhle, einen ansehnlichen Raum, welcher bei den Wasser athmenden *Prosobranchiern* etc. die Kiemen beherbergt und mit einem weiten Spalt unter dem Mantelrand nach aussen klappt. Zum Aus- und Einleiten des Athemwassers kann der Mantelrand in einen langen, rinnenförmig



ausgehöhlten Fortsatz ausgezogen sein, den für die Beschaffenheit der Schale wichtigen Siphon. Tritt unter Rückbildung der Kieme Luftathmung ein, so schliesst sich die Athemhöhle zur Lunge, indem die Mantelfalte in einiger Entfernung vom Rand mit dem Rückenintegument verwächst, bis auf ein kleines, durch Muskeln verschliessbares Loch auf der rechten Seite, das Spiraculum.

Der Eingeweidesack der Schnecken gewinnt in Folge der starken Ausbildung der Geschlechtsorgane und der Leber eine bedeutende Ausdehnung. Eine Vergrösserung nach abwärts wird durch die feste Muskelmasse des Fusses unmöglich gemacht, und so drängen die Organe gegen den Rücken und buchten die Ursprungsstelle der Mantelfalte, den Ort des geringsten Widerstandes, bruchsackartig aus; manche Organe können dabei sogar in die Decke der Mantelhöhle hineingerathen, wie Niere und Herz. Ist der Eingeweidebruchsack, was zumeist zutrifft, enorm entwickelt, so bildet er keinen gerade aufsteigenden Höcker, sondern rollt sich von links nach rechts spiralig ein. Je älter das Thier ist, um so mehr Spiralumgänge müssen gebildet werden, und um so ausgedehnter müssen die zuletzt entstandenen Umgänge sein. Der Eingeweideknäuel beginnt daher an der Spitze mit engen Windungen, welche nach abwärts immer ansehnlicher werden.

Schale.

Nach dem Vorstehenden ist die Beschaffenheit der Schnecken-  
schale leicht verständlich; als ein Ausscheidungsproduct des Mantels wird sie in ihrer Gestalt von der Form, die der Mantel unter dem Einfluss des Eingeweideknäuels annimmt, vollkommen bestimmt. Bei geringer Ausbildung des Eingeweideknäuels hat die Schale die Gestalt eines chinesischen Hütchens (*Patella*) (Fig. 319), oder einer nur an der Spitze ein wenig spiralig eingerollten, flachen Mütze (*Haliotis*) (Fig. 320). Ist der Eingeweideknäuel lang gestreckt, so wird auch die umhüllende Schale im Allgemeinen eine lange, nach dem blinden Ende zu verjüngte Röhre sein. Dieselbe ist selten unregelmässig gewunden, wie die an Röhrenwürmer erinnernden *Vermetiden* zeigen (Fig. 321); meist ist sie nach Art einer Uhrfeder in einer Ebene oder wendeltreppenartig aufsteigend eingerollt. Im letzteren Falle nimmt die Schale eine mehr oder minder ausgesprochene Kegelgestalt an (Fig. 322), und man kann nun an ihr eine Spitze (Apex) und eine Basis unterscheiden; inmitten der letzteren findet sich zumeist eine Vertiefung, der Nabel (Umbo). Wenn die einzelnen Windungen locker gefügt sind und in der Umbo und Apex verbindenden Spindelaxe nicht zusammenstossen, so ergiebt sich hier (bei den Perspectivschnecken, *Scalarien*) ein Raum, durch den man hindurchsehen kann; meist schliessen jedoch die Windungen fest zusammen und verschmelzen zur Bildung einer festen Kalkspindel, der Columella (Fig. 323 C), um welche die Umgänge herum verlaufen.

Die Schnecken-  
schale wächst bis zu einer bestimmten Grösse am Mantelrand weiter; da der Mantelrand die untere Schalenöffnung bezeichnet, müssen nothwendigerweise die Anwachsstreifen der Schalenmündung parallel gestellt sein. Am Mantelrand werden auch die Pigmente bereitet, welche bei der Bildung der Schale in diese mit übergehen und ihre nicht selten prächtige Färbung bedingen. Wenn der Mantelrand in eine lange Rinne, den Siphon, ausgezogen ist, so erhält auch die Schale einen entsprechenden Fortsatz: man unterscheidet daher holostome Schalen mit glattrandiger Mündung (Fig. 322) und siphonostome Schalen, bei denen der Mündungsrand in eine Siphonalrinne verlängert ist (Fig. 323 S).



Eine hütchenförmige Schale kann nicht ohne Weiteres als ein Zeichen primitiven Baues angesehen werden; sie kann auch aus einem spiralgewundenen Gehäuse durch Rückbildung entstanden sein, wenn der Eingeweideknäuel eine Verkleinerung erfährt. In dieser Weise ist der Schalenbau von *Fissurella* und *Patella* zu erklären, da die Eingeweide hier noch die Folgen einer früher bestandenen Spiraldrehung erkennen lassen.

Fig. 319.

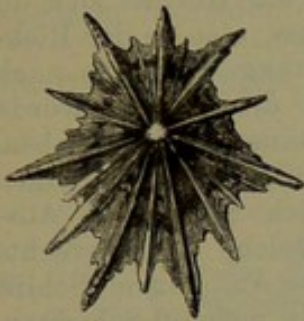


Fig. 320.



Fig. 323.

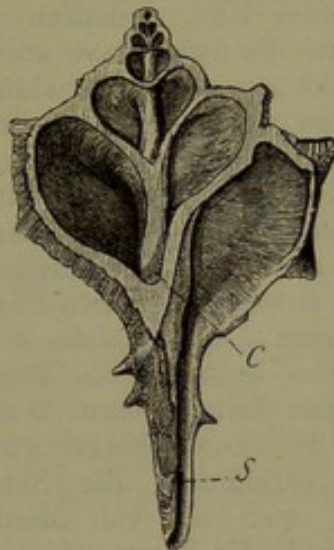


Fig. 321.



Fig. 322.

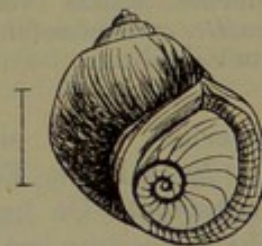


Fig. 319—323. Verschiedene Schalenformen. Fig. 319. *Patella longicosta*, Schale vom Rücken gesehen (aus Schmarda). Fig. 320. *Haliotis tuberculata*. Fig. 321. Schale von *Vermetus dentiferus* (aus Bronn). Fig. 322. *Lithoglyphus naticoides*, Schalen-  
eingang durch Operculum geschlossen (aus Clessin). Fig. 323. Schale eines *Murex*,  
geöffnet durch Abschleifen der unteren Schalenumgänge. C Columella, S Siphon  
(nach Schmarda).

Im Allgemeinen ist der Contact zwischen Schale und Weichkörper leicht zu lösen und das Thier durch geeignetes Drehen aus der Schale herauszunehmen; nur in der Gegend der Mündung ist ein innigerer Zusammenhalt, sowie weiter einwärts, etwa auf halber Höhe der Columella, wo sich ein besonderer Muskel, der *Musculus columellaris*, inserirt (Fig. 326 C). Derselbe zweigt unpaar oder mit einem linken und rechten Strang von der Fussmuskulatur ab und steigt in der Nachbarschaft der Schalenspindel auf. So lange seine Insertion nicht gelöst ist, kann man eine Schnecke nicht unverletzt aus ihrem Gehäuse herausbekommen. Er zieht während des Lebens die Schnecke in das Haus zurück, zunächst den vorderen Abschnitt mit dem Kopf, dem dann weiter das hintere Ende, das Metapodium, folgt. Da dabei das Metapodium umgelegt wird, kommt die Sohle desselben einwärts, die Rückenseite nach der Mündung zu liegen. Auf dieser beim retrahirten Thier allein noch nach aussen schauenden Stelle erzeugen die meisten marinen und manche Süßwasserschnecken eine dicke Kalkplatte, das Operculum, welches bei eingeschlagenem Metapodium den Schalen-  
eingang vollkommen schliesst. Da beim Wachsthum die Schalenmündung sich vergrößert, muss auch das Operculum (Fig. 322)



sich vergrössern; es kann dabei ein der Schale entsprechendes spirales Wachsthum einhalten, welches häufig in einer Spirallinie auf der Aussen-seite des Operculums zum Ausdruck kommt. Landschnecken haben meist kein Operculum, wohl aber können sie, wenn sie sich zum Winterschlaf verkrochen haben, die Schalenmündung durch eine dicke Kalkschicht, das Epiphragma, absperren; im Frühling fällt das Epiphragma ab, indem seine Ränder wieder gelöst werden.

Die meisten Schnecken haben eine rechts gewundene Schale, d. h. die Schale ist derart spiral gewunden, dass, wenn ein Körper sich in ihren Umgängen von der Spitze abwärts nach der Basis, also in der Richtung des Wachsthums bewegen würde, er die Richtung von links nach rechts, wie der Zeiger einer Uhr, einhalten würde; der Körper würde dabei die Spindelaxe stets zu seiner Rechten haben.

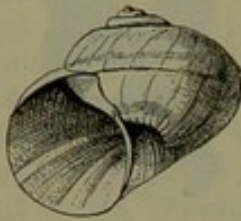


Fig. 324. Links gewundene Schale von *Lanistes carinatus* (aus Leunis-Ludwig).

Links gewundene Schalen (Fig. 324) sind bei wenigen Arten vorhanden und finden sich als seltene Ausnahmen auch bei Thieren, welche sonst rechts gewundene Schalen besitzen. — Auf einem Schliff unterscheidet man an der Schale meist 2 Schichten, die nicht immer vorhandene innere lamellöse Schicht, die zuweilen schönen Perlmutterglanz hat, und eine äussere Lage, welche trüb ist und auch die Pigmente enthält, die Porcellanschicht. In seltenen Fällen fehlt der Mantel und demgemäss auch die Schale gänzlich; oder der Mantel ist vorhanden, die Schale aber rudimentär und

äusserlich nicht sichtbar, weil sie von Mantelfalten ganz umwachsen ist. In solchen Fällen sind die Eingeweide nicht zu einem Bruchsack ausgestülpt. Da bei schalenlosen Arten die Larven einen Mantel und eine Schale besitzen, so ist wohl stets der Mangel der Schale und des Mantels durch Rückbildung zu erklären.

Asymmetrie  
der  
Eingeweide.

Bei der inneren Anatomie der Schnecken muss man beachten, dass nur wenige Formen nach Art der *Amphineuren* und *Lamelli-branchier* annähernd bilateral symmetrisch sind; gewöhnlich hat eine der Drehung des Eingeweideknäuels conforme spirale Drehung der Organe von links hinten nach rechts vorn stattgefunden und zu einer verschiedenen-gradigen Asymmetrie des Darms, der Niere, der Kiemen, des Herzens und des Nervensystems geführt. Beim Darm rückt der After nach rechts und vorn in die Athemhöhle oder in die Nähe des Kopfes; Nieren, Herz, Kiemen und das mit den Kiemen verbundene Geruchsorgan (Osphradium) wandern mit. In Folge der Drehung kommen die linken Theile rechts, die rechten links vom After zu liegen; sie zeigen eine Tendenz zur asymmetrischen Entwicklung, indem die Organe der einen Seite (zumeist die ursprünglich links gelegenen) vollkommen schwinden. Nimmt auch das Nervensystem an der Drehung Theil, so entsteht eine merkwürdige, unter dem Namen „Chiastoneurie“ (Streptoneurie) bekannte Kreuzung der Cerebro-Visceralcommissur.

Darm.

Der Darm beginnt mit einer muskulösen Schnauze, die bei manchen Arten zu einem gewaltigen, ausstülpbaren Rüssel umgewandelt ist. Der darauf folgende Schlundkopf enthält die Zunge, einen ventralen, von 1—4 Knorpelstücken gestützten Wulst, der von einem cuticularen Blatt, der Radula, überdeckt ist. Die Oberfläche der letzteren ist mit spitzen, nach rückwärts gekrümmten Zähnen bewaffnet (Fig. 325 B u. C), welche im Allgemeinen in Quer- und Längsreihen gestellt sind, im Uebrigen



aber eine so grosse Mannichfaltigkeit der Form, Grösse und Anordnung erkennen lassen, dass sie mit Vortheil systematisch verwerthet worden sind. Obwohl die Radula die Zunge bedeckt, wird sie doch nicht vom Zungenepithel gebildet, sondern vom Epithel des Radulasacks (*rs*), einer ventralen, hinter der Zunge liegenden Ausstülpung des Schlundkopfs; von hier aus wächst sie über die Zunge hinüber wie der Nagel über das Nagelbett, in gleichem Maasse, als sie sich beim Gebrauch am vorderen Ende abnutzt. Beim Fressen dient ferner ein unpaarer, dorsaler oder ein Paar lateraler (den Fleischfressern fehlender) Oberkiefer. — Der auf den Schlundkopf folgende Darm bildet complicirte Windungen, ehe er durch den After meist rechts vorn neben



Fig. 325 A u. B. Schlundkopf von *Helix pomatia*. A in seitlicher Ansicht, B der Länge nach aufgeschnitten. *oe* Oesophagus, *sp* Speicheldrüse, *rs* Radulasack, *r* Radula, *z* Zungenknorpel, *k* Kiefer, *m* Muskeln, *o* Mundöffnung. Fig. 325 C. Eine Querreihe der Radula von *Trochus cinerarius* (nach Schmarda).

oder in der Mantelhöhle, selten nahe dem hinteren Ende in der Mittellinie nach aussen mündet (Fig. 327, 329). Magen, Oesophagus und Dünndarm sind wenig von einander gesondert, da der Magen (*m*) sich ganz allmählig in die beiden angrenzenden Darmabschnitte verjüngt. Die Windungen des Darms sind umhüllt von der Leber (*l*), welche vermöge ihrer starken Ausbildung den Hauptbestandtheil des Eingeweidesacks ausmacht. In den Schlundkopf mündet ausserdem noch ein Paar Speicheldrüsen (*sp*), die bei den *Doliiden* die physiologische Merkwürdigkeit zeigen, dass sie eine freie Schwefelsäure enthaltendes Secret produciren.

Das Nervensystem der *Cephalophoren* unterscheidet sich gewöhnlich dadurch von dem der übrigen Mollusken, dass sich in der Visceralcommissur gewisse, sonst mit Visceral- und Cerebralganglien verschmolzene Nervenknötchen, die Pleural- und Parietalganglien, gesondert erhalten. Sind die einzelnen Commissuren kurz, die Ganglienknoten in Folge dessen im Umkreis des Pharynx vereinigt und dadurch dem Einfluss der Spiraldrehung entrückt, so erhält sich die symmetrische Vertheilung der Ganglien, die Orthoneurie (Fig. 326 II). Sind dagegen die Cerebro-Visceralcommissuren lang ausgezogen, so bildet sich fast stets die Chiastoneurie (Streptoneurie) heraus. Pleural- und Visceralganglien bewahren zwar ihren Ort, dagegen rückt das Parietalganglion der rechten Seite über den Darm herüber (daher auch G. suprainstestinale genannt) nach links, das linke unter dem Darm hindurch (G. subintestinale) nach rechts; die gesammte Cerebro-Visceralcommissur erfährt hiermit eine Kreuzung und beschreibt eine Achter-Tour (Fig. 326 II). — Mit der starken Entwicklung des Schlundkopfes hängt die Anwesenheit besonderer Buccalganglien zusammen.

Nerven-  
system.



Das Vorkommen chiastoneurer Arten unter den sonst orthoneuren *Opisthobranchiern* (*Actaeon*) und *Pulmonaten* (*Chilina*) spricht dafür, dass die Orthoneurie secundär aus der Chiastoneurie entstanden ist.

Kieme, Niere,  
Herz.

Kiemen, Niere und Herz werden am besten im Zusammenhang besprochen. Gewisse Schnecken (*Fissurella*, *Haliotis* etc.) erinnern noch sehr an die *Lamellibranchier*, indem das Herz vom Mastdarm durchbohrt wird, indem ferner linke und rechte Kiemen, linke und rechte Nieren und 2 Vorhöfe des Herzens vorhanden sind. In der Regel ist jedoch die durch die Spiraldrehung bedingte Asymmetrie Ursache geworden, dass nur eine einzige kammförmige Kieme, und zwar die meist nach links verschobene rechte, und in entsprechender Weise auch nur 1 Niere, 1 Geruchsorgan und 1 Vorkammer sich erhalten haben. Wie in anderen Fällen, schwindet fast stets mit der einen Kieme auch die entsprechende Vorkammer des Herzens. Die hierin sich äussernde Correlation beider Organe wird bei den Schnecken noch nach einer anderen Hinsicht bedeutungsvoll. Man unterscheidet

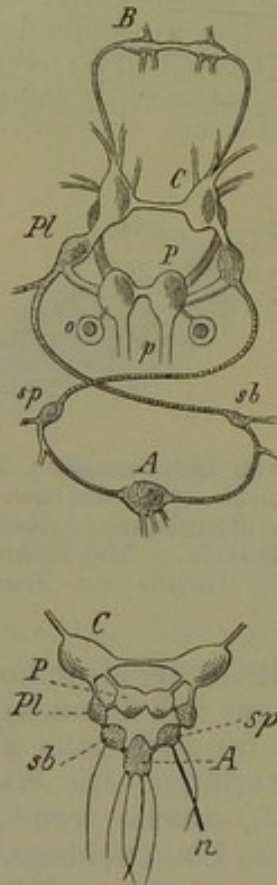


Fig. 326. I Chiastoneures Nervensystem von *Paludina* (nach Ihering aus Gegenbaur). II Orthoneures Nervensystem von *Limnaeus* (nach Lacaze-Duthiers). C Cerebralganglien, P Pedalganglien, Pl Pleuralganglien, sb Subintestinalganglien, sp Suprainestinalganglien, (Parietalganglien), A Visceralganglien, B Buccalganglien, o Gehörbläschen, n Geruchsnerv.

werk hineinragt; sie mündet entweder am Grunde des Athemsacks oder mittelst eines am Enddarm hinziehenden Ureters neben dem After.

Der bei einigen Formen (*Cyclobranchiern* und manchen *Zygobranchiern*) in die Niere mündende Geschlechtsapparat zeigt zwei Extreme: auf der einen Seite vollkommenen Gonochorismus, auf der anderen Seite den höchsten Grad von Hermaphroditismus derart, dass

Geschlechts-  
organe

*Opisthobranchier* und *Prosobranchier*, je nachdem die Kiemen der hinteren oder vorderen Körperhälfte angehören. Bei den *Opisthobranchiern* (Fig. 328) ist das Herz annähernd in die Körperaxe eingestellt; da es von rückwärts die Kiemenvene aufnimmt, liegt die Vorkammer nach rückwärts und vor ihr die Herzkammer; diese giebt in der Richtung des Kopfes die Körperarterie ab. Bei der Verlagerung der Kieme nach vorn dagegen (Fig. 327) hat das Herz eine Drehung um mehr als 90° erfahren, so dass nun umgekehrt die Vorkammer am meisten nach vorn lagert, die Herzkammer und die Arterie aber nach rückwärts schauen. Was die sonstige Beschaffenheit des Blutgefäßsystems anlangt, so ist dasselbe zwar höher als bei den *Lamellibranchiern* entwickelt, gleichwohl kein geschlossenes, da die feineren Verästelungen der Arterien mit den sinuösen Räumen communiciren, welche die Eingeweide umgeben und mit Unrecht Leibeshöhle genannt werden. — Die mit dem Herzbeutel durch die Nierenspritze communicirende Niere ist selten eine verästelte Drüse, meistens ein Sack, in dessen Lumen eine mit Drüsenzellen und Kalkconcretionen bedecktes Trabekel-



männliche und weibliche Organe fast der ganzen Länge nach zu zwitterigen Bildungen vereint sind (viele *Tectibranchier*, *Pteropoden*). Dazwischen kommen Uebergänge vor. Einen mittleren Grad von Hermaphroditismus wollen wir im Folgenden von unseren Lungenschnecken beschreiben (Fig. 329).

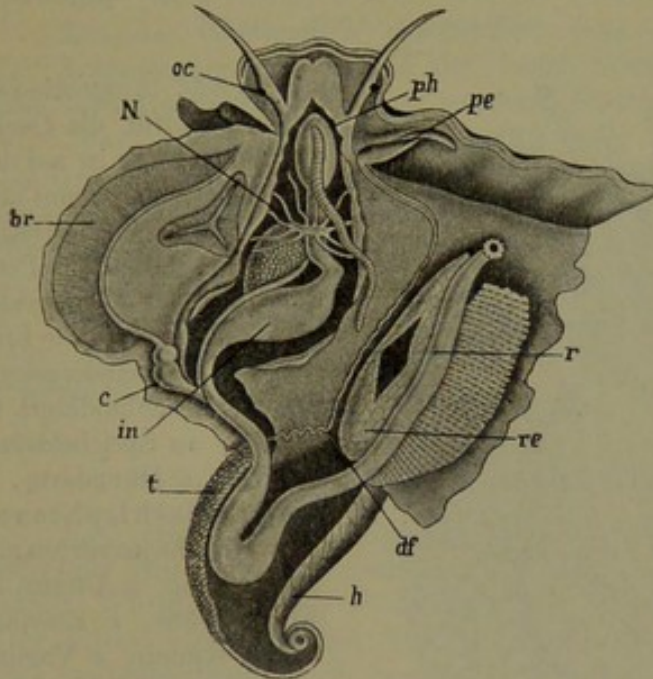


Fig. 327. Anatomie von *Cypraea tigris* (nach Quoy et Gaimard). *oc* Auge, *ph* Pharynx mit herausgezogener Radula, *in* Magen, *r* Enddarm, *h* Leber, *re* Niere, *t* Hoden, *df* Vas deferens, *pe* Penis, *br* Kieme, *c* Herz (das neben der Kieme gelegene Organ ist das Geruchsorgan), *N* oberes Schlundganglion.

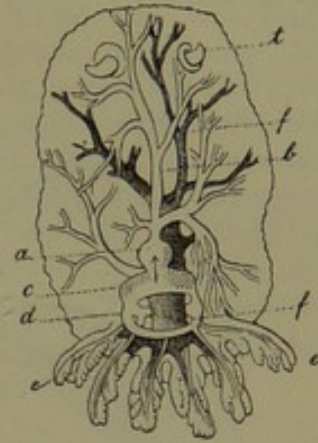


Fig. 328. Gefäßsystem von *Doris* (nach Keferstein). *a* Kammer, *b* Aorta, *c* Vorkammer, *d* Kiemenvene, *e* Kiemen, *f* Körpervenen, *t* Fühler.

Die *Heliciden* besitzen eine einzige Zwitterdrüse, die in einem der ersten Schalenumgänge mitten in das Lebergewebe eingelassen ist (*z*); auf sie folgt ein geschlängelter Zwittergang. Derselbe erweitert sich zum sogenannten Uterus (*u*), einem dickwandigen Canal, an welchem ein besonderer zweiter Canal für den Samen herabzulaufen scheint. Thatsächlich ist im Innern aber nur ein einziges Lumen vorhanden und das verschiedene Aussehen nur dadurch bedingt, dass auf der einen Peripherie die Wandungen des Canals durch ansehnliche eingelagerte Drüsen verdickt sind. Eine Trennung der beiden Hauptcanäle in Vas deferens und Scheide findet erst am Ende des sogenannten Uterus statt. Das Vas deferens (*vd*) windet sich als dünner Canal auf Umwegen zum Porus genitalis; hier schwillt es zum ausstülpbaren Penis (*p*) an, mit welchem ein merkwürdiger Anhang, das Flagellum (*fl*), und ein Musculus retractor verbunden sind. Die Scheide (*v*) ist breiter und verläuft geraden Wegs zum Porus genitalis, wo sie mit dem Penis zusammentrifft. Dem weiblichen Geschlechtsapparat sind noch einige Anhänge zuzurechnen, zunächst die grosse Eiweissdrüse (*ei*), welche am Uterus aufsitzt, da wo dieser aus dem Zwittergang hervorgeht; ferner ein Receptaculum seminis (*r*), ein rundliches Bläschen, welches durch einen sehr langen Canal mit der Scheide in Verbindung steht, schliesslich zwei „fingerförmige Drüsen“, welche indessen nicht überall vorkommen (*f*). Ein merkwürdiger, dickwandiger Blindsack der Scheide ist endlich noch der Liebespfeilsack (*ps*),



welcher in seinem Innern ein aus kohlensaurem Kalk bestehendes Stilet, den Liebespfeil, ausscheidet. Dasselbe wird bei der Begattung in die männlichen Geschlechtstheile als Reizmittel eingestossen. Trotz des Hermaphroditismus findet nämlich bei den *Pulmonaten* eine mehrere Tage lang dauernde Begattung statt, was damit zusammenhängt, dass bei manchen Arten zuerst die weiblichen, später erst die männlichen Geschlechtsproducte angelegt werden (Proterogynie). Ab und zu ist die Reihenfolge umgekehrt (Protandrie).

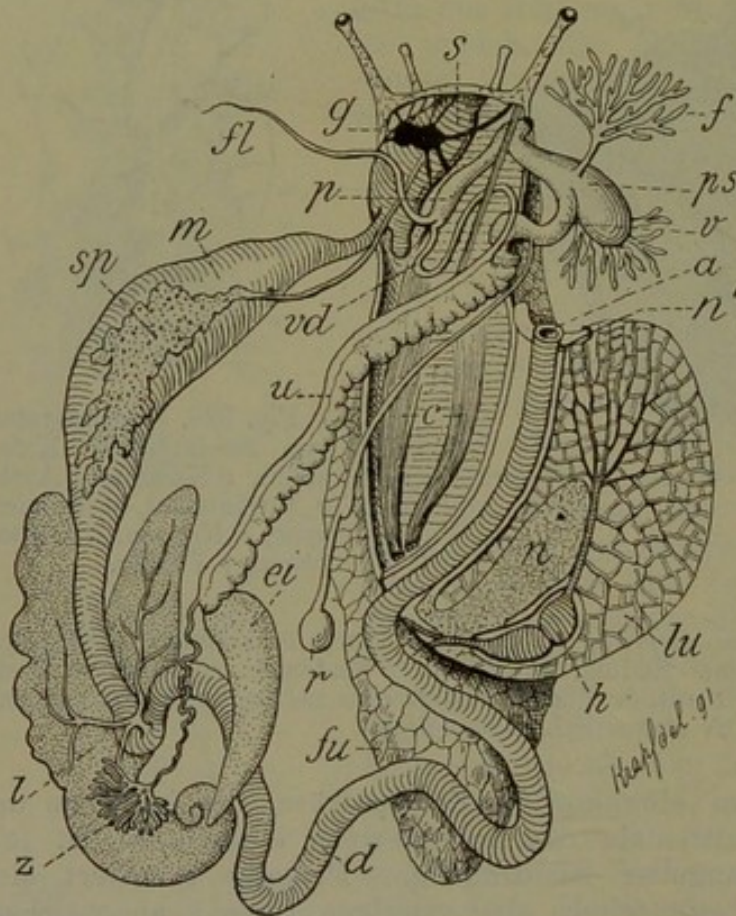


Fig. 329. Anatomie von *Helix pomatia*, die Decke der Athemhöhle ist auf der linken Seite abgetrennt und nach rechts hinübergeschlagen; darauf das Pericard und der Eingeweidesack geöffnet und die Eingeweide auseinandergelegt. Darm: *s* Schlundkopf, *m* Magen, *sp* Speicheldrüse, *l* Leber, *d* Dünndarm, *a* After; Geschlechtsapparat: *z* Zwitterdrüse mit Zwittergang, *u* Uterus, *ei* Eiweissdrüse, *r* Receptaculum seminis, *v* Vagina, *ps* Pfeilsack, *f* fingerförmige Drüse, *vd* Vas deferens, *p* Penis, *fl* Flagellum, *n* Niere mit *n'* Nierenmündung, *lu* Lungengeflecht, *h* Herzvorkammer, rückwärts davon die Kammer. *g* Cerebralganglion; *c* Columellarmuskel, *fu* Fuss.

Die Geschlechtsöffnung liegt fast ausnahmslos auf der rechten Seite des Thieres, entweder neben dem After oder vor ihm dicht am Kopf; ihre Lage kann sowohl bei hermaphroditen, wie auch bei gonochoristischen männlichen Schnecken durch einen rinnenförmig ausgehöhlten ansehnlichen Hautlappen, der als Penis benutzt wird, ausgezeichnet sein (Fig. 327 *pe*). Freilich liegt derselbe nicht selten von dem Porus genitalis eine Strecke abseits und ist mit ihm dann nur durch eine flimmernde Rinne verbunden.

Bei den Landschnecken werden die Eier als grosse, hartschalige Körper in feuchte Erde vergraben; bei Wasserbewohnern finden sich dagegen Laiche, meist Gallerten, in denen viele Einzeleier liegen, jedes Ei von einer Eiweisschicht und einer festen Hülle umschlossen. Selten findet eine Art Brutpflege statt, wie bei *Janthina nitens*, welche ihre Eierqualster, in Form eines Flosses am Fuss befestigt, mit sich herumträgt; wenige Schnecken sind vivipar.

Entwicklung.

Entwicklungsgeschichtlich ist vor Allem die grosse Constanz, mit



welcher das Veligerstadium auftritt, wichtig (Fig. 303 und 304). Die meisten marinen Schneckenlarven schwimmen mit dem oft zweigetheilten Velum an der Wasseroberfläche, ehe sie auf dem Boden zu kriechen anfangen. Aber auch da, wo die Schnecke gleich in ihrer definitiven Gestalt die Eischale verlässt, ist das Velum während des Embryonallebens entwickelt, häufig so kräftig, dass der Embryo mit Hilfe der Flimmern lebhaft in der umgebenden Eiweisschicht rotirt.

Bei der Systematik verwerthet man in erster Linie Bau und Lage der Athmungsorgane, sowie die damit zusammenhängende Anordnung der einzelnen Herzabschnitte; zur weiteren Charakteristik der grösseren Gruppen wird dann noch die hermaphrodite oder gonochoristische Beschaffenheit des Geschlechtsapparats und die Orthoneurie oder Chiastoneurie des Nervensystems herangezogen. Auf diesem Wege kann man sehr gut 3 Gruppen charakterisiren: *Prosobranchier*, *Opisthobranchier* und *Pulmonaten*. Durch besondere Gestaltung des Fusses sind dann ferner noch die *Heteropoden* und *Pteropoden* ausgezeichnet, von denen die ersteren mit den *Prosobranchiern* sehr nahe verwandt sind, während letztere sich den *Opisthobranchiern* anschliessen.

### I. Ordnung. Opisthobranchier.

Von der bei den *Amphineuren* vorhandenen bilateralen Symmetrie weichen die *Opisthobranchier* nur wenig oder doch nicht in so erheblicher Weise wie die *Prosobranchier*, *Pulmonaten* und *Heteropoden* ab. Der After bleibt in der Symmetrieebene des Körpers liegen oder wird nur unbedeutend nach rechts verschoben, wenn er auch vom hinteren Ende des Körpers weit nach vorn rücken kann; das Nervensystem ist bilateral symmetrisch, indem die Kreuzung der Visceralcommissur unterbleibt (orthoneure Mollusken). Freilich ist es zweifelhaft geworden, ob es sich hier nicht um eine Pseudo-Orthoneurie handelt, die sich erst secundär aus der — bei *Actaeon* noch erhaltenen — Chiastoneurie entwickelt hat. Auch das Herz, obwohl es nur eine Vorkammer hat, bewahrt ursprüngliche Verhältnisse, indem es von rückwärts das Blut empfängt und nach vorn durch die Aorta an den Körper abgibt (Fig. 328). Alles dies, namentlich der letzterwähnte Punkt, ist für die Charakteristik der *Opisthobranchier* viel wichtiger, als die äusserst variable und mannichfaltige Beschaffenheit und Lage der Kiemen, wenn auch letztere den Namen veranlasst hat. Selten findet sich ein unpaares rechtsseitiges Ktenidium, ein schwach entwickelter Mantel und eine dünne vom Mantel umwachsene Schale. Gewöhnlich fehlt das Ktenidium und damit auch Mantel und Schale. Dafür treten dann accessorische Kiemen der verschiedensten Art auf, oder es herrscht Hautathmung. Von grossem Interesse ist es, dass dann die Larven wenigstens vorübergehend Mantel und Schale besitzen. Für die systematische Charakteristik der *Opisthobranchier* ist noch wichtig, dass ihre auf der rechten Seite mündenden Geschlechtsorgane zwitterig sind.

I. Unterordnung. *Abranchier*. Mantel, Schale und Kammkiemen fehlen; *Elysia viridis* Montg.

II. Unterordnung. *Nudibranchier*. Mantel und Schalen fehlen, die Kammkiemen sind durch accessorische Kiemen ersetzt. Dieselben bilden bei den *Dorididen* im Umkreise des Afters eine Rosette zurückziehbarer



Bäumchen (Fig. 328, 330 a): *Doris tuberculata* Cuv.; bei den *Tritoniaden* stehen die accessorischen Kiemen in einer linken und rechten Längsreihe auf dem Rücken: *Tethys fimbriata* L., bekannt durch merkwürdige Anhänge, die abgerissen lange Zeit weiter leben und wiederholt als besondere Thiere (*Vertumnus*) beschrieben wurden; bei den *Aeolididen* sind mehrere Reihen Rückenanhänge vorhanden, in welche Darmblindsäcke eintreten (*Phleboteraten*) und meist Haufen von Nesselkapseln eingebettet sind. *Aeolidia papillosa* L. (Fig. 330 b).

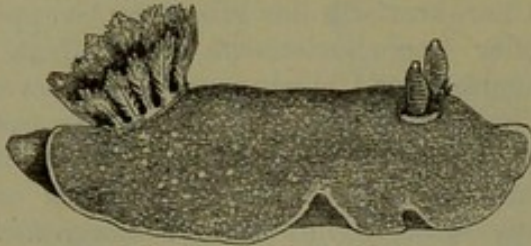


Fig. 330 a. *Doris Johnstoni* mit ausgestrecktem, perianalem Kiemenbüschel und 2 Tentakeln am vorderen Ende (aus Carpenter).

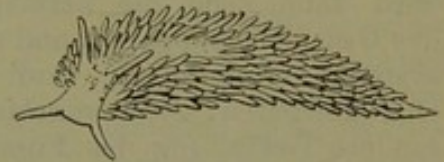


Fig. 330 b. *Aeolidia papillosa* (aus Leunis-Ludwig).

III. Unterordnung. *Tectibranchier*. Kammkieme, Mantel und Schale sind vorhanden; der Fuss zieht sich oft links und rechts in Fortsätze aus (Parapodiallappen). *Pleurobranchus Meckeli* Cuv.; *Aplysia depilans* L.; *Actaeon tornatilis* L.

## II. Ordnung. Prosobranchier.

Bei den *Prosobranchiern* ist die für die meisten Schnecken charakteristische Drehung des Eingeweideknäuels von links hinten nach rechts vorn eingetreten und hat dazu geführt, dass der After rechts in der Nähe des Kopfes in die Mantelhöhle mündet, die Visceralcommissur die achterförmige Kreuzung erfahren hat (*Chiastoneurie*) und die Organe der rechten Seite, Niere und Kieme, auf die linke übergewandert sind, wo sie weit nach vorn liegen. Dabei hat auch das Herz eine Drehung erfahren; es empfängt von vorn das Kiemenblut und giebt es nach rückwärts durch die Aorta ab. Weitere Unterschiede zu den *Opisthobranchiern* ergeben sich daraus, dass die Prosobranchier getrennt geschlechtlich, und dass ihre Mantelfalten und Schalen kräftig entwickelt sind. Je nachdem der Mantelrand in einen häufig äusserst langen Siphon ausgezogen ist oder nicht, sind die Schalen siphonostom oder holostom. Gewisse Prosobranchier schliessen sich den *Amphineuren*, diesen Urmollusken, dadurch an, dass sie doppelte Vorkammern des Herzens haben; in diesen Fällen sind gewöhnlich 2 Kiemenbüschel, ein linkes und ein rechtes, manchmal auch symmetrische Nieren vorhanden. Bei der überwiegenden Mehrzahl der Prosobranchier findet man aber nur 1 Kieme, und zwar die nach links verschobene rechte, dann ist gewöhnlich auch nur die entsprechende Vorkammer vorhanden; selten erhält sich noch die zweite Vorkammer als rudimentärer Anhang.

I. Unterordnung. *Cyclobranchier*. Kammkiemen rückgebildet und durch eine ringförmige Mantelkieme ersetzt. 2 Nieren (1 rudimentär). Hierher gehört nur die artenreiche Familie der Napfschnecken, *Patelliden*, welche



mit Vorliebe an der Ebbegrenze leben, festgesaugt an Fels, geschützt durch eine Schale von der Gestalt eines chinesischen Hütchens. *Patella vulgata* L. (Fig. 319).

II. Unterordnung. *Zygobranchier*. 2 Kiemen, 2 Vorkammern, Herzkammer vom Darm durchbohrt. Die *Fissurelliden* (Fig. 331) haben ähnlich den Patelliden eine napfförmige Schale, nur dass sie von einer Oeffnung an der Spitze durchbohrt ist; eine zweite Niere ist entweder gut entwickelt (*Cemoria*) oder rudimentär (*Fissurella nodosa* L.); bei den *Haliotiden* oder Meerohren ist die Schale schwach spiral. *Haliotis tuberculata* L. (Fig. 320).

III. Unterordnung. *Axygobranchier*. Nur eine Kieme (die nach links verschobene rechte) ist vorhanden. Ein Theil der Thiere — *Diotocardier* — hat noch zwei Vorkammern: die marinen *Trochiden* oder Kreisselschnecken, *Trochus varius* L. Gewöhnlich ist aber nur eine Vorkammer vorhanden. Zu diesen „*Monotocardiern*“ gehört die bei Weitem grösste Zahl sämtlicher im Wasser lebender, namentlich mariner Schnecken; man unterscheidet Tausende von Arten, die sich auf einige hundert Gattungen vertheilen; um die Bestimmung zu erleichtern, hat man ein auf die Zahnstructur der Radula gestütztes System entworfen und die Gruppen der *Toxoglossen*, *Rhachiglossen*, *Taenioglossen*, *Hamiglossen*, *Odontoglossen* gebildet, oder man hat nach der Schalenmündung *holostome* und *siphonostome* Arten gegenübergestellt. Hier sollen nur wenige besonders interessante Familien Erwähnung finden.

*Siphonostome* Formen sind die einander nahe verwandten *Muriciden* und *Purpuriden*, deren Arten durch die im Alterthum geübte Purpurfärberei berühmt geworden sind: sie besitzen die Purpurdrüse, eine im Mantelraum eingebettete Drüse, welche ein zunächst farbloses, an der Luft aber purpurn werdendes Secret liefert. *Murex brandaris* L. und *M. trunculus* L. Durch schön gefärbte, porzellanartige Schalen sind ausgezeichnet die *Cypraeiden*; die Schale von *Cypraea moneta* L. wird in Afrika unter dem Namen „Caori“ als Geld benutzt. Ferner gehören hierher die *Ampullariden*, Schnecken, welche auf's Land gehen und die Athemhöhle als Lunge benutzen können, dabei aber noch Kiemen besitzen. *Ampullaria Celebensis* Quoy. Zu den *holostomen* Prosobranchiern gehören die *Paludiniden* und *Valvatiden*, Süßwasserschnecken mit Kiemenathmung. *Paludina vivipara* L., *Valvata piscinalis* Müll., letztere hermaphrodit. Ausschliesslich Landbewohner sind die *Cyclostomiden*, welche wie die Pulmonaten die Athemhöhle nur als Lunge benutzen, im übrigen Bau aber sich von ihnen unterscheiden und den Prosobranchiern gleichen. *Cyclostoma elegans* Drap.

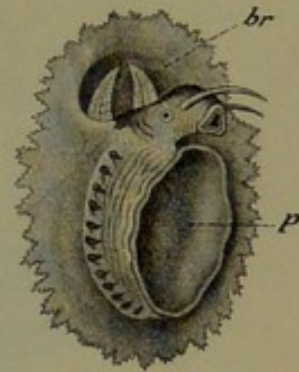


Fig. 331. *Fissurella patagonica*, von unten gesehen. *br* die paarigen Kiemen. *p* der Fuss (aus Bronn).

### III. Ordnung. Heteropoden, Kielschnecken.

In der Bildung der Kiemen, des Geschlechtsapparats, des Herzens und des Nervensystems verhalten sich die *Heteropoden* (Fig. 332) wie echte *Prosobranchier*; sie dürften auch von denselben systematisch nicht getrennt werden, wenn nicht ihre ausschliesslich pelagische Lebens-



weise ihnen ein sehr abweichendes Gepräge verliehen hätte. Wie bei den meisten pelagischen Thieren ist ihre Bindesubstanz gallertig weich und der Körper mit seinen sämtlichen Organen von glasartiger Durchsichtigkeit. Durch das reichlich entwickelte Gallertgewebe haben Kopf und Fuss im Vergleich zum Eingeweideknäuel eine bedeutende Grösse gewonnen und können daher gewöhnlich nicht in der Schale geborgen werden. Der Kopf hat in Folge der Verlängerung des Vorderkopfes grosse Aehnlichkeit mit einem Pferdekopf; im Hinterkopf liegen die

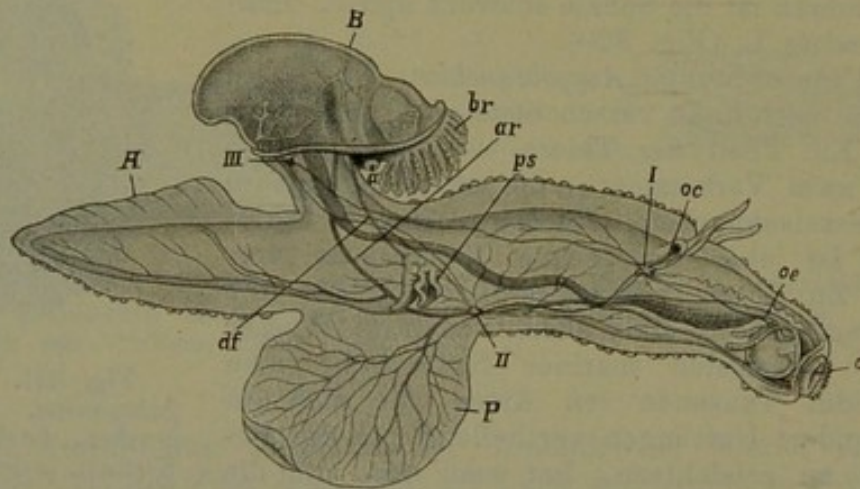


Fig. 332. *Carinaria mediterranea* (nach Gegenbaur). Schale entfernt. A Metapodium, B Eingeweideknäuel, P Propodium mit Saugnapf, o Mund, oe Oesophagus, a After, oc Auge mit Tentakeln, I Cerebral-, II Pedal-, III Visceralganglion, ps Penis, df Vas deferens, ar Aorta, br Kiemen (darüber das Herz).

auffallend grossen Augen und benachbart die Hörbläschen. Am charakteristischsten ist der durch eine Einschnürung in Pro- und Metapodium abgetheilte Fuss. Das Metapodium bildet eine schwanzartige Verlängerung des Rumpfes, die ab und zu in einen dünnen Faden ausläuft. Das Propodium, eine senkrechte Platte ohne Sohle, führt undulirende Bewegungen aus und dient zum Schwimmen, wobei es durch schlängelnde Bewegungen des Gesamtkörpers unterstützt wird. Die Heteropoden, äusserst gefräßige, räuberische Thiere, schwimmen auf dem Rücken, den Eingeweideknäuel nach abwärts.

Bei den *Heteropoden* kann man Schritt für Schritt den Schwund der Schale verfolgen. Die *Atlantiden* können sich vollkommen in ihr spirales Gehäuse zurückziehen und dasselbe mit einem Deckel schliessen: *Atlanta Peroni* Les. Die *Carinariden* haben eine hütchenförmige, kaum den Eingeweideknäuel deckende Schale: *Carinaria mediterranea* Pér. et Les. (Fig. 332). Schalenlos sind die *Pterotracheiden*: *Pterotrachea coronata* Forsk.

#### IV. Ordnung. Pteropoden, Flügelschnecken.

Mit den *Heteropoden* in der pelagischen Thierwelt vereint findet man die Flügelschnecken oder *Pteropoden* (Fig. 333), die sich von sämtlichen Schnecken wesentlich dadurch unterscheiden, dass ihnen ein besonderer Kopfabschnitt und demgemäss zumeist auch Fühler und Augen fehlen und dass die Mantelhöhle mit den Kiemen ähnlich wie



bei den *Cephalopoden* nach rückwärts vom dorsalen Mittelpunkt oder, wie man sich auch ausdrückt, „ventral“ angebracht ist; unter den Schnecken sind ihnen am nächsten verwandt die *Opisthobranchier* vermöge ihres Hermaphroditismus, der Lage der Herzvorkammer und des orthoneuren Baues des Nervensystems. Das wichtigste Merkmal der Gruppe ist in den „Flügeln“ gegeben, zwei von der ventralen Seite entspringenden, breiten Lappen, welche in der That wie Flügel auf und ab bewegt werden und die Ortsbewegung vermitteln. Sie repräsentiren den Fuss und sind als mächtig entwickelte Parapodialfortsätze zu deuten, wie sie schon bei den *tectibranchiaten Opisthobranchiern* vorkommen.

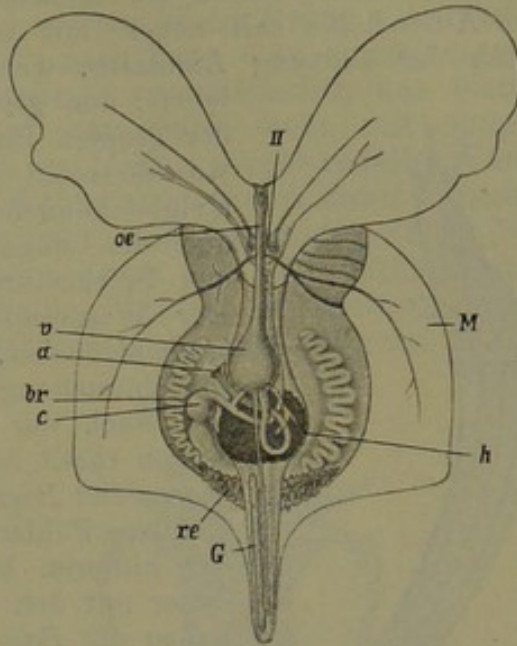


Fig. 333. *Hyalaea complanata*, von oben gesehen. II Pedalganglion mit Hörbläschen, oe Oesophagus, v Magen, a After, h Leber, br Kieme, c Herz, re Niere, G Geschlechtsapparat, M Mantel (nach Gegenbaur).

Auch bei den *Pteropoden* zeigt die Schale die verschiedensten Grade der Rückbildung. Bei den *Thecosomen*, den beschalten Formen, haben die *Limaciniden* und *Hyaleiden* noch verkalkte Schalen, die ersteren spiral gewundene, die letzteren gerade gestreckte, pyramidenförmige: *Limacina arctica* Cuv., *Hyalaea complanata* Gegenb. (Fig. 333). Eine krystallklare Schale von knorpeliger Consistenz findet sich bei den *Cymbuliden*: *Cymbulia Peroni* Cuv. — *Gymnosom*, schalenlos ist *Pneumodermon violaceum* d'Orb., mit Tentakeln am vorderen Ende, welche wie bei *Cephalopoden* mit Saugnäpfen bewaffnet sind.

### V. Ordnung. Pulmonaten, Lungenschnecken.

Die Lungenschnecken oder *Pulmonaten* halten in mancher Hinsicht zwischen *Prosobranchiern* und *Opisthobranchiern* die Mitte. Wie diese sind sie orthoneur und hermaphrodit; ihre männlichen und weiblichen Geschlechtsorgane zeigen die hochgradige Verschmelzung, welche oben schon genauer geschildert wurde. Dagegen ist die Lage der Athmungsorgane weit vorn, benachbart dem Kopf, Ursache, dass, wie bei den *Prosobranchiern*, am Herzen die Vorkammer nach vorn, die Aorta nach hinten gewandt ist. Eine Ausnahme machen die opisthopneumonen *Testacelliden* (*Daudebardia rufa* Hartm.), bei denen die Lungenhöhle an das hintere Ende des Körpers verlagert ist. Ab und zu findet sich eine Andeutung von Chiastoneurie (*Chilina*).

Die Lunge, das Hauptmerkmal der Gruppe, ist ein durch Rückbildung der Kieme aus der Mantelhöhle entstandener geräumiger Sack, welcher auf der rechten Seite beginnt und halbmondförmig weit auf die linke Seite übergreift. Auf der rechten Seite mündet sie im Mantelwulst mit einer verschliessbaren Oeffnung, dem Spiraculum, in dessen Umrandung auch der After und manchmal auch der Ureter mündet. Die Lungendecke ist eingenommen von einem zierlichen Netz von Blut-



gefässen, welche ihr Blut aus einem Randsinus beziehen und in eine Hauptvene sammeln, die nach dem Herzen zurückleitet (Fig. 329).

Manche Pulmonaten leben dauernd im Wasser; da sie aber keine Kiemen haben, müssen sie zeitweilig an die Oberfläche aufsteigen, um ihre Athemhöhle mit neuer Luft zu füllen. So machen es die meisten Arten der Gattung *Limnaeus*, welche in flachen Tümpeln und Bächen leben; nun giebt es aber auch *Limnaeen* am Grunde der grossen Binnenseen (Bodensee, Genfer See), von wo sie nicht schnell genug an die Oberfläche aufsteigen können; diese benutzen die Haut, zum Theil auch die Lungen zur Wasserathmung, indem sie durch das Spiraculum Wasser ein- und austreten lassen. Der Wasseraufenthalt ist bei manchen Gattungen (*Pulmobranchia*, *Planorbis*, *Siphonaria*) Veranlassung zur Entstehung secundärer Kiemen.



Fig. 334. *Limax cinereus*, s. Spiraculum (aus Leunis-Ludwig).

Nach der Zahl der Fühler und der Lage der Augen theilt man die Pulmonaten ein in *Stylommatophoren* und *Basommatophoren*. Erstere haben 4 zurückziehbare Fühler und tragen die Augen an den Spitzen der hinteren längeren Fühler. Die Augen können daher mit den Fühlern eingestülpt werden. Dagegen haben die *Basommatophoren* nur 2 nicht einstülpbare Fühler, an deren Basis die Augen liegen.

I. *Stylommatophoren*. Die *Heliciden* haben eine vortrefflich entwickelte Schale, welche sie während des Winterschlafes mit dem Epiphragma schliessen: *Helix pomatia* L., Weinbergschnecke. In den Tropen zahlreiche Arten der Gattung *Achatina*. Die *Limaeciden* haben eine kleine, vielfach nur aus Kalkkrümeln bestehende, im Mantel ganz verborgene Schale. *Limax cinereus* Lister (Fig. 334). *Arion empiricorum* Fer., Wegschnecke. II. *Basommatophoren*. Hierher gehören die Sumpfschnecken, *Limnaeiden*: *Limnaeus stagnalis* L., *Planorbis carinatus* Müll.

#### IV. Classe.

##### Cephalopoden, Tintenfische.

Im Stamme der Mollusken zeichnen sich die *Cephalopoden* sowohl durch ihre Organisationshöhe, als auch durch ihre meist ansehnliche Körpergrösse aus. Die meisten Tintenfische haben, wenn man die Länge ihrer Arme mit einrechnet, eine Grösse von etwa 0,2—1 m seltener sind kleinere, nur etwa 5—20 cm lange Arten, besonders selten die riesigen Ungeheuer von etwa 15 m. Letztere waren lange Zeit nur durch die Berichte der Seefahrer bekannt, welche erzählten, dass die Thiere mit ihren gewaltigen, muskelstarken Armen Schiffe angegriffen hätten, um sie in's Meer hinabzuziehen. An der Küste von Neufundland und Japan sind in letzter Zeit in Folge von Stürmen solche Riesenpolypen, der Gattung *Architeuthis* angehörig, gestrandet. Der Körper eines Exemplars war 6 m lang, seine Arme hatten den Durchmesser eines Männerarms und eine Länge von 11 m.



Da jeder Arm nur aus Muskelmasse besteht, wäre es wohl denkbar, dass die Thiere ein kleineres Schiff bewältigen könnten.

Der Körper eines Cephalopoden zerfällt durch eine deutliche Einschnürung in den Kopf und den Rumpf (Fig. 335, 336). Ersterer trägt genau terminal die Mundöffnung und in einem Kranz um dieselbe herum die Tentakeln. Seiner Gestalt nach kann man einen Tentakel einer Schlange vergleichen; nur besteht er ausschliesslich aus glatter Muskelmasse ohne Skelet und ist auf der oralen Seite mit einigen Reihen kräftiger, bei manchen Arten zu Haken umgewandelter Saugnapfe bewaffnet. Die *Octopoden* (Fig. 335) haben nur 8 unter einander gleiche Tentakeln, 4 rechte und 4 linke; die *Decapoden* (Fig. 336) haben ausser diesen 8 noch 2 weitere Arme, die sich durch Gestalt und Anordnung von den übrigen unterscheiden; sie besitzen Saugnapfe nur an dem spatelartig verbreiterten Ende und können in be-

Kopf- und  
Tentakeln.

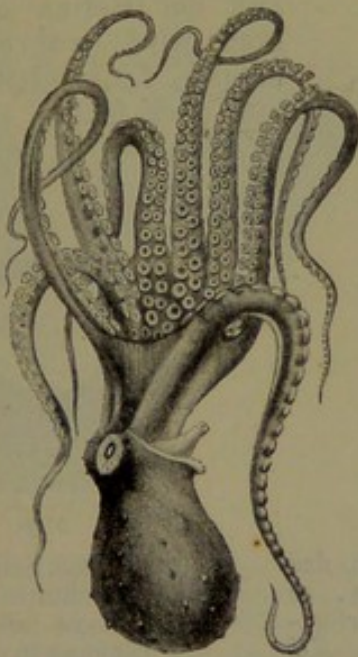


Fig. 335. *Octopus Tonganus* (nach Hoyle) in seitlicher Ansicht, rechts der Trichter und die Mantelfalte, links der Rücken mit den Augen.

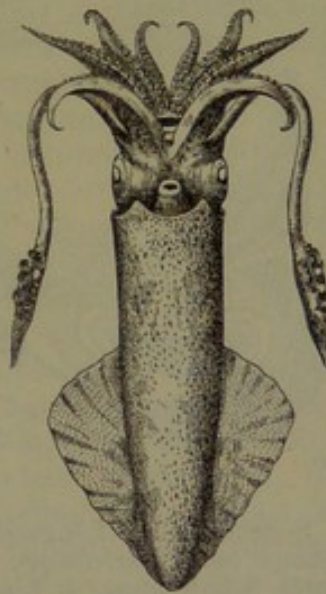


Fig. 336. *Loligo Kobiensis* (nach Hoyle), von der Bauchseite betrachtet.

sondere Tentakeltaschen vollkommen zurückgezogen werden. Ihren Platz nehmen die accessorischen Tentakeln, wenn wir jederseits die Haupttentakeln von der dorsalen nach der ventralen Seite zählen, zwischen dem 3. und 4. Tentakel ein (Fig. 336).

Unterhalb des Tentakelkranzes liegen links und rechts die beiden grossen Augen, welche schon äusserlich an das Wirbelthierauge erinnern, indem sie eine durchsichtige Cornea und eine grosse, von einer Iris umgebene Pupille besitzen. Im inneren Bau (Fig. 337) ist die Aehnlichkeit nicht minder ausgesprochen. Hinter der Iris folgt eine Linse und ein Glaskörper; an den Glaskörper grenzt die Retina und an diese eine pigmentirte, silberglänzende Haut, welche als Argentea oder Chorioidea bezeichnet wird und von knorpeligen, die Sclera ersetzenden Stücken durchwachsen ist. Zwei auffällige Eigenthümlich-

Auge.



keiten unterscheiden das Auge der Cephalopoden von dem der Wirbelthiere, zum Zeichen, dass beide Organe unabhängig von einander entstanden sind und einen ganz verschiedenen Entwicklungsgang genommen haben: 1) die Cornea ist bei vielen Arten von einer Oeffnung durchbohrt, welche Meerwasser in die vordere Augenkammer treten lässt; 2) die Retina grenzt mit der Stäbchenschicht direct an den Glaskörper, während bei den Wirbelthieren die Stäbchenschicht an die Chorioidea anschliesst und von dem Glaskörper durch die übrigen Retinaschichten getrennt bleibt. — Die gegebene Schilderung passt nur zum Theil auf die auch sonst höchst abweichend gebauten *Nautiliden*. Anstatt Tentakeln mit Saugnäpfen besitzen dieselben eine grössere Anzahl lappiger Anhänge am Kopf. Ihre Augen sind tiefe, nach aussen mündende Gruben, deren Grund von der Retina eingenommen wird, während Glaskörper, Linse, Iris, Cornea etc. noch fehlen. (Fig. 338.)

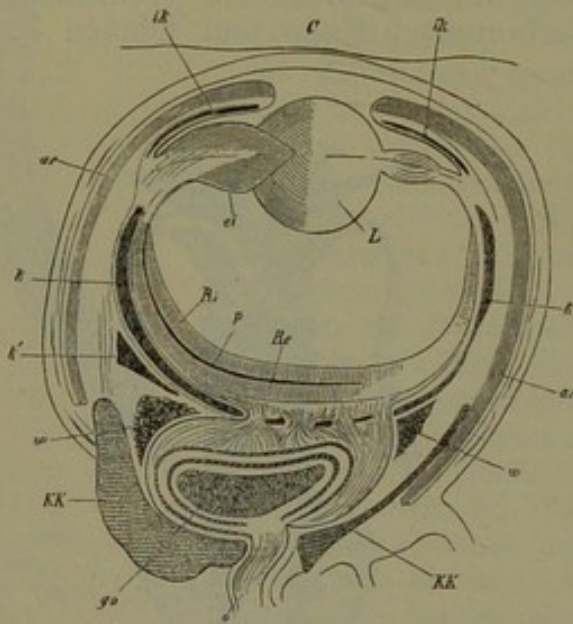


Fig. 337. Schematischer Längsschnitt durch das Cephalopodenauge (aus Gegenbaur). C Cornea, ik Iris, ae Argentea (Chorioidea), L Linse, ci Ciliarfortsatz, k eingesprenzte Theile des Kopfkorpels, KK Kopfknochen, Ri Stäbchenschicht der Retina, Re Zellenschicht der Retina, p Pigmentschicht, go Ganglion opticum, o Opticus, w weisser Körper.

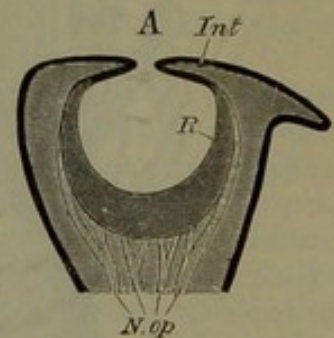


Fig. 338. Schematischer Längsschnitt des Nautilusauges (aus Balfour). A Eingang in den Augenebecher, R Retina, Int irisartige Hautfalte, N. op. Nerv.

Rumpf,  
Mantel,  
Mantelhöhle  
und Trichter.

Am Rumpf der Cephalopoden kann man eine vordere und eine hintere Seite, welche links und rechts abgerundet in einander übergehen, unterscheiden. Die vordere Seite, welche nur theilweise der ventralen Seite der übrigen Mollusken entspricht, für gewöhnlich aber kurzweg Bauch genannt wird, ist ganz vom Mantel bedeckt, einer muskelstarken Falte, welche von der gesamten Peripherie des Rumpfes ihren Ursprung nimmt, manchmal auch auf den Rücken übergreift und stets an der hinteren Grenze des Kopfes mit freiem Rande aufhört. Oeffnet man die Mantelhöhle durch einen ventralen Einschnitt (Fig. 339), so findet man in ihrem Hintergrund 2 (bei *Nautilus* 4) Kammkiemen, davor in der Mittellinie die Afteröffnung und links und rechts von dieser die Nierenmündungen (bei *Nautilus* ebenfalls 4, bei demselben auch Osphradien). Am weitesten seitlich liegen die Geschlechtsöffnungen, von denen die eine — meist die der rechten Seite — zu fehlen pflegt. Am Kopfe würde die Mantelhöhle mit einem queren Spalt nach aussen



münden, wenn nicht der Rand der Falte angepresst und durch verschiedenartige Verschlussapparate [bei *Sepia* z. B. durch einen knopfartigen Vorsprung (*d*), der in eine Vertiefung des Körpers (*b*) passt] noch weiter befestigt wäre. So muss die Communication der Mantelhöhle nach aussen durch ein besonderes Organ, den Trichter (*Tr*), bewerkstelligt werden, eine muskulöse conische Röhre, welche auf der vorderen Seite des Körpers festgewachsen ist und mit einer weiten

Oeffnung in die Mantelhöhle mündet. Indem die Cephalopoden durch Contraction der Mantelwand das Wasser mit grosser Heftigkeit aus der Athemhöhle durch den Trichter herauspressen, können sie, durch Rückstoss schwimmend, sich schnell fortbewegen. Auch hier hat *Nautilus* seine Besonderheit, indem der Trichter dauernd aus 2 zusammengefügt Hautfalten besteht, eine Besonderheit, welche dadurch an Bedeutung gewinnt, dass auch bei den übrigen Cephalopoden sich der Trichter entwicklungsgeschichtlich in Form zweier getrennter und erst später sich zu einer Röhre schliessender Hautfalten (Fig. 348 *f*) anlegt. Ein typischer Fuss fehlt den Cephalopoden, doch weisen vergleichend-anatomische Erwägungen darauf hin, dass die Trichterfalten aus seitlichen Fortsätzen des Fusses

(Epipodialfortsätzen) hervorgegangen sind; auch werden die Arme als Differenzirungen des mit dem Kopf verschmolzenen Fusses gedeutet.

Rumpf und Kopf der Cephalopoden sind von einer dünnen, schleimigen Haut bedeckt, welche in hohem Maasse das Phänomen des Farbenwechsels zeigt. Ein gereizter *Octopus* schillert in allen Farben wieder; eine *Sepia* sieht bald schwärzlich, bald

Farbenwechsel.

Fig. 339. *Sepia officinalis*. Mantelhöhle durch einen Medianschnitt geöffnet, um die Kiemen (*k*), Nieren (*n*), After (*a*), Mündung des Geschlechtsapparats (*g*) zu zeigen, *d* die Vorsprünge, welche in die Vertiefungen *b* eingeknüpft werden. Trichter (*Tr*) sondirt. Der linke Nierensack geöffnet, um in ihm die zum Kiemenherzen leitende Vena cava mit Venenanhängen zu zeigen. Durch die Wand schwimmt die Vorkammer des Körperherzens hindurch, *sp* Nierenspritze, *M* Mantel, *t* Tintenbeutel, *K* Kopf.

gelblich-weiss aus. Die Erscheinung ist dadurch bedingt, dass in die Cutis über einer stark silberglänzenden Schicht zahlreiche verschiedenfarbige Chromatophoren eingelagert sind, Pigmentzellen, an die sich radiale Muskelfasern inseriren. Bei Contraction der Fasern wird die Pigmentmasse ausgebreitet und gewinnt Einfluss auf die Farbe; sie zieht sich auf einen kleinen Fleck zusammen, wenn die Fasern erschlaffen. Bei Tiefseeformen wurden auch Leuchtorgane beobachtet.

Trotz der weichen Körperbeschaffenheit kommt eine wohlentwickelte Schale unter den lebenden Cephalopoden nur dem *Nautilus* (Fig. 340) und der *Argonauta* zu. Aeusserlich gleicht die Nautilusschale den in

Schale.



einer Ebene aufgewickelten Schalen mancher Schnecken, wie z. B. der *Planorben*. Legt man dagegen die einzelnen Windungen durch einen Sagittalschnitt frei, so sieht man, dass das Innere durch Scheidewände in zahlreiche, in der Spiralaxe hinter einander folgende Kammern abgetheilt wird. Die Kammern nehmen nach der Schalenmündung rasch an Grösse zu. Nur die letzte beherbergt den Weichkörper des Thieres;

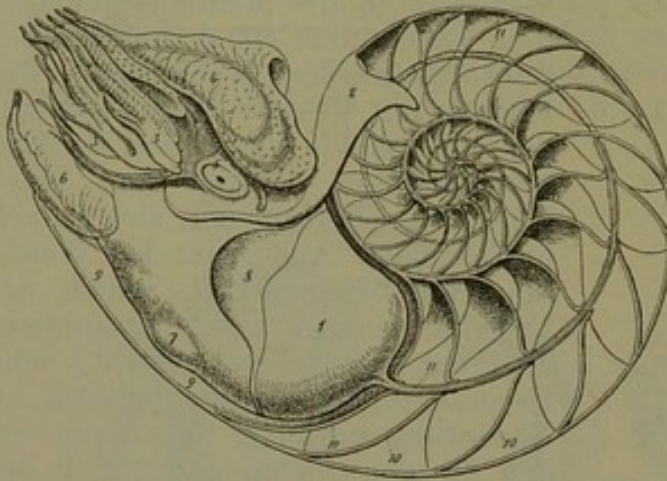


Fig. 340. *Nautilus Pompilius*, Weibchen mit Schale, letztere der Länge nach aufgeschnitten. 1 Mantel, 2 Rückenlappen, 3 Kopflappen (Tentakeln), 4 Kopfkappe, 5 Auge mit Pupille, 6 Trichter, 7 Lage der Nidamentaldrüse, 8 Schalenmuskel, 9 Wohnkammer, 10 Scheidewände zwischen den unbewohnten Kammern, 11 Sipho (aus Leunis-Ludwig).

die vorhergehenden sind verlassen und von Luft erfüllt. Durch sie hindurch erstreckt sich ein vom Thier ausgehender und in der Anfangskammer endender Gewebsstrang, der Siphon, welcher es nöthig macht, dass jede Scheidewand von einer zu einer kleinen Röhre ausgezogenen Oeffnung durchsetzt wird. Unter den fossilen Cephalopoden hatten viele Arten, die *Nautiliden* und *Ammoniten*, ebenso schön entwickelte Schalen; bei den recenten Formen und auch vielen ausgestorbenen ist

jedoch die Schale rückgebildet. Bei der äusserst seltenen *Spirula Peroni* (Fig. 341) findet man zwar noch eine gekammerte Schale, dieselbe ist aber so klein, dass sie zum grössten Theil im Mantel des Thieres verborgen liegt. Bei den *Decapoden* ist ein Aequivalent der Schale der sogenannte Rückenschulp, ein lamellös geschichtetes, bei den *Sepien* noch verkalktes, bei den *Loligen* dagegen rein organisches Blatt, welches im Innern des Körpers, im Schalensack, verborgen liegt, so dass ein Einschnitt in die Rückenhaut nöthig ist, um es zu Gesicht zu bekommen. (Vergl. Fig. 299.) Wie ächte Schalen, entstehen diese auch bei manchen *Octopoden* noch in Resten nachweisbaren Rückenschulpen als Ausscheidungen der äusseren Haut; nur hat sich das die Bildung übernehmende Epithel, das Schalenfeld, während der Embryonalentwicklung eingesenkt und durch Umwachsen der Ränder zum Schalensack geschlossen (Fig. 348 mt).



Fig. 341. *Spirula Peroni* mit Schale (s).

Mit den bisher betrachteten Schalen, welche den Schalen der übrigen *Mollusken* gleichwerthig sind, hat das Gehäuse der weiblichen *Argonauta* wahrscheinlich nichts zu thun. Der papierartig dünne, an einem Ende spiralig eingewundene Kahn ist wahrscheinlich nur zum Theil Product der Rumpfoberfläche, zum Theil wird er von 2 Tentakeln ausgeschieden, welche zu diesem Zweck blattartig verbreitert sind. Der *Argonauta* wie vielen der ihr

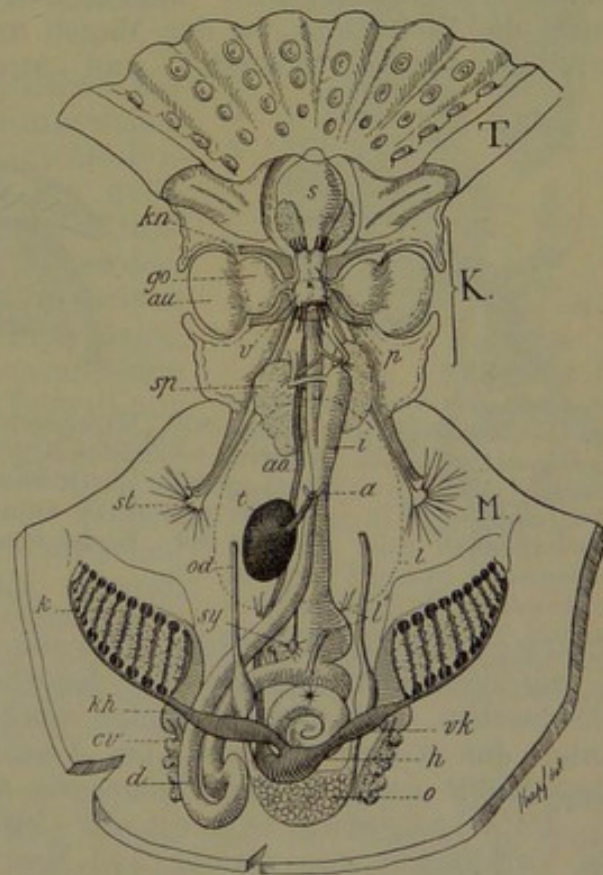


nahestehenden *Octopoden* fehlt die typische Cephalopodenschale vollkommen (Fig. 349).

Die Mundöffnung wird bei den Cephalopoden von 2 kräftigen Kiefern eingefasst, welche die Gestalt von Hornscheiden eines Papageischnabels haben und gefährliche Angriffswaffen bilden (Fig. 344). Der dann folgende muskulöse Schlundkopf enthält im Innern eine Radula und setzt sich in einen langen, öfters mit einer kropfartigen Ausstülpung versehenen Oesophagus fort; am Ende des letzteren befindet sich eine Ausweitung, der Magen, und dicht daneben ein öfters spiralig eingewundener Blinddarm. Das Darmrohr wendet sich von hier bogenförmig nach vorn und beschreibt in seinem Verlauf zum After einige Windungen (Fig. 342). Anhangsorgane des Darms sind 1 oder 2 Paar Speichel-

Darm.

Fig. 342. Anatomie von *Octopus vulgaris*. *T* Basis des Tentakelkranzes, durch einen ventralen Einschnitt auseinander gebreitet. *K* Kopf, *M* Mantel (Rumpfregeion), ventral durch einen Längsschnitt gespalten. *s* Schlundkopf mit anliegenden oberen Speicheldrüsen, *i* Kropf (Anhang des Oesophagus), *sv* untere Speicheldrüsen, *sy* Magen, mit sympathischem Ganglion, \* Spiralblindsack, *l* Leber und *l'* Gallengänge (die Lage der Leber ist nur durch eine punktierte Linie angedeutet, die Gallengänge durchschnitten), *d* Darm, *a* After, *t* Tintenbeutel (in der Leber eingelassen); *h* Körperherz, *vk* Vorkammern desselben, *ao* Aorta, *kh* Kiemenherzen, *cv* Vena cava mit Nierenanhängen, *k* Kiemen; *o* Ovar, *od* Oviducte; *p* Pedalganglion, *v* Visceralganglion, *go* G. opticum, *au* Auge mit Augenschild, *st* G. stellatum, *kn* Kopfknochen.



drüsen (obere und untere, letztere bei *Octopus* giftig) und 2 häufig zu einem einheitlichen Körper verschmolzene Leberlappen. Die von der Leber ausgehenden paarigen Gallengänge münden in den Blinddarm und können in ihrem Verlauf mit accessorischen Drüsensträubchen, die man dann Pankreas nennt, besetzt sein. Kurz vor dem After öffnet sich endlich noch der Tintenbeutel, welcher zu dem Namen „*Tintenfische*“ geführt hat; derselbe ist ein mit langem Ausführweg versehener Sack, der im Innern eine schwärzliche Masse secernirt. Wenn der Tintenfisch verfolgt wird, so spritzt er das Secret seines Tintenbeutels aus und trübt dadurch weithin das Wasser. Am stärksten entwickelt ist das Organ bei der *Sepia officinalis*, bei welcher es technisch zur Bereitung der unter dem Namen Sepia bekannten Farbe verwendet wird; bei *Nautilus* fehlt es gänzlich.



Nerven-  
system.

Dicht hinter dem Schlundkopf wird der Darm von den eng vereinigten Hauptganglien des Nervensystems umfasst (Fig. 343): eine dorsale einheitliche Masse repräsentirt die Hirnganglien; durch breite Commissuren mit denselben vereint und auch von einander wenig gesondert, liegen ventral die Pedal- und Visceralganglien (Viscero-Pleuroparietalganglien); dazu gesellen sich die auch bei Schnecken vorhandenen oberen und unteren Buccalganglien. Was aber das Nervensystem der Cephalopoden ganz besonders auszeichnet, sind die G. optica, welche, in den Verlauf des vom Hirn kommenden Opticus eingeschaltet, die grössten Nervenknoten des Körpers darstellen (Fig. 342). Ebenfalls sehr ansehnlich sind die Ganglia stellata oder Mantelganglien, welche an der Basis der Mantelfalten links und rechts angebracht sind und ihren Namen den in die Mantelmuskulatur ausstrahlenden Nerven verdanken. Ein unpaares sympathisches Ganglion endlich nimmt die Stelle ein, wo der Magen und Spiraldarm zusammentreffen. Cerebral-, Pedal-, Visceral- und Augenganglien sind vom Kopf-

Fig. 343.

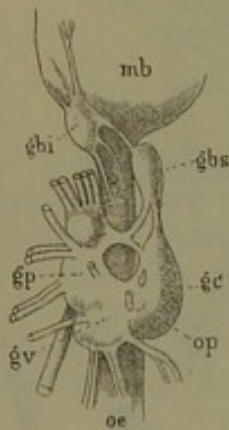


Fig. 344.

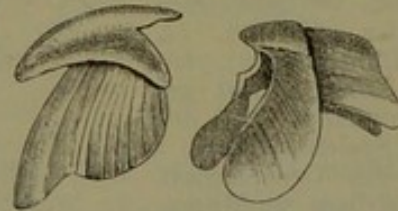


Fig. 343. Nervensystem von *Sepia officinalis* in seitlicher Ansicht; *mb* Schlundkopf, *oe* Oesophagus, *gc* Ganglion cerebrale, *gp* G. pedale, *gv* G. viscerales, *gbs* G. buccale superius, *gbi* G. buccale inferius, *op* Opticus.

Fig. 344. Kiefer von *Sepia officinalis*.

knorpel umhüllt, der einen Ring mit flügelartigen Anhängen darstellt. In der ventralen Spange des Knorpelrings liegen die ansehnlichen Hörbläschen. Als Geruchsorgane werden 2 Einsenkungen gedeutet, die hinter den Augen münden, bei *Nautilus* ausser den Osphradien der Mantelhöhle noch 2 Paar flimmernde Augententakeln.

Blutgefäss-  
system.

Im Blutgefässsystem der Cephalopoden ist das Merkwürdigste das Vorkommen von zweierlei Herzen (Fig. 342); das Körperherz besteht aus zwei (bei *Nautilus* vier) von den Kiemen das arterielle Blut beziehenden Vorkammern und einer medianen unpaaren Kammer, welche vor- und rückwärts Aorten abgibt. Ausser dem Körperherzen findet man die paarigen Kiemenherzen, welche, an der Basis der Kiemenbüschel gelegen, das venöse Blut in diese hineinpumpen. Sie erhalten das Blut vorwiegend durch ein unpaares grosses Blutgefäss zugeführt, welches Vena cava heisst und sich in einen linken und rechten, die correspondirenden Herzen versorgenden Ast gabelt. Diese von vorn kommenden Venen, sowie einige von rückwärts ebenfalls zu den Kiemenherzen verlaufenden Gefässe sind für die Bildung der Niere von grosser Bedeutung. Die oben schon erwähnten Nierenmündungen führen in zwei geräumige Säcke, durch deren Inneres die Venen schräg hindurchziehen (Fig. 339). Soweit letztere in den Nierensäcken eingeschlossen sind, sind sie mit den Venenanhängen bedeckt, Aussackungen des Venenlumens, deren Oberfläche von einem Epithel excretorischer Zellen

Niere.



überzogen ist. Nahe seiner Ausmündung communicirt jeder Nierensack durch die Nierenspritze mit dem meist ansehnlichen Cölom (Pericard, Geschlechtskapsel etc.).

Bei den *Octopoden* ist das Cölom bis auf die Geschlechtskapsel und enge, von der Nierenspritze zur Geschlechtskapsel und zum Kiemenherzen ziehende Canäle reducirt. Sonst ist ein ausgedehntes, bei *Nautilus* mit 2 Pori in die Mantelhöhle mündendes, zusammenhängendes Hohlraumssystem vorhanden: das die Körper- und Kiemenherzen umhüllende Pericard und die dünnwandige Genitalkapsel, deren eine Wand die Mündung des Vas deferens resp. Oviducts trägt, während auf der anderen Wand die Geschlechtszellen entstehen oder eine besondere Geschlechtsdrüse mündet (Fig. 345).

Die stets getrenntgeschlechtlichen Cephalopoden haben unpaare, im Eingeweidesack weit rückwärts gelagerte Geschlechtsdrüsen. Die Ausführwege sind bei weiblichen *Octopoden* (selten auch beim Männchen) und einigen *Decapoden* (*Oegopsiden*) paarig. Bei *Nautilus* functionirt in beiden Geschlechtern nur der rechtsseitige Gang, doch ist auch der linke functionsunfähige noch erhalten. Sonst findet sich überall nur der linke Canal. Die Oviducte sind Schläuche mit drüsigen Einlagerungen; unabhängig von ihnen münden beim Weibchen vieler *Tintenfische* 2 Paar Drüsen, die accessorischen Drüsen und die meist gewaltig grossen Nidamentaldrüsen in die Mantelhöhle. Complicirter ist das Vas deferens (Fig. 345); es zeigt Anschwellungen, welche als Samenblase, Prostata und Needham'sche Tasche unterschieden werden. In letzterer werden die

Spermatophoren oder Needham'schen Schläuche aufbewahrt, welche einen so verwickelten Bau haben und im Wasser in Folge von Quellung so merkwürdige Bewegungen ausführen, dass sie eine Zeit lang für parasitische Würmer gehalten wurden (Fig. 346).

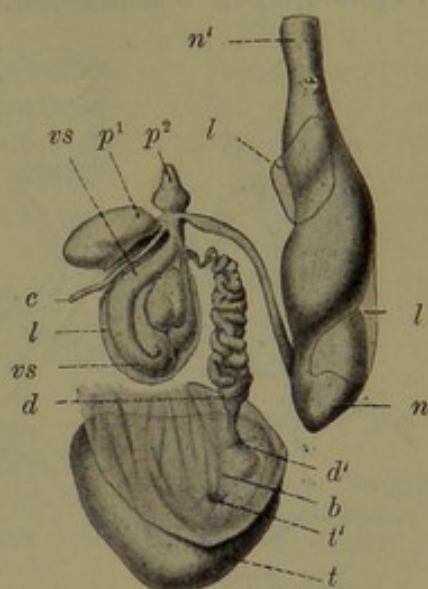


Fig. 345. Männliche Geschlechtsorgane von *Sepia officinalis* (nach Grobben). *t* Hoden, *t'* dessen Mündung in das Cölom, *d* Vas deferens, *d'* dessen Mündung in das Cölom, *b* Cölomsack, nach links und oben in das Pericard übergehend, *l* anderweitige Theile des Cölom, *vs* Samenblase, *p'* *p''* Prostata, *n* Needham'sche Tasche *n'* deren Mündung, *c* Cölomcanal zum Vas deferens.

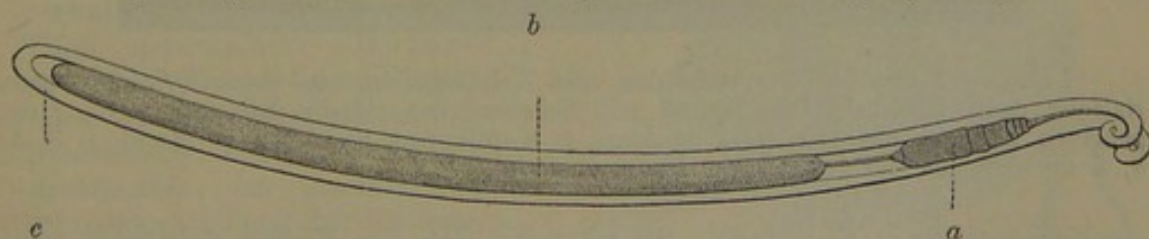


Fig. 346. Spermatophore (Needham'scher Schlauch) eines Cephalopoden (aus Hatcheschek). *a* Austreibeapparat, *b* Spermatozoenkapsel, *c* äussere Hülle.

Die Uebertragung der Spermatophoren auf das Weibchen wird durch die zu diesem Zweck mehr oder minder umgestalteten „hectocotylierten“ Tentakeln des Männchens bewirkt. Bei einigen wenigen Gattungen wird der betreffende Tentakel zum „Hectocotylus“; er schwillt an



seiner Basis zu einem Sack an, in welchem das periphere Ende geborgen wird (Fig. 347). Letzteres erhält einen Canal zur Aufnahme der Spermatophoren, löst sich ab und kann so Tage lang in der Mantelhöhle des Weibchens herumkriechen. Da es den Eindruck eines selbständigen Thieres macht, wurde es lange Zeit unter dem Namen „Hectocotylus“ als ein Parasit, später als das rudimentäre Männchen der Cephalopoden beschrieben.

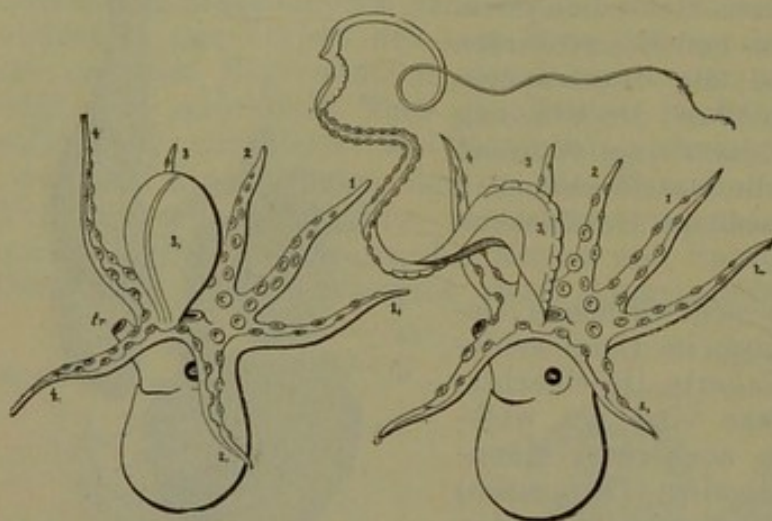


Fig. 347. Männchen von *Argonauta Argo*. tr Trichter, 1—4 die Arme der rechten Seite, 1, —4, die Arme der linken Seite, 3, der hectocotylisirte Arm, links noch in der Hülle eingeschlossen, rechts aus ihr ausgestülpt (aus Hatching).

#### Entwicklung.

Die Eier der Cephalopoden werden einzeln an Wasserpflanzen befestigt oder in grossen Qualstern abgesetzt; sie sind sehr dotterreich und erleiden in Folge dessen nur eine partielle, discoidale Furchung (Fig. 99, S. 129). Die Masse der Embryonalzellen bildet an einem Ende des ovalen Eies eine Keimscheibe, in welcher lange Zeit die Anlagen der einzelnen Organe (Augen, Tentakeln, Trichter, Schalsack) flächenhaft neben einander

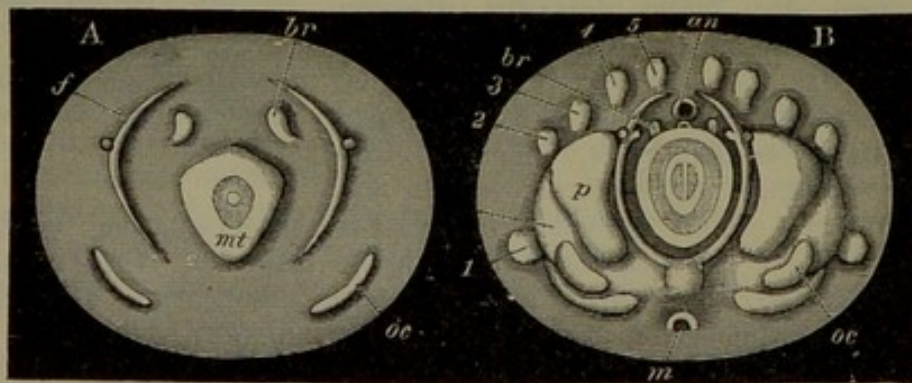


Fig. 348 A und B. 2 verschieden alte Keimscheiben von *Sepia officinalis* (aus Balfour nach Kölliker). mt Mantel mit Schalendrüse, br die Kiemenanlagen, f die paarigen Anlagen des Trichters, oc Auge, p Kopflappen, an After, m Mund, 1, 2, 3, 4, 5 die Anlagen der fünf Arme der einen Seite.

ausgebreitet sind (Fig. 348). Später hebt sich der Embryonalkörper vom Dotter ab, welcher, eingeschlossen in eine Zellenhülle, als Dottersack nahe der Mundöffnung mit dem Kopf in Verbindung bleibt, bis sein Material zum Wachsthum des Embryo gänzlich aufgebraucht und das Thier zum Ausschlüpfen reif ist (Fig. 348 C).

Die Cephalopoden sind ausschliesslich Meerthiere; theils bewohnen sie felsige Küsten, theils suchen sie das freie Meer auf. Ihre systematische



Eintheilung basirt auf der Zahl der Kiemen und der Zahl und Beschaffenheit der Tentakeln.

### I. Ordnung. Tetrabranchiaten.

Cephalopoden mit 4 Kiemen, 4 Nieren, 4 Vorkammern des Herzens, zahlreichen Tentakeln ohne Saugnäpfe, einer wohl entwickelten, gekammerten Schale (Fig. 340); Trichter aus zwei Klappen, Auge ein einfacher Retinabecher (Fig. 338).

Von lebenden Cephalopoden kennt man nur 4 derselben Gattung *Nautilus* angehörige, tetrabranchiate Arten, von denen der *Nautilus Pompilius* L. am verbreitetsten ist. Die Schalen der Thiere werden an den malayischen Inseln sehr häufig vom Meer ausgespült, während das lebende Thier schwer zu erhalten ist. In früheren Perioden der Erdgeschichte waren die Tetrabranchiaten weit verbreitet. Die *Nautiliden* werden am meisten in den paläozoischen Schichten gefunden, während die *Ammoniten* in dem mesozoischen Zeitalter ihre Blüthe hatten; da von letzteren keine lebenden Repräsentanten mehr existiren, kann man nur aus der Structur ihrer Schale ihre Zugehörigkeit zu den Tetrabranchiaten erschliessen.



Fig. 348 C. Embryo von *Sepia officinalis*. *r* Rumpf, *a* Augen, *d* Dottersack.

### II. Ordnung. Dibranchiaten.

Cephalopoden mit 2 Nieren, 2 Kiemen, 2 Vorkammern, mit 8–10 kräftigen, mit Saugnäpfen bewaffneten Armen, hochorganisirten Augen, mit rudimentärer Schale oder schalenlos.

I. Unterordnung. *Decapoden* mit 10 Armen, mit seitlichen Flossen, Schale rudimentär, aber vorhanden (mit Ausnahme von *Idiosepius* und der *Sepiadarien* und mancher *Sepioladen*), Saugnäpfe mit „Hornringen“. Bei den *Spiruliden* ist die Schale ein kleines, post-hornartig gekrümmtes, gekammertes Gehäuse, welches im Mantel verborgen liegt: *Spirula Peroni* Lam. (Fig. 341); sonst ist sie ein bei einem Theil der Arten verkalkter, bei einem anderen Theil unverkalkter „Rückenschulp“: *Myopsiden* und *Oegopsiden*. Zu letzteren gehören die Riesentintenfische der Gattung *Architeuthis*, zu ersteren die schlanken Calamai der Italiener, *Loligo vulgaris* Lam., und die plumpen Sepien, *S. officinalis* L., so genannt, weil früher der Rückenschulp als Arzneimittel diente; der mächtige Tintenbeutel liefert die Sepia (Fig. 299).

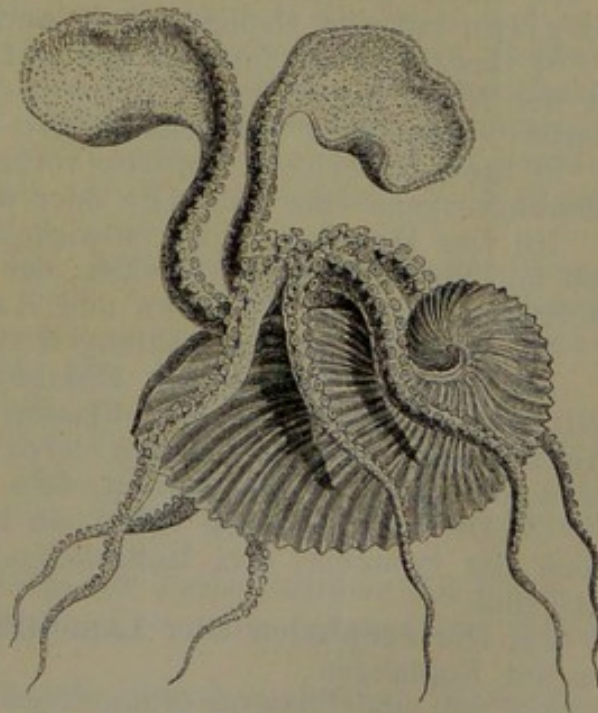


Fig. 349. Weibchen von *Argonauta argo* (nach Rymer Jones).



II. Unterordnung. *Octopoden*, mit nur 8 an der Basis durch eine Schwimmhaut verbundenen Tentakeln, Schalenrudiment äusserst klein, bei *Cirroteuthiden* unpaar, bei *Octopodiden* in 2 Stücke zerlegt; bei *Philonexiden* nicht mehr nachweisbar (Fig. 335). *Octopodiden*: *Octopus vulgaris* Lam.; *Philonexiden*: *Argonauta Argo* L. (Fig. 349), Papiernautilus. Das Weibchen besitzt eine wie ein Kahn auf dem Wasser treibende Schale (Fig. 349); die Männchen sind sehr viel kleiner und haben keine Schale; ein Arm löst sich als Hectocotylus ab (Fig. 347).

### Zusammenfassung der Resultate über Mollusken.

1) Die **Mollusken** oder **Weichthiere** sind parenchymatöse Thiere mit rückgebildeter Leibeshöhle; ihr Körper besteht aus Fuss, Eingeweideknäuel, Mantel und Kopf.

2) Der Fuss ist eine zur Fortbewegung dienende unpaare, ventrale Muskelmasse.

3) Der Kopf trägt die Augen und die Tentakeln.

4) Der Mantel umschliesst die Mantelhöhle, welche stets zur Athmung in Beziehung steht, entweder indem sie selbst als Lunge functionirt, oder indem sie die Kiemen beherbergt; der Mantel bildet durch Ausscheidung auf der Oberfläche die Kalkschale.

5) Der Fuss, der Kopf, der Mantel und mit ihm die Schale können in manchen Gruppen durch Rückbildung verloren gehen.

6) Ausnahmslos stimmen die Mollusken in der Bildung des Nervensystems überein.

7) Constant sind drei Ganglienpaare, die mit drei Sinnesorganen in Verbindung stehen: a) die Cerebralganglien mit den Augen, b) die Pedalganglien mit den Hörbläschen, c) die Visceralganglien mit den Osphradien (Geruchsorganen).

8) Das Herz ist dorsal und arteriell, eingeschlossen in einen mit der Niere durch die Nierenspritze communicirenden Herzbeutel (einen Rest der Leibeshöhle).

9) Stets ist eine Kammer vorhanden und je nach der Zahl der Athmungsorgane eine paarige oder unpaare Vorkammer.

10) Der Darm ist hoch entwickelt, mit sehr grosser Leber, meist auch mit Speicheldrüsen versehen; der Mehrzahl der Mollusken kommt ein Schlundkopf mit Kiefern und Radula zu.

11) Während der Entwicklung tritt häufig die Veligerlarve auf.

12) Nach der Bildung der Athmungsorgane und der Körperanhänge theilt man die Mollusken in 4 Classen: 1) Amphineuren, 2) Acephalen oder Lamellibranchier, 3) Cephalophoren oder Gastropoden, 4) Cephalopoden.

13) Die **Amphineuren** haben ein äusserst primitives Nervensystem, indem die typischen drei Molluskenganglien durch Nervenstränge ersetzt sind.

14) Die **Acephalen** oder **Lamellibranchier** entbehren des Kopfes und der Kopfaugen.

15) Sie sind bilateral symmetrisch und haben demgemäss paarige Organe: linke und rechte Mantelfalten, Schalen, Nieren und Geschlechtsorgane.



16) Bei manchen Muscheln, den „*Asiphoniern*“, sind die Mantelfalten ventral in ganzer Ausdehnung durch einen Schlitz getrennt.

17) Bei den „*Siphoniaten*“ ist der Mantelschlitz durch Verwachsen der Ränder bis auf 3 Oeffnungen geschlossen, 1) einen vorderen Schlitz für den Fuss, 2) eine obere, hintere Oeffnung zur Entleerung der Fäcalien und des gebrauchten Athemwassers, Aftersipho, 3) eine untere, hintere Oeffnung zur Einführung der Nahrung und des frischen Athemwassers, Branchialsipho.

18) Jederseits finden sich 2 Paar Kiemen, welche selten Kammkiemen, häufiger Fadenkiemen, am häufigsten Blattkiemen sind.

19) Demgemäss hat das Herz zwei Vorkammern: die unpaare Kammer wird mit wenigen Ausnahmen vom Mastdarm durchbohrt.

20) Der Fuss ist eine häufig byssustragende, beilförmige Muskelmasse.

21) Die Schale besteht aus Perlmutter-schicht, Prismenschicht und Cuticula; sie wird durch 1—2 Adductoren geschlossen, durch ein elastisches Ligament geöffnet.

22) Systematisch wichtig ist, dass viele Muscheln im Bau der Kiemen des Schalenschlosses primitive Verhältnisse bewahren: *Protoconchen*, andere eine höhere Entwicklungsstufe erreichen: *Heteroconchen*.

23) Die **Cephalophoren**, **Gastropoden** oder **Schnecken** haben einen besonderen, Augen und Tentakeln tragenden Kopf, einen zum Kriechen dienenden sohlenförmigen Fuss, einen selten fehlenden unpaaren Mantel und eine unpaare Schale.

24) Die gewöhnlich unpaare Mantelhöhle enthält selten 2, meist 1 Kiemenbüschel oder ist unter Rückbildung der Kieme zur Lunge geworden.

25) Niere und Herzvorkammer sind nur selten (bei doppelter Kieme) paarig; die bald hermaphroditen, bald gonochoristischen Geschlechtsorgane sind stets unpaar.

26) Unpaar ist auch die Schale, gewöhnlich ein spiral und zwar rechtsgewundenes, durch ein Operculum verschliessbares Gehäuse.

27) Nach der Beschaffenheit des Nervensystems, des Geschlechtsapparats, nach Lage und Bau des Herzens und der Respirationsorgane theilt man die Cephalophoren in 1) Opisthobranchier, 2) Prosobranchier, 3) Heteropoden, 4) Pteropoden, 5) Pulmonaten, 6) Scaphopoden.

28) Die *Opisthobranchier* sind hermaphrodit, orthoneur (vergl. S. 341), haben gar keine oder sehr mannigfach gestaltete Kiemen, eine stets hinter der Herzkammer gelagerte Vorkammer; Schale und Mantel sind rudimentär oder fehlen.

29) Die *Prosobranchier* haben ein weit nach vorn gelagertes Kiemenbüschel (ausnahmsweise 2), in Folge dessen eine vor der Herzkammer gelagerte Vorkammer, sind chiastoneur (vergl. S. 341) und getrennt geschlechtlich; Schale und Mantel sind gut entwickelt.

30) Die *Heteropoden* sind pelagische Prosobranchier mit einem in Schwanz und Flosse gespaltenen Fuss, mit rudimentärer Schale oder nackt.

31) Die *Pteropoden* sind pelagische Opisthobranchier, deren Fuss in 2 flügelartige Fortsätze umgewandelt ist; Schale rudimentär oder fehlend.



32) Die *Pulmonaten* sind in einem Theil ihrer Organisation opisthobranchiärähnlich (orthoneur und hermaphrodit), im anderen Theil prosobranchiärähnlich (Lage der Vorkammer, Entwicklung von Schale und Mantel); sie besitzen eine als Lunge functionirende Mantelhöhle.

33) Die **Cephalopoden** haben keinen ächten Fuss, dagegen als homologe Theile den Trichter und die an den Kopf verlagerten, meist mit Saugnäpfen besetzten Tentakeln; sie haben einen unpaaren Mantel und eine unpaare oder gar keine Schale.

34) Die unpaare Mantelhöhle enthält 1 oder 2 Paar Kiemenbüschel. Aus der Mantelhöhle wird das Wasser durch den Trichter, eine unpaare Röhre, entleert.

35) Entsprechend der Duplicität der Kiemen sind 2 Vorkammern und 2 Nierensäcke vorhanden; ausser dem Körperherzen finden sich 2 bei Mollusken sonst nicht vorkommende Kiemenherzen.

36) Der Geschlechtsapparat ist gonochoristisch.

37) Ein den Cephalopoden eigenthümliches Organ ist der Tintenbeutel.

38) Besonders hoch entwickelt ist das Auge (Retina, Chorioidea, Iris, Cornea, Glaskörper, Linse) und das Nervensystem (Ganglia optica, G. stellata, Ganglion sympathicum, ausser den typischen Ganglien).

39) Die Eier zeichnen sich durch discoidale Furchung aus.

40) Man theilt die Cephalopoden ein in Tetrabranchiaten und Dibranchiaten.

41) Die *Tetrabranchiaten* (mit Ausnahme des Nautilus ausgestorben) haben 4 Kiemen, eine gekammerte Schale, primitive Augen, anstatt der Tentakeln zahlreiche Kopflappen.

42) Die *Dibranchiaten* haben 2 Kiemen, eine rudimentäre oder gar keine Schale, 8–10 Tentakeln.

## VI. Stamm:

### Arthropoden, Gliederfüssler.

Bei der Besprechung der Arthropoden gehen wir davon aus, dass die unter diesem Namen zusammengefassten *Spinnen*, *Krebse*, *Tausendfüsse* und *Insecten* von Cuvier früher mit den *Anneliden* zum Stamm der *Articulaten* vereinigt wurden und dass es jetzt noch viele Zoologen giebt, welche an dieser Vereinigung festhalten. Da sich hieraus entnehmen lässt, dass Arthropoden und Anneliden in vielen Punkten übereinstimmen, wollen wir die gemeinsamen Merkmale voranstellen und daran erst die Besonderheiten anreihen, welche für uns maassgebend sind, beide Thiergruppen zu trennen.

Verwandtschaft mit Anneliden.

Anneliden und Arthropoden sind gegliederte Thiere und unterscheiden sich gemeinsam von den ebenfalls gegliederten Wirbelthieren durch die Deutlichkeit der äusseren Segmentirung oder Ringelung des Körpers. Die Grenzen zweier auf einander folgen-



der Segmente, welche in der Haut eines Fisches oder eines anderen Wirbelthieres nicht wahrnehmbar sind, markiren sich bei den „Articulaten“ durch Einkerbungen der Körperoberfläche, worauf die alten Namen: „ἔντομα“, „Insecta“, „Kerbthiere“ Bezug nehmen. Ferner haben sämtliche Articulaten ein Strickleiternnervensystem, indem sich zu den bei den meisten wirbellosen Thieren vorhandenen Hirnganglien noch die metamer angeordnete Ganglienreihe des Bauchmarks hinzugesellt. Was nun vornehmlich die Arthropoden von den Anneliden unterscheidet, ist zweierlei: 1) die besondere Art der Gliederung, 2) die Anwesenheit gegliederter Extremitäten.

Schon bei äusserer Betrachtung der Gliederung eines Arthropoden fällt zumeist auf, dass die Segmentgrenzen viel tiefer eingeschnitten sind als bei einem Ringelwurm. Die Ursache hierzu ist in der Beschaffenheit der Haut zu suchen, welche zu einem äusserst

Unterschiede  
von  
Anneliden.  
a) Panzerung.

festen Panzer erstarrt und 2 Schichten unterscheiden lässt: die Epidermis (vielfach auch Hypodermis, Chitinogenmembran genannt) und die Chitinschicht (vergl. Fig. 24 f, S. 62). Die Epidermis ist ein einschichtiges Epithel, meist Platten- oder Pflasterepithel. Die Chitinschicht ist dagegen von ansehnlicher Dicke und, da sie als eine Cuticula von der Epidermis ausgeschieden wird, der Oberfläche parallel geschichtet; ihre grosse Festigkeit hängt mit der chemischen Beschaffenheit des Chitins zusammen, welches sich von den meisten organischen Verbindungen durch seine Widerstandsfähigkeit gegen Säuren und Alkalien unterscheidet und nur beim Kochen mit Schwefelsäure in Zucker und Ammoniak zerlegt wird. Der harte, derbe Chitinpanzer würde dem Thiere jede Bewegung des Körpers unmöglich machen, wenn er nicht aus einzelnen gelenkig verbundenen Theilen bestände (Fig. 350), deren Grenzen mit den Segmentgrenzen zusammenfallen. Während die Segmente gepanzert sind, verdünnt sich das Chitin an den Grenzen zu einem zarten Gelenkhäutchen; dasselbe ist aber verborgen, damit die weichhäutige Stelle dem Thiere nicht zum Verderben gereiche, indem jedes hintere Segment mit seinem Anfang unter das Ende des vorderen Segments geschoben ist. So kommt eine an ein Fernrohr erinnernde Verbindungsweise der Segmente zu Stande, welche tiefe Einkerbungen der Körperoberfläche veranlasst.

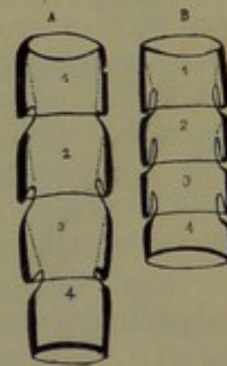


Fig. 350. Schema der Arthropodenringelung. 1—4 vier Ringe mit ihren Gelenkhäuten. A im ausgedehnten, B im contrahierten Zustand. Die punktierten Linien bezeichnen die Muskeln (nach Graber).

Da die Deutlichkeit der Ringelung mit der Panzerung des Körpers zusammenhängt, verwischt sie sich, sowie das Bedürfniss nach Panzerung des Körpers aufhört. Ein lehrreiches Beispiel sind die *Paguren* oder Einsiedlerkrebse, die sich mit ihrem Hinterleib in ein Schneckenhaus einnisteten: nur so weit, als der Körper aus der Schale heraustritt, ist er gepanzert; der Hinterleib ist weichhäutig und demgemäss auch ohne jede Spur von Ringelung (Fig. 397).

Der Chitinpanzer der Arthropoden bedingt einige weitere Eigenthümlichkeiten, welche wir, obwohl sie mit der Gliederung nicht im Zusammenhang stehen, hier gleich anschliessen wollen; zunächst die periodischen Häutungen der Thiere. Das Chitinkleid, einmal fertig gestellt und

b) Häutung.



erhärtert, ist nur geringer oder überhaupt keiner weiteren Ausdehnung fähig und würde ein Wachsthum unmöglich machen, wenn es nicht entfernt werden könnte. Hat daher die Körpermasse eines Arthropoden so weit zugenommen, dass sie das Chitinkleid vollkommen ausfüllt, so platzt letzteres an bestimmten Stellen, den Nahtlinien; das weichhäutige Thier zieht sich aus dem alten Hemd, der „Exuvie“, heraus und kann sich nun innerhalb des neuen Kleides, das sofort gebildet wird, zunächst aber noch weich und dehnbar ist, vergrössern. — Eine weitere Folge des Panzers ist die eigenthümliche Beschaffenheit der Haare, sowohl der gewöhnlichen Körperhaare, als auch der zu Sinnesempfindungen dienenden Tast- und Hörhaare. Auch sie sind cuticulare Gebilde, die häufig nur von einer einzigen Epidermiszelle ausgeschieden und bei jeder Häutung erneuert werden. Ein Chitinhaar sitzt im angrenzenden Chitin, beweglich mit einem Gelenkkopf in einer Art Gelenkpfanne eingelassen, und enthält im Innern einen Canal, in den ein Ausläufer der unterliegenden Matrixzelle eindringt; soll das Haar zu Sinneswahrnehmungen dienen, so steht es mit einer Sinneszelle in Verbindung (Fig. 74, S. 105). Die Sinneszelle hat nach Art einer bipolaren Ganglienzelle 2 Fortsätze, einen peripheren, der in die Axe des Haares eintritt, und einen centralen, der als Nervenfasern zu dem Centralnervensystem verläuft. Die Zelle selbst kann noch im Epithel gelegen sein, oder sie ist in die Tiefe verlagert und als Ganglienzelle in den Verlauf der Sinnesnerven eingeschaltet.

Heteronomie.  
Körper-  
regionen.

Ein weiteres wichtiges Merkmal der Arthropodengliederung ist die Heteronomie der Segmente, welche bei den niedersten Formen (*Peripatus* und *Myriapoden*) noch wenig auffällig ist, bei den höher organisirten dagegen zu einer ausserordentlichen Ungleichwerthigkeit der Körperabschnitte und demgemäss auch zu einer grösseren Centralisation des Baues führt. Man kann verschiedene Körperregionen unterscheiden. Stets sind einige wenige Segmente am vorderen Ende unter einander verschmolzen und bilden den Kopf (Fig. 351 C); darauf folgt gewöhnlich ein weiterer Segmentcomplex, der Thorax (Pereion) oder die Brust (T), und ein dritter, das Abdomen oder Pleon (A). Eine scheinbare Vereinfachung der Körperregionen kann eintreten, wenn Kopf und Thorax unter einander zu einem einheitlichen Stück, dem Kopfbrustschild oder Cephalothorax (Fig. 352 Ct) verschmelzen; umgekehrt kann die Zahl der Regionen sich vermehren, wenn das Abdomen in 2 Unterregionen sich gliedert, eine vordere, das Abdomen im engeren Sinne, und eine hintere, das Postabdomen (Fig. 353 P). Bei manchen Arthropoden endlich, wie den Milben (Fig. 354), ist es ganz unmöglich, Körperregionen oder auch nur Ringelung zu erkennen, weil hier eine innige Verschmelzung sämmtlicher Körpertheile die äusseren Merkmale der Gliederung wieder vollkommen verwischt hat.

Extremitäten.

Um nun die Unterschiede zu verstehen, welche durch die Namen Kopf, Thorax, Abdomen etc. ausgedrückt werden sollen, müssen wir zuvor noch das an zweiter Stelle genannte Merkmal, welches die

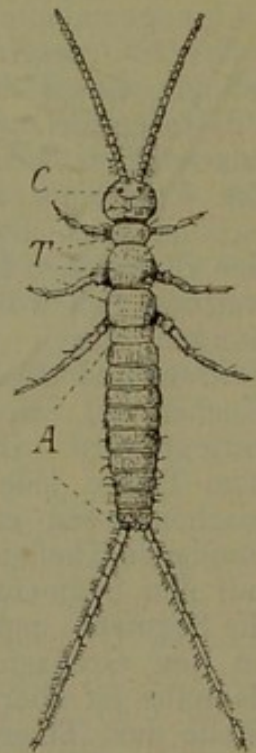


Fig. 351. *Campodea staphylinus*. C Kopf, T Thorax, A Abdomen (aus Huxley).



Arthropoden vor den Anneliden voraus haben, die gegliederten Extremitäten, besprechen. Dieselben sind systematisch von so grosser Bedeutung, dass auf sie sich der Name „Arthropodes“, „Gliederfüssler“, bezieht, welcher an die Stelle von „Articulata“, „Gliederthiere“, getreten ist. Die Arthropodengliedmaassen sind höher entwickelte Parapodien der Anneliden; während aber die letzteren Auswüchse sind, welche in den Rumpf noch continuirlich übergehen und daher die Bewegungen desselben zwar unterstützen, Eigenbewegungen aber nur in untergeordnetem Maasse ausführen können, sind die Extremitäten der Arthropoden 1) gegen den Körper gelenkig abgesetzt, 2) selbst wieder aus einzelnen gelenkig verbundenen

Fig. 352.

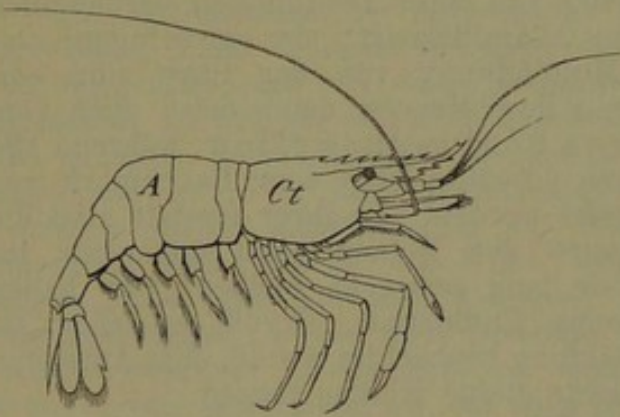


Fig. 354.

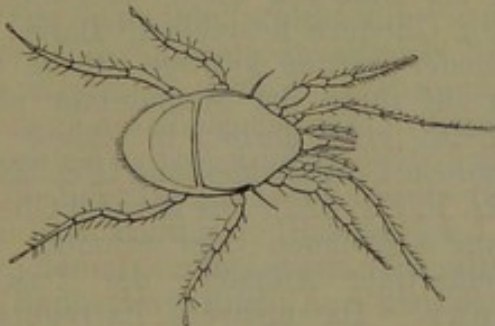


Fig. 353.

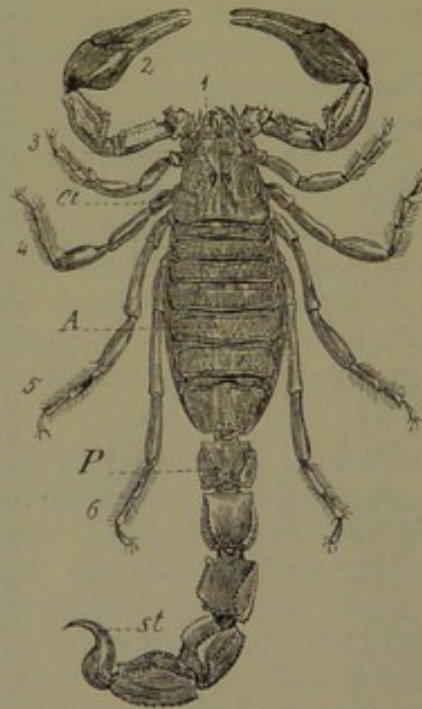


Fig. 352. *Palaemon serratus* (aus Leunis-Ludwig). Ct Cephalothorax, A Abdomen.  
 Fig. 353. *Androctonus australis* (aus Blanchard). Ct Cephalothorax, A Abdomen, P Postabdomen, st Giftstachel; 1 Kieferfühler, 2 Kiefertaster, 3—6 vier Beinpaare.  
 Fig. 354. *Gamasus coleoptratorum* (aus Taschenberg).

Stücken gebildet, 3) endlich mit einer reichen Muskulatur versehen, so dass sie einen selbständig beweglichen Hebelapparat darstellen. Jedes Körpersegment besitzt nur 1 Paar Extremitäten, welches der ventralen Seite angehört; wenn an einem ungegliederten Stück mehrere Paare vorhanden sind, so kann man mit Bestimmtheit daraus schliessen, dass das betreffende Stück auch aus mehreren Segmenten, mindestens aus so viel Segmenten, als es Gliedmaassenpaare trägt, verschmolzen ist. Der ungegliederte Kopf eines *Insects* enthält z. B. mindestens 4 Segmente, der Cephalothorax unseres *Flusskrebsses* 13 Segmente, weil jener mit 4, dieser mit 13 Extremitätenpaaren ausgerüstet ist. Die Entwicklungsgeschichte liefert hierfür sichere Beweise, da am Embryo die Segmentgrenzen noch erhalten sind. — Es ist nun keineswegs nöthig, dass



jedes Segment sein Extremitätenpaar besitzen muss, da die Gliedmaassen vielfach rückgebildet werden, ohne Spuren zu hinterlassen.

Function der  
Extremitäten.

Die Extremitäten dienen bei den Arthropoden sehr mannichfachen Functionen (Fig. 355). Ihre primäre Aufgabe ist die Ortsbewegung; locomotorische Gliedmaassen, Pereiopoden oder „Füsse“ sind lang gestreckt und aus einer grossen Zahl gut entwickelter Glieder gebildet, die entweder zu Rudern abgeplattet oder zum Zwecke des Kriechens mit Krallen am Ende ausgerüstet sind (8). Ausser locomotorischen Extremitäten giebt es aber noch tastende oder Antennen (1), kauende oder Kiefer (2–4), Extremitäten von variablen Functionen, Pedes spurii oder Pleopoden (9), und endlich Uebergangsformen zwischen Beinen und Kiefern, die Kieferfüsse oder Pedes maxillares (5–7).

Die Antennen sind abgesehen von ihrer Tastfunction vornehmlich durch ihre Lage und Innervirung charakterisirt; sie entspringen vor der Mundöffnung von der Stirn und empfangen ihre Nerven demgemäss auch vom oberen Schlundganglion, während alle übrigen Gliedmaassen vom Bauchmark aus innervirt werden. In ihrer Gestalt sind die Antennen den Beinen nicht unähnlich, indem sie lang gestreckt bleiben; nur haben sie keine Endklauen, obwohl es schon als Missbildung beobachtet wurde, dass Antennen wie ächte Beine Klauen tragen.

Auffälliger ist die Gestalt der kauenden Extremitäten modificirt. Zur Zerkleinerung der Nahrung dient stets nur die aus 1 oder 2 Gliedern bestehende Basis; die basalen Glieder werden kräftige Stücke und bekommen auf ihrer der Medianlinie zugewandten Seite eine derbe, in Zähne und Höcker erhobene Chitinbekleidung (Fig. 355 2, Fig. 361 III, V, Fig. 423). Die übrigen Glieder können ganz schwinden oder erhalten sich als ein beinartiger Anhang, der Taster oder Palpus. Da mehrere Extremitäten zu Kiefern ausgebildet sein können, nennt man die erste in der Reihe Mandibel, die zweite Maxille, welcher dann noch eine zweite Maxille folgen kann. Die Pedes maxillares sind Zwischenformen, welche bald mehr an Beine, bald mehr an Kiefer erinnern (Fig. 355 5–7). Pedes spurii (Pleopoden) oder Afterfüsse endlich sind kleine unscheinbare Extremitäten, die zur Aus-

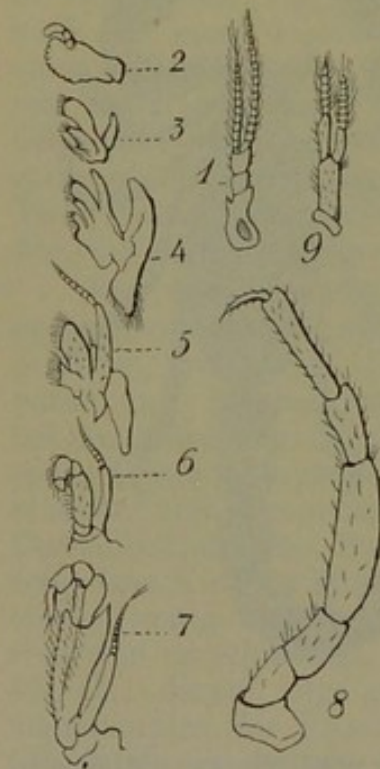


Fig. 355. Die wichtigsten Extremitätenformen des Flusskrebses. 1 erste Antenne mit dem Eingang in das Hörbläschen, 2 Mandibel, 3 und 4 erste und zweite Maxille, 5–7 Pedes maxillares, 8 Schreitbein, 9 Pes spurium.

hilfe für die verschiedensten Leistungen herangezogen werden; sie können als Kiemen oder Kiementräger functioniren, als Träger der Eier oder zum Uebertragen des Sperma; sie können auch das Schwimmen und Kriechen unterstützen.

Die genannten Extremitäten haben im Körper der Arthropoden eine constante Anordnung, welche durch die Natur der Verhältnisse bestimmt wird. Zuvorderst am Kopf stehen die Antennen, dann folgen



im Umkreis des Mundes die Kiefer und, sofern sie überhaupt vorhanden sind, die Kieferfüsse; eine dritte Gruppe bilden die eigentlichen Beine, eine vierte die Afterfüsse, welche indessen sehr häufig fehlen. Auf diese regelmässige Anordnung gründet sich auch die Unterscheidung der einzelnen Körperregionen. Zum Kopfrechnen wir alle Segmente, welche Antennen und Kiefer tragen, zum Thorax (Pereion) die mit Beinen (Pereiopoden) ausgerüsteten Segmente; das Abdomen (Pleon) endlich ist durch die Anwesenheit der Pedes spurii (Pleopoden) oder den gänzlichen Extremitätenmangel ausgezeichnet. Demzufolge würde der Cephalothorax ein Körperabschnitt sein, von welchem ausser den Antennen und Kiefern auch noch die Beine entspringen.

Die Extremitäten der Arthropoden haben verschiedene Streitfragen veranlasst. Viele Zoologen sprechen von einer prä-antennalen Extremität und demgemäss auch von einem prä-antennalen Segment. Die betreffende Extremität sei nur bei einem Theil der *Crustaceen* als gegliederter Augenskiel erhalten, sonst rückgebildet und in ihrer Lage durch die Facettenaugen markirt. Wer diese Auffassung theilt, muss die Segmentzahlen, welche in diesem Lehrbuch für den Kopf und den gesampften Körper angegeben sind, überall um Eins erhöhen. Eine zweite Theorie behauptet, dass die Antennen ventrale, vom Bauchmark innervirte Extremitäten seien, welche erst secundär auf die Stirn der Arthropoden verlagert wurden. Demgemäss sei auch das Innervationscentrum erst secundär vom Bauchmark auf das Hirn übertragen worden. Letztere Anschauung kann für die zweite Antenne der *Crustaceen* genauer begründet werden.

Die Segmente, welche einer und derselben Körperregion angehören, zeigen eine Tendenz zu engerer Vereinigung oder sogar vollkommener Verschmelzung. Diese Erscheinung übt ihren Einfluss auch auf die innere Anatomie aus, vornehmlich auf die Beschaffenheit des Nervensystems (Fig. 356). Ein Strickleiternnervensystem besteht, wie in der allgemeinen Zoologie (S. 103) gezeigt wurde, aus dorsalem Hirn und ventralem Bauchmark, welche durch die links und rechts den Schlund umfassenden Commissuren mit einander verbunden sind. Das Bauchmark sollte nun ebenso viele durch Längscommissuren verbundene Paare von Ganglienknötchen zählen, als Segmente vorhanden sind. Indessen ist das bei keinem Arthropoden, ausser zur Zeit des Embryonallebens, der Fall; die Regel ist vielmehr, dass mehrere Ganglienpaare zusammenrücken und verschmelzen, und zwar mit Vorliebe Ganglienpaare, deren Segmente ebenfalls enger vereinigt oder ganz verschmolzen sind. Man findet die verschiedensten Stufen dieser Verschmelzung bei den einzelnen Arten; bei *Krabben* und *Spinnen* können sogar sämtliche Ganglien des Bauchmarks zu einer einzigen Ganglienmasse vereinigt sein. Von der Verschmelzung ausgeschlossen ist stets das Hirn, da es vermöge seiner dorsalen Lage von dem Bauchmark durch den Schlund getrennt bleibt (Fig. 394, S. 401).

Nervensystem.

Von den Sinnesorganen der Arthropoden kennen wir am besten die Augen, von denen man zwei Typen unterscheidet, das einfache Auge oder Stemma (Ocellus) und das zusammengesetzte Auge oder das Facettenauge. Das einfache Auge (Fig. 357) ist sehr klein und heisst in Folge dessen auch Punktauge; wo es den höchsten

Sinnesorgane.



Entwicklungsgrad erreicht, wie bei den *Spinnen*, besteht es aus Linse, Glaskörper und Retina, von welchen Theilen die Linse aus der Chitinschicht des Körpers, der Rest des Auges aus dem Epithel der Epidermis stammt. Wo sich in der Epidermis ein Auge entwickelt hat, hat die Chitinschicht ihre bräunliche Farbe verloren, ist glashell durch-

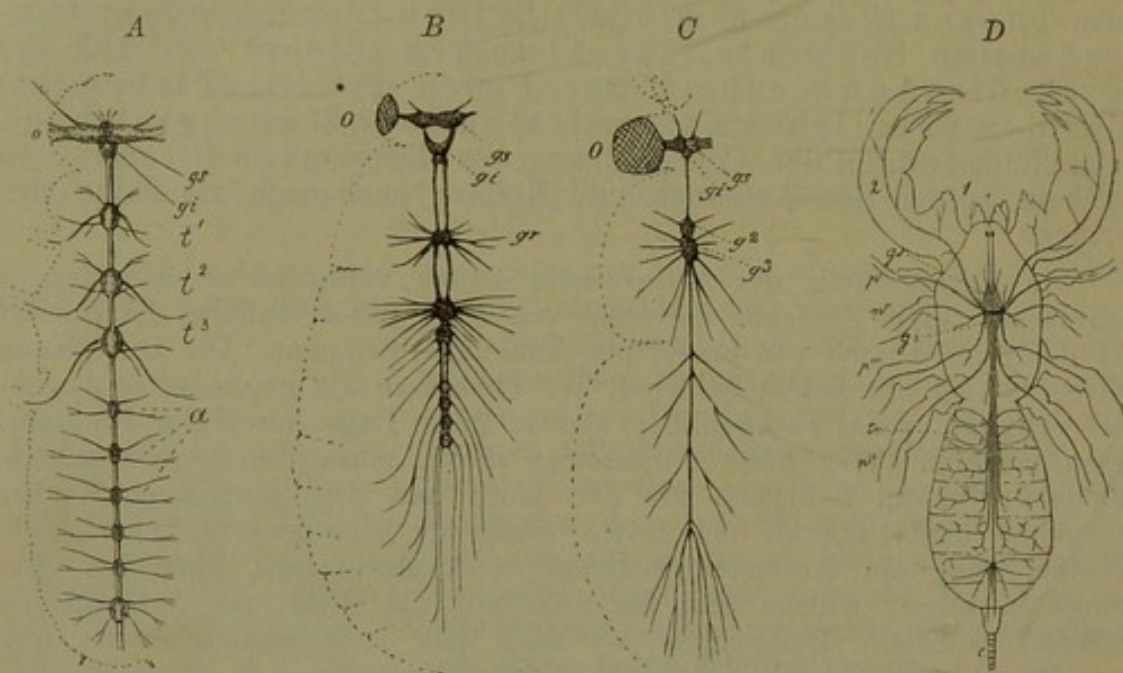


Fig. 356. Verschiedene Grade der Concentration des Bauchmarks von Arthropoden (aus Gegenbaur). *A* einer *Termite* (nach Lespès), *B* eines *Wasserkäfers* (nach Blanchard), *C* einer *Fliege* (nach Blanchard), *D* einer *Scorpionspinne* (nach Blanchard). *gs* oberes, *gi* unteres Schlundganglion, *gr*, *g<sup>2</sup>*, *g<sup>3</sup>* Ganglien des Bauchstrangs, *t<sup>1</sup>—t<sup>3</sup>* Brustsegmente, *a* Abdomen, *o* Augen, *tr* Tracheenlungen, *p<sup>i</sup>—p<sup>iv</sup>* Beine, *1* Kieferfühler, *2* Kiefertaster.

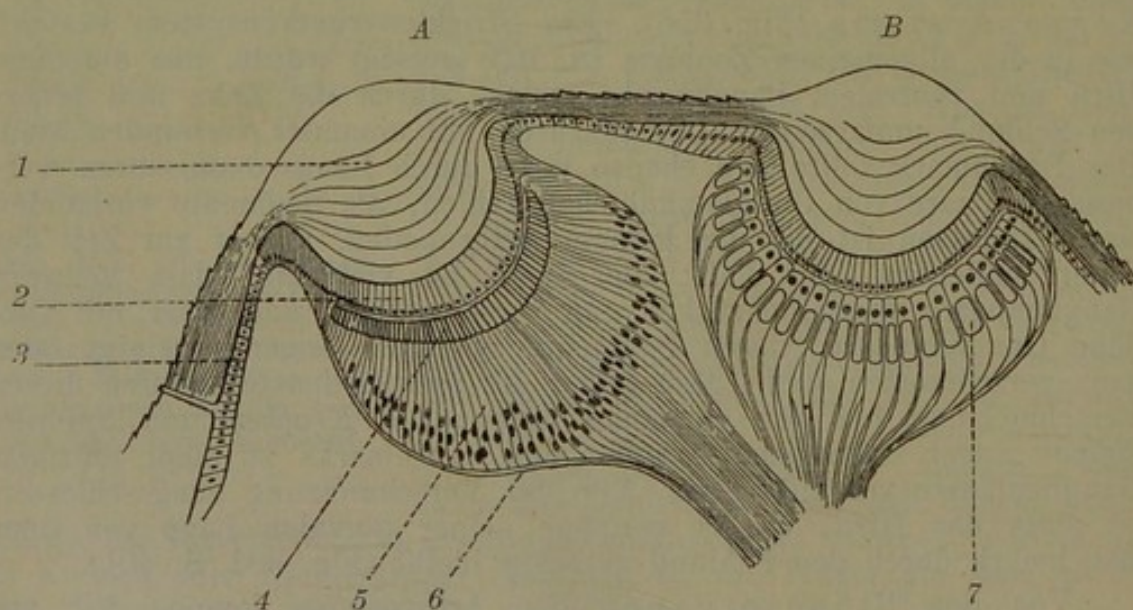


Fig. 357. Durchschnitt durch ein vorderes (*A*) und hinteres (*B*) Stemma von *Epeira diadema* (schematisirt), das hintere zeigt die inverse Lage der Retina (nach Grenacher) *1* Linse, *2* Glaskörper, *3* Epidermis, darüber Chitinschicht, *4* Rhabdome, *5* Retinazellen, *6* Hülle des Auges, *7* Rhabdome des inversen Auges.



sichtig geworden und meist zu einem biconvexen Körper (*l*) verdickt, der die Lichtstrahlen auf die Retina sammelt. Hinter der Linse liegt eine Schicht ansehnlicher, durchsichtiger Zellen, der Glaskörper (*gl*), und weiterhin die aus zahlreichen Sehzellen und Rhabdomen bestehende Retina (*r*). Glaskörper und Retina erzeugen gemeinsam eine scharf umschriebene, von Pigment umhüllte, kugelige Verdickung im Epithel. Das Stemma muss wie das Wirbelthierauge ein umgekehrtes Bild entwerfen.

Bei manchen Spinnenaugen findet sich die für das Wirbelthierauge charakteristische sogenannte „inverse Lage“ der Retina (Fig. 357 B), bei welcher die Rhabdome hinter den kernhaltigen Abschnitten der Zellen liegen. Auf die Rhabdome folgt dann ein Tapetum lucidum, eine Schicht lebhaft irisirender Zellen.

Die zusammengesetzten Augen (Fig. 358) sind sehr viel grösser als die Ocellen; sie verdanken ihren Namen „Facettenaugen“ dem Umstand, dass die Chitinschicht im Bereiche des Sinnesorgans meist eine zierliche hexagonale Felderung oder Facettirung besitzt. Jede Facette entspricht einer kleinen, plan- oder biconvexen Chitin-

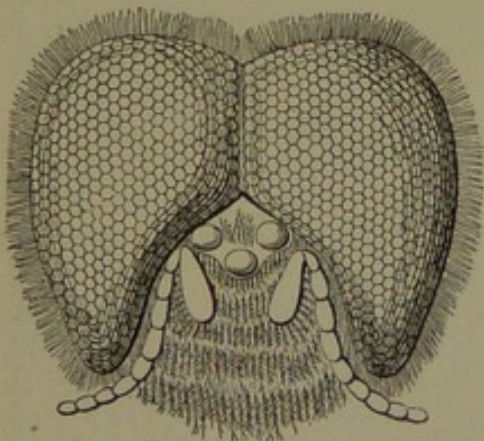


Fig. 358. Kopf der Biene (Drohne), von oben gesehen (nach Swammerdam aus Hatschek), links und rechts die grossen Facettenaugen, dazwischen 3 Stemmata und die Fühler.

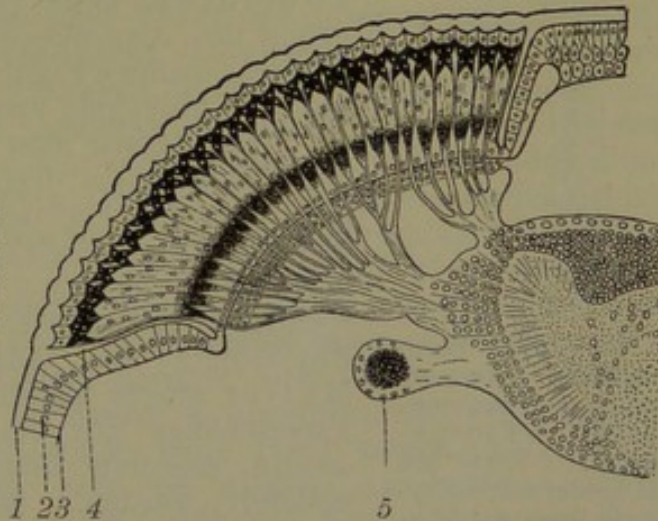


Fig. 359. Querschnitt durch das Facettenauge und das Hirn eines Ohrwurms (nach Carrière aus Hatschek). 1 Chitincuticula, die im Bereich des Auges die Cornea (die Summe sämtlicher Linsen) erzeugt, 2 Epidermis, welche sich an der Grenze des Auges in die einzelnen Augenkeile verwandelt, 3 Basalmembran, 4 einspringende Chitinlamelle, 5 rudimentäres Larvenauge.

linse; die Gesamtheit aller Linsen, deren Zahl je nach den Arten zwischen einigen wenigen und mehreren Tausenden schwankt, bildet die Begrenzung des Auges nach aussen und heisst in Folge dessen auch Cornea. Letzterer Name empfiehlt sich besonders für die Fälle (manche *Crustaceen*), wo die Chitinschicht nicht aus einzelnen Linsen besteht, sondern eine gleichmässig dicke, daher auch nicht facettirte Lage bildet. Der unter der Cornea gelegene, aus weichen, vergänglichen Zellen bestehende Theil des Auges wird an der von der Cornea abgewandten Basis von einer zarten Haut umschlossen, welche man Sclera nennt; er setzt sich aus radial gestellten, keilförmigen Stücken zusammen (Fig. 359), die in ihrer Zahl und Lagerung genau den Facetten entsprechen und mit ihrem



peripheren breiten Ende sich einer Linse anfügen, während das schmalere, centrale Ende mit dem vom Hirn an den Augenhintergrund herantretenden Nervus opticus in Verbindung steht. Jeder der vielen Augenkeile (Fig. 360) hat denselben Bau wie seine Nachbarn, nämlich den Bau des Stemma; wir unterscheiden an ihm 1) Linse (Facette, Theil der Cornea) mit zugehörigen Epithelzellen (*l*), 2) Glaskörper (*kz*), 3) Retinula (*rz*). Der Glaskörper besteht fast überall aus 4 Zellen,

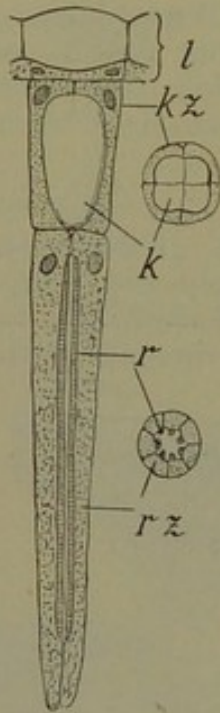


Fig. 360. Schematische Darstellung des einzelnen Keils eines Facettenauges. *l* Linse mit Hypodermis, *k* Krystallkörper mit Glaskörperzellen *kz* (daneben auf dem Querschnitt gesehen); *rz* Retinulazellen mit Rhabdomen *r* (daneben Querschnitt).

welche bei den sogenannten euconen Augen da, wo sie zusammenstossen, gemeinsam einen völlig durchsichtigen Körper, den Krystallkegel (*k*), ausgeschieden haben. Ebenso ist die Zahl der Retinulazellen meist auf 7 normirt; ihre 7 Rhabdome (*r*) liegen gleichfalls mitten inne, wo die Zellen zusammenstossen, und sind sogar häufig unter einander verwachsen. Jeder Augenkeil ist schliesslich noch eingehüllt in eine Pigmentscheide, durch welche er optisch isolirt wird; letztere ist an zwei Stellen besonders stark entwickelt und erzeugt zwei durch das ganze Auge sich erstreckende Pigmentanhäufungen, die man Iris und Chorioidea nennt (Fig. 359). Einmal ist der Hintergrund des Augenkeils dicht pigmentirt (Chorioidea), zweitens dringen Pigmentzellen an der hinteren Grenze des Krystallkegels zwischen diesen und die Retinula ein (Iris), lassen aber eine Oeffnung zum Durchtritt der Lichtstrahlen frei. Aus dem Gesagten erhellt, dass man das Facettenauge auffassen kann als einen dicht zusammengedrängten Complex von keilförmig gestalteten, einfachen Augen. Diese anatomisch berechnete Auffassung lässt sich aber nicht auf die Physiologie des Auges übertragen. Wie Joh. Müller zuerst ausführlich begründete, entwirft das Facettenauge nur ein einziges aufrechtes Bild, dessen einzelne Bildpunkte von den Augenkeilen geliefert werden. Man nennt die Müller'sche Theorie die Theorie des musivischen Sehens gegenüber der jetzt verlassenen Bildchentheorie, welche annahm, dass jeder Augenkeil schon für sich ein kleines umgekehrtes Bild erzeuge.

Während die Zahl der Stemmata wechselt, ist die Zahl der Facettenaugen im ganzen Stamm der Arthropoden auf 2 normirt. Wo scheinbar nur ein zusammengesetztes Auge vorkommt, wie bei den *Daphniden*, ist dasselbe durch Verschmelzung von zwei Augen entstanden. Für das Facettenauge ist ferner constant, dass der Nervus opticus ausserhalb des Auges ein sehr grosses Ganglion opticum bildet.

Gleichartigkeit des Baues zeichnet abgesehen von den Augen nur noch die Tastorgane aus, welche von Tasthaaren gebildet werden. Dagegen scheinen Gehör, Geruch, Geschmack durch verschiedenartige Einrichtungen vermittelt zu werden. Leider wissen wir noch immer nicht genügend von diesen Sinnesorganen, selbst bei Arthropoden, die unzweifelhaft gut riechen, hören und vielleicht auch schmecken. Der Geruchssinn hat seinen Sitz hauptsächlich an den Antennen und den Tastern der Kiefer, er wird gewöhnlich durch Geruchskegel (modificirte



Haare) vermittelt, die häufig in grubenförmigen Einsenkungen der Haut liegen. Aehnliche Organe in der Mundhöhle, besonders am Gaumen sind wohl Geschmacksorgane. Als Gehörorgane werden ausser den Hörgrübchen und Bläschen der *Podophthalmen* und den Tympanalorganen der *Heuschrecken* vielfach die bei *Insecten* weit verbreiteten „chordotonalen“ Nervenendigungen gedeutet.

Vom Darm der Arthropoden ist nur die ganz aussergewöhnliche Ausbildung des ektodermalen Anfangs- und Enddarms zu erwähnen, denen gegenüber der entodermale Mitteldarm klein bleibt, indem er gewöhnlich nur etwa  $\frac{1}{3}$  der Gesamtlänge liefert. Bei den periodischen Häutungen wird die Chitinauskleidung der ektodermalen Darmabschnitte, so namentlich des weit verbreiteten Kaumagens, mit abgeworfen. Auffallend ist der gänzliche Mangel von Flimmerepithel, wie denn überhaupt Flimmerzellen nirgends im Organismus der Arthropoden gefunden werden. Darm.

Vom Blutgefässapparat ist am constantesten das Herz, meistens ein dicht unter der Rückenhaut gelegener Schlauch, welcher in einem mehr oder minder abgegrenzten Abschnitt der Leibeshöhle (Herzbeutel) eingeschlossen ist und aus ihm das Blut durch eine linke und rechte Reihe von Spalten oder Ostien aufnimmt. Indem die Ränder der Spalten weit ins Herzlumen vorspringen und so dünne, als Klappen functionirende Falten erzeugen, kann der Herzschlauch in eine Anzahl auf einander folgender Kammern abgetheilt werden, welche sich besonders deutlich bei der von hinten nach vorn fortschreitenden Contraction gegen einander abgrenzen. Die Kammerung schwindet, wenn bei Thieren von gedrungener Körpergestalt der Herzschlauch zu einem Säckchen einschrumpft. — Bei kleinen Arthropoden kann das Herz, wie das übrige Gefässsystem gänzlich fehlen. Dieser Mangel besonderer Circulationsorgane kann, da schon die *Anneliden* hoch entwickelte Blutgefässe haben, nur auf Rückbildung beruhen und erklärt sich daraus, dass sich im Allgemeinen bei geringerer Körpergrösse die Organisation vereinfacht. Daher finden sich Arten ohne Herz sowohl bei kleinen *Crustaceen* (viele *Copepoden*) als auch bei kleinen *Arachnoideen* (viele *Milben*) und *Insecten* (manche *Aphiden*), während verwandte Arten noch das Herz besitzen. Blutgefässsystem.

Von den grossen Körperarterien kann das Blut entweder direct in die Leibeshöhle gelangen, oder es muss erst einen mehr oder minder complicirten Weg durch Körperarterien, Capillaren und Venen, sowie durch die Athmungsorgane beschreiben. Man findet hierbei die verschiedensten Abstufungen in der Vollkommenheit des Blutgefässsystems. Indessen auch da, wo die höchste Stufe erreicht wird, ist kein völlig geschlossener Blutkreislauf vorhanden, da in ihn stets der als Pericard functionirende Theil der Leibeshöhle eingeschaltet ist, welcher das Blut von den Athmungsorganen empfängt und an das Herz durch dessen Ostien abgibt. Die verschiedene Ausbildungsweise des Blutgefässsystems hängt vorwiegend von der Beschaffenheit der Respirationsorgane ab, welche wir genauer erst bei den einzelnen Abtheilungen besprechen werden. Hier genüge die Bemerkung, dass, je mehr sich die Athmung an bestimmten Orten und in bestimmten Organen localisirt, um so besser Arterien, Venen und Capillaren entwickelt sind, dass dagegen bei diffus durch den ganzen Körper verbreiteter Athmung das Gefässsystem bis auf das Herz reducirt sein kann.



Vergleichend anatomische und entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen haben zu dem Resultat geführt, dass das Cölom der Arthropoden bis auf kleine Reste rückgebildet ist, dass die sogenannte Leibeshöhle dagegen ein Theil der sinuös erweiterten Blutbahn ist. So würde es sich erklären, dass das Herz sein Blut aus dem „Pericard“ bezieht, welches als ein Theil der aus Blutsinus hervorgegangenen „Leibeshöhle“ mit dem Pericard der *Mollusken* und *Wirbelthiere* nicht verglichen werden dürfte. Sinuöse Erweiterung der Blutbahn findet sich schon bei manchen *Anneliden* (*Magelona*).

Excretions-  
organe und  
Geschlechts-  
organe.

Die Nieren sind in den einzelnen Abtheilungen verschieden: ächte Segmentalorgane beim *Peripatus*, Schalen- und Antennendrüsen bei *Crustaceen*, Malpighi'sche Gefässe bei *Spinnen* und *Insecten*. Wahrscheinlich sind Schalen- und Antennendrüse, vielleicht auch die Vasa Malpighii modificirte Segmentalorgane. Die Geschlechtsorgane, welche mit den Nieren nicht verbunden sind, sind äusserst selten hermaphrodit. Bei den getrennt geschlechtlichen Formen kann man fast stets Männchen und Weibchen schon äusserlich von einander unterscheiden, sei es an Grösse oder Färbung oder an der Beschaffenheit bestimmter Extremitäten, namentlich der bei der Begattung in Function tretenden. Die Eier sind durchgängig gross und dotterreich und haben in der Regel die Fähigkeit zur totalen Furchung verloren. Bei den meisten Arthropoden finden wir die specielle Form der partiellen Furchung, die man die superficiellen nennt (Fig. 100). Während die oberflächliche Schicht des Eies in die das Blastoderm erzeugenden Furchungszellen zerlegt wird, erhält sich lange Zeit über oder sogar dauernd im Inneren eine ungefurchte Dotterkugel. Diese Furchungsweise der Eier hat ein systematisches Interesse, da sie nirgends mehr im Thierreich beobachtet wird. Wo bei den Arthropoden discoidale und inäquale Furchung vorkommen, sind sie wahrscheinlich aus der superficiellen entstanden.

Fort-  
pflanzung.

Entsprechend ihrer Organisationshöhe kommt bei den Arthropoden ächte ungeschlechtliche Fortpflanzung durch Theilung oder Knospung gar nicht mehr vor, wohl aber Parthenogenese und Paedogenese. Bei vielen Arthropoden facultativ, hat die Parthenogenese bei anderen eine den Lebensverhältnissen der Art besonders angepasste Bedeutung gewonnen. Bei niederen *Krebsen* und *Pflanzenläusen* tritt Parthenogenesis ein, wenn es gilt, die Art rasch in grossen Mengen über ein Nährgebiet zu verbreiten. Bei den *Bienen* bestimmt Parthenogenesis das Geschlecht, indem unbefruchtete Eier nur Männchen liefern. Da neben der Parthenogenesis — vielleicht mit äusserst spärlichen Ausnahmen — die Fortpflanzung durch Befruchtung fortbesteht, so stellt sich nicht selten der regelmässige Cyklus parthenogenetischer und streng geschlechtlicher Generationen ein, die Heterogenie, wenn dieselbe auch selten in so typischer Weise ausgeprägt ist, wie wir sie schon bei Würmern (*Distomeen*) kennen gelernt haben.

Systematik. Einer der hervorragenden französischen Entomologen, Latreile, theilte die Arthropoden in 4 Classen, *Crustaceen*, *Myriapoden*, *Arachnoideen* und *Insecten*. Diese Eintheilung wird im Wesentlichen auch jetzt noch beibehalten, nur bedarf sie der Vervollständigung nach zwei Richtungen hin. Durch die Zoologen der Challengerexpedition wurde ermittelt, dass die bis dahin räthselhafte Gattung *Peripatus* unzweifelhaft zu den Arthropoden gehört und unter denselben als Repräsentant einer fünften, besonderen Classe, der *Protracheaten*, angesehen werden muss.



Ferner hat sich immer mehr herausgestellt, dass *Protracheaten*, *Myriapoden*, *Spinnen* und *Insecten* in der Bildung ihrer Extremitäten und Athmungsorgane einander viel näher stehen als den *Crustaceen*. Man thut daher gut, sie als *Tracheaten* zusammenzufassen. Da der *Peripatus* mit Umgehung der *Crustaceen* direct zu den *Anneliden* überleitet, ist es wahrscheinlich geworden, dass die *Tracheaten* einerseits, die *Crustaceen* andererseits sich unabhängig von einander entwickelt haben, wenn auch aus Urformen, die beide der Classe der *Anneliden* zuzurechnen wären. Das ist einer der wichtigsten Gründe, die man für Einverleibung der *Anneliden* in den Stamm der *Articulaten* geltend machen kann, weil nur auf diesem Weg der Stamm zu einer phylogenetischen Einheit abgeschlossen wird. Schliesslich sei hier noch erwähnt, dass die Stellung der *Arachnoideen* Gegenstand lebhafter Discussion geworden ist. Viele Zoologen wollen sie ganz von den *Tracheaten* ausschliessen und mit gewissen *Pseudocrustaceen* (*Gigantostraken*, *Xiphosuren*) vereinen; sie fassen *Protracheaten*, *Myriapoden* und *Insecten* als *Antennaten* zusammen. Ich werde dieser Eintheilung nicht folgen, wenn auch an ihr richtig ist, dass die einzelnen Classen der *Antennaten* unter einander näher verwandt sind, als mit den *Arachnoideen*.

## I. Unterstamm und I. Classe.

### Crustaceen, Krebsthiere.

Ihren lateinischen Namen „*Crustaceen*“ haben die Krebsthiere dem Umstand zu verdanken, dass ihre Chitinpanzerung gewöhnlich durch Einlagerung von kohlen saurem Kalk eine bedeutende Festigkeit erhalten hat; die Chitinschicht hat dadurch die ihr von Natur zukommende Elasticität eingebüsst, ist spröde geworden und splittert leicht; sie wird wiederum weich, wenn bei Zusatz von Essigsäure oder Salzsäure der kohlen saure Kalk unter Aufbrausen gelöst wird. Panzer.

Weitere systematisch wichtige Merkmale der Crustaceen hängen mit ihrem Aufenthaltsort zusammen; die Crustaceen sind typische Wasserbewohner und athmen demgemäss durch Kiemen. Diese Athmung wird auch beibehalten, wenn die Thiere, wie z. B. unsere Flusskrebse, längere Zeit im Trocknen zu leben vermögen. Die *Flusskrebse* behalten, um dies zu ermöglichen, in ihrer Kiemenhöhle stets Wasser zurück, so dass ihre Athmungsorgane dauernd von Wasser befeuchtet bleiben. Nur wenige Ausnahmen giebt es von der Regel; *Landkrabben*, *Mauer-* und *Kellerasseln* athmen trockene Luft entweder mit denselben Organen, die sonst als Kiemen functioniren, oder mit besonderen, später zu besprechenden Einrichtungen an den Schutzorganen der Kiemen. Die Kiemen der *Krebse* finden sich stets an Stellen, wo ein rascher Wasserwechsel ermöglicht ist. Diesen Bedingungen genügen besonders die Extremitäten; daher findet man die Kiemen als zarthäutige, blutreiche büschel- oder plattenförmige Anhänge (Fig. 58 u. 388) entweder an den Extremitäten selbst oder in ihrer Nähe am Körper angeheftet, oder ganze Extremitäten sind zu zarthäutigen Platten und somit zu Kiemen geworden (S. 381, Fig. 368, S. 394, Fig. 384). Ausser den Kiemen dient die übrige Körperoberfläche zur Athmung; die Hautathmung kann sogar bei kleinen, dünnhäutigen Formen, bei denen besondere Kiemen häufig fehlen oder Kiemen.



nur als Rudimente auftreten, die allein wichtige werden, so dass wir dann anstatt localisirter Athmung eine diffuse Athmung mit allen ihren Folgen auf die Circulationsorgane erhalten. Während bei localisirter Athmung Herz, Arterien, Venen und Capillaren mehr oder minder gut entwickelt sind, findet sich bei den durch die Haut athmenden niederen Formen gewöhnlich nur das Herz, und auch dieses häufig in stark reducirter Gestalt; oder es ist mit dem Herzen der letzte Rest eines Circulationsapparats verloren gegangen.

Extremitäten.

Da vom Aufenthalt im Wasser ausser der Athmung auch die Fortbewegungsweise bestimmt wird, so besitzen die Crustaceen auch eine besondere Extremitätenform, den Spalt- oder Schwimmfuss, durch den sie sich von sämtlichen Tracheaten unterscheiden. Das Charakteristische des Spaltfusses besteht darin, dass er zwar mit einer einreihigen, aus 2 Gliedern bestehenden Basis beginnt, sich aber dann in einen äusseren und inneren Ast gabelt, den Schwimmfussast (Exopodit) und den Gehfussast (Entopodit), zwei Namen, die durch folgende Betrachtung verständlich werden.

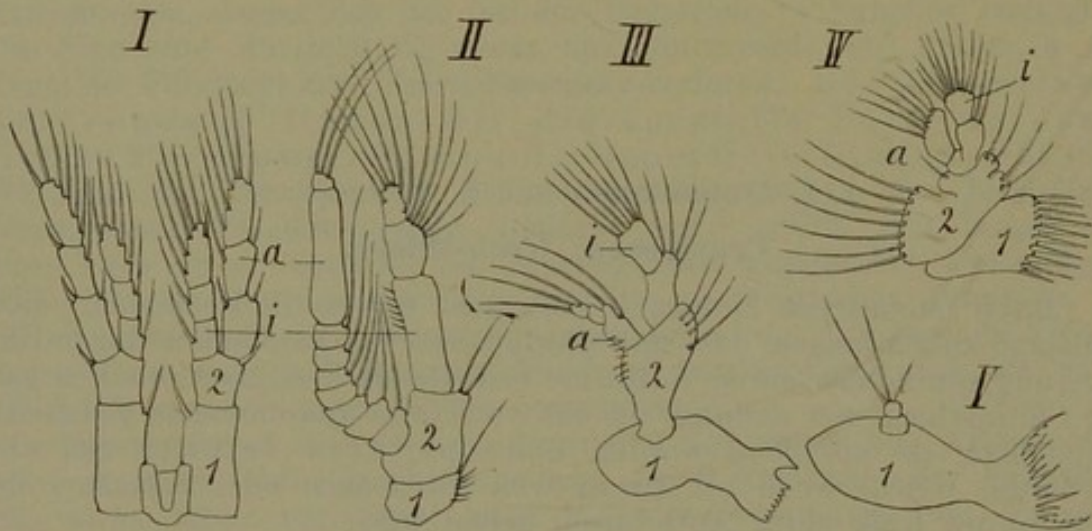


Fig. 361. Copepodenextremitäten I–IV von *Diaptomus Castor*. I ein Paar Spaltfüsse. II zweite rechte Antenne, III rechte Mandibel, IV rechte Maxille; V rechte Mandibel von *Cyclops coronatus*. 1 und 2 erstes und zweites Glied der Basis, a Aussenast, i Innenast.

Der Spaltfuss findet sich nur so lange, als die Extremität zum Schwimmen verwandt wird; bei *Krebsen*, welche vorwiegend auf dem Boden der Gewässer kriechen, wie *Flusskrebs* und *Wasserassel*, fehlt der äussere Ast gänzlich, und es findet sich nur der innere Gehfussast, welcher allein die Verlängerung der Basis ist und mit ihr zusammen ein Gangbein nach Art der Tracheatenextremität bildet. Auf den ersten Blick scheint damit die Beschaffenheit der Extremität die ihr beigemessene systematische Bedeutung zu verlieren; allein eine genauere Betrachtung lehrt, dass diese Umwandlung sich stets nur an einem Theil der Extremitäten äussert. Die Abdominalfüsse, die *Pedes spurii*, behalten den Spaltfusscharakter bei; ebenso kann man an den Tastern der Mandibeln, Maxillen und an den Maxillarfüssen häufig noch Innen- und Aussenast erkennen. Endlich lässt sich vielfach sogar für die Gangbeine die Entstehung aus Schwimmfüssen mit Sicherheit nachweisen, wie z. B. die meisten marinen Verwandten unseres *Flusskrebses* schwimmende Larven besitzen (das Mysisstadium), bei



welchen der Schwimmfussast vorhanden ist und erst verloren geht, wenn bei der Metamorphose die schwimmende Lebensweise mit der kriechenden vertauscht wird. Man kann daher mit vollem Recht den Satz aufstellen, dass die Urform der Crustaceenextremität der Spaltfuss ist. Nur die 1. Antenne macht eine Ausnahme, indem sie bei allen *Crustaceen* und ihren Larven nur aus einer einzigen Reihe von Gliedern besteht; doch kann sie 1—3 secundäre Anhänge (Geisseln) erhalten.

Die Extremitäten liefern uns noch ein weiteres, zum Erkennen der Crustaceen äusserst werthvolles Merkmal, dass nämlich zwei Paar Antennen vorhanden sind. Man muss dabei freilich die Charakteristik der Antennen hauptsächlich auf morphologische Merkmale stützen, dass sie vor der Mundöffnung liegen und vom Hirn oder der Schlundcommissur aus innervirt werden; denn die zweiten Antennen mancher *Entomostraken* dienen keineswegs zum Tasten, sondern sind mächtige Ruderorgane, Ruderantennen, geworden.

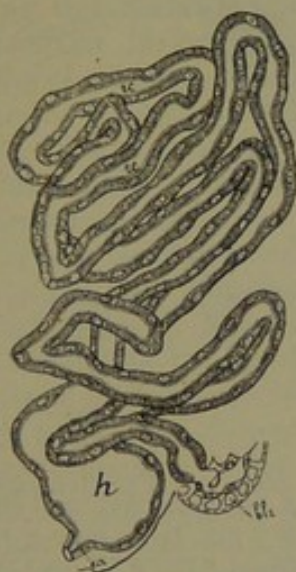


Fig. 362. Antennendrüse von *Mysis* (nach Grobben). *s* Anfangsblase, *blr* Blutlacunen darum, *rc* Nieren-canal, *h* Harnblase mit Mündung *ea*.

Ueber die innere Organisation ist wenig Allgemeines zu sagen. Am Darm fällt der gänzliche Mangel der Speicheldrüsen auf; dagegen ist häufig der Vorderdarm zum Kaumagen erweitert und der darauf folgende Theil mit einer Leber ausgerüstet. Letztere findet man auf den verschiedensten Stufen der Ausbildung, von den 2 einfachen Blindsäcken oder Leberhörnchen der *Daphniden* (Fig. 369) bis zu den gewaltigen Leberlappen der *Decapoden* (Fig. 390). Als Niere werden zwei Drüsen gedeutet, welche Schalendrüse und Antennendrüse heissen. Die Schalendrüse — fälschlich so genannt, weil man glaubte, die Bildung der Schale ginge von ihr aus — mündet jederseits neben der vierten Extremität, der Maxille, die Antennendrüse an der Basis der zweiten Extremität, der grossen Antenne. Beide haben denselben Bau

Innere Anatomie.

(Fig. 362) und sind vielfach gewundene Canäle, die mit einer Blase beginnen und öfters auch mit einer Art Harnblase enden. Durch das Auftreten von schleifenförmigen Canälen in zwei Segmenten erinnern die Drüsen an die Segmentalorgane der *Anneliden*; es ist sehr wahrscheinlich, dass sie modificirte Segmentalorgane sind; freilich findet man Schalendrüse und Antennendrüse nur bei Crustaceenlarven gleichzeitig; sonst scheinen sie für einander zu vicariiren.

Die Augen der Crustaceen treten in zweierlei Formen auf, einmal als paarige zusammengesetzte Augen, zweitens als unpaare dem Hirn aufgelagerte „Naupliusaugen“. Letztere sind dreitheilig, indem einer X-förmigen Pigmentmasse 3 wie linsenförmige Körper aussehende Gruppen von Sehzellen eingelagert sind. Wo die eine oder andere Augenart fehlt, ist sie wohl durch Rückbildung verloren gegangen. Geruchs- und Tastapparate finden sich in Form von chitinösen Stiftchen und Haaren, besonders an den ersten Antennen. Ein Gehörorgan (Fig. 363) kommt nur den höheren Krebsen zu; dasselbe ist selten ein Bläschen, häufiger ein von Chitin ausgekleidetes



Grübchen in der Basis der ersten Antenne. Am Grunde des Grübchens befindet sich die *Crista acustica*, eine Reihe beweglicher Chitinhaare, die mit ihren Spitzen in einen Haufen von Hörsteinchen hineinragen, während an ihre basalen Enden der Hörnerv tritt. Stärkere Haare decken den Eingang zum Grübchen zu.

Bei den periodischen Häutungen wird natürlich auch die Chitinauskleidung des Hörorgans nebst seinen Schutzhaaren, Hörhaaren und Hörsteinen erneuert. Man kann jetzt durch ein einfaches Experiment feststellen, dass die Hörsteine kleine Partikeln sind, die von aussen in das Hörgrübchen gesammelt werden. Denn wenn man einen frisch gehäuteten Krebs in einem vollkommen reinen Glashafen züchtet, so bleibt das Thier ohne Otolithen, zeigt aber, wenn man gekörnelte Substanzen von einer leicht erkennbaren Beschaffenheit, wie Harnsäurekrystalle, einstreut, bald einen Theil der betreffenden Körper im Hörgrübchen.

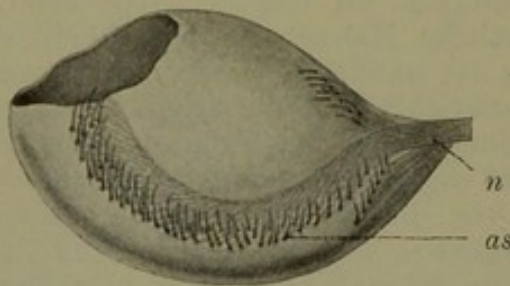


Fig. 363. Hörgrübchen des Flusskrebsses, aus der Antenne herauspräparirt. as Hörleiste, n Hörnerv.

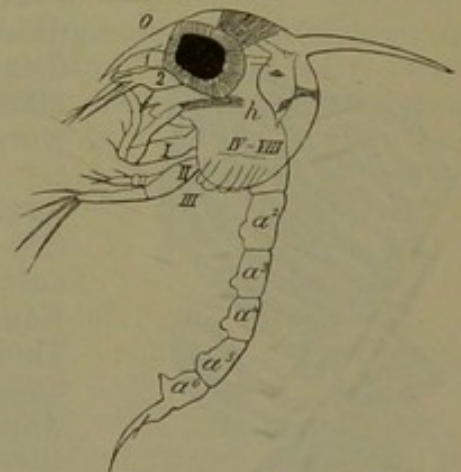


Fig. 364. Zoëa. o Facettenauge, h Herz,  $a^2$ — $a^6$  die Segmente des Abdomens, 1 und 2 die Antennen, I, II, III die Kieferfüsse, IV—VIII die hervorsprossenden Thoracalfüsse.

Im Geschlechtsapparat, der nur ausnahmsweise hermaphrodit ist, fällt vor Allem die merkwürdige Grösse der Spermatozoen auf, welche bei manchen *Ostracoden* ebenso lang oder länger werden wie das ganze Thier (bei *Pontocypris paradoxa* 8mal so lang als das Thier, nämlich 5—7 mm). Stets sind die Spermatozoen ohne Geissel und daher unbeweglich; ihr kugelig oder langgestreckter Körper pflegt mit starren, spitzen Ausläufern bedeckt zu sein, welche in ihrer Form an die Pseudopodien von *Rhizopoden* erinnern (Fig. 34  $\gamma$   $\delta$ ). Sie werden gewöhnlich in grösserer Menge in Samenpatronen oder Spermatophoren abgesetzt.

Entwick-  
lungs-  
geschichte.

Die typische Entwicklung eines Crustaceen ist die Metamorphose, in deren Verlauf mancherlei Larvenformen auftreten, unter denen der Nauplius und die Zoëa besonderes Interesse bieten. Der Nauplius (S. 31, Fig. 8) besitzt einen ovalen Schild, der vom Rücken aus die drei Segmente des Körpers bedeckt; darunter kommen jederseits drei zum Schwimmen dienende Extremitäten zum Vorschein. Die erste einreihige Extremität liefert später die erste Antenne; die beiden folgenden sind Spaltfüsse und wandeln sich bei der Metamorphose in die zweite Antenne und in die Mandibel um, ein sprechender Beweis, dass in der That Antennen und Kiefer nur modificirte locomotorische Gliedmaassen sind. Im Innern liegt ein dreitheiliger Darm,



ein oberes Schlundganglion und darauf das unpaare Naupliusauge, ventral das Bauchmark. Die Zoëa (Fig. 364) hat einen viel complicirteren Bau, indem sie schon aus Cephalothorax und Abdomen besteht, von denen der erstere mehrere Schwimmfüsse trägt, das letztere noch extremitätenlos ist. Ferner finden sich zwei grosse zusammengesetzte Augen (*o*) und dorsal vom Darm ein Herz (*h*). Vielfach ist der Cephalothorax mit enorm langen Stacheln versehen, welche vom Rücken, von der Seite und von der Spitze desselben wie Balancirstangen in das Wasser hineinragen und wohl bestimmt sind, das Thier gegen seine Feinde zu schützen und zugleich das Schwimmen zu erleichtern.

Nauplius und Zoëa sind von systematischer Bedeutung und werden zur Unterscheidung der **Entomostraken** oder niederen Krebse und der **Malakostraken** oder höheren Krebse benutzt. Bei den *Entomostraken* findet sich der Nauplius, dagegen niemals die Zoëa; bei den *Malakostraken* dagegen beginnt die Metamorphose gewöhnlich mit der Zoëa, und nur ausnahmsweise tritt als niederes, vorbereitendes Stadium der Nauplius auf. Die systematische Verwerthbarkeit des erläuterten Unterschiedes wird erheblich dadurch beeinträchtigt, dass es sowohl *Entomostraken*, als auch *Malakostraken* giebt, welche überhaupt keine Larven besitzen, sondern sich direct entwickeln. Daher ist es nothwendig, die Unterscheidung der beiden Unterclassen auf anatomische Merkmale zu begründen. Bei den *Entomostraken* herrscht eine grosse Variabilität in der Zahl der Segmente und in der Vertheilung derselben auf die einzelnen Körperabschnitte. Bei den *Branchiopoden* z. B. schwankt die Segmentzahl zwischen ca. 10 bei *Daphniden* und ca. 45 bei *Apusiden*. Bei den *Malakostraken* dagegen ist die Segmentzahl im Ganzen auf 20 fixirt, von denen stets 7 auf das Abdomen kommen, während in der Verwendung der 13 vorderen Segmente, welche Kopf und Thorax ausmachen, Unterschiede zwischen den einzelnen Ordnungen vorhanden sind. Auch die Mündungen der Geschlechtsorgane sind bei den *Malakostraken* an bestimmte Segmente gebunden, die weibliche Geschlechtsöffnung an das 11., die männliche an das 13. Segment. Endlich unterscheiden sich höhere und niedere Krebse noch durch die Niere; als Niere der *Entomostraken* functionirt die Maxillardrüse (Schalendrüse), als Niere der meisten *Malakostraken* die Antennendrüse (grüne Drüse).

Zum Schluss noch einige Bemerkungen zu den Namen „*Entomostraca*“, „*Gliederschaler*“, und „*Malacostraca*“, „*Weichschaler*“. Wenn wir nämlich beide Gruppen auf Härte und Deutlichkeit der Gliederung des Chitinpanzers prüfen, so kommen wir zu dem merkwürdigen Resultat, dass die „*Gliederschaler*“ eine viel undeutlichere Segmentirung haben als die „*Weichschaler*“, dass umgekehrt die „*Weichschaler*“ ausserordentlich viel härter gepanzert sind als die meisten „*Gliederschaler*“. Hätte man, wie es auf den ersten Blick den Eindruck macht, mit den Namen einen Gegensatz beider Gruppen ausdrücken wollen, so wären die Bezeichnungen geradezu vertauscht; es müssten die niederen Krebse *Malacostraca*, die höheren *Entomostraca* heissen. Indessen haben sich die Namen historisch gar nicht im Gegensatz zu einander entwickelt, sondern wurden zu ganz verschiedenen Zeiten, beidesmal im Gegensatz zu den *Ostrakodermen*, in die Zoologie eingeführt. Aristoteles nannte den Flusskrebse und seine Verwandten mit Recht „*Malacostraca*“, da ihr Kalkpanzer an die Festigkeit des Kalkpanzers einer Muschel oder Schnecke (*Ostracodermata*) nicht



heranreicht; er kannte die niederen Krebse noch gar nicht; diese wurden mit Ausnahme der *Cirripeden* erst im 17. und 18. Jahrhundert beschrieben, darunter die mit zweiklappigen Schalen versehenen *Ostracoden* und *Daphniden*, welche O. F. Müller „Entomostraca seu Insecta testacea“, gegliederte Schalthiere, nannte.

## I. Unterlasse.

### Entomostraken.

#### I. Ordnung. Copepoden, Ruderfüssler.

Um in das Studium der Crustaceen einzuleiten, sind die *Copepoden* am geeignetsten, da sie nicht nur einfacher, sondern auch ursprünglicher gebaut sind als die übrigen Entomostraken (Fig. 365). Die 16 Segmente ihres Körpers sind auffallend gleichförmig auf die einzelnen Körperabschnitte vertheilt (Kopf 6, Thorax 5, Abdomen 5), nur dass ab und zu wie bei den *Cyclopiden* des Süsswassers das erste Thoraxsegment mit dem Kopf und einige Abdominalsegmente unter einander

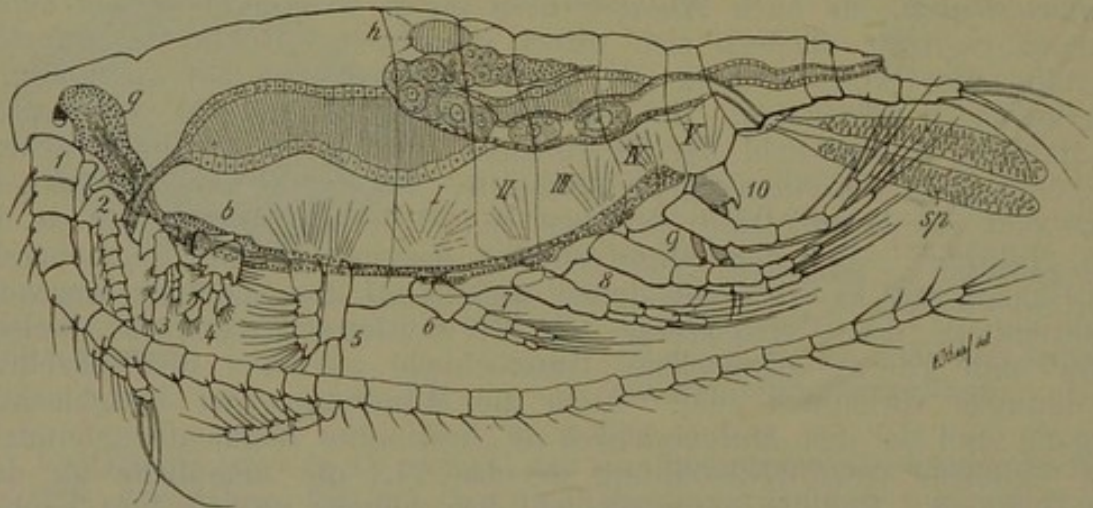


Fig. 365. *Diaptomus Castor*. *g* oberes Schlundganglion mit Naupliusauge, *b* Bauchmark, *h* Herz, darunter Darm und Ovar nicht bezeichnet, *sp* Spermatophoren, 1 erste Antenne, 2 zweite Antenne, 3 Mandibel, 4 Maxille, 5 Pedes maxillares, 6–10 Schwimmfüsse.

verschmolzen sind (Fig. 8, S. 31). Sehr charakteristisch ist das letzte Abdominalsegment, das sich zur Furca gabelt. Während das Abdomen keine Extremitäten besitzt, trägt der Thorax 5 Paar typische Spaltfüsse (das letzte Paar meist rudimentär), wie sie in gleicher Ursprünglichkeit nur noch bei Larven von Krebsen vorkommen (Fig. 361). Auch die Kopfeextremitäten lassen vielfach noch deutlich erkennen, dass sie aus Umbildung von Spaltfüssen entstanden sind.

Von den 6 Paar Kopfeextremitäten sind die beiden vordersten, die Antennen, häufig einander ähnlich und stehen über den Rand des Kopfschildes wie Hörner hervor, worauf die alte Speciesbezeichnung „*Cyclops quadricornis*“ Bezug nimmt. Die erste Antenne ist stets einreihig und kann beim Männchen unweit der Basis hakenartig zum Festhalten des Weibchens während der Begattung eingeschlagen werden. Die zweite Antenne kann dagegen den Charakter des Spaltfusses bewahren



(Fig. 361 II). Sehr interessant ist die Mandibel, indem sie oft noch einen spaltförmigen Palpus mandibularis trägt und somit, von Art zu Art verglichen, durch zahlreiche Uebergänge (Fig. 361 III, V) lehrt, wie eine einfache Kaulade aus einem Schwimmfuss hervorgehen kann. Auch der Palpus der Maxille zeigt noch Reste eines Innen- und Aussenastes (Fig. 361 IV). Den Abschluss des Kopfes bilden links und rechts 2 zum Ergreifen der Nahrung dienende Pedes maxillares; früher als die auseinandergerückten Aeste eines Fusspaares gedeutet, gelten sie jetzt für die Reste von 2 Extremitätenpaaren.

Aeusserst einfach ist auch die innere Anatomie (Fig. 365). Der Darm hat noch keine Leber und verläuft fast gleichförmig bis zu dem zwischen den beiden Aesten der Furca gelegenen After. Als Auge functionirt das unpaare, dem Hirn dicht aufgelagerte Nauplius-auge, welches der bekanntesten Copepodengattung den Namen „*Cyclops*“ verschafft hat. Kiemen fehlen stets, Herz und Blutgefässe meistens; nur bei wenigen parasitischen Gattungen hat man ein System communicirender Röhren gefunden, die man als Blutgefässe deutet, bei anderen frei lebenden Gattungen ein kleines, gedrungenes, lebhaft pulsirendes Herz. Beim Männchen und Weibchen sind die Geschlechtsdrüsen unpaar, ihre Ausführwege dagegen, welche am Anfang des Abdomen meist getrennt links und rechts münden, sind paarig. Neben dem Oviduct besitzt das Weibchen ein Receptaculum seminis, an dem das Männchen seine Spermatophoren anklebt. Wenn die Eier den Oviduct verlassen, werden sie vom Receptaculum aus befruchtet und zugleich mit anderen Eiern gemeinsam, gewöhnlich in eine Gallerte gehüllt. So entstehen am Abdomen des Weibchens je nach den Arten paarige oder unpaare „Eiersäckchen“, an denen man die Weibchen leicht erkennen kann (vergl. S. 31, Fig. 8). Aus den Eiern kommt ein Nauplius heraus, der zum ausgebildeten *Copepoden* heranwächst, indem am hinteren Ende die fehlenden Segmente und Extremitäten hervorsprossen und die 3 Paar vorhandenen Extremitäten sich in die Antennen und Mandibeln verwandeln.

I. Unterordnung. Die bisher geschilderten Copepoden, die *Eucopepoden*, sind im Meer und Süsswasser in vielen Arten und enormen Mengen von Individuen verbreitet und bilden einen gewaltigen Theil des „Plankton“; sie bilden dadurch mit die wichtigste Nährquelle nicht nur für die Fische, sondern auch für die riesigen Bartenwale (*Cetochilus australis* und *septentrionalis* u. A. färben durch dicht gedrängte Schwärme das Meer weithin roth). Vorwiegend im Süsswasser leben die *Cyclopiden*: *Cyclops coronatus* Claus (Fig. 8). Bewohner des Meeres und der Süsswasserseen sind die mit einem Herz versehenen *Calaniden*: *Cetochilus septentrionalis* Goods; *Diaptomus Castor* Jur. (Fig. 365). Einen Uebergang zur folgenden Unterordnung vermitteln die halbparasitischen *Corycaeiden* (auf pelagischen Thieren die wundervoll metallisch irisirende *Sapphirina fulgens* Thomp.) und die in der Ascidienkieme schmarotzenden *Notodelphiden*.

II. Unterordnung. Zu den Copepoden gehören ferner die *Parasitica* (*Siphonostomata*), Thiere, auf welche die bisherige Schilderung gar nicht passt (Fig. 366, vergl. auch S. 30, Fig. 6 und 7), von so merkwürdigem Aeusseren, dass sie lange Zeit für Würmer gehalten worden sind. Ihre Mandibeln sind zu Stechborsten umgewandelt und in einen von Ober- und Unterlippe gebildeten Stechrüssel eingeschlossen. Mit diesem Saugorgan bohren sich die Thiere in die Haut oder die Kiemen von Fischen ein.



Sie besitzen einen unförmlichen Körper, an welchem man vielfach nichts mehr von Gliederung und nur Spuren von Extremitäten finden kann. Man würde die Thiere zunächst nicht einmal für Arthropoden halten dürfen, wenn nicht drei Merkmale die systematische Stellung klar bewiesen. 1) Die meisten Thiere haben am hinteren Ende die 2 Eiersäckchen der Copepoden; nur sind sie häufig zu spiral aufgerollten Schnüren verlängert. 2) Im Laufe der Jahre hat man eine vollständige Kette von Zwischenformen aufgefunden, die Schritt für Schritt verfolgen lassen, wie allmählig die zierliche Gestalt eines frei beweglichen Copepoden in den plumpen Körper eines Parasiten übergeführt wird. 3) Am überzeugendsten ist die Entwicklungsgeschichte; die meisten parasitischen Copepoden verlassen das Ei als Nauplius, alle durchlaufen das „Cyclopsstadium“, ehe sie sich auf den Fischen festsetzen und zu hochgradig rückgebildeten Parasiten werden (Fig. 6, S. 30). Die angesaugten Thiere sind stets Weibchen. Die Männchen haben andere Gestalt; sie überschreiten vielfach das Cyclopsstadium nicht, sondern vollziehen auf diesem Stadium die Begattung und sterben ab (Fig. 7); oder sie machen ebenfalls eine Metamorphose durch, bleiben aber dabei klein und von ganz absonderlicher Form. Man findet sie in der Nähe der Geschlechtsöffnung am Körper des Weibchens festgeklammert.

Fig. 366.

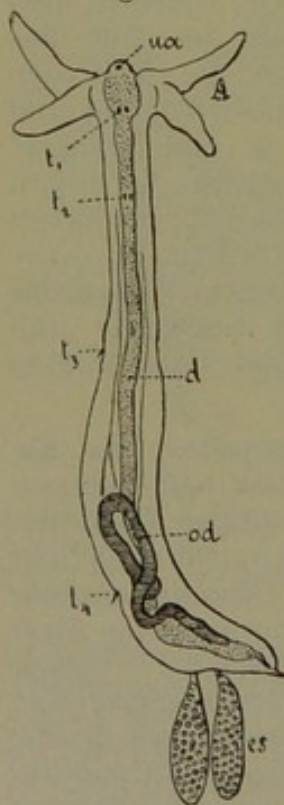


Fig. 366. *Lernaecera esocina*, Weibchen (aus Lang nach Claus). *ua* Stirnauge, *t*<sup>1</sup>—*t*<sup>4</sup> rudimentäre Thoraxextremitäten, *d* Darm, *od* Oviduct, *es* Eiersäckchen *A* armartige Fortsätze am vorderen Körperende.

Fig. 367.

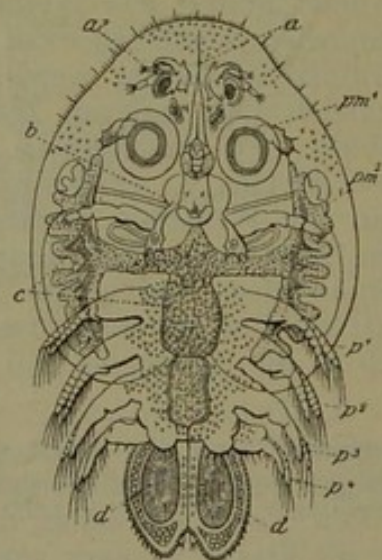


Fig. 367. *Argulus foliaceus* (aus Leunis - Ludwig). *a* Stachel, *a*<sup>1</sup> Antenne, *pm*<sup>1</sup>, *pm*<sup>2</sup> erster und zweiter Pes maxillaris, *b* Mund, *c* Darm mit Leber, *d* Abdomen, *p*<sup>1</sup>—*p*<sup>4</sup> Spaltfüsse des Thorax.

Extreme Fälle parasitischer Degeneration sind die *Lernaeiden*: *Lernaea branchialis* L., auf Dorsch und Flundern, *Lernaecera esocina* Burm. auf dem Hecht (Fig. 366), und die *Lernaeopodiden*: *Achtheres percarum* Nordm. (Fig. 6).

III. Unterordnung. *Branchiuren*, mit der kleinen Familie der *Arguliden* oder *Karpfenläuse* (Fig. 367), Krebse von etwa 1 cm Länge, die sich mit Hilfe von Saugnäpfen und Krallen, welche aus umgewandelten Pedes maxillares hervorgegangen sind, an der Haut von Cyprinoiden und anderen Fischen festhalten und in dieselbe ihre stiletförmigen, in eine



Saugröhre eingeschlossenen Mandibeln und Maxillen einbohren. Sie sind vermöge der 4 Paar wohl entwickelter Ruderfüsse vorzügliche Schwimmer. Der Körper hat die Gestalt eines herzförmig ausgeschnittenen Schildes, unter dem nur die letzten Thoraxsegmente und das Abdomen hervorschauen. In vieler Hinsicht erheben sich die *Arguliden* über den Bau der übrigen Copepoden und nähern sich den Branchiopoden, indem sie ein Paar zusammengesetzter Augen, einen Darm mit verästelten Leberblindschläuchen und ein im Bauchabschnitt gelegenes Herz besitzen. *Argulus foliaceus* L.

## II. Ordnung. Branchiopoden, Kiemenfüssler.

Obwohl die *Branchiopoden* eine im höchsten Grade einheitliche Gruppe bilden, ist es nicht möglich, auch nur einen auf die Ordnung beschränkten, systematisch brauchbaren Charakter ausfindig zu machen, welcher unverändert durch die ganze Gruppe hindurch sich erhielt. Das auffälligste Merkmal ist die eigenthümliche Gestalt der Beine; dieselben verlieren aber ihre charakteristische Beschaffenheit und werden zu gewöhnlichen Spalt- oder Gehfüssen, je mehr in der Gruppe ein zweites Merkmal, die mächtige Ruderantenne, an Bedeutung gewinnt. Sehr verbreitet sind paarige oder unpaare Hautduplicaturen, aber sie fehlen am Anfang der Reihe und können andererseits auch am Ende der Reihe wieder verschwinden. Trotz alledem fügen sich die einzelnen Familien der Branchiopoden verwandtschaftlich zu einer so fest geschlossenen Ordnung an einander, dass die systematische Zusammengehörigkeit auch der Endformen nicht zweifelhaft sein kann.

Der Branchiopodenfuss (Fig. 368) lässt sich aus dem Copepodenfuss durch 2 Umformungen leicht ableiten: erstens müssen wir uns vorstellen, dass sich an der Basis der Extremität ein Kiemen-säckchen durch Ausstülpung entwickelt hat; zweitens müssen wir annehmen, dass der Innen- und Aussenast zu breiten Platten geworden sind. Die Zahl der Beine und demgemäss auch die Zahl der Thoraxsegmente schwankt ausserordentlich zwischen 4–6 bei den *Daphniden* und 10–40 bei den *Estheriden* und *Apusiden*; ebenso inconstant ist die stets geringe Zahl der extremitätenlosen Abdominal-segmente; dagegen haben alle Branchiopoden 4 (selten 5) Kopfseg-

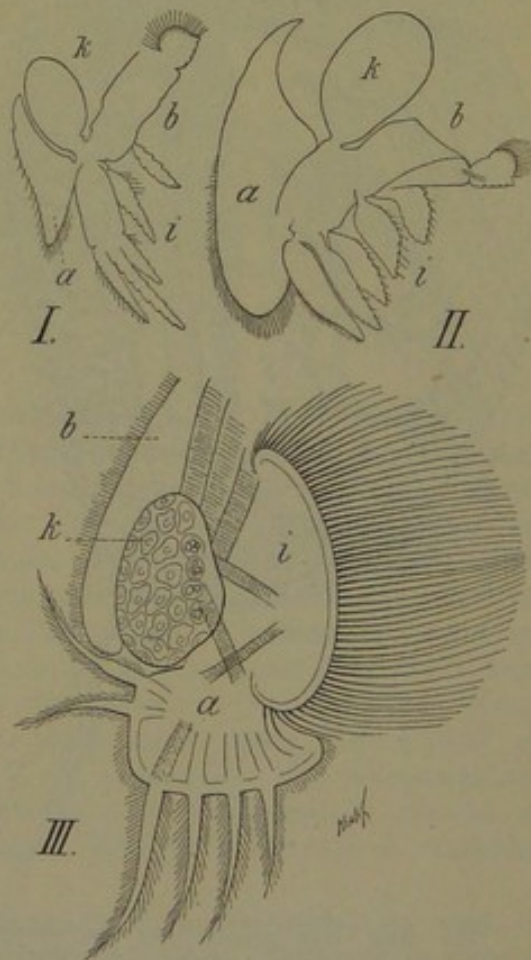


Fig. 368. Branchiopodenfüsse. I und II zweites und sechstes Bein von *Branchipus Grubei* (nach Gerstäcker). III viertes Bein von *Daphnia sima* (nach Claus). b Basis, a Aussenast, i Innenast, k Kiemen-säckchen.



mente, welche die 2 Paar Antennen, 1 Paar Mandibeln, 1 (selten 2) Paar Maxillen tragen. Wo Mantelfalten vorhanden sind, bilden sie nur selten ein unpaares

Rückenschild über den in dorso-ventraler Richtung abgeplatteten Körper (Fig. 371); gewöhnlich ist der Körper in querer Richtung zusammengepresst und in einer linken und rechten Schalenklappe geborgen (Fig. 369).

Die innere Organisation ist wesentlich höher als die der Copepoden. Zum unpaaren Naupliusauge gesellt sich das paarige zusammengesetzte Auge; der Darm ist mit zwei (manchmal verästelten) Leberblindschläuchen ausgerüstet, den „Leberhörnchen“; dorsal vom Darm liegt stets das Herz, bei den segmentreichen Formen ein langer Schlauch mit vielen seitlichen Spaltöffnungen, bei den gedrun- genen *Cladoceren* dagegen ein Säckchen mit nur einem Paar Spalten. Sehr gross ist ferner die Schalendrüse.

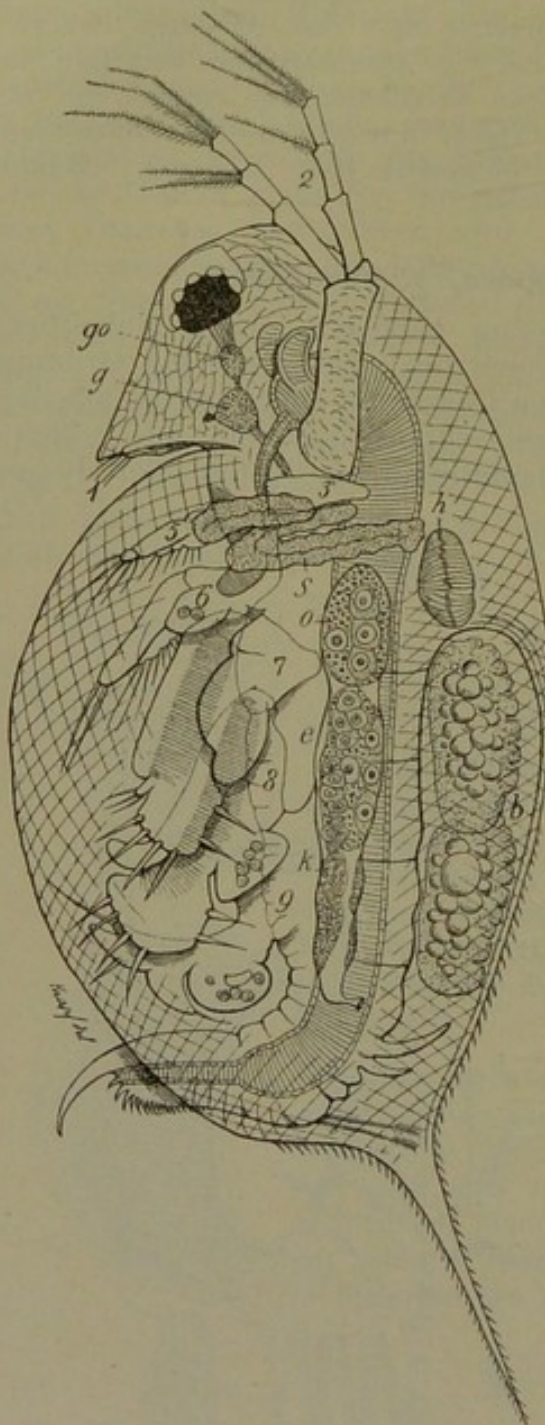


Fig. 369. *Daphnia pulex*. go Ganglion opticum, darüber Opticus und zusammengesetztes Auge, g oberes Schlundganglion mit Naupliusauge, s Schalendrüse, h Herz, o Ovar, e Eianlagen, k Keimstätte. Die Eianlagen lösen sich aus der Keimstätte ab, bilden bei e Gruppen von 4 Zellen, aus diesen entsteht 1 Ei (o) mit 3 abortiven Eiern; das wachsende Ei mit seinen 3 abortiven Eizellen (Dotterzellen) rückt (wiederum bei e) rückwärts, um in den Brutraum zu gelangen, b Brutraum mit Embryonen. 1 vordere, 2 hintere (Ruder-)Antenne, 3 Mandibel (Maxille 4 ist rudimentär und nicht sichtbar), 5—9 die 5 Beinpaare.

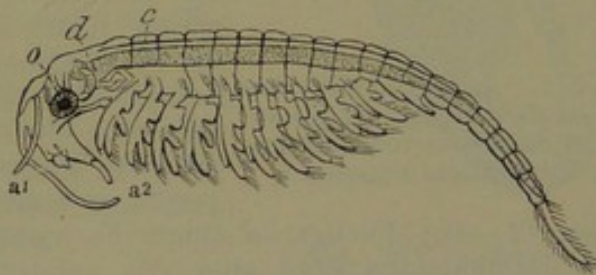
Bei der Fortpflanzung unterscheidet man Sommer- und Wintereier. Die Sommereier bilden nur einen Richtungskörper und entwickeln sich parthenogenetisch; die Wintereier dagegen, welche stets beide Richtungskörperchen abschnüren, bedürfen der Befruchtung, wenn sie nicht zu Grunde gehen sollen. Die parthenogenetischen Sommereier sind dünn-schalig und werden meist in besonderen Bruträumen der Mutter eingeschlossen; ihre Embryonen kriechen nach verhältnissmässig kurzer Zeit aus. Die Wintereier dagegen sind mit festen Schalen umgeben, werden abgesetzt und bedürfen lang dauernder Ruhe; sie können eintrocknen und einfrieren, ohne die Keimfähigkeit zu verlieren, und können noch nach



Jahren, unter günstige Bedingungen gebracht, junge Thiere liefern. Für manche Arten ist es sogar erwiesen, dass Eintrocknen und Einfrieren zu den für die Entwicklung nöthigen Vorbedingungen gehört. So erklärt sich, weshalb in Tümpeln oder Pfützen, die Jahre lang unbelebt waren, plötzlich die grossen *Apus* und *Branchipus* in überraschenden Mengen auftreten können. Die merkwürdige Fortpflanzungsweise der Branchiopoden wird verständlich, wenn wir bedenken, dass dieselben vorwiegend Süsswasserbewohner sind; die Wintereier schützen die Existenz der Art während der ungünstigen Zeiten der Dürre und des Frostes; die Sommereier haben den Zweck, die günstigen Bedingungen des Frühjahrs und des Sommers zu rascher Vermehrung und Ausbreitung der Art zu benutzen. Durch diese Regelung der Fortpflanzungsweise ist es dahin gekommen, dass bei allen *Branchiopoden* die Männchen spärlich und nur zu Zeiten auftreten; sie sind bei manchen Arten noch unbekannt.

I. Unterordnung. Die *Phyllopoden*, *Blattfüssler*, sind segmentreiche, meist mehrere Centimeter grosse Thiere mit langgestrecktem Herz und deutlichen Kiemen-Blatt-Füssen, welche zu einer halb schwimmenden, halb kriechenden Bewegung dienen, während die zweite Antenne zur Fortbewegung nicht benutzt wird. Die Thiere gewinnen ein ganz verschiedenes Aussehen je

Fig. 370. *Branchipus stagnalis* (nach Leunis-Ludwig).  $a^1$  erste,  $a^2$  zweite Antenne,  $o$  Facettenauge,  $d$  Darm,  $c$  Herz.



nach dem Vorhandensein und der Beschaffenheit der Mantelfalten. 1) Die *Branchipodiden* haben einen nackten Körper ohne jegliche Mantelduplicatur (Fig. 370), *Branchipus stagnalis* L., 1—2 cm gross, in Bächen und Tümpeln, *Artemia salina* L. in Salzlaken. Die Unterschiede beider Thiere sind wahrscheinlich durch den verschiedenen Aufenthaltsort bestimmt. Denn *Artemia* wird *Branchipus* ähnlich durch allmähliche Versüssung des Salzwassers, und umgekehrt nähert sich *Branchipus* der *Artemia*, wenn man ihn in leicht salzigem Wasser züchtet. — 2) Die *Apusiden* (Fig. 371) haben eine breite Rückenfalte, welche den dorso-ventral abgeplatteten Körper zum grössten Theil von oben zudeckt; *Apus cancriformis* J. C. Schöff., der grösste Phyllopode des Süsswassers, 3 cm lang (ohne die Schwanzfäden). — 3) Die *Estheriden* besitzen eine rechte und linke Schale, welche den in querer Richtung zusammengepressten Körper vollkommen umhüllen. *Limnadia Hermannii* Brongn.

II. Unterordnung. *Cladoceren*. Wie bei den *Estheriden* ist auch der Körper der sehr viel kleineren und segmentärmeren *Cladoceren* in eine Art Muschelschale eingeschlossen (Fig. 369). Die betreffende vom Kopf entspringende, denselben aber nicht umschliessende Mantelfalte ist bei vielen *Cladoceren* sehr klein und reicht wie eine Kapuze nur über die ersten Segmente, so dass man kaum von Schale reden kann; bei anderen ist sie rückwärts über den ganzen Körper ausgedehnt und durch eine scharfe, in einen Stachel auslaufende Knickung in der medianen Rückenlinie in eine linke und rechte Schalenklappe abgetheilt, welche vom Kopf durch eine Kerbe abgegrenzt werden; neben dieser Kerbe erheben sich



die starken Ruderantennen, welche mit ihrem reich behaarten Aussen- und Innenast das Schwimmen besorgen; an der schnabelförmigen Spitze des Kopfes findet man die kleinen ersten Antennen, die als Träger von Riechborsten — beim Männchen auch eines zum Festhalten des Weibchens bestimmten Hakens — dienen. Ein im Nacken vorhandener Drüsenapparat dient vielen Arten als Haftorgan.

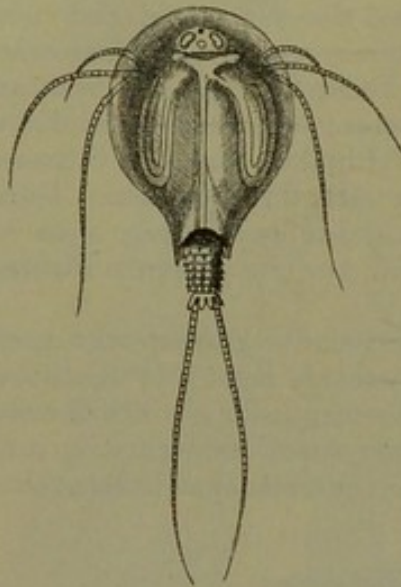


Fig. 371. *Apus cancriformis* (nach Leunis-Ludwig); der grösste Theil der Segmente von einer unpaaren Rückenfalte zugedeckt.

Auf die Anwesenheit der Schale sind wohl die meisten übrigen Merkmale der Cladoceren zurückzuführen: die gedrungene Beschaffenheit des segmentarmen Körpers, womit wiederum die Säckchenform des lebhaft pulsirenden Herzens zusammenhängt, die unpaare Beschaffenheit des Facettenauges, welches aus Verschmelzung einer linken und rechten Anlage entsteht und demgemäss dauernd von einem linken und rechten Opticus versorgt wird.

In den weiblichen Geschlechtsorganen liegen die jungen Eier in Gruppen von 4 zusammen. Aus jeder solchen Gruppe oder einem Eifach entwickelt sich nur ein Ei weiter, die anderen gehen zu Grunde und dienen diesem zur Nahrung. Noch grössere und dotterreichere Eier entstehen, wenn mehrere (2—12) Fächer zu einem Ei verschmelzen. Die nur aus einem Eifach entstehenden Eier sind die relativ dotterarmen Sommereier; die Eier, zu deren Aufbau mehrere Eifächer verbraucht werden, sind die viel grösseren Wintereier.

Bei allen Cladoceren dient der Raum zwischen Rücken des Thiers und Schale als Brutraum. Indem derselbe durch Anpressen eines Vorsprungs nahe dem hinteren Ende des Körpers gegen das Schalengewölbe fest geschlossen wird, ist sogar eine Ernährung der Brut durch Eiweissausscheidung der Mutter ermöglicht. Auch die grösseren Wintereier verweilen, 1—2 an Zahl, bei vielen Arten, wenn auch nur kurze Zeit, im Schalenraum, um ausser der eigenen festen Schale noch mit einer weiteren Hülle, dem aus der Innenseite der Schale hervorgehenden Ephippium, versehen zu werden. Das Ephippium besteht aus 2 länglichen, uhrglasartig gewölbten Chitinplatten, die mit ihren Rändern fest auf einander gepresst sind. Der Raum, welchen sie umschliessen, wird zum grössten Theil vom Ei erfüllt, im Uebrigen von zelligen Räumen mit chitinösen Wandungen, die sich mit Luft füllen und eine Art Schwimmgürtel bilden. Eingetrockneter Schlamm, in welchem Ephippien enthalten sind, ist geeignet, um Cladocerculturen anzusetzen. Durch den Schwimmgürtel getragen, gelangen die Eier an die Wasseroberfläche und finden so die günstigsten Entwicklungsbedingungen.

Cladoceren mit gut entwickelter Schale sind die *Daphniden*: *Daphnia pulex* Geer (Fig. 369). Bei den *Polyphemiden* dagegen ist die Schale rudimentär und nur als Brutraum von Bedeutung. *Bythotrophes longimanus* Leyd. *Leptodora hyalina* Lillj., ein lichtscheuer, nur Nachts in grossen Schwärmen an der Oberfläche erscheinender Süsswasserbewohner.



## III. Ordnung. Ostracoden, Muschelkrebse.

Die *Ostracoden* (Fig. 372) haben mit den *Estheriden* und *Cladoceren* das Gemeinsame, dass ihr Körper von einer linken und rechten Schale umschlossen ist; dieselbe ist in ganz überraschender Weise muschelähnlich; geschlossen, bedeckt sie nicht nur den Körper, sondern auch den Kopf mit den Antennen; beim Schwimmen treten am deutlichsten die letzteren zwischen den Schalenträndern hervor. Der Schalenschluss wird durch quer verlaufende Adductoren vermittelt, denen ein dorsales, elastisches Ligament entgegenwirkt. Genügen die Schalenskmale schon zur Unterscheidung von *Estheriden* und *Daphniden*, so wird dieselbe noch weiterhin durch die Extremitäten begründet. Die vorderen, einästigen und hinteren, häufig zweiästigen Antennen dienen beide zum Schwimmen oder Kriechen und sind nach abwärts gebogene, reich gegliederte und reich mit Borsten versehene Fäden. Die nun folgenden Extremitäten (Mandibel, Maxille und 3 Beine) haben fast jede ihre besondere Structur und sind auch von Gattung zu Gattung sehr verschieden gestaltet; variabel ist auch der innere Bau.

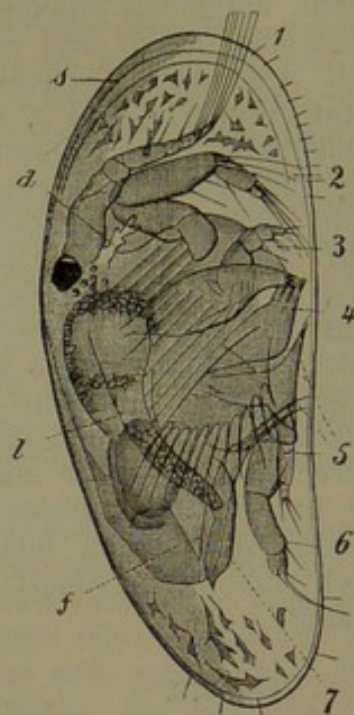


Fig. 372. Junge *Cypris* (aus Balfour nach Claus). 1 erste, 2 zweite Antenne, 3 Mandibel, 4 Maxille, 5—7 Beine (zum Theil auch maxillenartig), s die zweiklap-pige Schale, d Schalendrüse, l Leber, f Furca.

*Cypridiniden*, die ersten 2 Beinpaare maxillenartig, das letzte zum Putzfuss entwickelt, Herz vorhanden. *Cypridina mediterranea* Costa. *Cypriden*, erstes Beinpaar maxillenartig, Herz fehlt. *Cypris fuscata* Jur.

## IV. Ordnung. Cirripeden, Rankenfüssler.

Von allen Crustaceen weichen die *Cirripeden* dadurch ab, dass sie die freie Ortsbewegung aufgegeben haben und nach Art der Brachiopoden festgewachsen sind. Zur Ansiedelung benutzen die Thiere mit Vorliebe Felsen, Holzpfähle und Tange im Bereiche der Ebbe- und Fluthbewegung oder auch, wenn sich die Gelegenheit dazu bietet, die Körper anderer Thiere, die Gehäuse von Schnecken und Muscheln oder die Panzer von Krebsen; wenige Arten sind sogar an ein ganz bestimmtes Thier als Aufenthaltsort gebunden, wie die auf Walfischen lebenden *Coronulen* und *Tubicinellen*, ein Raumparasitismus, der sich bei *Anelasma squalicola* und den *Rhizocephalen* zu einem ganz ausgeprägten Parasitismus steigert, indem das Wohnthier zugleich zum Zweck der Ernährung ausgesaugt wird.

Die Anheftung erfolgt mit dem Rücken ganz in der Nähe des vorderen Kopfendes: die ersten Antennen bedingen die erste Befestigung, die eine dauernde wird, indem eine Cementdrüse einen rasch erhärtenden Kitt liefert. Die Anheftungsstelle liegt bei den *Balaniden*



(Fig. 374) in einer Ebene mit dem Kopf; bei den *Lepadiden* (Fig. 373) wird sie zu einem langen Stiel ausgezogen.

Die festsitzende Lebensweise ist das Punctum saliens, von dem aus alle übrigen Eigenthümlichkeiten der Cirripeden erklärt werden müssen. Es ist klar, dass festsitzende Thiere ein viel höheres Bedürfniss nach Schutz haben als Thiere, welche sich den Feinden durch die Flucht entziehen können. Daher finden wir nicht nur wie bei den Ostracoden linke und rechte Schutzhüllen (Mantel), sondern in diesen noch besonders erhärtete Kalkplatten, die man Scuta und Terga nennt (Fig. 373, 374 s, t), erstere dem Kopf, diese dem hinteren Ende benachbart. Dazu kommen noch weitere Theile, die der dorsalen Nahtlinie der Ostracodenschale entsprechen. Bei den gestielten *Lepadiden* findet sich ein unpaares, kahnartiges Stück, die Carina (c), selten noch weitere Stücke, darunter vor dem Stiel das ebenfalls unpaare Rostrum. Bei den ungestielten *Balaniden* sind Rostrum und Carina nicht nur kräftiger geworden, sondern es sind auch im Zwischenraum zwischen ihnen weitere paarige Stücke, die Lateralia, eingeschaltet. Lateralia, Rostrum und Carina erheben sich von einer gemeinsamen Kalkbasis, wie Zinnen einer Mauerkrone, und bilden eine Kapsel, deren oberer Zugang durch einen zweiklappigen Deckel, die Scuta und Terga der linken und rechten Seite, vollkommen geschlossen werden kann. Werden die beiden Klappen des Deckels geöffnet, so klappt zwischen ihnen ein weiter Spalt, durch den man an den Körper des Thieres gelangt.

Fig. 373.

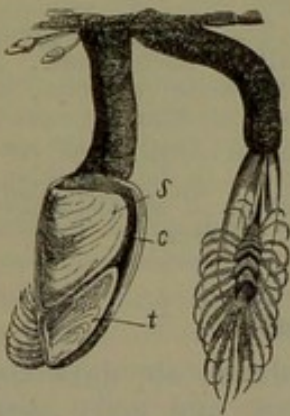


Fig. 374.

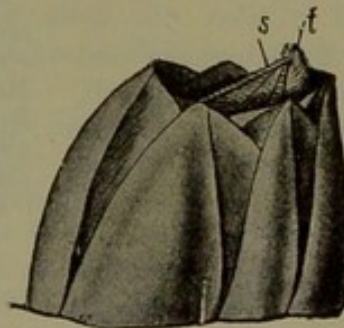


Fig. 375.

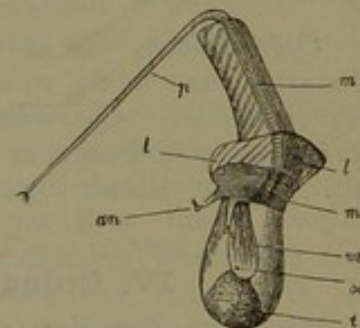


Fig. 373. *Lepas anatifera* (nach Schmarda). c Carina, t Tergum, s Scutum.

Fig. 374. Gehäuse von *Balanus Hameri* (aus Lang nach Darwin) in seitlicher Ansicht, gebildet von Rostrum, Lateralia und Carina, der Deckel besteht aus Scuta (s) und Terga (t).

Fig. 375. Männchen von *Alcipe lampas*. an Antenne, l Mantellappen, m. m Muskeln, oc Ocellus, p Penis, t Hoden, vs Samenblase.

Der Körper der *Lepadiden* und *Balaniden* hat im Wesentlichen denselben Bau; ventralwärts stark zusammengekrümmt, so dass die Mundöffnung der Afteröffnung genähert ist, trägt er meist 6 Paar Rankenfüsse (Fig. 373), die bei geöffneter Schale sich weit auseinander breiten und, indem sie zeitweilig zusammenschlagen, einen lebhaften, Nahrung zur Mundöffnung leitenden Strudel unterhalten. Die Rankenfüsse sind Spaltfüsse mit geringeltem und dichtbehaartem Innen- und Aussenast; zwischen ihnen verlängert sich das Abdomen in einen



langen Penis. Von anderweitigen Extremitäten sind die vorderen Antennen, die Mandibeln und 2 Paar Maxillen zu nennen.

In der inneren Anatomie fällt vor Allem auf, dass mit wenigen Ausnahmen die *Cirripeden* im Gegensatz zu den meisten *Crustaceen* und auch den meisten übrigen *Arthropoden* hermaphrodit sind, was wohl damit im Zusammenhang steht, dass die sitzende Lebensweise zuweilen Selbstbefruchtung nöthig macht. Gleichwohl finden sich Einrichtungen, um eine Selbstbefruchtung möglichst zu vermeiden: der lange Penis und das gehäufte Zusammenleben der Thiere. Ferner finden sich für den Fall, dass gekreuzte Befruchtung irgendwie verhindert ist, bei manchen hermaphroditen Arten die allen gonochoristischen Cirripeden zukommenden Zwergmännchen (Fig. 375). In der Gattung *Scalpellum* sind alle sich hieraus ergebenden Möglichkeiten thatsächlich durchgeführt: es giebt rein hermaphrodite Arten, hermaphrodite Arten mit Hilfsmännchen, endlich gonochoristische Arten. Die Männchen sind mikroskopisch kleine Thiere mit äusserst vereinfachter Organisation, welche in der Mantelhöhle der Cirripeden nahe der Geschlechtsöffnung leben. Der gänzlich ungegliederte Körper ist in einen Sack, die weichhäutig gewordene Schale, eingeschlossen und mit den Antennen fest verankert; aus der Oeffnung des Schalensacks tritt nur der lange Penis hervor.

Da die äussere Erscheinung der Cirripeden mehr an die Muscheln erinnert, ist es begreiflich, dass früher selbst wissenschaftliche Männer die Thiere thatsächlich für *Mollusken* hielten. Klarheit verschaffte auch hier wieder die Entwicklungsgeschichte (Fig. 376); diese lehrte, dass aus den Eiern ein grosser Nauplius hervorkommt, welcher sich nach einiger Zeit in ein Thier mit zweiklappiger Schale verwandelt. Da letzteres den Ostracoden ähnelt, spricht man von einem Cyprisstadium. Die mit 2 Facettenaugen ausgestattete Cyprislarve setzt sich fest, verliert die Facettenaugen und behält nur das Naupliusauge.

I. Unterordnung. *Lepadiden*. Cirripeden mit Stiel; Schale hauptsächlich von Scuta, Terga und Carina gebildet, zu denen noch ein Rostrum kommen kann. *Lepas anatifera* L., Entenmuschel. Der deutsche Name nimmt Bezug auf eine Sage des Mittelalters. Da die Thiere sich hauptsächlich an Pfählen oder an Pflanzen festsetzen, hielt man sie für Auswüchse oder Früchte derselben; da ferner die Schale wegen der niedrigen Extremitäten ihrer Einwohner mit einem Ei, in dem ein Vogelembryo liegt, einige Aehnlichkeit hat, deutete man die vermeintlichen Pflanzenfrüchte für die Eier der Bernikelgans, *Anser torquatus*, und zog die vorübergehend für die Fastenvorschriften wichtige Consequenz, dass die Bernikelgänse keine Thiere seien, da sie aus Eiern stammen, die als Früchte an Bäumen reifen. *Anelasma squalicola* Lov., ein weichhäutiger Cirriped, der auf Haien schmarotzt und zu den *Rhizocephalen* überleitet.

II. Unterordnung. *Balaniden*. Cirripeden ohne Stiel, Skelet eine Kapsel, aus Rostrum, Carina und Lateralia gebildet, über deren Oeffnung sich Scuta und Terga als Deckel legen. *Balanus tintinnabulum* L., in zahlreichen Varietäten in allen Meeren vertreten. *Coronula balaenaris* L. siedelt sich auf der Walfischhaut an, welche die Gehäuse der Thiere umwächst.

III. Unterordnung. *Rhizocephaliden*. Die Rhizocephalen — *Sacculina carcini* Thomps. auf *Taschenkrebse*, *Peltogaster paguri* Rathke auf *Einsiedlerkrebse* — (Fig. 377) weichen so sehr von allen Cirripeden ab, dass sie eine gesonderte Besprechung verlangen; sie sitzen auf der Bauchseite von Krabben und Einsiedlerkrebse fest und dringen an der Grenze von Abdomen und Cephalothorax in letzteren mit ihrem Stiel ein; mit reich-



lichen, an Wurzeln erinnernden Verästelungen des Stiels durchsetzen sie die Organe, besonders die Leber des Wirths, welche sie aussaugen. Da alle Ernährung durch den Stiel vermittelt wird, fehlt der Darm vollständig; der Körper, ein querovaler Sack ohne Gliederung und ohne Extremitäten, ist im Wesentlichen von den voluminösen Geschlechtsorganen erfüllt und wird von einem weichhäutigen Mantel umschlossen, welcher das Aequivalent der Cirripedienschale ist; aus der Schalenspalte ist eine kleine Oeffnung geworden, die man leicht irrthümlich für den Mund halten kann. In der Mantelhöhle liegen, in Gallertplatten verpackt, die Eier. Da keines der für die Arthropoden charakteristischen Merkmale sich erhält, kann die systematische Stellung der *Rhizocephalen* nur

Fig. 376.

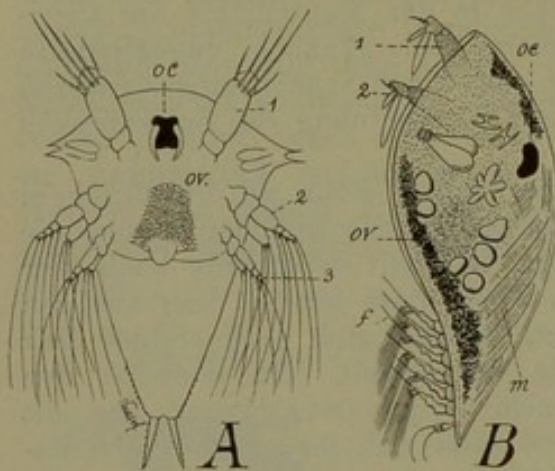


Fig. 377.

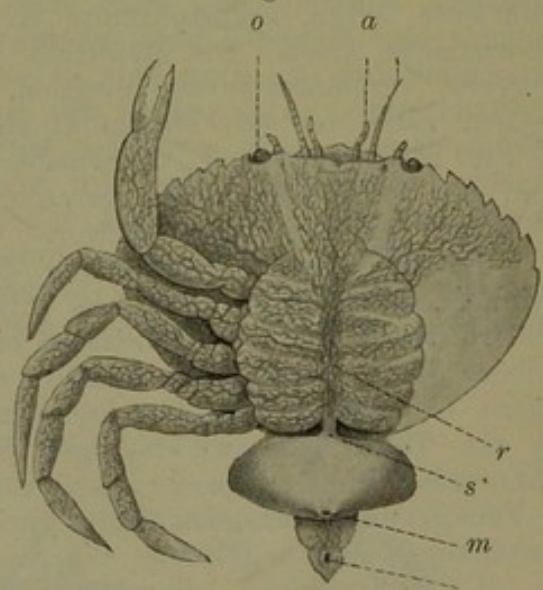


Fig. 376. Nauplius und Cyprisstadium von *Sacculina carcini*. 1 erste Antenne, 2 zweite Antenne, 3 Mandibel, oc Naupliusauge, ov Ovarialanlage, m Muskeln, f Rankenfüsse.

Fig. 377. *Sacculina carcini*, befestigt an *Carcinus maenas*, dessen Abdomen zurückgeschlagen ist. m Schalenöffnung, s Stiel, r Wurzelgeflecht, welches den Wirth umspinnt, die Kiemenregion frei lassend; a Antenne, o Auge, d After der Krabbe.

durch die Entwicklungsgeschichte ermittelt werden. Die aus der Mantelöffnung ausschöpfenden Larven sind Nauplien, welche sich in das Innere ihres Wirths einbohren, und somit Entoparasiten sind; erst später kommen sie mit dem Eingeweidesack wieder auf der Oberfläche zum Vorschein (Fig. 376).

Von den typischen *Cirripeden* weichen erheblich kleine, im Mantel und den Schalen von Cirripeden und Muscheln parasitirende Formen ab, welche man in den weiteren Ordnungen der *Abdominalia* (*Alciippe lampas* Hanc.) und *Apodes* (*Protolepas bivineta* Darw.) zusammenfasst.

## V. Ordnung. Trilobiten oder Palaeaden.

Den recenten *Entomostraken* reihen wir die ausgestorbenen *Trilobiten* oder *Palaeaden* an, im Stamm der *Arthropoden* bei weitem die wichtigsten Fossilien; sie beginnen im Cambrium, treten in enormen Mengen von Individuen, Arten und Gattungen im Silur auf und sterben allmählich im



Devon und Carbon aus; nur eine Art findet sich noch im Perm. Der Körper (Fig. 378) besteht aus dem Kopf und dem häufig mit Seitenstacheln besetzten Rumpf. Letzterer ist deutlich in Segmente gegliedert, deren Zahl bei jungen Thieren sehr gering ist, im Lauf des Wachstums aber eine Vermehrung (bei einzelnen Arten auf 10—29) erfährt. Das letzte durch besondere Gestalt ausgezeichnete Segment heisst Pygidium, Links und rechts von der Mittellinie verlaufen zwei Längsfurchen und theilen ein Mittelstück von zwei Seitenstücken ab, sowohl am Kopf (Glabella und 2 Genae), als auch am Rumpf (Rhachis und 2 Pleurae). Auf den Genae liegen zwei gewöhnlich vorzüglich erhaltene Facettenaugen, welche bei jungen Thieren oft noch auf der unteren Körperseite angebracht sind und erst im Laufe des Wachstums nach aufwärts rücken. Obwohl man Hunderte von Arten in zahlreichen, auf der Rücken- seite vortrefflich erhaltenen Versteinerungen kennt, war man doch lange über die Beschaffenheit der Bauchseite und der Extremitäten im Unklaren. Offenbar waren diese Theile sehr zart, womit es übereinstimmt, dass man manche *Trilobiten* wie Igel eingekugelt findet. Erst in den letzten Jahren wurden Exemplare von *Triarthrus Becki* im Ober-Silur (Utica-Schiefer von Nord-Amerika) gefunden, an denen auch die Extremitäten gut erhalten sind (Fig. 379). Dieselben sind stark behaarte Spaltfüsse an sämtlichen Rumpfsegmenten. Am Kopf sitzen 5 Extremitäten: die 4 hinteren haben noch ganz den Charakter von Spaltfüssen, doch sind ihre basalen, im Umkreis des Mundes gelegenen Stücke zu Kauladen umgewandelt; sie entsprechen den präoral gelegenen II. Antennen, den Mandibeln und den 2 Paar Maxillen. Nur die erste Antenne ist, wie bei allen *Crustaceen*, einreihig und besteht aus Schaftglied und Geisselanhang.

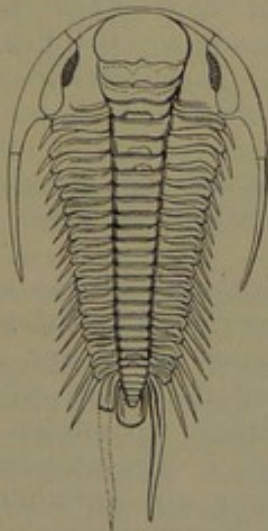


Fig. 378. *Paradoxides bohemicus* (aus Zittel).

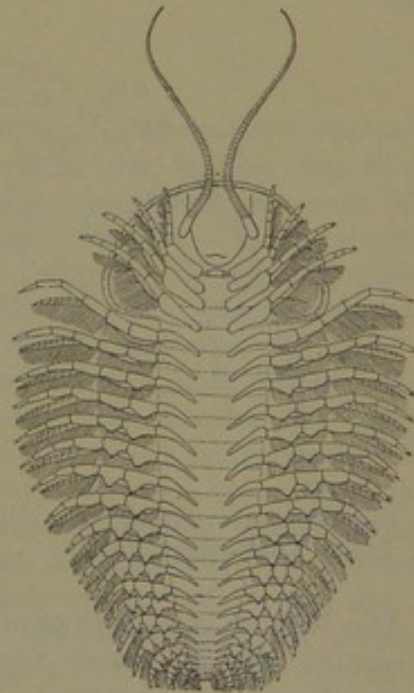


Fig. 379. *Triarthrus Becki* Green, von der Bauchseite aus gesehen, restaurirt (nach Beecher). Am Kopf 1 Paar geringelte Antennen und 4 Paar zum Kauen dienender Spaltfüsse, von denen der erste der II. Antenne, der zweite der Mandibel, der dritte und vierte den beiden Maxillen entsprechen. Rumpf mit Spaltfüssen versehen.

Dem Gesagten zufolge sind die *Trilobiten* ungemein primitive Formen, primitiver als irgend welche lebenden Arten; sie stehen zwischen den *Copepoden* einerseits, den *Branchiopoden* andererseits. Mit ersteren theilen



sie die Beschaffenheit der Extremitäten, besonders der Mundgliedmaassen, mit letzteren die Gestalt und Gliederungsweise des Körpers (variable Segmentzahl) sowie die Beschaffenheit der Augen. *Paradoxides bohemicus* Barr. (Fig. 378); *Triarthrus Becki* Green (Fig. 379).

## II. Unterklasse.

### Malacostraken.

Wie wir gesehen haben, stimmen alle *Malacostraken* darin überein, dass sie als ausgebildete Thiere (mit Ausnahme der *Asseln*) anstatt der Schalendrüse, welche häufig bei der Larve noch erhalten ist, die Antennendrüse besitzen, dass die Geschlechtsorgane beim Weibchen am 11. Segment, beim Männchen am 13. Segment münden, dass vor Allem die Gesamtzahl der Segmente stets 20 beträgt, von denen 7 dem Abdomen angehören. Innerhalb der Gruppe unterscheidet man hauptsächlich 2 Legionen, die **Arthrostraken** oder **Edriophthalmen** (Fig. 380) und die **Thoracostraken** oder **Podophthalmen**. Dazu fügen viele Zoologen als eine dritte, wenige Arten enthaltende Gruppe, die **Leptostraken**. Die beiden Hauptgruppen charakterisirt man am besten, wenn man sie einander gegenüberstellt und sich dabei von der gebräuchlichen Doppelbenennung leiten lässt.

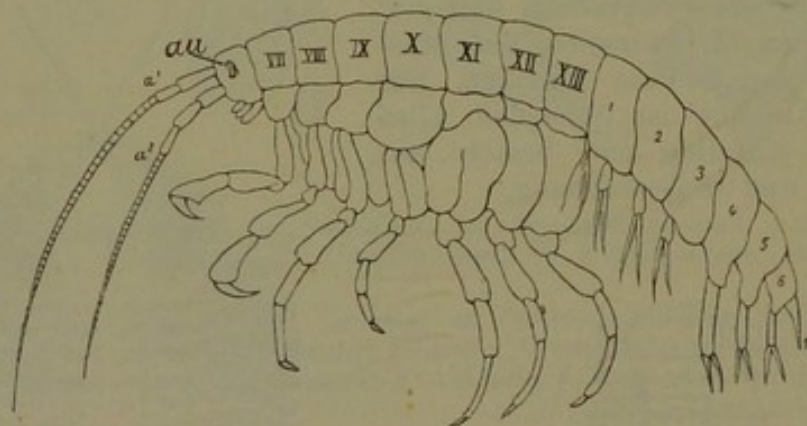


Fig. 380. *Amphithoë* (aus Gerstäcker).  $a^1$  erste,  $a^2$  zweite Antenne, VII—XIII die 7 freien Thoraxsegmente, 1—7 die 7 Abdominalsegmente, *au* Auge.

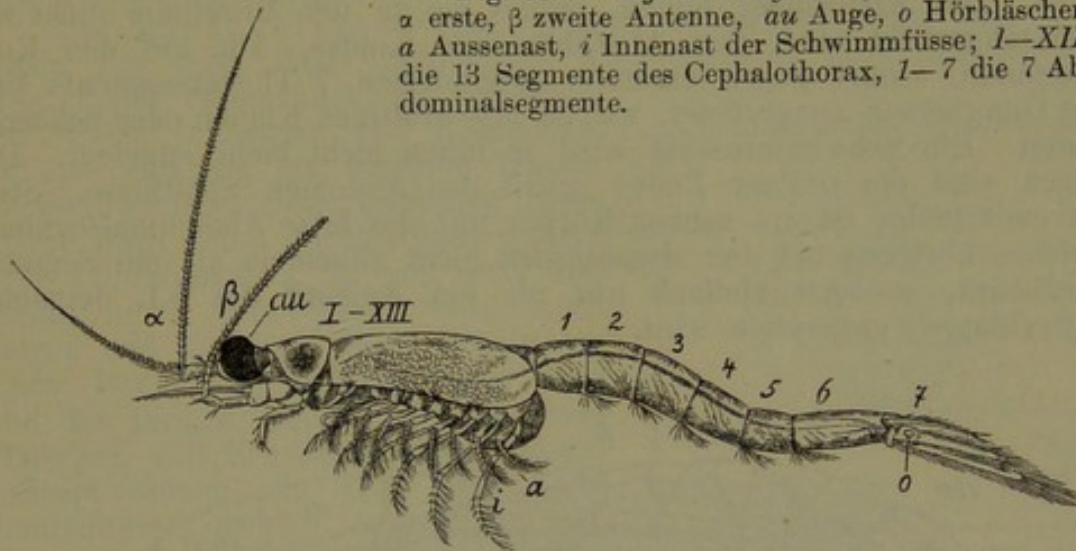
Die Namen *Arthrostraken* und *Thoracostraken* beziehen sich auf die Anordnung der 13 ersten Segmente. Bei den *Thoracostraken* (Fig. 381) ist ein Cephalothorax vorhanden, indem entweder sämtliche Brustsegmente oder doch der grössere Theil derselben mit dem Kopf zu einem unbeweglichen, festgepanzerten Stück verbunden sind. Bei den *Arthrostraken* dagegen (Fig. 380) sind 7 Thoraxsegmente selbständig geblieben und verleihen dem Körper ein auffallend deutlich geringeltes Aussehen, während die 6 ersten Segmente des Körpers zu dem kleinen Kopfabschnitt verschmolzen sind.

Die mit der Bildung des Cephalothorax im Zusammenhang stehende geringere Beweglichkeit des vorderen Körperabschnittes hat vielleicht zu dem zweiten systematisch wichtigen Merkmal geführt; bei den *Thoracostraken* werden die beiden zusammengesetzten Augen von



langen Stielen getragen, welche wie Extremitäten in einem Gelenk beweglich mit dem Kopf verbunden sind und daher früher allgemein und auch neuerdings wieder von vielen Zoologen für präantennale Extremitäten gehalten wurden. Der gestielten Augen wegen heissen die Thoracostraken *Podophthalmen*, während man die Arthrostraken *Edriophthalmen* nennt, weil ihre zusammengesetzten Augen in gleichem Niveau mit der Umgebung liegen.

Fig. 381. *Mysis elongata* (aus Gerstäcker).  
 $\alpha$  erste,  $\beta$  zweite Antenne, *au* Auge, *o* Hörbläschen,  
*a* Aussenast, *i* Innenast der Schwimmfüsse; 1—XIII  
 die 13 Segmente des Cephalothorax, 1—7 die 7 Abdominalsegmente.



Der Gegensatz zwischen *Thoracostraken* und *Arthrostraken* verliert an Schärfe durch die Existenz der *Cumaceen*, welche den Anfang zur Bildung des Cephalothorax, aber keine gestielten Augen besitzen. Es sind nächtliche, im Sande lebende Thiere (*Diastylis stygia* Sars). — Noch wichtiger für die phylogenetische Beurtheilung der Crustaceen sind die *Nebalien* (*Nebalia Geoffroyi* M. E.), welche auf der Grenze der *Entomostraken* und *Malacostraken* stehen und in der Neuzeit als *Leptostraken* zu einer den Thoracostraken und Arthrostraken gleichwerthigen Abtheilung erhoben werden. Die Gesamtzahl (13) der Segmente des Kopfes (5) und des Thorax (8), desgleichen die Ausmündungsstelle der Geschlechtsorgane weisen auf eine nähere Verwandtschaft mit den Malacostraken hin; dagegen erinnern die lamellosen Brutfüsse an die Branchiopoden. Beim Studium der inneren Anatomie fällt die gleichzeitige Anwesenheit der Antennendrüse und der allerdings rudimentären Schalendrüse auf, ferner der Bau des langgestreckten Herzens, welches sich durch Thorax und Abdomen hinzieht und so einen indifferenten Ausgangspunkt bietet für die so verschiedenartige Lage des Herzens bei *Amphipoden* und *Isopoden*. Eine zweiklappige Rückenfalte deckt den Thorax und den Anfang des Abdomens. Eine sehr merkwürdige Form ist endlich auch der in einem Teich Tasmaniens (4000' hoch) entdeckte *Anaspides Tasmaniae* Thomps., nach der Körpergliederung ein *Arthrostrake*, im Bau des Schwanzfächers, der gestielten Augen, der spaltfüssigen Thoracalbeine ein *Schizopod*, aber abweichend von allen *Malacostraken* durch die Segmentzahl ( $6 + 8 + 7$ ), die Lage der Geschlechtsöffnungen am 14. und 15. Segment (?) und die rudimentäre Beschaffenheit der Innenäste an den Pleopoden.



## I. Legion.

**Edriophthalmen oder Arthrostraken.**

Trotzdem der Kopfabschnitt der *Edriophthalmen* aus 6 Segmenten besteht, ist er ein auffallend kurzes Stück, welches 1 Paar sitzende, zusammengesetzte (durch Theilung ab und zu in 2 oder 3 Paar zerlegte) Augen und 6 Paar Extremitäten trägt, nämlich: 2 Paar fadenförmige Antennen, 1 Paar Mandibeln, 2 Paar Maxillen und 1 Paar Pedes maxillares. Die Kieferfüsse bilden, indem sie in der Mittellinie dicht zusammengedrückt sind, den Abschluss des Kopfes. Die auf den Kopf folgenden, scharf gegen einander gesonderten 7 Thoraxsegmente sind mit Gangbeinen ausgerüstet, welche mit kräftigen Klauen oder Scheeren enden. Ein Schwimmfussast wird an ihnen nicht mehr angelegt. Dagegen sind die 6 Paar Pedes spurii des Abdomen Spaltfüsse. Stets extremitätenlos ist am ganzen Körper nur das letzte Abdominalsegment, welches übrigens bei den *Amphipoden* nicht allgemein als ein Segment anerkannt, sondern vielfach nur als ein Anhang des VI. Segments (Afterklappe) angesehen wird.

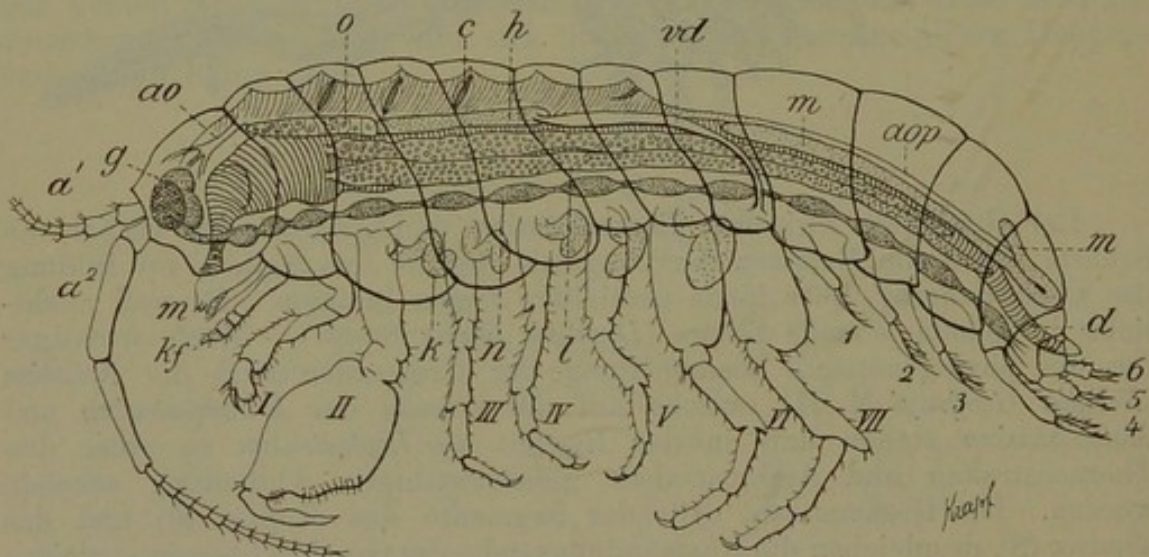


Fig. 382. Männchen von *Orchestia carimana* (nach Nebeski). *c* Herz mit Ostien, *ao* vordere, *aop* hintere Aorta, *o* rudimentäres Ovar, *h* Hoden, *vd* Vas deferens, *d* Darm, *m* Malpighi'sches Gefäss, *l* Leberschläuche, *g* Hirnganglion mit Auge, *n* Bauchmark, *k* Kiemen, *a¹* erste, *a²* zweite Antenne, *m* Mandibel, *kf* Kieferfuss, I–VII Beine des Thorax, 1–3 vordere, 4–6 hintere Abdominalfüsse.

Was die innere Anatomie anlangt (Fig. 382), so ist das Nervensystem interessant, weil es in auffallend klarer Weise den Bau eines Strickleiternnervensystems veranschaulicht (vergl. auch S. 103, Fig. 72). Der Darm ist ein gerade gestrecktes Rohr mit einer als Kaumagen dienenden Anschwellung am Ende des Oesophagus. In den Darm münden zweierlei Drüsen, einige Leberschläuche dicht hinter dem Kaumagen, in den Endabschnitt 2 excretorische Canäle, die man, wie bei den Insecten, Vasa Malpighii nennt. Athmungs- und Circulationsorgane sind verschieden und ermöglichen, 2 Ordnungen einander gegenüberzustellen, die schon nach ihrer Körpergestalt leicht zu unterscheidenden *Amphipoden* und *Isopoden*.



## I. Ordnung. Amphipoden, Flohkrebse.

Die Amphipoden sind ausschliesslich Wasserbewohner, die im Süßwasser vor Allem durch den in Bächen an Wasserpflanzen und unter Steinen lebenden *Gammarus pulex*, im Meer durch die *Phronimen*, *Caprellen* etc. vertreten werden (Fig. 380, 382). Ihre Bewegungen sind lebhaft hüpfend, wobei ihnen die Gestalt des Körpers zu Gute kommt, welcher von links nach rechts zusammengedrückt und über den Rücken stark gewölbt ist. Beim Schwimmen wird das Abdomen abwechselnd gegen die Brust eingeschlagen und kräftig gestreckt.

Die Thoracalfüsse sind dadurch bemerkenswerth, dass nach innen von ihrer Basis zarthäutige Kiemenplatten oder Kiemensäcke (Fig. 383 *br*) entspringen, ein Lieblingssitz vieler Infusorien und Rotatorien, da sie beständig mit frischem Wasser umspült werden. Beim Weibchen treten hierzu noch weiter die Brutplatten (*brl*), feste Chitinlamellen, die von links und rechts unter dem Bauch zusammenneigen und vermöge ihrer Krümmung einen Raum zur Aufnahme der Eier und der jungen ausschlüpfenden Brut erzeugen. Zur Erneuerung des Athemwassers dienen die drei ersten Abdominalfüsse, welche, lebhaft rudern, einen ständigen Wasserstrudel nach den Kiemen unterhalten; sie sind Spaltfüsse mit schlanker Basis, schlankem Innen- und Aussenast. Die 3 hinteren Abdominalextrimitäten sind zwar ebenfalls Spaltfüsse, aber von gedrungenem Bau; sie sind kräftige Springstangen, mit denen die Thiere sich aufstützen und durch das Wasser schnellen. Die Lage der Kiemen am Thorax ist Ursache, dass sich von dem langgestreckten Crustaceenherz, wie es noch bei den *Phyllopoden* und *Leptostraken* auftritt, nur der vordere thoracale Theil mit meist 3 Ostienpaaren erhalten hat, während der abdominale Abschnitt rückgebildet ist.

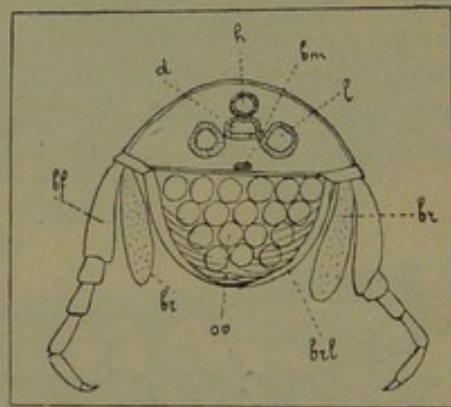


Fig. 383. Schematischer Querschnitt durch den Thorax eines Amphipoden, *Corophium longicorne* (aus Lang nach Delage). *d* Darm, *h* Herz, *bm* Bauchmark, *l* Leber, *br* Kieme, *brl* Brutlamelle, *ov* Eier im Brutraum, *bf* Brustfüsse.

Die 3 Unterordnungen zeigen eine fortschreitende Tendenz zu parasitischer Lebensweise. I. Die *Crevettinen* sind vollkommen frei lebende, schlanke, geschickte Schwimmer mit kleinem Kopf. *Cheluriden*, marine, holznagende Formen: *Chelura terebrans* Phil., den Pfahlbauten gefährlich. *Gammariden*, vorwiegend Süßwasserformen: *Gammarus pulex* L. in Bächen, *Niphargus puteanus* Koch, blind, in tiefen Brunnen und Seen. II. Die *Hyperinen* haken sich mit ihren kräftigen Klammerbeinen an pelagische Thiere, welche sie ausfressen, fest; sie haben einen auffallend grossen Kopf mit auffallend grossen Augen. *Phronimiden*: *Phronima sedentaria* Fork. nistet sich mit dem Vorderkörper in dem ausgefressenen und zu einem Tönnchen abgerundeten Cellulosemantel von *Salpen* und *Pyrosomen* ein, während das hervortretende Abdomen zum Rudern und Steuern dient. III. Bei den parasitischen *Laemodipoden* verwachsen die ersten Segmente mit dem Kopf, während andere die Extremitäten verlieren. Auf Hydroidpolypen schmarotzen die langgestreckten *Caprelliden*: *Caprella linearis* L., auf Walfischen die gedrungenen *Cyamiden*: *Cyamus ceti* L.



## II. Ordnung. Isopoden, Asseln.

Die *Asseln* oder *Isopoden* unterscheiden sich von den *Amphipoden* in erster Linie dadurch, dass ihr Körper dorso-ventral abgeplattet ist; sie sind breit und flach, bewegen sich demgemäss auf dem Boden nur langsam kriechend oder im freien Wasser gleichmässig rudern. Die Beine sind Schreitbeine und wie bei den *Amphipoden* im weiblichen Geschlecht mit Brutplatten ausgerüstet (Fig. 384), dagegen fehlen an ihnen die Kiemenanhänge, da zur Athmung ein Theil der Afterfüsse des Abdomens dient. Am Abdomen, dessen Segmente eine grosse Neigung zur Verschmelzung zeigen, ist, wie bei allen Malacostraken, das letzte Abdominalsegment extremitätenlos; am vorletzten befindet sich eine Extremität, die je nach ihrer Verwendung verschieden aussieht; bei schreitenden Asseln (Fig. 384) ist sie ein griffelförmiger Spaltfuss, bei schwimmenden Asseln dagegen sind Innen- und Aussenast zu Ruderplatten geworden (Fig. 385), welche gemeinsam mit dem 7. Abdominalsegment einen breiten Rudern geeigneten Fächer abgeben. Die 5 vordern Beinpaare endlich sind in

Fig. 384.

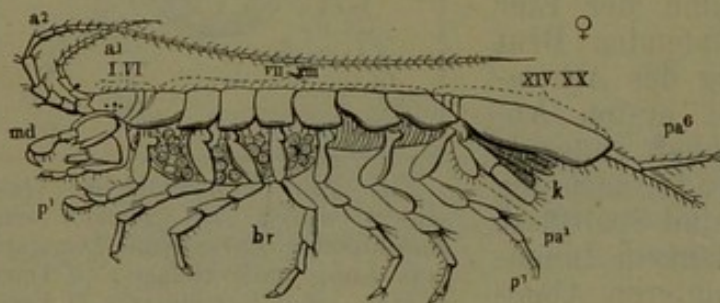


Fig. 385.



Fig. 384. *Asellus aquaticus* (aus Leunis-Ludwig).  $a^1$  erste,  $a^2$  zweite Antenne,  $md$  Mandibel,  $p^1-p^7$  Beine des Thorax,  $pa^1-pa^6$  Pedes spurii des Abdomens, zum Theil zu Kiemen ( $k$ ) modificirt,  $br$  Brutraum, I-VI die 6 verschmolzenen Kopfsegmente, VII-XIII die 7 Thoraxsegmente, XIV-XX die 7 zum Theil verschmolzenen Abdominalsegmente.

Fig. 385. *Cymothoea emarginata*, vom Rücken gesehen (nach Gerstäcker).  $p^6$  die sechsten Pedes spurii, welche Schwimmplatten darstellen.

den Dienst der Respiration getreten, indem Innen- und Aussenäste zu breiten Platten umgewandelt wurden. Gewöhnlich sind nur die Innenäste dünnwandige Kiemen, die Aussenäste und die ganzen ersten Pleopoden derbwandige Opercula oder Kiemendeckel. — Infolge der abdominalen Lage der Kiemen ist das oft nur mit 2 Paar Ostien ausgerüstete Herz ebenfalls im Abdomen untergebracht. — Die Antennendrüse ist rudimentär, die Schalendrüse gut entwickelt.

Die Kiemenlamellen der Abdominalfüsse dienen auch bei den landbewohnenden Asseln zur Respiration von feuchter Luft. Bei *Porcellio* und *Armadillio* finden sich dagegen besondere Einrichtungen zur Luftathmung, indem sich in den vorderen Opercula ein System reich verästelter Luftröhren entwickelt, welche, wenn auch nicht anatomisch, so doch physiologisch den Tracheen der Insecten vergleichbar sind.

Bei den Asseln ist die Neigung zu parasitischer Lebensweise noch grösser als bei den Amphipoden: viele schwimmende Formen ernähren



sich, indem sie sich mit ihren zu Stechorganen umgewandelten Mundwerkzeugen in die Haut von Fischen einbohren, wobei sie sich mit den scharfen Krallen ihrer Beine festhalten. Bei nicht wenigen Arten kommt es zu einem typischen Parasitismus. Die *Bopyriden* wohnen in der Kiemenhöhle von Garneelen, die sie ausdehnen, und erhalten, den Raumverhältnissen sich anpassend, eine ganz asymmetrische Gestalt. *Cryptoniscus* ist ein unförmlicher Schlauch, der sich am Stiel von *Sacculina* ansaugt und, nachdem er das Abfallen dieses Parasiten veranlasst hat, dessen Stiel und Wurzelgeflecht zur eigenen Ernährung weiter benutzt. Am merkwürdigsten sind die *Entonisciden* (Fig. 386), welche, die Körperhaut von Decapoden vor sich einstülpend, in das Innere eindringen. Die abenteuerliche Form, welche sie hierbei gewinnen, wird namentlich durch die lappigen Brutlamellen bedingt. Vielfach sind die Thiere hermaphrodit, haben aber ausserdem supplementäre Zwergmännchen (Fig. 386 A).

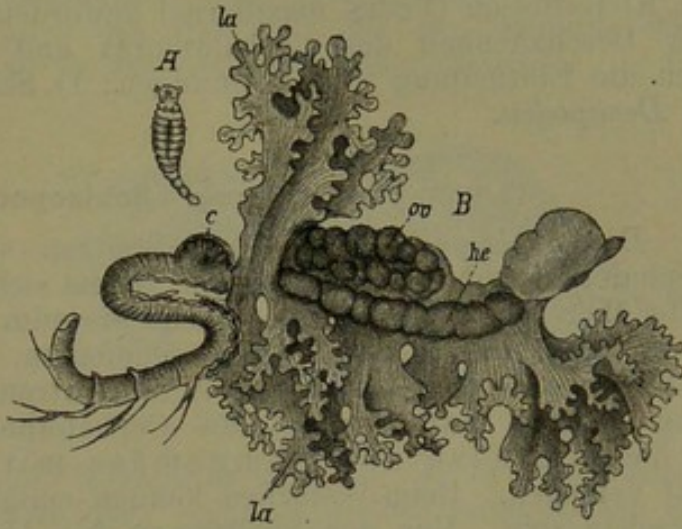


Fig. 386. *Entoniscus porcellanae* (aus Gerstäcker nach Müller). A Männchen, B Weibchen; la Brutlamellen, c Herz, ov Ovar, he Leber.

Mit griffelförmigen sechsten Afterfüssen sind ausgerüstet die Landasseln, *Onisciden*: *Oniscus murarius* Cuv., Mauerassel, und *Porcellio scaber* Leuck., Kellerassel, und die Wasserasseln, *Aselliden*: *Asellus aquaticus* L. — Dagegen sind die sechsten *Pedes spurii* Ruderplatten bei den *Sphaeromiden*, Kugelasseln, und den *Cymothoiden*, Fischasseln. Zu den ersteren gehört ausser typischen Formen, wie *Sphaeroma serratum* Fabr., die früher den *Aselliden* zugerechnete *Limnoria terebrans* Leach, welche das Holz von Schiffen und Hafenbauten zernagt und dadurch grossen Schaden anrichtet.

Die *Cymothoiden* (*Cymothoea emarginata*, Fig. 385) sind Fischparasiten und leiten zu den parasitisch hochgradig degenerirten *Bopyriden* (*Bopyrus squillarum* Latr.) und *Cryptonisciden* über (*Cryptoniscus pygmaeus* Fr. Müll. und *Entoniscus porcellanae* Fr. Müll., Fig. 386). — Eine Mittelstellung zwischen Amphipoden und Isopoden endlich nehmen die Scheerenasseln, *Tanaiden* (*Anisopoden*) ein: *Tanais dubius* Kroy.

## II. Legion.

### Thoracostraken, Podophthalmen, Panzerkrebse.

Für die Thoracostraken haben wir 2 Merkmale als charakteristisch hingestellt: 1) dass sie gestielte Augen besitzen, 2) dass Kopf und Brust zum Cephalothorax verschmolzen sind. Der Charakter der gestielten Augen lässt sich in gleichmässiger Ausbildung durch die ganze Ordnung hindurch verfolgen, dagegen ergeben sich in der Ausbildung des Cephalothorax Unterschiede, je nachdem alle 13 ersten Segmente verschmolzen sind oder einige frei bleiben.



Weitere Unterschiede betreffen die Extremitäten, von denen nur die 5 ersten bei allen Podophthalmen im Wesentlichen gleich sind, nämlich 2 Paar Antennen, 1 Paar Mandibeln, 2 Paar Maxillen. Was dagegen die 8 folgenden anlangt, so können sie sämtlich noch ihre ursprüngliche locomotorische Function beibehalten haben oder sie sind zum Theil zu Kieferfüssen (Pedes maxillares) geworden. Auf die Unterschiede in der Beschaffenheit des Cephalothorax und der Extremitäten gründet sich die Eintheilung in 3 Ordnungen: 1) *Schizopoden*, 2) *Stomatopoden*, 3) *Decapoden*.

### I. Ordnung. Schizopoden.

Die *Schizopoden* (Fig. 381) besitzen schon den vollentwickelten Cephalothorax der Thoracostraken, indem sich vom Kopf aus eine Chitinfalte über den Rücken legt, welche bis zum Abdomen reicht und mit allen oder den meisten Thoraxsegmenten verschmilzt; dagegen bewahren sie in der Beschaffenheit der Extremitäten primitive Zustände. Von den 13 Extremitäten des Cephalothorax sind die 8 letzten Schwimmfüsse und demgemäss mit Aussen- und Innenast versehen. Beim Weibchen können einige derselben mit Brutplatten versehen sein. Von den Spaltfüssen des Abdomens sind nur die des 6. Paares kräftig entwickelt, welche mit dem extremitätenlosen 7. Segment, dem Telson, gemeinsam den Schwanzfächer erzeugen, wie er bei sämtlichen Podophthalmen mit Ausnahme der Krabben vorkommt. Der Schwanzfächer ist eine kräftig das Wasser vor sich hertreibende Ruderplatte, die aus 5 Stücken besteht; die Mitte bildet das 7. Segment, links und rechts davon liegen die lamellos umgestalteten Innen- und Aussenäste der sechsten Abdominalextrimitäten. Merkwürdigerweise enthalten die Innenäste häufig (*Mysideen*) ein fast vollkommen geschlossenes Hörbläschen mit einem aus Fluorcalcium bestehenden Otolithen. Die zarte Beschaffenheit des Integuments ermöglicht eine ausgedehnte Hautathmung; daher fehlen Kiemen ganz oder sind unbedeutende Anhänge der Brust- oder Bauchextremitäten.

Am verbreitetsten ist die Familie der *Mysideen*, in Nord- und Ostsee sowie auch in anderen Meeren durch die wenige Centimeter lange *Mysis flexuosa* Müll. vertreten. Weitere Familien sind die selteneren, mit Leuchtorganen versehenen, vornehmlich in grossen Tiefen lebenden *Euphausiden* und *Lophogastriden*.

### II. Ordnung. Stomatopoden.

Die *Stomatopoden* sind in der Bildung des Cephalothorax nicht so weit vorgeschritten wie die Schizopoden, da mindestens die 3 letzten Segmente des Thorax vollkommen frei bleiben. Rücksichtlich der Extremitäten sind sie dagegen höher entwickelt, da nur die 3 letzten freien Thoraxsegmente Schwimmfüsse tragen, während die 5 vorhergehenden mit den für die Abtheilung äusserst charakteristischen Raubfüssen ausgerüstet sind. Beim Raubfuss sind die beiden letzten Glieder sehr lang und kräftig; das letzte, säbelartig gekrümmt und mit scharfen Spitzen besetzt, kann in eine Rinne des vorletzten, wie die Klinge eines Taschenmessers in das Heft, eingeschlagen werden und dadurch schwere Schnittwunden hervorrufen. Der zweite Raubfuss ist am kräftigsten und dient den selbst Fischen gefährlichen Thieren zum Zerfetzen ihrer Beute (Fig. 387).



Da die thoracalen Extremitäten für die Fortbewegung von untergeordneter Bedeutung sind, ist das Abdomen sehr lang und kräftig, besonders der Schwanzfächer. Letzterer wird in seiner Wirkung unterstützt von den 5 ruderartig abgeplatteten vorderen Afterfüssen, die zugleich die ansehnlichen Kiemenbüschel tragen. Mit der Verbreitung der Kiemen am Abdomen und der ganz aussergewöhnlichen Ausdehnung des letzteren hängt es zusammen, dass auch das Herz sich als ein langgestreckter Schlauch mit vielen Ostien bis in das Abdomen hinein erstreckt.

Fig. 387. *Squilla mantis*.  
*at*, *at'* erste und zweite Antenne, *pr* und *pr'* Raubfüsse, *p* Spaltfüsse des Thorax, *ps* Füsse des Abdomens mit Kiemenbüscheln (*k*), *sa* letztes Abdominalsegment, welches mit dem sechsten *Pes spurius* (*f*) den Schwanzfächer bildet.



Die Familie der *Squilliden* (Heuschreckenkrebs) ist in europäischen Meeren durch die *Squilla mantis* Rond. vertreten, welche ihren Namen der Aehnlichkeit mit *Mantis religiosa*, einer ebenfalls mit Raubfüssen ausgerüsteten Heuschrecke, verdankt. Ihre durchsichtigen pelagischen Larven wurden früher unter dem Namen *Alima* und *Erichthus* als besondere Arten beschrieben.

### III. Ordnung. Decapoden.

Ihre höchste Organisationsstufe erreicht die Classe der Crustaceen in den *Decapoden*, einer Gruppe, die noch weiteres Interesse dadurch gewinnt, dass die bekanntesten Krebse, unser *Flusskrebs*, der *Hummer*, die *Languste*, die *Garneelen* und *Krabben* hierher gehören. Mit den Schizopoden haben die Decapoden den vollkommen entwickelten, aus 13 verschmolzenen Segmenten bestehenden Cephalothorax gemein, welcher nach vorn meist in einen spitzen Fortsatz, das Rostrum, verlängert ist. Sie unterscheiden sich von ihnen dagegen durch den Bau und die Verwendung der Brustextremitäten. Von den 8 Paar Spaltfüssen der Schizopoden sind die 2—3 vordersten Paare zu *Pedes maxillares* geworden. So bleiben in der Regel 5 Paar locomotorische Gliedmaassen (daher der Name *Decapoden*); dieselben besitzen häufig noch während der Larvenstadien (*Mysisstadium* Fig. 395) (bei vielen Garneelen sogar dauernd) den Schwimmfussast, verlieren denselben aber während der Metamorphose und werden so zu Gangbeinen, welche entweder mit Krallen oder Scheeren enden. Meist verliert, wie bei unserem *Flusskrebs*, das erste Beinpaar seine locomotorische Function, indem es zu einer besonders beim Männchen auffallend grossen, oft asymmetrisch entwickelten Scheere wird, die, aufrecht getragen, als Waffe und Greifapparat dient.

Zur Bildung einer Scheere kommt es, indem das vorletzte Glied des Extremitäten. Beines einen Fortsatz nach vorn treibt, welcher neben und nach aussen von dem letzten Glied vorbeiwächst und ihm, als der beweglichen Branche, gegenüber die feststehende Branche der Scheere liefert. Vor der Scheere liegen dicht gedrängt hinter einander die Mundextremitäten, im



Ganzen 3 Paar Kieferfüsse und 3 Paar Kiefer (Fig. 355); sie können, wenn man in der Betrachtung von dem dritten Kieferfuss nach der Mandibel fortschreitet, vortrefflich erläutern, in welcher Weise ein Spaltfuss zu einem Kiefer umgewandelt wird. Die dritten Kieferfüsse (7), haben noch vollkommen den Spaltfusscharakter, indem eine zweigliedrige Basis einen kräftigen Aussen- und Innenast trägt. Dadurch, dass die zweigliedrige Basis den Charakter von Kauladen gewinnt und die beiden Aeste kleiner werden, leitet besonders der erste vordere Kieferfuss (5 u. 6) zu den Maxillen über, die aus 2 Kauladen mit rudimentärem Palpus bestehen (3 u. 4). Bei der Mandibel ist, wie überall, nur das unterste Basalglied zu einem, dafür um so kräftigeren Kauorgan umgebildet, an welchem ein Palpus mandibularis ansitzt (2). Hinter der Mandibel folgen 2 Paragnathen, abgegliederte Chitinfalten. Die ersten (1) und zweiten Antennen besitzen eine kräftige Basis, welche bei der vorderen kleineren Antenne 2—3, bei der grösseren, hinteren nur einen geringelten Faden (Geissel) trägt. Das Basalglied der ersten Antenne hat auf seiner oberen Seite eine ovale, von starken Haaren geschlossene Oeffnung, welche in die Hörgrube einleitet; das Basalglied der zweiten Antenne ist durch einen Höcker, die Mündungsstelle der grünen Drüse (Niere), ausgezeichnet (Fig. 392 *gd*). So lange das Abdomen nicht wie bei den *Krabben* rudimentär ist, sind die Extremitäten des sechsten Segments als äussere Platten des Schwanzfächers breite, beim Schwimmen hauptsächlich thätige Flossen (Fig. 390); die übrigen Extremitäten (Fig. 355 9) sind Spaltfüsse, welche bei den meisten Garneelen noch gleichartig sind, sonst aber je nach den Geschlechtern verschiedene Verwendung finden. Beim Weibchen dienen die Pleopoden 2—5 zum Tragen der Eier, beim Männchen dagegen entwickeln die Innenäste von 1 und 2 (mit Ausnahme der *Palinuriden*) spatelförmige, als Penis functionirende Anhänge. Daher sind beim Weibchen die ersten Pleopoden rudimentär oder gänzlich rückgebildet, umgekehrt fehlen wenigstens bei den *Krabben* die Pleopoden 2—5 dem Männchen.

Kiemen,  
Lunge.

Die starke Panzerung der Körperoberfläche macht bei den Decapoden eine ausgiebige Hautathmung unmöglich und bedingt die Anwesenheit zahlreicher schöner Kiemenbüschel, welche zum geringeren Theil an der Seitenwand des Cephalothorax, zum grösseren Theil an der Basis der Extremi-

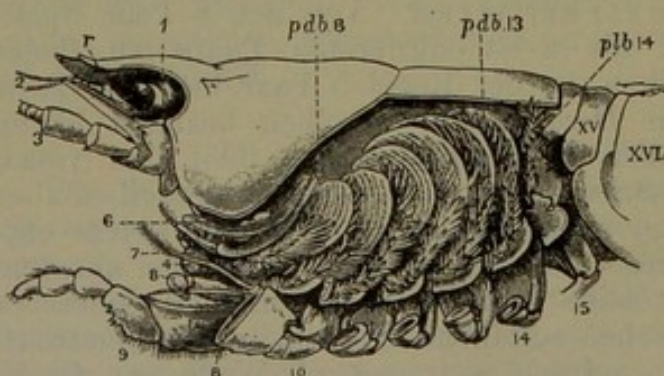


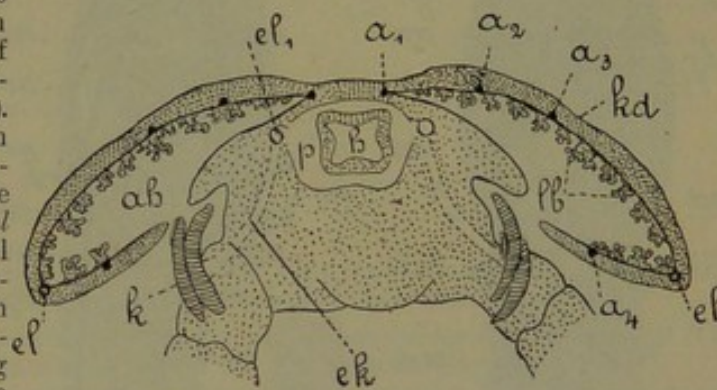
Fig. 388. Kiemen des *Flusskrebses*, durch Abschneiden des Kiemendeckels freigelegt. 1 Augenstiel mit Auge, 2 und 3 Antennen, 4—6 Kiefern, 7—9 Kieferfüsse, 10—14 die basalen Enden der Thoraxbeine mit den Kiemenanhängen (*pdb*), *pdb*<sup>8</sup>, *pdb*<sup>13</sup>, *pdb*<sup>14</sup> die Anhänge der gleich numerirten Extremitäten, XV, XVI erstes und zweites Abdominalsegment, 15 erster *Pes spurius*, *r* Rostrum.

täten (*Pedes maxillares* und Gangbeine) sitzen (Fig. 388). Aeusserlich gewahrt man von ihnen nichts, weil links und rechts vom Rücken aus eine Falte entspringt, welche als ein hartschaliger Kiemendeckel sich über die Kiemen herüberwölbt. Da der Faltenrand sich fest an die Extremitätenbasis anschliesst, entsteht eine leidlich gutgeschlossene Kiemenhöhle, in welche



ein nur vorn und hinten etwas ausgeweiteter, sonst eng geschlossener Spalt führt. Das hinten eintretende Athemwasser wird durch eine schwingende Platte (Anhang der II Maxille) am vorderen Ende ausgepumpt. Der gute Abschluss der Kiemenhöhle ermöglicht den Krebsen langen Aufenthalt ausser Wasser, da genügend Wasser in ihrer Kiemenhöhle zurückbleibt, um die Kiemen feucht und functionsfähig zu erhalten. Bei manchen Arten, die dauernd auf dem festen Lande leben, kommt aber auch eine ächte Luftathmung vor, indem ähnlich wie bei den Lungenschnecken die Kiemenhöhle zu einer Art Lunge verwandelt wird, deren Wandung von einem respiratorischen Gefässnetz überzogen ist (Fig. 389). Ein sicher constatirtes Beispiel ist *Birgus latro*, dessen Athemhöhle durch eine Einschnürung in 2 Etagen getheilt ist, eine obere, welche als Lunge functionirt, eine untere, welche die Reste von Kiemen beherbergt.

Fig. 389. Lunge von *Birgus latro*. auf einem schematischen Querschnitt durch das Thier auf der Höhe des Herzens dargestellt (aus Lang nach Semper). *kd* Kiemendeckel mit zuführenden Gefässen ( $a^1 - a^4$ ) und Lungenbüscheln (*lb*) auf seiner Innenseite umgiebt die Athemhöhle (*ah*); *el* Blutgefässe, die zum Herzbeutel (*p*) und Herzen (*h*) das Lungenblut leiten; *k* rudimentäre Kiemen mit zum Herzen führenden Kiemengefässen (*ek*); *el'* Einmündung der Lungen und Kiemengefässe in den Herzbeutel.



Der hochgradig localisirten Athmung entspricht ein nahezu geschlossenes Blutgefässsystem (Fig. 390, 391). Das Herz (*h*), ein gedrungener Körper von der Gestalt einer Bischofsmütze, empfängt das arterielle Blut durch 3 Paar Ostien aus dem Pericardialsinus (*pc*) und giebt es durch zahlreiche Arterien wieder in den Capillarbezirk des Körpers ab; das venös gewordene Blut gelangt in einen grossen Venensinus an der Basis der Kiemen und nach Durchströmung der letzteren mittelst zahlreicher Kiemenvenen in den Herzbeutel.

Blutgefässsystem.

Der Darm der Decapoden (Fig. 390) ist gerade gestreckt und besitzt nur eine ansehnliche Erweiterung in dem Kaumagen (*cs*), einem Sack, der auf seiner Innenseite mit spitzzackigen Chitinleisten und Zähnen zur Zerkleinerung der Nahrung versehen ist. In 2 Aussackungen der Magenwand findet man im Sommer die Krebssteine („Krebsaugen“), Ablagerungen von kohlensaurem Kalk, welche schwinden und zur Erhärtung des Chitins verbraucht werden, wenn der frisch gehäutete „Butterkreb“ sich seine Schale neu bildet. Hinter dem Kaumagen münden die beiden, aus fein verästelten Drüsenschläuchen bestehenden Lebern (*Lr*).

Darm.

Ebenfalls sehr ansehnlich sind die beiden spanngrünen Antennendrüsen (Fig. 392 *gd*), die mit einer grossen Harnblase (*h*) versehen sind. Vom Geschlechtsapparat ist als interessant hervorzuheben, dass die dorsal dicht unter dem Herzen gelegenen paarigen Geschlechtsdrüsen (Fig. 393) in ihrem hinteren Abschnitt verschmelzen, während die vorderen Abschnitte und die Ausführwege paarig bleiben.

Niere, Geschlechtsorgane.

Der Bau des Nervensystems hängt von der Beschaffenheit des Abdomens ab; nach letzterem unterscheidet man systematisch *Macruren*

Nervensystem.



und *Brachyuren*. Nur bei den Langschwänzen, wie z. B. unseren Flusskrebse, ist das Abdomen (Schwanz) wohlentwickelt, bei den Kurzschwänzen dagegen, den Krabben, ist es klein und in eine Rinne des Cephalothorax eingeschlagen, so dass es auf den ersten Blick zu fehlen scheint und nur mühsam herausgeklappt werden kann (Fig. 377). Bei den *Macruren* (Fig. 392) ist meistens wie bei unserem Flusskrebs das Bauch-

Fig. 390.

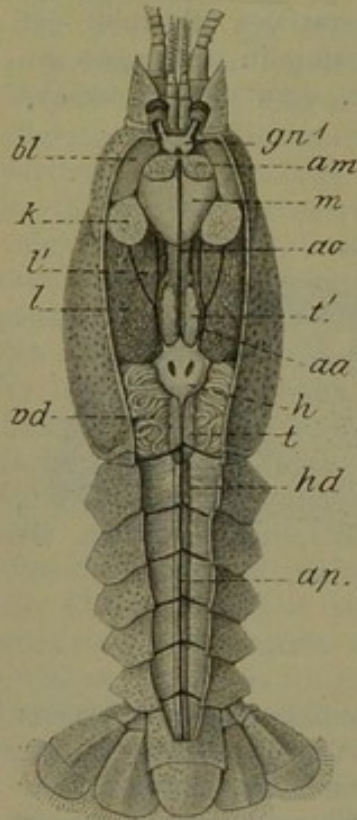


Fig. 391.

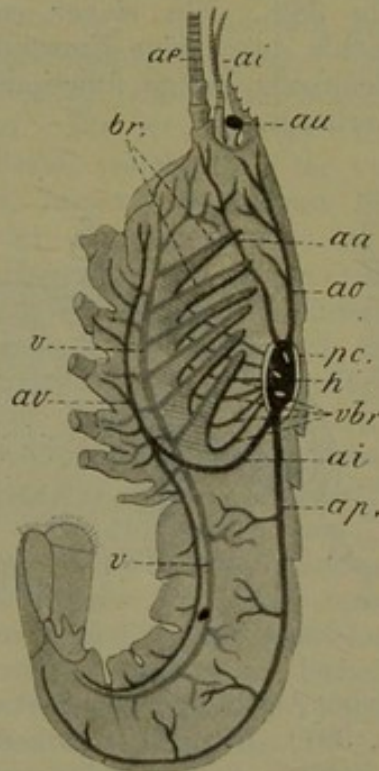


Fig. 392.

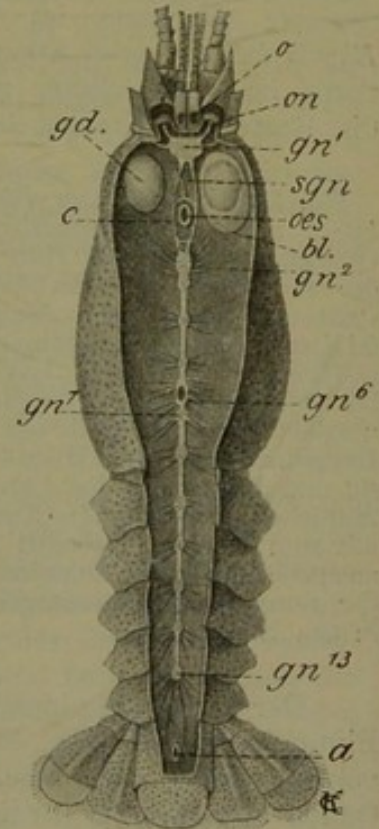


Fig. 390–392. Anatomie des Flusskrebse. Fig. 390. Rückendecke des Cephalothorax und Abdomens entfernt, um die Lage der Eingeweide zu zeigen. Fig. 391. Schema der Blutcirculation. Fig. 392. Alle Eingeweide mit Ausnahme der grünen Drüse und des Nervensystems entfernt. Rechts auch die Harnblase erhalten. Für alle Figuren gelten folgende Bezeichnungen: *ae*, *ai* äussere und innere Antenne, *au* Auge, *aa*, *ao*, *ai*, *ap*, *av* die vom Herzen ausgehenden Arterien, *h* Herz, *pc* Pericardialsinus, *v* Blut sinus für das Körperblut, *br* davon ausgehende Kiemenarterien, *vbr* zum Pericard zurückleitende Kiemenvenen, *bl* Harnblase, *gd* grüne Drüse, *m* Magen, *oes* Oesophagus, *l* Leber, *l'* Ausführgang derselben, *am* Muskeln des Magens, *hd* Hinterdarm, *a* After, *t* unpaarer, *t'* paariger Theil des Hodens, *vd* Vas deferens, *o* Gehörbläschen, *on* Nervus opticus, *gn¹* oberes Schlundganglion, *gn²*–*gn¹³* Ganglien des Bauchmarks, *sgn* sympathische Nerven, *c* Schlundcommissuren, *k* Kaumuskel.

mark des Nervensystems eine gegliederte Ganglienreihe mit 6 Ganglien des Cephalothorax und 6 Ganglien des Abdomens; bei den *Krabben* (Fig. 394) dagegen fliessen alle Ganglien des Bauchmarks in einen grossen Brustknoten zusammen, der mit dem Hirn durch 2 lange Schlundcommissuren zusammenhängt.

Die Entwicklungsgeschichte der meisten Decapoden ist durch die grosse Zahl der Larvenformen interessant. Die Regel ist, dass aus dem Ei eine Zoöa (Fig. 364) ausschlüpft, die sich in das Mysisstadium



(Fig. 395a) verwandelt; auf letzterem ist der Thorax (*T*) sowohl vom Kopf (*C*) wie vom Abdomen (*A*) abgesetzt und trägt zarte, an die *Schizopoden* erinnernde Spaltfüsse. Bei den Krabben wird das Mysisstadium von der Megalopalarve ersetzt, bei welcher das Abdomen noch gut entwickelt

Fig. 393 a.

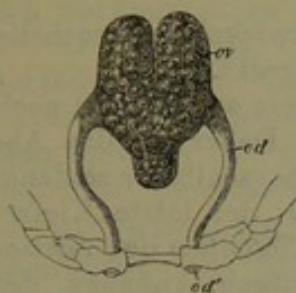


Fig. 393 b.

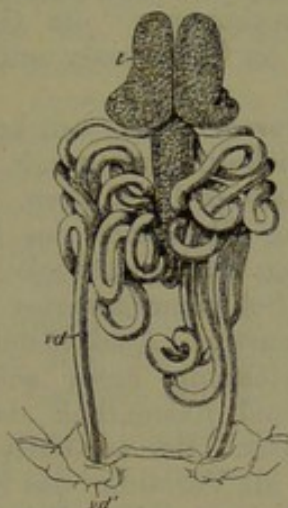


Fig. 394.

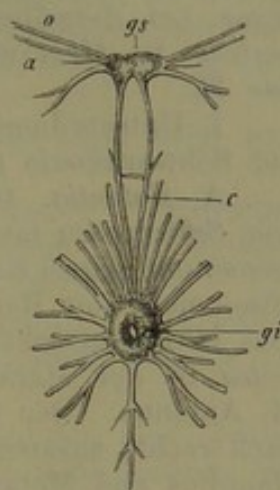


Fig. 393 a. Weibliche Geschlechtsorgane des Flusskrebsses. *ov* Ovar, *od* Oviduct, *od'* Mündung desselben an der Basis der 11. Extremität (aus Huxley).

Fig. 393 b. Männlicher Geschlechtsapparat des Flusskrebsses. *t* Hoden, *vd* Vas deferens, *vd'* Mündung desselben an der Basis der 13. Extremität (aus Huxley).

Fig. 394. Nervensystem einer Krabbe (aus Gegenbaur). *gs* oberes Schlundganglion, *o* Opticus, *a* Antennennerven, *c* Schlundcommissuren, *gi* Bauchmark, zu einem einzigen Ganglion verschmolzen.

ist, die Füße aber den Spaltfusscharakter schon verloren haben (Fig 395 b). Bei manchen *Garneelen* (*Penaeus*) wird die Metamorphose vervollständigt, indem sich vor die Zoöa noch der dreibeinige Nauplius und der mit vielen Beinen versehene Metanauplius einschleibt. Dieses für einige *Schizopoden* (*Euphausiden*) ebenfalls geltende Auftreten des Nauplius ist

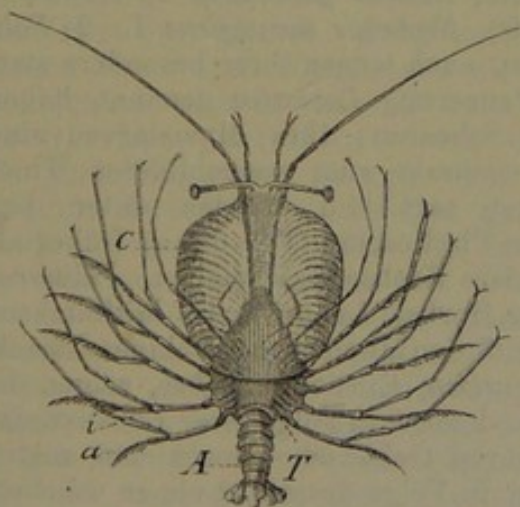


Fig. 395a. Phyllosomal larve (Mysisstadium) von *Palinurus* (nach Gerstäcker). *C* Kopf, *T* Thorax, *A* Abdomen, *a* Aussenast, *i* Innenast der Thoraxgliedmaassen.

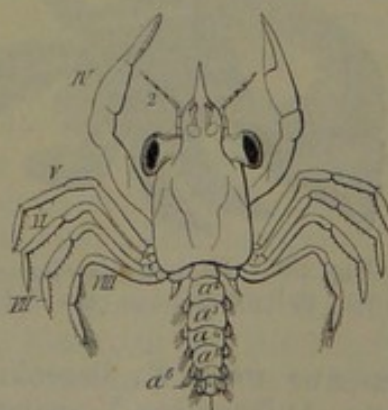


Fig. 395 b. Megalopalarve von *Portunus*. 2 zweite Antenne, IV–VIII die Thoracalextremitäten, *a*<sup>2</sup>–*a*<sup>6</sup> die Segmente des Abdomens (*a*<sup>6</sup> bezeichnet, anstatt des sechsten, das siebente Abdominalsegment) (aus Lang nach Claus).



eine Thatsache von ganz hervorragender Bedeutung; sie zeigt, dass der Nauplius als die ursprüngliche Larvenform aller *Crustaceen* angesehen werden muss. Unser Flusskrebs und andere Decapoden haben die Metamorphose verloren; sie haben aber im Embryonalleben ein lang anhaltendes Stadium, auf dem nur 3 Extremitätenpaare vorhanden sind, das Naupliusstadium. Der unserem Flusskrebs nahe verwandte Hummer verlässt das Ei auf dem Mysisstadium. Unterschiede in der Entwicklung können sogar bei derselben Art vorkommen: die Garneele *Palaemonetes varians* verlässt im Meer als Zoöa, im Süßwasser auf vorgerücktem Mysisstadium das Ei.

I. Unterordnung. *Macruren*. Abdomen kräftig entwickelt, Seitentheile der Schwanzflosse gut entwickelt, Bauchmark langgestreckt.

A. *Natantia*. Garneelenartige Decapoden. Die Thiere schwimmen noch wie *Schixopoden* meist an der Oberfläche des Meeres. Daher ist das Abdomen mit seinen Extremitäten kräftig entwickelt; die Thoracalbeine schlank, öfters noch mit Resten des Schwimmfussastes versehen; der letzte Kieferfuss lang gestreckt und beinartig. Auch gleichen die *Natantien* den *Schixopoden* in der starken Entwicklung eines schuppenartigen Anhangs der II. Antenne. Der Körper und namentlich das Rostrum sind von links nach rechts zusammengedrückt. Bei manchen Arten finden sich noch der Nauplius und Metanauplius als Vorläufer des Zoöastadiums. 1) *Penaeiden*: *Penaeus caraimote* Desm. 2) *Palaemoniden*: *Palaemon squilla* L., Steingarneele, in Schaaren zusammenlebend wie die *Crangoniden*, Sandgarneelen, *Crangon crangon* L.

B. *Reptantia*. Krebsartige Decapoden. Die Thiere bewegen sich mehr durch Kriechen als durch Schwimmen. Ihr massiver Körper besitzt kräftige Thoracalbeine, dagegen kleine Pedes spurii. Das Rostrum ist dorso-ventral abgeplattet. 1) *Nephropsiden* (*Astaciden*) mit kräftig entwickelten Scheeren. Die Gattung *Potamobius* (früher *Astacus*) ist in vielen Arten durch das Süßwasser über die ganze Erde verbreitet; bei uns einheimisch *P. astacus* L. (*A. fluviatilis*), Flusskrebs; in der Mammothhöhle in Kentucky der kleine

*Cambares pellucidus* Tellk., der als Höhlenbewohner die Augen verloren hat. Nahe verwandt der grösste Malacostrake, der Hummer, *Astacus gammarus* L. (*Homarus vulgaris*), *Nephrops norvegicus* L. 2) *Palinuriden*, auch wegen ihrer besonders starken Panzerung *Loricaten* genannt, haben keine Scheeren; ihre Mysislarven sind im Gegensatz zum ausgebildeten Thier äusserst zart und wurden unter dem Namen Phyllosoma (Fig. 395a) früher als besondere Krebse beschrieben. *Palinurus elephas* Herbst, Languste des Mittelmeers, übertrifft den Hummer an Wohlgeschmack.

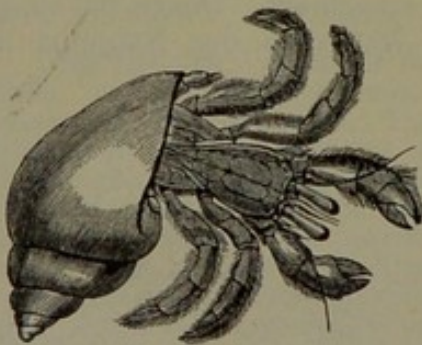


Fig 396. *Pagurus barbatus* mit seinem Schneckenhaus (aus Schmar-da).

*Scyllarus arctus* F., Bärenkrebs. 3) *Paguriden*, Einsiedlerkrebse, zeigen die ersten Anfänge von Verkümmern des Abdomens in Folge ihrer Lebensweise (Fig. 396); sie fressen Schnecken aus ihren Gehäusen heraus und nisten sich in letztere ein. Ihr Abdomen wird in Folge dessen zu einem weichen, asymmetrischen Sack; nur der Cephalothorax bleibt hart gepanzert. *Eupagurus Bernhardus* L. Viele Einsiedlerkrebse tragen auf ihren Schalen Actinien mit sich herum, so der *E. Prideauxi* Leach, die *Adamsia palliata* Boh. (vergl. S. 222). Nahe verwandt ist der in Erdlöchern nistende, die



Kiemenhöhle als Lunge benutzende *Birgus latro* Herbst, der Cocosnussräuber; er soll Nachts Cocospalmen erklettern und von ihren Früchten leben (Fig. 389).

II. Unterordnung. *Brachyuren*, Krabben. Abdomen rudimentär und gegen den Cephalothorax eingeschlagen; Seitentheile der Schwanzflosse rudimentär oder vollkommen fehlend. Bauchmark concentrirt.

1) *Notopoden*. Letzte Beinpaare auf den Rücken verschoben; sie dienen den *Dromiden* zum Festhalten von Schwämmen oder zusammengesetzten Ascidien, welche sie sich wie Masken über den Cephalothorax stülpen, um sich unkenntlich zu machen. *Dromia vulgaris* M.-E.

2) *Oxystomen*. Das Mundfeld bildet ein Dreieck mit nach vorn gerichteter Spitze. *Calappa granulata* L.

3) *Oxyrhynchen*. Cephalothorax nach vorn in eine Spitze ausgezogen. *Maja squinado* Rond. sorgt, dass ihr Cephalothorax von Algen und Hydroiden dicht bewachsen ist, um sich im Tang leichter zu verstecken.

4) *Ocyclometopen*. Der vordere Rand des Cephalothorax bogenförmig abgerundet. Am bekanntesten sind die Taschenkrebse: *Cancer pagurus* L. und der kleine Taschenkrebs *Carcinus maenas* L.

5) *Catometopen*. Der vordere Cephalothoraxrand bildet eine quere Linie, welche mit den Seitenkanten in rechtem Winkel zusammenstößt, so dass der gesamte Körper viereckig wird (Quadrilatera). *Pinnotheres pisum* L. in der Schale von *Mytilus*. Manche Viereckskrabben verlassen das Meer: die *Uca*-(*Gelasimus*)-Arten bewohnen Mangrovesümpfe; die *Gecarciniden* leben mitten in tropischen Wäldern; zur Fortpflanzungszeit wandern sie zur Eiablage in Schaaren zum Meer. *Gecarcinus ruricola* L.

## II. Unterstamm. Tracheaten.

Alle in ihrer Organisation für das Landleben eingerichteten *Arthropoden* kann man als *Tracheaten* zusammenfassen. Das Landleben beeinflusst besonders zweierlei Organe, die Organe der Athmung und der Locomotion (Extremitäten). Die Athmungsorgane sind die Tracheen (Fig. 397, 398). Mit der Trachea des Menschen haben dieselben nur gemein, dass sie Röhren sind, deren mit Luft gefülltes Lumen von festen Wandungen stets klaffend erhalten wird; sonst unterscheiden sie sich in jeder Beziehung, vor Allem dadurch, dass sie auf der Oberfläche der Haut durch Oeffnungen, die Stigmata, münden. Sie sind Einstülpungen der Haut und haben daher auch die Structur derselben, ein Epithel und eine von demselben ausgeschiedene Chitinschicht. Letztere kleidet das Canallumen aus („Tracheenintima“) und bedingt das Klaffen der Wandung. Ihre Festigkeit wird meist durch Chitinleisten, die Spiralfäden, verstärkt, welche in so flachen Windungen aufsteigen, dass man zunächst den Eindruck der Ringelung erhält und erst durch Dehnen der Trachee die Spiraltouren nachweisen kann. Vom Stigma ausgehend verästeln sich die Tracheen, bis sie in den Geweben mit den dünnwandigen Tracheencapillaren endigen. Für die Anordnung der Tracheen kann man im Allgemeinen die Regel aufstellen, dass jedes Segment ein linkes und rechtes Stigma und ein linkes und rechtes Tracheenbüschel hat (Fig. 56). Dieses Grundschema ist indessen bei keinem Tracheaten vollkommen durchgeführt; meist haben einige Segmente keine eigenen Tracheen und werden von



Nachbarsegmenten versorgt (Fig. 398), oder die segmentalen Büschel verbinden sich durch Längsstämme, was zur Folge hat, dass sich nur an einem Theil der Segmente die Stigmenpaare erhalten, welche das ganze einheitlich gewordene Canalsystem mit Luft füllen. Obwohl nun die Athmungsorgane für den Aufenthalt in der Luft berechnet sind, giebt es doch Wasser bewohnende *Insecten* und *Arachnoideen*. Dieselben athmen gleichwohl Luft, die sie als im Wasser silbern glänzende Blasen mit sich an haarigen Körperstellen im Umkreis der Stigmen herum-

Fig. 397.

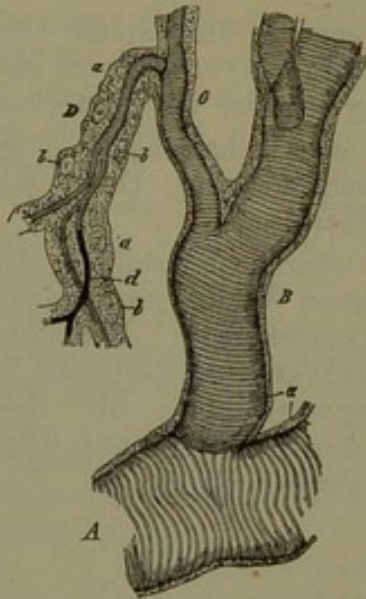
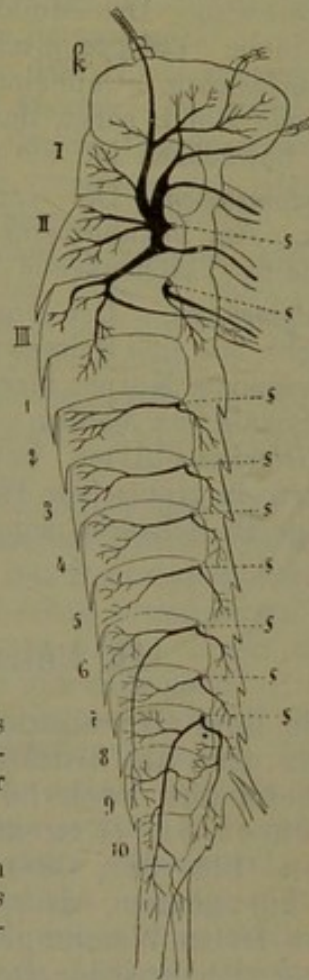


Fig. 397. Tracheenbüschel einer *Raupe* (aus Gegenbaur). A Hauptstamm, B, C, D Verästelungen; a Epithel mit Kernen (b), d Luftinhalt der Tracheen.

Fig. 398. Tracheensystem der rechten Seite von *Machilis maritima* (aus Lang nach Oudemans). s Stigmen und Tracheenbüschel, k Kopf, I–III Thorax-segmente, 1–10 Abdominalsegmente.



tragen; sie sind gezwungen, zeitweilig an die Wasseroberfläche emporzusteigen, um die Luft zu erneuern. Nur selten wird die Luftathmung durch Wasserathmung ersetzt (diffuse Hautathmung der *Milben*, Tracheenkiemen der Insectenlarven).

Was die Extremitäten anlangt, so sind sie nie Spaltfüße, sondern einreihig; auch findet sich nie mehr als 1 Antenne. In der inneren Anatomie ist wichtig die Anwesenheit meist acinöser paariger Drüsen am vorderen Ende, die entweder an den Mundgliedmaassen oder direct in die Mundhöhle münden. Man nimmt an, dass sie überall anatomisch gleichwerthige Organe (vielleicht modificirte Nephridien) sind, obwohl sie sehr verschieden functioniren (Speichel-, Gift-, Schleim-, Spinndrüsen). Dagegen sind die „Malpighi'schen Gefäße“ trotz ähnlicher Lage verschiedenwerthig, bei *Insecten* und *Myriapoden*, wo sie in



den Anfang des ektodermalen Enddarmes münden, andere Organe als bei den *Arachnoideen*, wo sie das Ende des Mesenteron bezeichnen.

## II. Classe.

**Protracheaten, Onychophoren.**

Die nur aus der Familie der *Peripatiden* gebildete Gruppe der *Protracheaten* (Fig. 399) zeigt in ihrer Organisation ein merkwürdiges

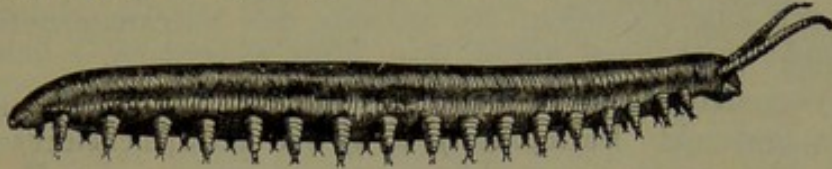


Fig. 399. *Peripatus capensis* (aus Balfour nach Moseley).

Gemisch von Charakteren der *Arthropoden* und *Anneliden* mit Merkmalen einer niedrigen Organisationsstufe, so dass man sie als Vorläufer

der *Tracheaten* bezeichnen kann, die sich von den *Anneliden* sehr frühzeitig abgezweigt haben. An die *Anneliden* werden wir erinnert durch die Anwesenheit typischer, bei *Arthropoden* in so charakteristischer Weise sonst nicht vorkommender Segmentalorgane (Fig. 400 *so*), die mit einer geschlossenen Blase (einem Rest des ächten Cöloms) beginnen und nach kurzem Verlauf und nach Bildung einer Harnblase an der Basis der Beine münden. Als unzweifelhafte *Tracheaten* erweisen sich die Thiere durch den Besitz von Tracheen (Fig. 400 *tr*). Diese sind lange, unverästelte Röhren, welche in grossen Mengen von einem Stigma entspringen. In jedem Segment sind zahlreiche solche Büschel vorhanden.

Die Mittelstellung der *Protracheaten* drückt sich ferner in den Extremitäten aus, welche beweglich wie die Beine der *Arthropoden* an dem weichhäutigen, nicht geringelten Körper ansitzen und mit Krallen versehen sind, dabei aber mit den Parapodien der *Anneliden* noch eine gewisse Aehnlichkeit bewahren, indem sie undeutlich gegliedert und noch nicht scharf gegen den Körper abgesetzt sind. Sämmtliche Rumpfsegmente sind mit Beinen ausgerüstet, der einheitlich erscheinende Kopf mit 3 Gliedmaassen, 1 Paar geringelten Antennen, 1 Paar

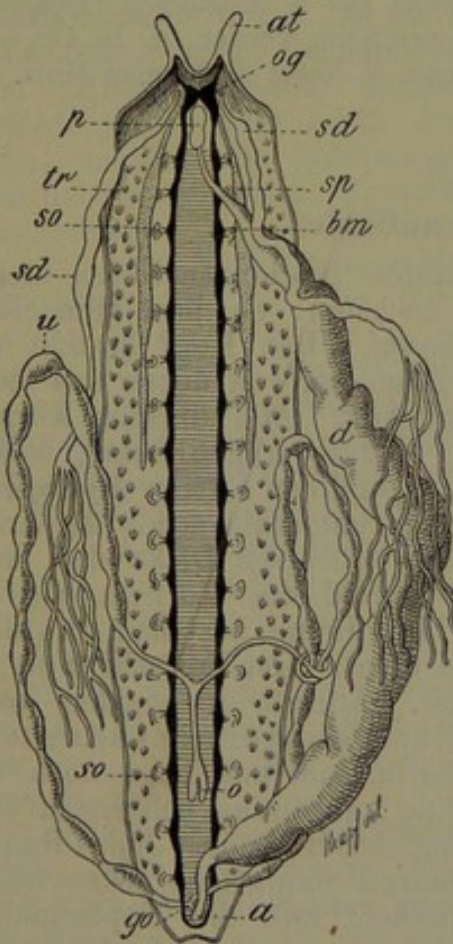


Fig. 400. Anatomie eines weiblichen, vom Rücken geöffneten *Peripatus* (combinirt aus Zeichnungen von Balfour und Moseley). *at* Antennen, *og* Hirn, *bm* Bauchmark, *p* Pharynx, *d* Darm, *sp* Speicheldrüsen, *sd* Schleimdrüsen, *o* Ovar, *u* Uterus, *go* Geschlechtsöffnung, *a* After, *tr* Tracheenbüschel, *so* Segmentalorgane.



in der Mundhöhle verborgenen Kiefern, deren Endklauen das Kauen besorgen, 1 Paar Mundpapillen, auf deren Spitze Schleimdrüsen münden, deren klebriges Secret weit herausgespritzt wird und zum Einfangen von Insecten dient (Fig. 400 *sd*).

Als Beweis für die niedrige Organisation der *Protracheaten* kann das Nervensystem dienen, welches wie bei den Plattwürmern aus einem Paar Hirnganglien (*og*) und davon ausgehenden Längssträngen (*lm*) besteht. Erstere innerviren die sehr primitiven Augen und die Antennen; diese versorgen die übrigen Extremitäten und sind segmentweis schwach angeschwollen, die Bildung des Strickleiternnervensystems vorbereitend; sie hängen hinter dem After zusammen.

Zur Vervollständigung der Schilderung sei noch hervorgehoben, dass das gerade gestreckte Darmrohr (*p* u. *d*) nur mit Speicheldrüsen (*sp*) versehen ist, dass es in ganzer Länge von einem dorsalen Herz begleitet wird, dass dicht vor dem After der gonochoristische Geschlechtsapparat mündet (*go*). Die Ausführungsgänge desselben sind umgewandelte Nephridien. Die Thiere sind lebendig gebärend, leben in faulendem Holz, am Tag versteckt, um Nachts ihre Beute zu erjagen. Man kennt mehrere Arten aus weit entfernten Gegenden die neuerdings auf 4 Gattungen (*Peripatus*, *Peripatopsis*, *Peripatoides* und *Opisthopatus*) vertheilt werden, z. B. aus Südafrika *Peripatus capensis* Gr., aus Neuseeland *P. Novae Zealandiae* Hutt. etc.

### III. Classe.

#### Myriapoden, Tausendfüssler.

Unter den seit Langem schon bekannten Tracheatenklassen stehen die Myriapoden den *Protracheaten* am nächsten, da ihre Gliederung fast ebenso gleichförmig ist wie bei diesen. Der Kopf besteht aus 4 (bei Embryonen 6) verschmolzenen Segmenten, von denen das letzte bei *Diplopoden* keine Extremitäten entwickelt. Alle übrigen Körpersegmente, höchstens mit Ausnahme der letzten, tragen Beine, welche demgemäss in grosser Zahl vorhanden sind und den Namen *Myriapoden* veranlasst haben. Ein Fortschritt giebt sich immerhin schon äusserlich darin zu erkennen, dass proportional der grösseren Dicke der meist verkalkten Chitinschicht die Gliederung sowohl des Körpers wie der Extremitäten deutlicher ausgeprägt ist. Die Beine bestehen aus 6–7 Gliedern, von denen das letzte als Klaue dient. Der Fortschritt in der inneren Anatomie ist noch viel auffälliger. Anstatt der beiden longitudinalen Nervenstränge ist ein typisches Strickleiternnervensystem vorhanden, dessen einzelne Ganglienpaare in Zahl und Lage noch den Körpersegmenten entsprechen. Segmentale Anordnung beherrscht auch die Vertheilung der Tracheen und den Bau des Herzens. Jedes Rumpfsegment — oder wie bei den Scolopendren wenigstens jedes zweite Segment — hat ein Paar Tracheenbüschel; nur die Kopfsegmente haben keine eigenen Stigmen und werden von dem angrenzenden Rumpf aus mit Luftröhren versorgt. Das Herz erstreckt sich durch den grössten Theil des Körpers und bildet in jedem Segment eine besondere Kammer mit zugehörigen Flügelmuskeln. Der Darm der Myriapoden besitzt kleine Leberschläuche am Mitteldarm und zwei lange Vasa Malpighi am Enddarm. Die Augen sind stets Stemmata, die in grösserer Zahl am Kopf stehen und nur bei *Scutigera* zu einer Art Facettenauge näher zusammentreten.



Im Bau der Geschlechtsorgane unterscheiden sich die beiden Ordnungen der Myriapoden, die *Chilopoden* und *Diplopoden*, ebenso in der Gestalt der Segmente, der Länge der Extremitäten und der Art der Ernährung.

### I. Ordnung. Diplopoden oder Chilognathen.

Durch die grosse Zahl (oft weit über 100) ihrer Segmente oder Extremitäten rechtfertigen die Diplopoden noch am meisten den Namen der gesammten Classe (Fig. 401). Jedes Segment besteht aus einer Rücken- und einer Bauchschiene. Gewöhnlich sind die Rückenschienen, deren Seitentheile als Pleuren abgegliedert sein können, hoch gewölbt und so gebogen, dass sie fast allein schon zu einem Ring zusammenschliessen und nur wenig Raum für die kleinen, die Beine tragenden Bauchschiene übrig lassen. Dies hat zur Folge, dass der Körper der Thiere meist drehrund ist und dass die Ursprünge der Beine und die Mündungen der Tracheen ganz auf die Bauchseite rücken. In der Seitenlinie des Körpers vorhandene, auf den Rückenschienen angebrachte Punkte sind daher nicht die Stigmen, sondern die Mündungen von Vertheidigungsdrüsen (Foramina repugnatoria).

Ein noch auffallenderes Merkmal der Diplopoden ist die Doppelnatur ihrer Segmente, welche, durch Verschmelzung zweier Segmentanlagen entstanden, je 2 Herzkammern, 2 Paar Tracheenbüschel, 2 Paar Bauchganglien und vor Allem 2 Paar Extremitäten haben. Nur die 4—5 ersten Rumpfsegmente machen eine Ausnahme, indem sie höchstens ein Beinpaar tragen. Die Diplopoden fallen ausserdem noch durch die abnorme Kürze ihrer Antennen und Beine auf, welche letztere nur wenig unter dem Bauch seitlich hervorragen.

Da die Thiere von Pflanzenkost leben, sind ihre Kiefer (Fig. 403) sehr klein; am kräftigsten sind noch die mehrgliedrigen Mandibeln (2); die ersten Maxillen (3) dagegen sind rudimentär und unter einander zum Gnathochilarium verwachsen; zweite Maxillen, von denen man früher annahm, sie seien im Gnathochilarium enthalten, fehlen. Die Geschlechtsorgane sind paarige, in einen gemeinsamen Sack eingeschlossene Drüsen, welche weit rückwärts liegen und nach vorn zwei getrennt am 2. Segment mündende Ausführgänge entsenden. Dem Männchen dient das Beinpaar des 7. Segments zur Begattung. Die aus dem Ei ausschlüpfenden Thiere haben zunächst nur 3 Beinpaare wie die Insecten; auch auf dieses

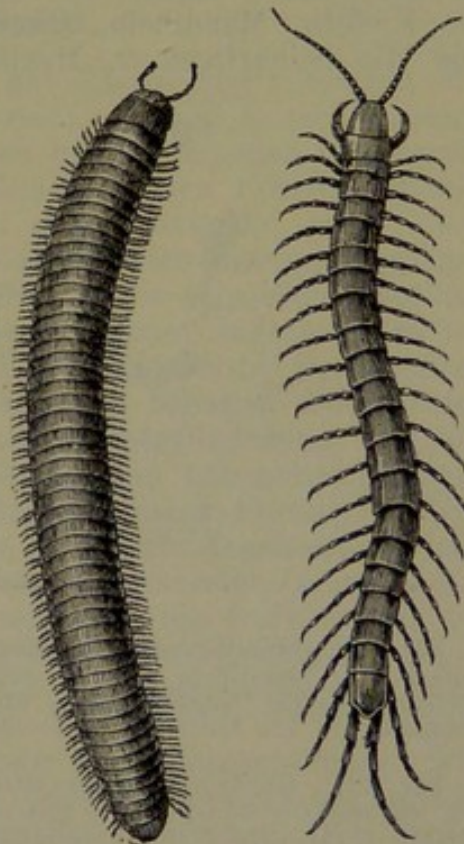


Fig. 401. *Julus maximus*. Fig. 402. *Scolopendra morsitans*.  
(Beide Zeichnungen nach Schmarda.)



Merkmal hat man übertriebenen Werth gelegt, um eine nähere Verwandtschaft mit den Insecten zu beweisen.

1) *Juliden*, mit langgestrecktem, drehrundem Körper. *Julus foetidus* C. L. Koch, bei uns einheimisch. *J. (Spirobolus) maximus* Br. (Fig. 402), 12 cm lang, in den Tropen. 2) *Glomeriden*, mit gedrungenem Körper, der wie bei den Kugelasseln ventral eingerollt werden kann. *Glomeris pustulata* Latr. 3) *Polydesmiden*, *Polyxenus lagurus* L.

## II. Ordnung. Chilopoden.

Die Chilopoden (Fig. 402) unterscheiden sich von den Diplopoden durch ihre einfachen, dorsoventral abgeplatteten Segmente und die auffallend langen Antennen und Beine. Da letztere ihnen einen raschen Lauf ermöglichen, überfallen sie als gefährliche Räuber andere, selbst an Grösse ihnen überlegene Thiere und tödten sie durch die Giftigkeit des Bisses. Zum Verwunden benutzen sie nicht die Kiefern, Mandibeln, Gnathochilarium (verschmolzene 1. Maxillen) und die beinartigen 2. Maxillen, sondern die gewaltigen Kieferfüsse;

Fig. 403.

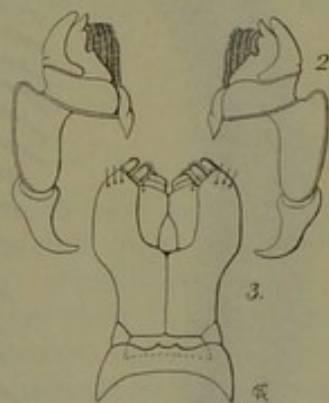


Fig. 403. Mundbewaffnung eines *Julus* (nach Latzel). 2 Mandibeln von *J. molybdinus*, 3 Gnathochilarium (verschmolzene Maxillen) von *J. luridus*.

Fig. 404.

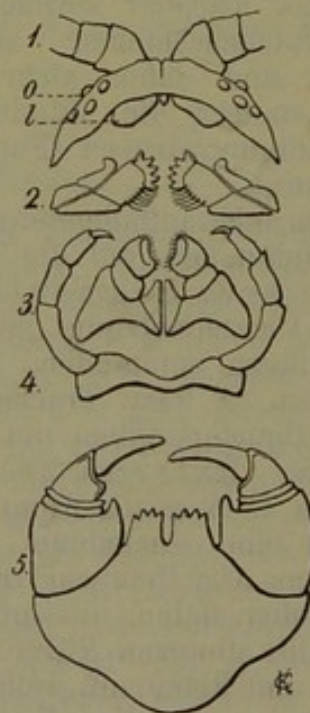


Fig. 404. Kopfgliedmaassen und Kieferfüsse von *Scolopendra morsitans*. 1 Antennen, 2 Mandibeln, 3 Maxillen (Gnathochilarium), 4 erste Kieferfüsse (zweite Maxillen), 5 zweite Kieferfüsse o Ocellen, l Oberlippe.

dieselben sind an ihrer Basis angeschwollen und tragen eine scharfe Endklaue, an deren Spitze eine Giftdrüse mündet; sie decken den Kopf von unten wie mit einer Maske zu und sind gefährliche Angriffswaffen. — Im Gegensatz zu den Diplopoden liegen die Geschlechtsorgane weit vorn, die unpaare Geschlechtsmündung im Segment vor dem After.

1) Die *Geophiliden* sind kleinere, lichtbraune Thiere, welche in Europa sehr häufig sind, wie der im Dunkeln leuchtende *Geophilus electricus* L. 2) Die *Scolopendriden* gehören vornehmlich den Tropen an; die in Indien lebende, 25 cm lange *Scolopendra gigantea* L. wird selbst von den Menschen wegen ihrer Giftigkeit gefürchtet. *Sc. morsitans* Gerv. (Fig. 403) in Bra-



silien. 3) *Scutigriden*, mit auffallend langen Beinen, *Sc. coleoptrata* L. Ausser *Chilopoden* und *Diplopoden* unterscheidet man noch die kleinen unansehnlichen Gruppen der *Symphylen* (*Scolopendrella immaculata* Newp.) und *Pauropoden* (*Pauropus Huxleyi* Lubb.). Obwohl sie keine unzweifelhaften Doppelsegmente haben, stehen sie den *Diplopoden* doch durch den Mangel der Raubfüsse und die nach vorn gewandte Geschlechtsmündung, welche bei *Symphylen* im 2., bei *Pauropoden* im 2. Segment liegt, näher. In der Lage der Geschlechtsmündung drückt sich eine gewisse Aehnlichkeit der *Diplopoden*, *Symphylen* und *Pauropoden* mit *Arachnoiden* aus, wobei es jedoch zweifelhaft bleibt, ob man daraus auf eine nähere Verwandtschaft schliessen darf. Die Geschlechtsmündung der *Chilopoden* am hinteren Ende weist auf die Insecten hin.

#### IV. Classe.

##### Insecten, Hexapoden.

Im Stamme der Arthropoden ist die Classe der Insecten bei weitem die umfangreichste, da sie mindestens zehnmal so viel bekannte Arten enthält, als Crustaceen, Arachnoideen und Myriapoden zusammen genommen. Die Zahl der jetzt schon beschriebenen Formen ist eine so enorme, dass man sie nicht einmal genau angeben kann; man schätzt sie auf ungefähr 250000. Da die an Insecten besonders reichen Tropen nur oberflächlich durchforscht sind, ist es sehr wohl denkbar, dass die Welt etwa von einer Million verschiedener Insectenarten bevölkert ist. Mit der Artenzahl steht die Einförmigkeit der Organisation in auffallendem Contrast. Mit grosser Zähigkeit behalten die Insecten die Grundzüge ihres Baues, die Art der Körpergliederung und die Zahl der Extremitäten unter den verschiedensten Lebensbedingungen bei, so dass der Unterschied zwischen den extremsten Formen bei den Insecten lange nicht so bedeutend ist wie bei *Arachnoideen* und *Crustaceen*. Wenn dadurch das vergleichend-anatomische Interesse der Gruppe in mancher Hinsicht leidet, so verdienen die Insecten auf der anderen Seite besondere Beachtung durch ihre Lebensverhältnisse, durch die Art, wie sie nützlich und schädlich in die Existenzbedingungen des Menschen eingreifen, durch ihre Brutpflege und die mit ihr zusammenhängende auffallende Intelligenzentwicklung und Staatenbildung. Für die Descendenztheorie sind die Insecten durch ihre ganz vorzügliche Anpassung an ihre Umgebung von Wichtigkeit geworden. Die grosse Artenzahl ist nur möglich, wenn jedes Plätzchen im Naturhaushalt ausgenutzt wird, was wiederum voraussetzt, dass das Insect den Bedingungen desselben in möglichst vollkommener Weise entspricht.

Bei der systematischen Charakteristik ist besonders zu beachten: 1) die Gliederung des Körpers, 2) die Zahl und Verwendung der Extremitäten. Am Körper unterscheidet man 3 Regionen, die nicht selten durch besonders tiefe Einschnürungen von einander getrennt werden: Kopf (Caput), Brust (Thorax) und Hinterleib (Abdomen). Die Segmente des Hinterleibs sind variabel an Zahl, je nach den Ordnungen oder sogar den Familien, und schwanken zwischen 11 (bei Embryonen und Larven mancher Arten sogar 12) bei manchen *Orthopteren* und 5 bei manchen *Fliegen*; sie bestehen aus Rücken- und Bauchschienen, Tergiten und Sterniten, die zum Zweck der Athmung längs der Seitenlinie in einer weichen, das Tracheen-

Körper-  
gliederung.



stigma umschliessenden Verbindungshaut gegen einander verschiebbar sind. Die Brust und der Kopf dagegen verhalten sich bei allen Insecten in ihrer Segmentzahl gleich. — Die Brust ist deutlich in 3 Ringe gegliedert: Pro-, Meso- und Metathorax, von denen ein jeder (Fig. 406) aus dreierlei unbeweglich verbundenen Haupttheilen besteht, den paarigen Seitentheilen (Pleurae *pl*), dem unpaaren

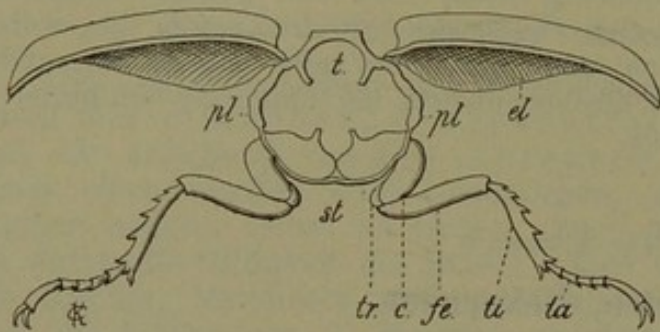


Fig. 405. Mesothorax eines Hirschkäfers mit Elytren und Beinen. *t* Notum, *pl* Pleuren, *st* Sternum, *el* Elytren, *c* Coxa, *tr* Trochanter, *fe* Femur, *ti* Tibia, *ta* Tarsus.

Rückentheil (Notum *t*) und dem unpaaren Brusttheil (Sternum *st*). Zur Abkürzung der Beschreibung hat man die Bezeichnungen Pronotum, Mesonotum, Metanotum etc. eingeführt. — Der Kopf endlich ist eine einheitliche Chitinkapsel, an der man folgende Regionen unterscheidet: nach vorn und dorsal Frons (Stirne) und Clypeus (Kopfschild), nach hinten und dorsal Vertex (Scheitel) und Occi-

put (Hinterhaupt), lateral die Genae (Wangen), ventral die Gula (Kehle); nach der Zahl seiner Extremitäten sind im Kopf mindestens 4 Segmente enthalten, die auch im Embryo deutlich abgegrenzt sind.

Die Ansicht, dass sogar 6 Kopfsegmente vorhanden sind, gründet sich auf den Nachweis von zwei weiteren extremitätenlosen Segmentanlagen, einer präantennalen und einer postantennalen (intercalaren, prämandibularen) sowie auf die Erkenntniss, dass das Hirnganglion, in dem man früher nur ein dem Antennensegment angehöriges Ganglion erblickte, aus 3 auf einander folgenden Ganglien besteht (Proto-, Deuto-, Tritocerebrum).

#### Extremitäten.

Die Extremitäten (Fig. 405) sind auf Kopf und Brust beschränkt und im Ganzen zu 7 Paaren vorhanden. Die 3 Thoraxsegmente tragen 3 Beinpaare, weshalb die Insecten vielfach auch „Hexapoden“ genannt werden. Die Beine sind am Uebergang des Sternum in die Pleurae befestigt und beginnen mit dem häufig kurzen, in eine Art Pfanne eingelenkten Hüftglied (Coxa *c*). Auf letzteres folgt ein zweites, ebenfalls gewöhnlich kurzes Glied, der Schenkelring (Trochanter *tr*). Die nun kommenden 2 Stücke sind stets langgestreckt; das nächste, das dritte der Reihe, ist stark verdickt, enthält hauptsächlich die Muskulatur und heisst Femur (*fe*); das vierte ist die schlanke, aber sehr feste Tibia (*ti*). Als fünften Abschnitt fasst man unter dem Namen Tarsus (*ta*) eine Reihe kleiner Glieder zusammen, von denen das letzte die beiden Klauen trägt; nach der Zahl der Tarsalglieder spricht man von einem 3-, 4-, 5-gliedrigen Tarsus.

Von den Kopfe Extremitäten ist die erste, die Antenne, den Beinen am ähnlichsten, nur dass sie normalerweise keine Klauen trägt; sie entspringt von der Stirn vor der Mundöffnung und wird gemäss ihrer dorsalen Lage vom oberen Schlundganglion innerviert. Die Zahl und Gestalt der Glieder wechselt nach den Ordnungen der Insecten. Je nachdem einzelne Glieder verlängert oder verkürzt, verdünnt oder



verdickt, oder mit Anhängen versehen sind, je nachdem derartige Besonderheiten der Form an der Basis oder an der Spitze sich bemerkbar machen, unterscheidet man verschiedene Gestalten der Antennen, die systematisch sehr gut verwerthet werden können (gebrochene, geknöpfte, gekaulte, gezähnte, gekämmte Antennen etc.).

Viel interessanter ist die Morphologie der 3 Paar Mundgliedmaassen (Fig. 406—409), der Mandibeln (*md*), der ersten Maxillen (*mx*), die auch kurzweg Maxillen heissen, und der zweiten Maxillen, welche man gewöhnlich Unterlippe, Labium (*la*), nennt, da sie von links und rechts zu einem unpaaren Organ verwachsen sind. Das Labium liegt hinter der Mundöffnung und bildet einen Abschluss nach rückwärts; es steht dabei dem ebenfalls unpaaren, ab und zu zweigetheilten Labrum (*lr*) gegenüber, welches von oben sich über die Mundöffnung legt und wegen dieser Analogie mit der Unterlippe früher fälschlich ebenfalls für ein Extremitätenpaar gehalten wurde. Labrum und Labium können auf ihrer oralen Seite mit unpaaren Anhängen versehen sein, dem Epipharynx und Hypopharynx, ersterer der Decke, letzterer dem Grund der Mundhöhle angehörig. Wie für das Labrum und seinen Anhang, den Epipharynx, so ist auch für den Hypopharynx nachgewiesen, dass er als eine unpaare Bildung entsteht und nicht als ein verschmolzenes weiteres Extremitätenpaar gedeutet werden kann.

Mundglied-  
maassen.

Die verschiedene Art der Ernährung bedingt einen verschiedenen Charakter der Mundbewaffnung; man unterscheidet kauende, leckende, saugende und stechende Mundgliedmaassen, die sich aber auf eine gemeinsame Grundform, die kauenden Mundgliedmaassen, zurückführen lassen, welche ihrerseits modificirte Beine sind. Bei der Betrachtung der kauenden Mundtheile (Fig. 406) stellt man am zweckmässigsten die Maxillen voran, weil sie Anknüpfungspunkte sowohl an die Brustextremitäten als auch an die übrigen Kiefer bieten. Dieselben beginnen mit dem kurzen dreieckigen Angelglied, Cardo (*c*), auf welches das ansehnliche Haftglied, Stipes (*st*), folgt. Der Stipes trägt die Kau-laden, Lobus internus (*li*) und L. externus (*le*) genannt, welche abgegliederte Fortsätze des Stipes sind. Bei den *Orthopteren* und *Käfern* ist nur die innere Lade (Lacinia) in spitze Kauzähne verlängert: die äussere Lade dient entweder als Galea zur Umhüllung der Lacinia (Fig. 406) oder kann bei *Käfern* zum Tasten verwandt werden und sich gliedern (Fig. 432). Am Stipes sitzt ferner der aus 3—5 gleichförmigen Gliedern bestehende Palpus maxillaris (*pm*), der am meisten beinähnlich gebliebene Theil der Extremität. Die Unterlippe legt sich nach Art der Maxillen als ein Paar Höcker an, die jedoch frühzeitig in der Mittellinie zusammenrücken und hinter der Mundöffnung verwachsen. Man kann daher alle Theile der Maxille erkennen, nur muss man berücksichtigen, dass die Basalstücke von links und rechts mit einander verschmolzen sind. Die verschmolzenen Angelglieder bilden die unpaare Platte des Unterkinns, Submentum (*sm*), die verschmolzenen Haftglieder erzeugen das Kinn, Mentum (*m*), welches an seinem Ende noch getheilt sein kann, wenn die Verschmelzung (wie z. B. bei den *Orthopteren*) nicht in ganzer Länge durchgeführt ist. Am Mentum sitzen die linken und rechten Innen-laden und Aussenladen, die Innenladen Glossae (*gl*), die Aussenladen Paraglossae (*pg*) genannt, und als Repräsentanten des peripheren Extremitätenstammes die Palpilabiales (*pl*). Für die Mandibeln (*md*) der Insecten ist charakteristisch, dass nur das Basalglied zu



einer kräftigen Beisszange wird, dass dagegen der periphere Abschnitt fehlt, weshalb im Gegensatz zu den meisten Crustaceen kein Palpus mandibularis vorhanden ist.

Den kauenden Mundgliedmaassen stehen am nächsten, mit ihnen durch vielerlei Uebergänge verbunden, die leckenden Mundgliedmaassen der *Bienen* und *Hummeln* (Fig. 407). Oberlippe (*lr*) und Mandibeln (*md*) bleiben von den Umformungen ganz ausgeschlossen, dagegen strecken sich Maxillen und Unterlippe sehr in die Länge und verbinden sich an der Basis zu einem federnden Apparat, der nach Bedürfniss unter den Kopf eingeschlagen und compendiös verpackt oder in die Länge gestreckt werden kann. Die Unterlippe beginnt mit einem kleinen, herzförmigen Submentum (*sm*) und einem langgestreckten Mentum (*m*); daran reiht sich der functionell wichtigste Theil, die unpaare Zunge, Glossa (*gl*), die den verschmolzenen Glossen der kauen-

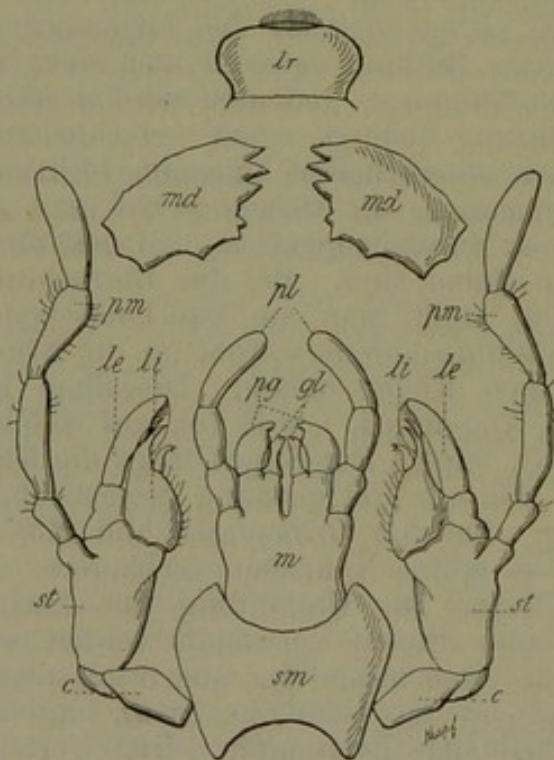


Fig. 406. Kauende Mundgliedmaassen der Schabe (*Periplaneta orientalis*).

Für die Figuren 406–409 gelten folgende Bezeichnungen: *lr* Oberlippe, *md* Mandibeln, *c* Cardo, *st* Stipes, *le* und *li* Lobes externus und internus, *pm* (*p*) Palpus maxillaris der Maxille (*mx*); *sm* Submentum, *m* Mentum, *gl* Glossen, *pg* Paraglossen, *pl* Palpus labialis der Unterlippe (*la*), *hy* Hypopharynx.

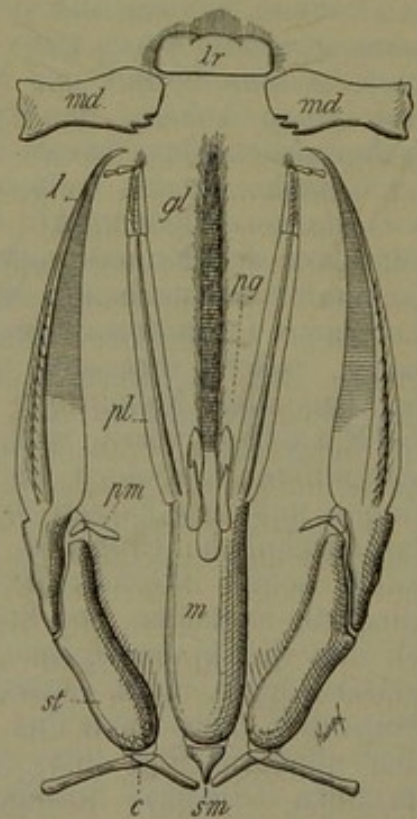


Fig. 407. Leckende Mundgliedmaassen der Hummel (*Bombus terrestris*).

den Insecten (oder dem Hypopharynx?) entspricht, zum Saugen von Honig dient und zu diesem Zweck die Gestalt einer fast zur Röhre geschlossenen Halbrinne angenommen hat; neben ihr liegen noch Rudimente von Paraglossen (*pg*) und gut entwickelte Palpi labiales (*pl*). In entsprechender Weise sind bei den Maxillen die Cardines (*c*) klein, die Stipites (*st*) und Laden (*l*) langgestreckt, während die Taster (*pm*) rudimentär sind.



An die Mundgliedmaassen der Bienen lassen sich weiter anreihen die stechenden Mundgliedmaassen der *Dipteren* (Fig. 409) und *Rhynchoten*, Fliegen und Wanzen, insofern auch hier die Unterlippe die Grundlage des Ganzen abgibt. Der Rüssel (*la*) dieser Thiere (Rostrum, Proboscis oder Haustellum) entspricht der Unterlippe; sie ist eine Rinne mit fleischigen, biegsamen oder mit festen und dann gegliederten Wandungen; die Rinnenränder sind zusammengebogen und einander genähert bis auf einen schmalen dorsalen Spalt, dessen Verschluss durch Einfügung der Oberlippe (*lr*) bewirkt wird. Im Innern des durch Ober- und Unterlippe gebildeten Rohres liegen 4 Stilets, welche an der Spitze gezähnt oder mit Widerhaken bewaffnet sind. Dieselben sind aus den Mandibeln und Maxillen hervorgegangen, zu denen noch der lang ausgezogene Hypopharynx (*hy*), als fünftes Stilet kommen kann. Die nur bei den *Dipteren* vorhandenen Palpen (*p*) gehören zu

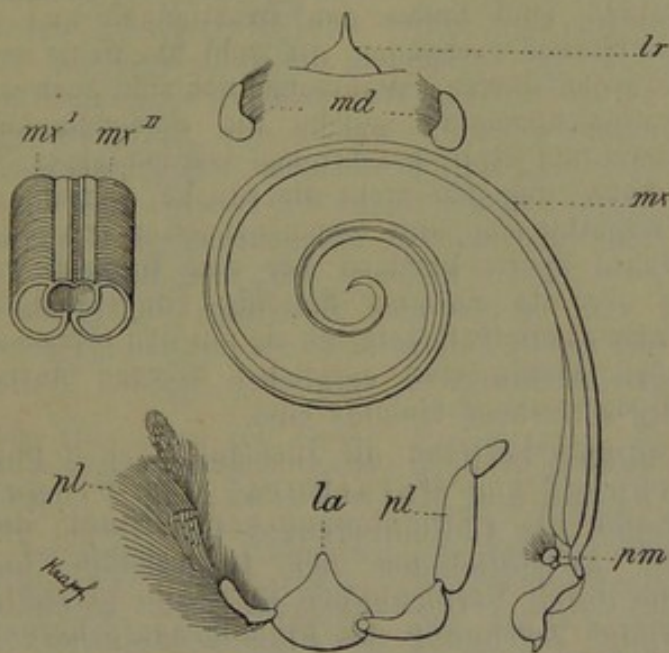


Fig. 408. Mundgliedmaassen eines *Schmetterlings* (nach Savigny). Anstatt der rechten Maxille ein Stück des Rüssels dargestellt, um zu zeigen, wie die linke (*mx<sup>I</sup>*) und rechte Maxille (*mx<sup>II</sup>*) sich zu einem Rohr vereinen; am rechten Pulpus ist die Behaarung weggelassen.

Fig. 409. Mundgliedmaassen einer Mücke (*Culex pipiens*); die Rinne der Unterlippe durch Zurückklappen der Oberlippe geöffnet und die Stechborsten herausgenommen (nach Muhr).

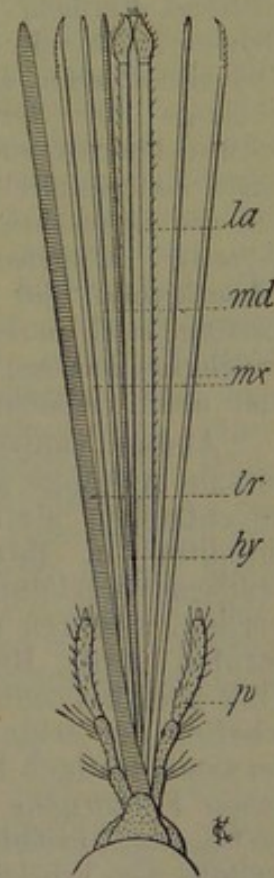


Fig. 409.

den Maxillen. Eine Verminderung der Zahl der Stilets auf 4 und 3 oder gänzlicher Mangel (*Fliegen*) tritt ein, wenn Rückbildungen oder Verwachsungen zu Stande kommen. Der Rüssel dient in allen Fällen nur als Etui für das eigentliche Saugrohr; letzteres wird bei den *Wanzen* von den fest an einander schliessenden Maxillen, bei den *Dipteren* von Hypopharynx und Oberlippe gebildet.

Vom Rüssel der Fliegen und Wanzen ist sehr wohl der aus den Maxillen hervorgegangene Rüssel der *Schmetterlinge* (Fig. 408) zu unterscheiden. Derselbe ist eine lange Röhre, welche wie eine Uhrfeder spiralig gewunden unter dem Kopf getragen wird, und besteht aus



2 Halbrinnen mit fest auf einander gefügten Rändern, den linken und rechten Aussenlappen der Maxillen. Die Maxillartaster sind nur bei *Motten* gut entwickelt, zeigen im Uebrigen alle Stufen der Rückbildung bis zu völligem Schwund. Oberlippe (*lr*) und Unterlippe sind auf kleine dreieckige Stücke an der Rüsselbasis reducirt. Letzterer gehören ausserdem die buschigen Palpen links und rechts vom Rüssel an. Die Mandibeln sind nur noch durch kleine Höcker oder Haarbüschel vertreten. Alle diese Einrichtungen gewinnen an Interesse, wenn wir berücksichtigen, dass bei den Raupen umgekehrt die Mandibeln kräftige Beisszangen sind, die Maxillen nur kleine Höcker darstellen und die Unterlippe nur in den mit den Spinndrüsen verbundenen Theilen besser ausgebildet ist: ein schöner Beweis, wie die Lebensweise des Thieres bestimmend auf den Bau der Organe einwirkt.

Abdominal-  
gliedmassen.

Im Gegensatz zu den beiden vorderen Körperabschnitten ist das Abdomen eines ausgebildeten Insects extremitätenlos. Nur bei manchen niederen Formen, den *Thysanuren*, sind hinter den Brustbeinen und in gleicher Linie mit ihnen kleine Höcker vorhanden, die wohl als Reste von Abdominalfüssen angesehen werden dürfen. Wahrscheinlich sind auch die Anhänge der letzten Abdominalsegmente, welche als Springstangen, Schwanzborsten und Griffel (*Cerci* und *Styli*) beschrieben werden, als modificirte Extremitäten zu betrachten, dagegen nicht die Stücke, aus denen sich die Legeröhre und der Begattungsapparat zusammensetzen (*Gonapophysen*). Afterfüsse oder *Pedes spurii* kommen bei den Raupen der *Schmetterlinge* und *Blattwespen* vor; da sie aber fleischige, ungegliederte Anhänge sind, muss es auch hier zweifelhaft sein, ob sie mit den typischen Bauchgliedmaassen der übrigen Arthropoden verglichen werden dürfen oder nicht vielmehr selbständig erworbene Gebilde sind.

Flügel.

Ausser ventralen Extremitäten besitzen die Insecten noch 2 Paar dorsale Anhänge am Mesothorax und Metathorax, die Flügel; sie entstehen als seitliche Falten des Chitinüberzuges des Notum und enthalten in ihrem Innern Ausstülpungen der Leibeshöhle und Tracheenverästelungen, welche durch Verdickungen im Chitin geschützt werden, wodurch die netzförmige Zeichnung des Flügelgeäders hervorgerufen wird. Beide Flügel können elastisch, nachgiebig und zum Flug geeignet sein; oder die Hinterflügel allein bewahren diese Eigenschaften der ächten „*Alae*“; die Vorderflügel dagegen werden zu harten, pergamentartigen Deckflügeln oder *Elytren*, unter denen die eigentlichen Flugorgane geborgen werden (Fig. 405). Ist nur die Basis erhärtet, so spricht man von *Hemielytren*. Zwischen den Ursprungsstellen der Vorderflügel findet sich häufig ein Chitinblatt, das Schildchen oder „*Scutellum*“; ein ähnliches Blättchen zwischen den Hinterflügeln heisst „*Postcutellum*“. Bei vielen Insecten fehlt ein Flügelpaar, gewöhnlich ist dann das vordere (*Dipteren*) (Fig. 441, 442), nur ausnahmsweise einmal das hintere Paar (*Strepsipteren*) (Fig. 430) dasjenige, welches erhalten bleibt. Ein solcher partieller Mangel lässt sich nur durch Rückbildung erklären. Der gänzliche Mangel der Flügel dagegen kann eine doppelte Ursache haben: einerseits giebt es Insecten, welche wahrscheinlich niemals Flügel besessen haben (primärer Flügelmangel der *Apterygoten*); andererseits aber giebt es Formen, bei denen man eine Rückbildung früher vorhandener Flügel annehmen muss (secundärer Flügelmangel), weil entweder nahe verwandte Arten (*Wanzen*, *Läuse*, *Blattläuse*) Flügel besitzen, oder weil ein Theil der Individuen (Männchen der *Schaben*, Geschlechtsthiere der *Ameisen* und



*Termiten*) noch geflügelt ist (Fig. 422, 438, 439). Der Prothorax recenter Insecten ist stets flügellos, doch soll er bei manchen *Archipteren* der Steinkohlenperiode Flügelrudimente getragen haben.

Darm und  
Fettkörper.

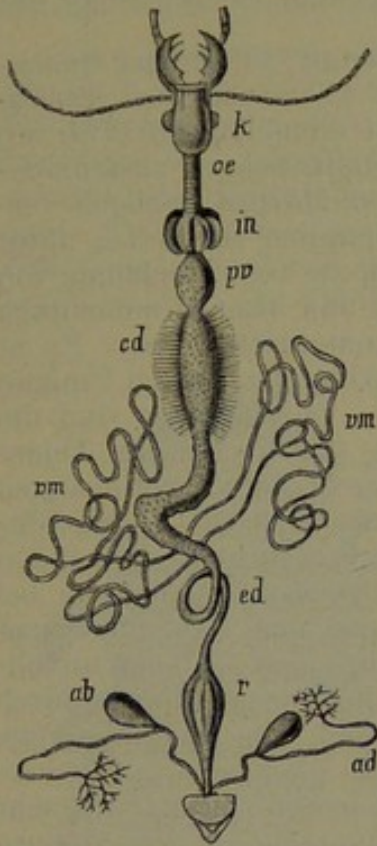


Fig. 410. Darm von *Carabus auratus* (aus Lang nach Dufour). *k* Kopf mit Mandibeln, Antennen und Augen, *oe* Oesophagus, *in* Ingluvies (Kropf), *pv* Proventriculus (Kaumagen), *cd* Chylusdarm mit Blindsäcken, *ed* Enddarm, *r* Rectum, *vm* Vasa Malpighii, *ad* Analdrüsen, *ab* Secretblasen.

In Folge der verschiedenen Ernährungsweise zeigt der Darm (Fig. 410, 411) einen ausserordentlich verschiedenen Bau. Der ektodermale Vorderdarm beginnt mit einem Pharynx, der bei saugenden Insecten eine mit radialen Muskeln besetzte Saugpumpe ist. Der nun folgende Oesophagus (*oe*) kann zu einem Kropf *kr* (Ingluvies, *in*) erweitert sein, oder er besitzt eine blind-sackartige Ausstülpung, die sich bei Schmetterlingen zu einer gestielten Blase (fälschlich „Saugmagen“) gestaltet. Ebenfalls ektodermal ist der Kaumagen *km* (Proventriculus *pv*), dessen mit reichlichen Zähnen besetzte Chitinauskleidung den Namen veranlasst hat. Der entodermale Mitteldarm (Magen *m*, Chylusdarm *cd*) ist häufig mit Blindsäcken besetzt, im Uebrigen auffallend kurz und gegen den Anfang des ektodermalen Enddarms gewöhnlich nur durch die Einmündung der Vasa Malpighii (*vm*) abgegrenzt. Letztere, ihrer Function nach Excretionsorgane, gehören schon dem Enddarm an, der gewöhnlich in einen Dünndarm (*cd*) und einen zweitheiligen Dickdarm *r* (Colon + Rectum) differenzirt ist. Als Rectaldrüsen werden Ausweitungen des Dickdarms bezeichnet. Achte Drüsen münden nur am Anfang und Ende des Darms, in die Mundhöhle 1—4 Paar Speicheldrüsen (*sp*), am After die zur Vertheidigung dienen-

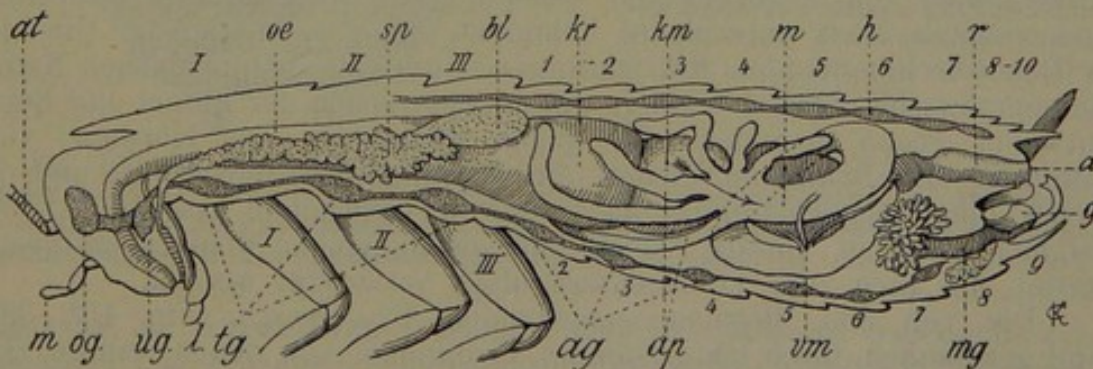


Fig. 411. Eingeweide von einer männlichen Küchenschabe (*Periplaneta orientalis*) durch seitliche Oeffnung der Leibeshöhle präparirt (unter Zugrundlegung einer Zeichnung von Huxley). I—III Thoraxsegmente, 1—10 Abdominalsegmente, *at* Antenne, *m* Palpus maxillaris, *l* P. labialis, I—III Beine, *og* oberes, *ug* unteres Schlundganglion, *tg* Brustganglien, *ag* Bauchganglien, *oe* Oesophagus, *sp* Speicheldrüse mit Speichelblase (*bl*), *kr* Kropf, *m* Kaumagen, *km* Magen (der Pfeil deutet die Verbindung von *km* und *m* an), *ap* Magenblindschläuche, *h* Herz, *r* Rectum, *a* After, *g* Geschlechtsöffnung, *vm* Vasa Malpighi, *mg* männliche Geschlechtsorgane.



den, übelriechende Secrete liefernden Analdrüsen (*ad*). Umhüllt wird der Darm, wie die übrigen Eingeweide, vom Fettkörper, einer weisslichen Masse, die ausser Fettzellen und Bindegewebe Concretionen von Harnsäure enthält.

Nerven-  
system.  
Sinnesorgane. Was das Nervensystem (Fig. 356) anlangt, so ist das Bauchmark, namentlich bei primitiven Formen (Fig. 411) (wie den *Apterygoten*, *Archipteren*, *Orthopteren*) sowie bei fast allen Larven (Fig. 56) langgestreckt und aus zahlreichen, einzelnen Ganglienpaaren zusammengesetzt; bei *Käfern*, *Schmetterlingen*, *Bienen* und *Fliegen* dagegen verkürzt sich der Strang und verschmelzen die Ganglien theilweise unter einander. Das Hirn entsteht ontogenetisch durch Verschmelzung von 3 Ganglienpaaren (Proto-, Deuto-, Tritocerebron) und besitzt, namentlich bei den Staaten bildenden Formen, einen sehr complicirten Bau. Es ist jederseits mit einem grossen Ganglion opticum verbunden, dessen Umfang wiederum in Correlation zu den Augen steht. Die Insecten sind die einzigen Tracheaten, welche in der Regel als geschlechtsreife Thiere 1 Paar vorzüglich ausgebildete, links und rechts angebrachte Facettenaugen tragen, die nicht selten den grössten Theil der Oberfläche des Kopfes für sich beanspruchen. Im Zwischenraum zwischen diesen Seitenaugen finden sich häufig, und dann gewöhnlich in Dreizahl, namentlich bei gut fliegenden Insecten, kleine Ocellen von einfachem Bau, die Stirn-  
augen. Letztere fehlen bei den Larven gänzlich, oder sie sind unvollkommen entwickelt; dagegen sind hier häufig die Facettenaugen durch Ocellen ersetzt, welche, zu 2—6 zusammengedrängt, ein gehäuftes Auge bilden können. Von anderweitigen Sinnesorganen kennt man mit Sicherheit nur noch die *Tasthaare* der Haut; man deutet ferner mit sehr grosser Wahrscheinlichkeit gewisse Nervenendigungen an den Fühlern als *Geruchsorgane* und solche in der Mundhöhle (Epipharynx und Mundgliedmaassen) als *Geschmacksorgane*, da unzweifelhaft viele Insecten einen ausgezeichneten Geruchs- und Geschmackssinn haben. Auf Gehörorgane kann man zur Zeit mit grösserer Wahrscheinlichkeit nur die *tympanalen Organe* der *Heuschrecken* beziehen, dünne trommelfellartige Partien im Chitin, welche in einen festen Chitinring eingespannt sind und eine Tracheenblase auf der Innenseite besitzen; an die Tracheenblase tritt ein Nerv heran; um hier an einer Crista acustica zu enden. Auf die Anwesenheit von Gehörorganen weist die bei Insecten weit verbreitete und vielfach hoch entwickelte Fähigkeit, Töne zu erzeugen. Die hier in Betracht kommenden Einrichtungen sind sehr mannichfacher Natur. Reibegeräusche werden erzeugt durch Anstreichen der Flügel und Beine entweder gegen einander oder gegen Reibleisten des Körpers; zum Summen und Brummen dienen die Schwingungen der Flügel und die durch die Tracheenstigmen aus- und einstreichende Athemluft. Die Stigmen sind zu diesem Zweck mit schwingenden Membranen ausgestattet, die auch zum Tracheenverschluss verwendet werden.

Tracheen. Die von den Stigmen ausgehenden Tracheen (Fig. 412, 398) sind gewöhnlich durch Längsstämme verbunden, von denen feinere Verästelungen ihren Ursprung nehmen, um alle Organe zu umspinnen und mittelst zarter, silberglänzender Fäden unter einander zu verbinden. Die Communication der Haupttröhren des Tracheensystems ermöglicht es, dass die Stigmen in vielen Körpersegmenten rückgebildet werden. Am constantesten finden sich die Stigmen am Abdomen in der Uebergangshaut der Sterniten und Tergiten; am Thorax sind höchstens 2, am Kopf gar keine Stigmen vorhanden. Bei gut fliegenden Insecten sind



manche Tracheenstämme zu grossen Luftreservoirs, den Tracheenblasen, ausgedehnt, deren Zweck wohl darin zu suchen ist, dass sie durch die in ihnen enthaltene Reserveluft den Thieren während des Fluges die anstrengenden Athembewegungen ersparen.

Eine interessante Anpassung des Tracheensystems an den Wasseraufenthalt findet sich bei den Larven vieler *Archipteren* (*Libellen* und *Eintagsfliegen*, Fig. 413) und *Neuropteren*, selbst einiger *Lepidopteren* (*Paraponyx*) und *Coleopteren* (*Gyriniden*). Die Stigmen sind hier meist geschlossen: die Sauerstoffaufnahme erfolgt durch die Haut oder durch sogenannte Tracheenkiemen, büschelförmige oder blattartige, von Tracheenverzweigungen reichlich durchsetzte Anhänge der Körperoberfläche oder des Enddarms. Im Tracheensystem ist in solchen Fällen eine Sonderung

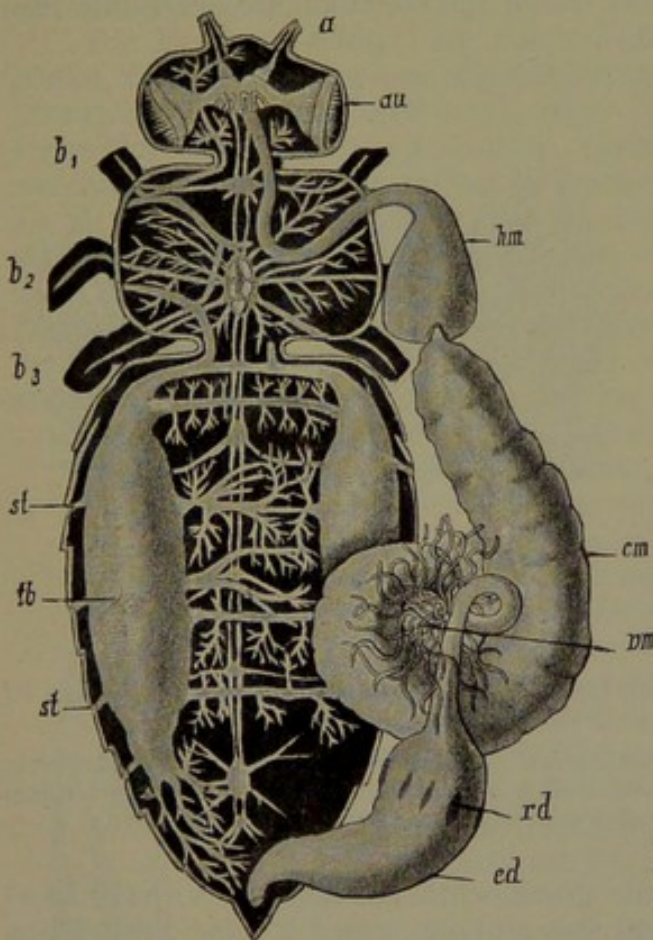


Fig. 412. Anatomie der *Honigbiene* (aus Lang nach Leuckart); *au* Facettenauge, *a* Antenne, *b*<sup>1</sup>–*b*<sup>3</sup> Beine, *tb* Tracheenblasen mit ihren Hauptverzweigungen, *st* Stigmen, *hm* Honigmagen, *cm* Chylusmagen, *vm* Vasa Malpighii, *rd* Rectaldrüsen, *ed* Enddarm; ausserdem ist in der Zeichnung das Nervensystem zu sehen.

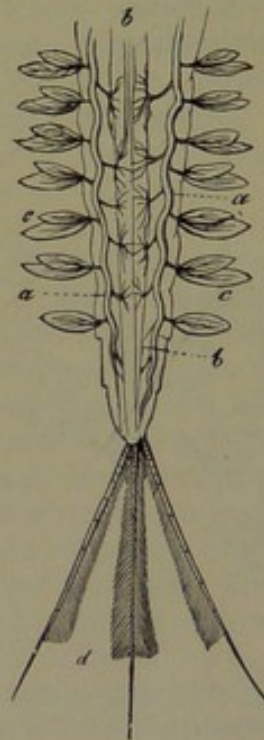


Fig. 413. Hinterleib der Larve von *Ephemera vulgata* mit Tracheenkiemen (*c*), *a* Tracheenlängsstämme, *b* Darm, *d* Schwanzborsten oder Cerci (aus Gegenbaur).

eingetreten in einen durch Diffusion aus dem Wasser Sauerstoff aufnehmenden und ebendahin Kohlensäure abgebenden Abschnitt (Tracheengeäße der Haut und der Kiemen) und einen an die Gewebe und Organe herantretenden Abschnitt, welcher umgekehrt vorwiegend Kohlensäure gegen Sauerstoff eintauscht.

Da die Tracheen mit ihren feinen Verzweigungen die Gewebe direct mit Sauerstoff versorgen, ist das Blutgefässsystem rudimentär. Dicht unter den Rückenschienen liegt das langgestreckte, schlauchförmige

Herz.



Herz in einem besonderen Raum, den man Pericardialsinus nennt. Derselbe ist ein Theil der Leibeshöhle, welcher von dem übrigen, perigastrischen Abschnitt der Leibeshöhle durch eine quere, unvollkommene Scheidewand, in welcher die linken und rechten Flügelmuskeln verlaufen, getrennt wird. Das Herz empfängt sein Blut durch seitliche Ostien (8 Paar, oft auch weniger) aus dem Pericardialsinus, selten direct aus der grossen Leibeshöhle durch ventrale Oeffnungen (*Orthopteren*). Durch eine vordere Aorta gelangt das Blut wieder in die Leibeshöhle und von dieser in den Pericardialsinus zurück. Eine gewisse Regelmässigkeit der Circulation wird durch die Anordnung der Eingeweide, des Fettkörpers und der Muskeln bedingt, besonders in den Extremitäten. Accessorische pulsirende Ampullen können an der Antennenbasis (*Orthopteren*) der Blutbewegung nachhelfen. Merkwürdig ist, dass manche Käfer (*Meloiden* und *Coccinellen*) durch die Gelenkhäute der Beine Blut zur Vertheidigung ausspritzen.

Fig. 414.

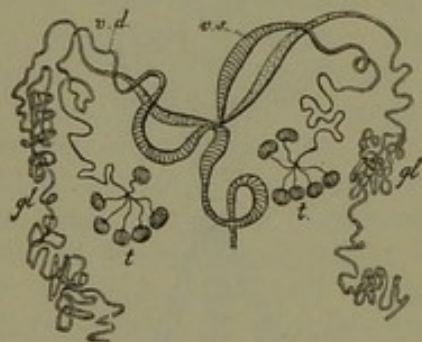


Fig. 415.

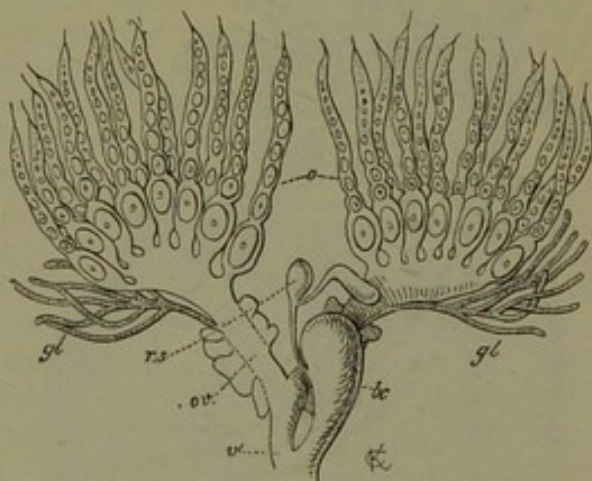


Fig. 414. Männlicher Geschlechtsapparat von *Melolontha vulgaris*. *t* Hoden, *vd* Vas deferens, *vs* Vesicula seminalis, *gl* Anhangsdrüsen (aus Gegenbaur).

Fig. 415. Weiblicher Geschlechtsapparat von *Hydrobius fuscipes*. *o* Eiröhren, *ov* Oviduct mit Drüsenanhängen, *gl* schlauchförmige Drüsen, *rs* Receptaculum seminis mit Anhangsdrüse, *v* Vagina, *bc* Bursa copulatrix (aus Gegenbaur nach Stein).

Geschlechts-  
organe.

Die Insecten sind getrennt geschlechtlich; ihre Geschlechtsdrüsen (Fig. 414, 415) werden aus einigen wenigen oder zahlreichen Ei- resp. Samenröhren gebildet, von denen letztere zu ovalen Körperchen zusammengeknäuelte sein können. Ovarien und Hoden sind paarig, links und rechts im Abdomen gelagert. Ihre ebenfalls paarigen Ausführwege (Vasa deferentia, Oviducte) münden bei *Ephemeriden* getrennt. Bei allen übrigen Insecten findet sich eine unpaare, dicht vor dem After gelegene Geschlechtsöffnung, was so zu erklären ist, dass sich mit den primitiven paarigen mesodermalen Ausführwegen eine unpaare ektodermale und daher von Chitin ausgekleidete Einstülpung verbunden hat, den Ductus ejaculatorius des Männchens, die Vagina des Weibchens liefernd. Abgesehen von mancherlei accessorischen Drüsen sind als weitere Differenzirungen des Geschlechtsapparats hervorzuheben: beim Männchen die Vesiculae seminales als Ausweitungen oder Aussackungen der Samenleiter, beim Weibchen das



Receptaculum seminis und die Bursa copulatrix. Letztere dient bei der Begattung zur Aufnahme des Penis; sie kann mit der Scheide identisch sein oder sie ist ein Blindsack der Scheide oder eine besondere Einstülpung der Haut, die durch einen inneren Canal in die Scheide mündet. Am wichtigsten für die Biologie der Insecten ist das Receptaculum seminis, ein gestielter, bläschenförmiger Anhang der Scheide oder auch der Bursa, in welchem bei Insecten, die nur einmal in ihrem Leben begattet werden, das Sperma lange Zeit — bei der *Biene* 4 Jahre — lebend aufbewahrt wird. Bei der Ablage werden die Eier von hier aus mit Samenfäden versehen. Da sie nun schon im Ovar mit einem festschaligen Chorion umgeben worden sind, muss das Eindringen der Spermatozoen durch einen Mikropylapparat ermöglicht werden, feine, das Chorion an einem Ende durchbohrende Canälchen von complicirter Structur.

Die Eiablage erfolgt bei sehr vielen Insecten (*Thysanuren*, *Orthopteren*, *Libellen*, *Hemipteren*, *Hymenopteren* etc.) mittelst der Legeröhre, (Ovipositor oder Terebra), eines am hinteren Ende frei hervortretenden oder in das Abdomen zurückziehbaren Organs (Fig. 427) welches mindestens aus 4, bei *Orthopteren* sogar aus 6 Stücken besteht. Je 2 säbelförmige Anhänge des 8. und 9. Abdominalsegments legen sich zu einer Scheide zusammen, in welcher die 2 übrigen ebenfalls dem 9. Segment angehörigen Stücke auf- und abgleiten können. Bei *Hymenopteren* sind diese letzteren zu einer Rinne verwachsen, in welcher die beiden Stücke des 8. Segments als Stechborsten oder Sägen auf- und abgleiten, während die 2 übrigen Stücke, die „Stachelscheiden“, etwas ab-

seits liegen. Bei vielen *Hymenopteren* (Bienen, Wespen) wird der Apparat seiner ursprünglichen Bedeutung entfremdet und zu einer mit einer Giftdrüse ausgestatteten Angriffswaffe umgestaltet, dem *Aculeus* oder Stachel, der seiner ganzen Entstehung nach auf weibliche Thiere beschränkt sein muss. Beim Männchen findet sich meistens ein aus dem Abdomen vorstülpbarer langer *Penis*, dessen Chitinstücke in vielen Fällen auf die gleichen Elemente wie der Legebohrer, in anderen Fällen auf umgewandelte Segmente zurückführbar sind. Weitere Männchen und Weibchen äusserlich unterscheidende Sexualcharaktere sind durch Unterschiede in der Gestalt der Antennen, Form und Farbe der Flügel, Beschaffenheit der Augen etc. gegeben.

Bei vielen Insecten haben die Eier die Fähigkeit, sich ohne Befruchtung in normaler Weise zu entwickeln. *Blattläuse* und *Rindenläuse* pflanzen sich viele Generationen hindurch parthenogenetisch fort; auch bei *Hymenopteren*, *Schmetterlingen* und *Netzflüglern* ist Parthenogenesis weit verbreitet. Am interessantesten ist ihr Auftreten bei den *Bienen*, da hier das Geschlecht der Thiere vom Eintreten oder Ausbleiben der Befruchtung bestimmt wird (vgl. S. 119, 434). Viel seltener als die gewöhnliche Parthenogenesis ist die besondere Form derselben, die *Pädogenese*; man kennt sie nur von gewissen *Dipteren*, wie z. B. von der Gattung *Miastor*. In den weiblichen *Miastor*larven (Fig. 416) entwickeln sich die Eier noch vor Anlage der Ausführwege, so dass die

Partheno-  
genese,  
Pädogenese.



Fig. 416. Larve einer Gallmücke (*Cecidomyiidae*) mit pädogenetisch erzeugten Tochterlarven (aus Hatschek nach Pagenstecher).



junge Brut nur durch Platzen der Mutter frei werden kann. Nachdem mehrere pädogenetische Generationen sich wiederholt haben, kommen die zuletzt gebildeten Larven zur Verpuppung und liefern ausgebildete männliche und weibliche Mücken.

Embryonal-  
Entwicklung.

Mit Ausnahme der genannten pädogenetischen Formen, ferner der *Pupiparen*, vieler *Aphiden* und einiger anderer viviparer Arten sind die Insecten ovipar. Die Embryonalentwicklung beginnt mit der superficiellen Furchung erst nach der Ablage der Eier. Im weiteren Verlauf derselben kommt es zur Bildung von 2 Embryonalanhängen, des Dottersacks und des Amnion. Ersterer ist im Gegensatz zu der gleichnamigen Bildung der Wirbelthiere, welche der Bauchseite angehört, rückenständig; letzteres dagegen ist bauchständig; es ist eine dünne Zellschicht, welche den Embryo ventral bedeckt und ähnlich dem Wirbelthieramnion entsteht, indem das Blastoderm links und rechts, vorn und hinten von der Embryonalanlage oder dem Keimstreif Falten bildet, welche unter einander zu einer Hülle verwachsen.

Metamor-  
phose.

Mit dem Sprengen des Amnion und der Eischale beginnt die post-embryonale Entwicklung, die in den einzelnen Ordnungen so verschieden ist, dass man ametabole, hemimetabole und holometabole Insecten, d. h. Insecten mit directer Entwicklung ohne Metamorphose, solche mit unvollkommener Metamorphose (M. incompleta) und solche mit vollkommener Metamorphose (M. completa) unterscheidet. Bei der directen Entwicklung ist das junge ausschlüpfende Insect dem geschlechtsreifen Thier im Wesentlichen gleich, so dass es nur noch unter periodischen Häutungen zu wachsen und seine Geschlechtsorgane zur Reife zu bringen nöthig hat. Da kein Insect beim Verlassen des Eies Flügel hat, ist eine solche Entwicklungsweise nur bei den flügellosen Formen möglich, z. B. den *Apterygoten* und *Apteren*.

Alle geflügelten Insecten besitzen dagegen eine mehr oder minder ausgesprochene Metamorphose, deren Ursache in letzter Instanz in der Nothwendigkeit, Flügel zu entwickeln, zu suchen ist. Dieser Satz lässt sich aufrecht erhalten, obwohl es ungeflügelte Insecten mit vollkommener Metamorphose giebt. Denn dieselben (*Flöhe*, ungeflügelte *Schmetterlinge* und *Ameisen*) stammen unzweifelhaft von geflügelten Formen ab und haben die Metamorphose von ihnen als eine fest eingewurzelte und daher auch nach dem Flügelverlust fortbestehende Entwicklungsweise ererbt.

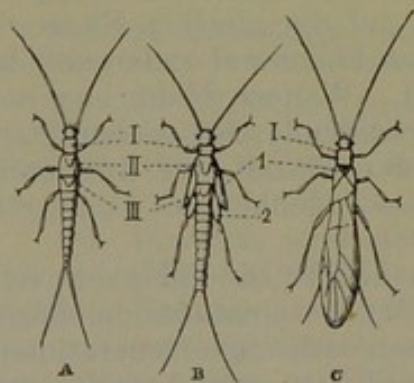


Fig. 417. Unvollkommene Metamorphose von *Perla nigra* (aus Huxley). A Flügellose Larve, B Larve mit Flügelscheiden (1 u. 2), C ausgebildetes Thier, I—III Thoraxsegmente.

Bei der Metamorphosis incompleta wird der Unterschied zwischen dem frisch ausgeschlüpfen Thier, der Larve, und dem geschlechtsreifen Insect, der Imago, allmählich ausgeglichen (Fig. 417). Oft treten schon bei der zweiten Häutung die Flügelanlagen als

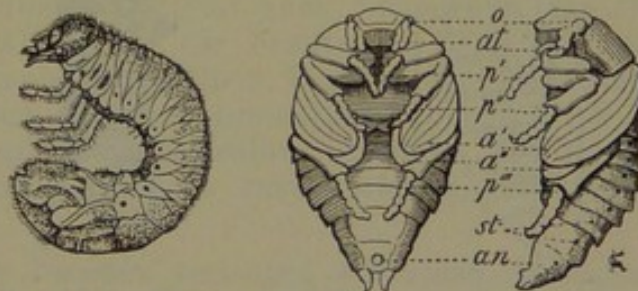
kleine Falten im Chitinkleid des Meso- und Metathorax auf; sie wachsen mit jeder Häutung, bis sie mit der letzten die Grösse, Form und Beweglichkeit der functionsfähigen Flügel gewinnen. Man nennt diese Anlagen Flügelscheiden (B 1 u. 2), weil ihr Chitinüberzug eine Hülle



bildet, in welcher zusammengedrängt und gefaltet die Flügelanlage des nächsten Stadiums und bei der letzten Häutung der definitive Flügel eingeschlossen liegt. Da die Larven durch den Mangel von Flugorganen unter andere Lebensbedingungen versetzt werden, als die fliegenden Insecten, unter Lebensbedingungen, welche vielfach besondere Einrichtungen im Bau verlangen, so kann schon bei der hemimetabolen Entwicklung der Unterschied zwischen Larve und Imago durch Ausbildung specifischer Larvenorgane gesteigert werden, wie die *Libellen* und *Eintagsfliegen* lehren, deren im Wasser wohnende Larven von der Imago nicht nur durch den Flügelmangel unterschieden sind, sondern auch durch abweichende Gestalt, vor Allem aber durch die Anwesenheit der bei der letzten Häutung meist wieder schwindenden Tracheenkiemen (Fig. 413).

Steigerung der Unterschiede in den Lebensbedingungen und damit Hand in Hand gehende Vermehrung der Larvencharaktere führen zu der vollkommenen Metamorphose (holometabolen Entwicklung). Um die Vortheile ihrer besonderen Anpassung an die Umgebung zu genießen, behalten die Larven möglichst lange ihre specifische Gestalt bei; die allmähliche Annäherung an die Imago unterbleibt, und die zur Metamorphose nöthigen Veränderungen der Gestalt und des Baues werden in das Endstadium des Larvenlebens, in den Zeitraum zwischen den beiden letzten Häutungen, zurückgedrängt. In diesem Zeitraum vollzieht sich eine so energische Umformung des

Fig. 418. [Larve (Engerling) und Puppe (in ventraler und seitlicher Ansicht) vom *Maikäfer*; o Augen, at Antennen, p'—p''' Beine, a', a'' Vorder- und Hinterflügel, st Stigmen, an After.



Organismus, dass die Fortführung der gewöhnlichen Lebensverrichtungen, namentlich der Fortbewegung und Ernährung, behindert oder unmöglich gemacht wird. Das letzte Stadium des Larvenlebens wird somit zu einem Stadium der Ruhe, zum Puppenstadium, auf dessen Existenz daher bei der Definition der vollkommenen Metamorphose das Hauptgewicht gelegt werden muss. Je vollkommener der Zustand der Ruhe ist, um so ausgesprochener ist auch der Charakter der holometabolen Entwicklung. Von diesem Gesichtspunkt aus unterscheidet man nun verschiedene Formen der Puppen: *P. liberae*, *P. obtectae* und *P. coarctatae*. Bei den freien Puppen (*P. liberae*, Fig. 418) erheben sich die Extremitäten weit über die Körperoberfläche, so dass man nicht nur die Körpergliederung, sondern auch die Antennen (*at*), Beine (*p'*—*p'''*), Flügel (*a'*, *a'''*), vielfach auch die Mundwerkzeuge der Imago deutlich erkennen kann. Solche freie Puppen können ein gewisses Maass von Ortsbewegung besitzen, wie z. B. die Puppen vieler *Neuropteren* und *Mücken*, welche letztere im Wasser auf und nieder tauchen. — Die gedeckten Puppen (*P. obtectae*) haben im Moment der Verpuppung noch frei

Puppe.



hervortretende Extremitäten, welche aber beim Erhärten der Chitinhaut dem Körper dicht angedrückt werden, so dass man selbst bei genauem Zuschauen nur undeutliche Conturen (Fig. 419) wahrnehmen kann. Die Bewegungen beschränken sich auf Zuckungen des ganzen Körpers, wie man sie z. B. bei den Schmetterlingspuppen durch äussere Reize hervorrufen kann. — Völlig unbeweglich endlich erscheinen die Tönnchenpuppen (*P. coarctatae*), weil hier die Puppe (ihrem Bau nach eine *P. libera*) noch von einer weiteren Hülle, der letzten Larvenhaut, umschlossen wird (*Muscarien*).

Larve.

Noch grösser als bei den Puppen ist die Mannichfaltigkeit der Gestalt bei den früheren Larvenstadien. Hier steht Bau und Körpergliederung so vollkommen unter dem Einfluss der Existenzbedingungen, dass je nach der Gleichartigkeit oder Verschiedenartigkeit derselben systematisch fernstehende Insecten ähnliche, verwandte Arten dagegen sehr verschieden gestaltete Larven haben können. Die Blätter nagenden Larven der *Schmetterlinge* und *Blattwespen* sind lebhaft gefärbte Raupen (Fig. 420), d. h. Larven, deren Brustextremitäten

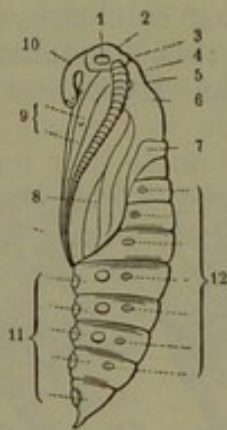


Fig. 419. Puppe von *Sphinx ligustri* (nach Leunis-Ludwig). 1 Auge, 2 Kopf, 3 Fühler, 4–6 Thoraxsegmente, 7 hintere, 8 vordere Flügel, 9 Beine, 10 Rüssel, 11 Abdominalsegmente, 12 Stigmen.

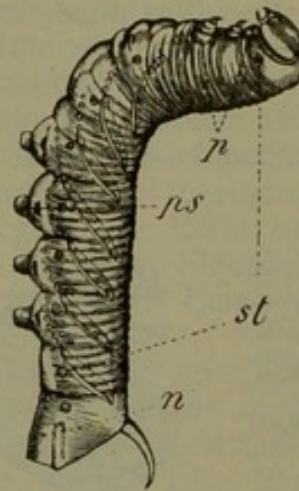


Fig. 420. Raupe von *Sphinx ligustri*, p Brustfüsse, ps Pedes spurii, n Nachschieber, st Stigmen (aus Leunis-Ludwig).

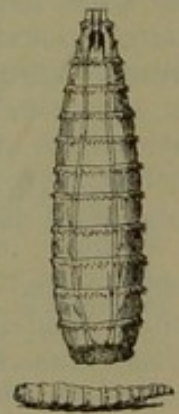


Fig. 421. Larve von *Musca vomitoria* (nach Leuckart).

klein bleiben und durch Bauchextremitäten, die fleischigen Pedes spurii (*p. s.*) und Nachschieber, unterstützt werden. Die vom Raub lebenden Larven vieler *Käfer* und *Netzflügler* haben lange Brustbeine und kräftige Mandibeln, dagegen keine Afterfüsse. Andere Käferlarven, welche im Holz bohren oder in der Erde leben (Fig. 418), haben einen plumpen, weisslichen Körper mit rudimentären oder gänzlich fehlenden Beinen; sie leiten über zu den madenartigen Larven, bei denen auch die Mundgliedmaassen undeutlich werden und selbst der Unterschied von Kopf und Thorax schwinden kann. Solche weisse, weichhäutige, geringelte Säcke finden sich bei *Bienen* (Fig. 56) und anderen *Hymenopteren*, ferner bei einem Theil der *Dipteren* (Fig. 421); das sind Thiere, deren Larven in einem Ueberfluss von Nahrung leben, weil sie entweder Parasiten sind oder durch die Brutpflege der Mutter mit genügender Nahrung versehen werden.



Bei einer äusserlichen Betrachtung der holometabolen Entwicklungsstadien gewinnt man den Eindruck, als ob alle die besprochenen Larvenformen das Gemeinsame hätten, dass nicht nur die Flügel, sondern auch die Gliedmaassen der Imago gänzlich fehlen oder dass die Gliedmaassen wenigstens eine völlig andere Gestalt besitzen, als ob ferner die Flügel und vielfach auch die Fühler, Beine und Kiefer erst im Moment der Verpuppung auftreten, dann aber gleich in einer auffallenden Grösse und Vollkommenheit. Eine genauere Untersuchung lehrt jedoch, dass die Anlagen zu allen diesen Theilen (den Flügeln, Mundwerkzeugen etc.) schon lange vor der Verpuppung, vielfach schon bei der ersten Häutung gebildet wurden. Die Flügel eines *Schmetterlings* sind schon in der Raupe vorhanden, als kleine, mit jeder Häutung wachsende Höcker oder Falten der Oberfläche, die nur deswegen äusserlich nicht wahrgenommen werden, weil sie durch Einstülpung in die Tiefe verlagert und in ein auf der Haut mündendes Säckchen eingeschlossen sind. Solche Anlagen nennt man „Imaginalscheiben“; durch ihren Nachweis wird der Unterschied zwischen vollkommener und unvollkommener Verwandlung einigermaassen verwischt, indem auch bei ersterer der Bau der Imago, wenn auch in verborgener Weise, von langer Hand vorbereitet wird. Trotz alledem bleibt für das Insect während der Puppenruhe noch ausserordentlich viel umzugestalten; die Muskeln müssen den neuen Fortbewegungsorganen, der Darm der neuen Ernährungsweise angepasst, die Körpertheilung und das Nervensystem umgegliedert werden. Da demgemäss ein grosser Theil der bisherigen Organisation eingeschmolzen wird, damit das so gewonnene Material zum Neuaufbau der Organe verwandt werden kann, erklärt sich die breiweiche Beschaffenheit des Puppeninhalts; letzterer kann bei raschem Verlauf der Umschmelzung zu einem so gleichförmigen Material undeutlich abgegrenzter Zellen werden, dass man vorübergehend fälschlich annahm, die Puppe sei auf den indifferenten Zustand des Eies zurückgekehrt. (Histolyse der *Fliegen*.)

Bei der Systematik der Insecten verlangen 4 Momente besondere Berücksichtigung: 1) die Körpergliederung, bei welcher zu beachten ist, ob die Thorax- und Abdominalsegmente gleichförmig auf einander folgen, oder ob sich der Thorax namentlich vermöge engerer Vereinigung seiner 3 Ringe vom Kopf und Abdomen scharf abgegliedert hat; 2) die Beschaffenheit der Flügel, welche bei niederen Formen fehlen oder zarte, mit reichlichem Flügelgeäder versehene, an beiden Thoraxsegmenten gleichförmige Chitinblätter sind, während für höhere Formen theilweise Rückbildung des Flügelgeäders oder lederartige Erhärtung des Chitins, ferner divergente Entwicklung oder partielle Rückbildung der Vorder- und Hinterflügel charakteristisch sind; 3) Bau der Mundwerkzeuge und 4) Art der Entwicklung, zwei Momente, über welche schon oben das Nähere gesagt wurde. Unter gleichmässiger Berücksichtigung der genannten Verhältnisse fällt es leicht, 6 scharf umschriebene, auch dem Laien ohne Weiteres verständliche Ordnungen herauszuheben: 1) *Lepidopteren*, 2) *Dipteren*, 3) *Aphanipteren*, 4) *Rhynchoten*, 5) *Hymenopteren*, 6) *Coleopteren*. Der verbleibende Rest wurde früher auf die beiden Ordnungen der *Orthopteren* und *Neuropteren* vertheilt; jetzt hält man diese Gruppen für wenig natürlich und hat versucht, sie in mehr oder minder zahlreiche Ordnungen aufzulösen. Hier soll diesen Bestrebungen in so fern Rechnung getragen werden, als wir von den Neuropteren die *Pseudoneuropteren* oder *Archipteren*,



von den Orthopteren die ungeflügelten Formen, die *Apterygoten*, trennen werden.

### I. Ordnung. Apterygoten (Apterogenea), Urinsecten.

An die Spitze der Insecten müssen wir Formen stellen, welche keine Flügel besitzen, bei denen sich ferner keine Hinweise auf finden lassen, dass je Flügel bestanden hätten. Man hält sie daher für Abkömmlinge von Urformen der Classe, bei denen es ebenso wie bei Myriapoden und Arachnoideen noch nicht zur Flügelbildung gekommen war. Man hat hierzu um so mehr Ursache, als die Thiere auch sonst einen sehr primitiven Charakter zeigen: die Facettenaugen fehlen oder sind unvollkommen entwickelt; das Tracheensystem (Fig. 398) besteht, sofern es nicht rückgebildet ist, aus isolirten, selten durch Längscanäle verbundenen Büscheln; die Mundgliedmaassen sind kauende, ähnlich denen der *Orthopteren*, oft jedoch in rudimentärem Zustand; die Entwicklung ist stets ametabol. Manche Arten (*Campodea*) erinnern noch durch die Gleichförmigkeit ihrer Gliederung und das Auftreten rudimentärer Bauchgliedmaassen an die *Myriapoden* (*Scolopendrella*).

I. Unterordnung. *Thysanuren*. Körper langgestreckt, mit langen Borsten (Cerci) am hinteren Ende versehen. *Lepisma saccharina* L., Zucker-gast, auch Silberfischchen genannt wegen seines silberglänzenden Schuppenkleides; *Machilis maritima* Latr. (Fig. 398); *Campodea staphylinus* Westw., mit Resten abdominaler Gliedmaassen (Fig. 351).

II. Unterordnung. *Collembolen*. Körper gedrungen, mit langen Borsten, die als Springstangen benutzt werden, indem sie, bauchwärts eingeschlagen, den 1—3 mm langen Körper vorwärts schleudern. Auf dem Wasser lebt *Podura aquatica* L., auf dem Schnee und Eis die *Degeeria nivalis* L. (Schneefloh) und *Desoria glacialis* Nic. (Gletscherfloh).

### II. Ordnung. Archipteren oder Pseudoneuropteren. Urflügler.

Die *Archipteren* zeigen uns den Urtypus beflügelter Insecten. Ihr langgestreckter Körper besteht aus zahlreichen Segmenten und trägt meist noch die Schwanzborsten (Cerci) der *Thysanuren*. Die Flügel sind zarthäutig, glasartig, durchsichtig, von einem dichten Flügelgeäder gestützt und vollkommen gleich oder nahezu gleich an Mittel- und Hinterbrust entwickelt. Die Kiefer sind rechte Typen beissender Mundgliedmaassen; an den Maxillen und der Unterlippe sind Innen- und Aussenlade (letztere an der Maxille als Galea) gut entwickelt; an der Unterlippe weist häufig ein Einschnitt im Mentum auf die Verwachsung aus zwei Theilen (Stipites der zweiten Maxillen). Dem ursprünglichen Bau entspricht auch die ursprüngliche Art der Entwicklung, welche meist eine hemimetabole ist. Der Unterschied der Larve von der Imago beschränkt sich auf den Mangel der Flügel, wozu sich noch die Anwesenheit wenig auffallender Larvenorgane (Kiemen der *Amphibiotica*) gesellen kann. Oefters wird die Entwicklung eine directe, wenn nämlich die Imagines, wie das bei einem Theil der *Termiten* und *Psociden* zutrifft, flügellos sind.

Die *Archipteren* wurden früher wegen der Aehnlichkeit ihrer Flügel zu den holometabolen *Neuropteren* gestellt, später auf Grund ihrer Mundgliedmaassen und hemimetabolen Entwicklung von ihnen getrennt und den



ihnen in beider Hinsicht gleichenden *Orthopteren* zugerechnet. Gegen eine Vereinigung mit den *Orthopteren* spricht die Beschaffenheit der Flügel.

I. Unterordnung. *Corrodentien*. Die Larven unterscheiden sich von den Imagines bei den geflügelten Formen, abgesehen von der Grösse; durch den Flügelmangel, bei den ungeflügelten Formen nur durch ihre Kleinheit. — Die bekanntesten Vertreter sind die *Termiten* oder *weissen Ameisen*, deren deutscher Name leicht über die systematische Stellung der Thiere täuschen kann. Von unseren *Ameisen* (*Hymenopteren*) unterscheiden sich die *Termiten* durch ihre gleichförmige Körpergliederung, die Beschaffenheit ihrer Mundwerkzeuge und ihre niemals holometabole Entwicklung; sie gleichen ihnen in der Staatenbildung. Ein meist aus vielen Tausend Thieren bestehender Termitenstaat baut sich einen aus kunstvoll angelegten Gängen, Vorrathskammern, Wochenstuben etc. bestehenden Bau. Als nächtliche Thiere graben sie sich, ohne je an die Oberfläche zu kommen, in altes Holz (Balkengerüst der Häuser, Möbel, Bilderrahmen, Baumstämme des Waldes etc.) ein, wobei sie den Einsturz ihrer Wohnstätte veranlassen können; sie tapezieren die Räume mit einer festen, cementartigen Masse aus, dem gefressenen und durch den After



Fig. 422. *Termes lucifugus*. 1 geflügeltes Geschlechtsthier, 2 Weibchen nach Verlust der Flügel mit Resten derselben, 3 Arbeiter, 4 Soldat (aus Leunis-Ludwig).

wieder entleerten Abraum. Viele Arten bedürfen keiner Grundlage, sondern errichten ihre domartigen, manchmal 3—5 m hohen, 6—8 m im Durchmesser breiten Wohnungen aus gekauter Erde frei auf dem Boden. Im Termitenvolk unterscheidet man zunächst flügellose und geflügelte Thiere, jene mit directer, diese mit hemimetaboler Entwicklung (Fig. 422). Jene sind geschlechtslos oder, richtiger gesagt, Thiere mit rudimentärem Geschlechtsapparat, und zwar im Gegensatz zu den Ameisen und Bienen sowohl rudimentäre Männchen wie Weibchen; sie sind häufig blind, mit kräftigen Mandibeln ausgerüstet und zerfallen in 2 Stände, die Arbeiter (3) und die grossköpfigen Soldaten (4). Die geflügelten Thiere (1) besitzen functionsfähige Geschlechtsorgane; sie schwärmen nach bestandener Metamorphose aus. Nach einiger Zeit werden die Flügel nahe der Basis abgelenkt und abgeworfen, Männchen („Könige“) und Weibchen („Königinnen“) gründen entweder gemeinsam einen neuen Staat oder ziehen in einen vorhandenen ein. Nach der Begattung schwillt das Abdomen der „Königin“ unter enormer Eiproduction zu einem unförmlichen Sack an. Da die ausschwärmenden Termiten von Vögeln und anderen Thieren verfolgt werden, kommt es vor, dass in manchen Stock kein Königspärchen zurückkehrt. In diesem Fall wird die Fortpflanzung durch Reservemännchen und -weibchen besorgt, Geschlechtsthiere, welche die Metamorphose nicht beenden, sondern auf dem Stadium mit Flügelscheiden verharren; bei *Termes lucifugus* sollen sie allein die Fortpflanzung besorgen. Die *Termiten* besitzen die Fähigkeit, durch Quantität und Qualität des Futters



die Entwicklung der Larve zu modificiren und zu bestimmen, welche Stände des Staates aus ihnen hervorgehen werden. — Weiterhin interessant sind die Termiten durch ihre erbitterten Kriege gegen die ächten Ameisen. *Termes lucifugus* Rossi in Südeuropa hat namentlich in La Rochelle und Rochefort in diesem Jahrhundert den Einsturz zahlreicher Häuser verursacht. *Termes fatalis* L. in Afrika baut mehrere Meter hohe Erdhügel.

Den Termiten nahe verwandt sind die vielfach flügellosen *Psociden*, Staub- und Bücherläuse. *Troctes divinatorius* Müll., ein weissliches, im Staub überall häufiges, flügelloses Thier von circa 1 mm Länge. Wahrscheinlich reihen sich auch die *Mallophagen* an, flügellose, wie Läuse auf der Haut von Säugethieren und Vögeln lebende Thiere, die vielfach auch zu

den Läusen gestellt werden, sich aber durch kauende Mundgliedmaassen von ihnen unterscheiden. *Trichodectes canis* Deg., Hundelaus; *Philopterus communis* Nitzsch., Federlaus, auf Finken.

II. Unterordnung. *Amphibiotica*. Drei Familien der Archipteren, die *Perliden*, *Ephemeriden* oder Eintagsfliegen und die *Libelluliden* oder Wasserjungfern, obwohl anatomisch ganz erheblich von

Fig. 423.



Fig. 423. Larve von *Aeschna grandis* (nach Rösel v. Rosenhof). *m* Maske, *a¹* vordere, *a²* hintere Flügelscheiden, *st* Stigmen.

Fig. 424.



Fig. 424. *Ephemera vulgata* (aus Schmarda). Schwanzborsten (die paarigen Borsten sind die Cerci) nicht bis zum Ende ausgezeichnet.

einander unterschieden, haben das Gemeinsame, dass ihre Larven im Wasser leben und hier mit Tracheenkiemen athmen (Fig. 413). Letztere sind ventral gelagerte Büschel bei *Perliden*, flügelartige oder büschelförmige Anhänge des Abdomens bei *Ephemeriden*, dreiblattartige Anhänge bei *Libelluliden*, wenn nicht Tracheenverästelungen am Enddarm zur Athmung dienen. Sämmtliche hierher gehörige Larven sind gefährliche Räuber, besonders die Larven der auch als Imagines äusserst gefräßigen Libellen (Fig. 423). Die Libellenlarven haben zum Einfangen der Beute ein Labium mit stark verlängertem Mentum und Submentum, welches in der Ruhe als „Maske“ unter dem Kopf zusammengeklappt liegt, zum Angriff aber blitzschnell hervorgeschleudert werden kann. — *Perla bicaudata* L., im Frühjahr sehr verbreitet. *Ephemera vulgata* L. (Fig. 424) nebst anderen verwandten Arten zeitweilig in solchen Schwärmen auftretend, dass die Leichen der Thiere zum Düngen benutzt werden (Uferaas). Die Imagines nehmen keine Nahrung zu sich, sondern sterben nach der Begattung und Eiablage (wenige Stunden nach der Beendigung der über mehrere Jahre sich hinziehenden Metamorphose) ab; Ausnahme die lebendig gebärende, 3 Wochen lebende *Chloeopsis diptera*. *Libellula depressa* L., *Aeschna grandis* L., *Calopteryx virgo* L. Männchen und Weibchen aller Libellen sind sowohl an den eigenthümlichen Begattungswerkzeugen sowie an ihren verschiedenen Färbungen leicht zu unterscheiden.



III. Unterordnung. *Physopoden* oder *Thysanopteren*, Thiere mit schmalen, beiderseits bewimperten Flügeln, mit Haftblasen an den Füßen und rudimentärer, zum Saugen eingerichteter Mundbewaffnung. Die Stellung der Gruppe im System ist sehr zweifelhaft. *Thrips cerealium* Halid., dem Getreide schädlich.

### III. Ordnung. Orthopteren, Gradflügler.

Die *Orthopteren* theilen mit den *Archipteren* zwei schon bei diesen besprochene Merkmale: 1) die hemimetabole Entwicklung, welche beim Mangel der Flügel zur ametabolen wird; 2) die kauenden Mundgliedmaassen, an denen besonders auffällt, dass die Aussenlade der Maxillen die Form der „Galea“ hat, dass an der Unterlippe sämtliche Laden getrennt bleiben und dass das Mentum die Verschmelzung aus zwei Theilen noch erkennen lässt (Fig. 306, S. 412). Dagegen hat die bei den *Archipteren* beschriebene primitive, zarte Beschaffenheit der Flügel einer pergamentartigen Härte Platz gemacht, welche den Namen „Orthopteren“ veranlasst hat. Indem dieselbe sich an den schmalen Vorderflügeln, welche die weicheren, meist einfaltbaren und zum Flug besonders dienenden Hinterflügel decken, am meisten bemerkbar macht, erhalten viele Orthopteren eine grosse Aehnlichkeit mit Käfern. Vor einer Verwechslung schützt die Untersuchung der bei Käfern vereinfachten Unterlippe und der Metamorphose, welche bei den Käfern stets holometabol ist. Am Abdomen findet man Cerci, öfters auch Styli. In der inneren Anatomie (Fig. 411) fällt besonders die grosse Zahl der Vasa Malpighii auf.

I. Unterordnung. *Cursorien*. Orthopteren mit mässig langen, zum raschen Lauf geeigneten Beinen. — Zu den *Cursorien* gehört nur die Familie der *Blattiden*. Die Thiere ähneln den Käfern, einmal durch die Gestalt des Prothorax, zweitens durch die elytrenartigen Vorderflügel. Die Flügel können je nach den Arten in beiden Geschlechtern vorhanden sein oder fehlen. Rückbildung der Flügel ist beim Weibchen häufiger als beim Männchen. *Periplaneta orientalis* L., Brotschabe, schwarzbraun, besonders in Bäckerhäusern; *Blatta germanica* L., Küchenschabe, kleiner und lichter gefärbt. *Blabera gigantea* C. in den Tropen.

II. Unterordnung. *Dermatopteren*. Die Vorderflügel sind kurze Elytren, unter denen die selten zum Flug verwandten Hinterflügel durch vielfache Faltung geborgen werden; Flügel bei manchen Arten rudimentär. — Die einzigen Vertreter der Gruppe, die Ohrwürmer oder *Forficuliden*, erinnern in ihrem Habitus an Käfer mit rudimentären Elytren (*Staphylinen*), von denen sie aber leicht an den Zangen (den „Cerci“) unterschieden werden. Im Bau der Mundgliedmaassen und in ihrer Entwicklung den übrigen Orthopteren ähnlich, entfernen sie sich vom durchschnittlichen Habitus der Gruppe durch die ganz eigenthümliche Beschaffenheit der Flügel so sehr, dass sie öfters zu einer besonderen Ordnung erhoben werden. *Forficula auricularia* L., mit Unrecht gefürchtet als dem Trommelfell des Ohres gefährlich. *Labidura minor* L.

III. Unterordnung. *Gressorien* mit langen, dünnen, nur einen langsamen Gang gestattenden Beinen. — Die 2 Familien der *Gressorien*, die *Mantiden* und *Phasmiden*, sind von einander nicht unerheblich verschieden. Namentlich erhalten die *Mantiden* ein besonderes Gepräge durch den langen Prothorax und die zum Greifen und Zerschneiden der Beute dienenden



Raubfüsse, welche vor dem Prothorax getragen werden und den Namen „Gottesanbeterinnen“ veranlasst haben. *Mantis religiosa* L., *Empusa pauperata* Rossi in Südeuropa. Die ausschliesslich tropischen *Phasmiden* (Fig. 12) sind durch ihre Mimicry bekannt. Die *Bacillen* (*Acanthoderus* Wallacei, *Bacillus* Rossi Fabr.) ahmen Zweige, die *Phyllien* (*Phyllium Scythe*, *Ph. siccifolium* L.) Blätter nach.

IV. Unterordnung. *Saltatorien*. Hintere Extremitäten lange, kräftige Springbeine. — In der Gruppe herrscht ein auffallendes Missverhältniss

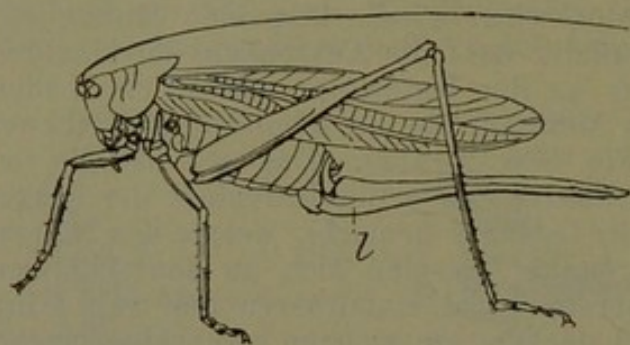


Fig. 425. *Locusta caudata* (nach Brunner v. Wattenwyl). l Legebohrer.

in der Länge der 2 ersten und des dritten Beinpaars (Fig. 425); an letzterem ist der Femur dick und muskelstark, die Tibia lang und durch ihre Festigkeit zum Stützen geeignet. Indem beide spitzwinklig im Gelenk gegen einander gestellt, dann mit grosser Energie plötzlich gestreckt werden, wird der Körper weithin geschwungen. Die Flügel unterstützen die Bewegung und können bei vielen Arten, wie

den Wanderheuschrecken, das Thier zu andauerndem Flug hoch in die Luft tragen. Sehr verbreitet ist in der Gruppe die Fähigkeit, Töne zu erzeugen, indem die Vorderflügel gegen einander (*Locustiden*, *Grylliden*) oder gegen die Beine (*Acrididen*) gerieben werden. Desgleichen finden sich tympanale Gehörorgane: bei den *Locustiden* (Fig. 427) und vielen *Grylliden* an den Tibien der Vorderbeine, bei den *Acrididen* (Fig. 426) am ersten Bauchring. Eine ringförmige Verdickung im Chitin bildet einen Rahmen, in welchem ein dünnes Chitinhäutchen wie ein Trommelfell ausgespannt ist. Von innen

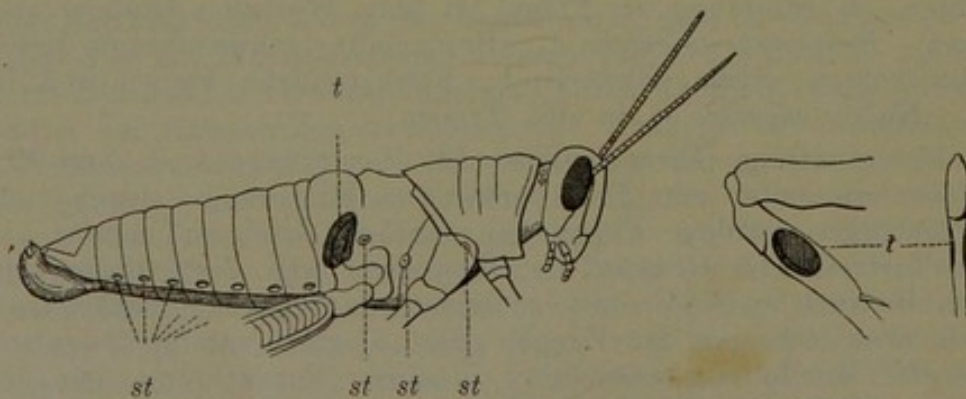


Fig. 426.

Fig. 427.

Fig. 426. Seitenansicht von *Acridium* nach Entfernung der Flügel. st Stigmen, t Tympanum. Fig. 427. Tibia des Vorderbeins einer *Locustide* in Seiten- und Vorderansicht mit Trommelfell (t) (aus Hatschek nach Fischer).

tritt eine Trachee an das Trommelfell heran und schwillt zu einer als Resonanzapparat fungirenden Blase an. Der Hörnerv bildet eine Crista acustica, die stets an die Tracheenblase angrenzt, bei den *Acrididen* sogar zwischen sie und das Trommelfell eingelagert ist. An der Fähigkeit der Tonproduction erkennt man die Männchen; die Weibchen sind noch leichter



zu erkennen an dem zur Eiablage dienenden, besonders bei *Locustiden* entwickelten Legebohrer (Fig. 425). Als Vertreter der 3 hierher gehörigen Familien sind zu nennen: für die langfühlerigen *Locustiden* oder Laubheuschrecken *Locusta viridissima* L., *Decticus verrucivorus* L., für die kurzfühlerigen *Acrididen* oder Feldheuschrecken ausser zahlreichen einheimischen Formen (*Oedipoda caerulescens* L., *Tettix subulata* L.) die Felder verheerende Wanderheuschrecke *Pachytylus migratorius* L., für die *Grylliden* oder Grabheuschrecken (Körper walzenförmig) die Feldgrille *Gryllus campestris* L. und das Heimchen *Gr. domesticus* L., *Gryllotalpa vulgaris* Latr., Maulwurfsgrille.

#### IV. Ordnung. Neuropteren, Netzflügler.

Die *Archipteren* besitzen eine Parallelgruppe in den *Neuropteren*, mit denen sie früher sogar vereinigt wurden. Die *Neuropteren* haben nicht nur die jenen zukommende Flügelstructur, sondern zeigen auch im gesammten Habitus vielfach mit ihnen eine grosse Aehnlichkeit, wie z. B. die *Ameisenlöwen* (Fig. 428) an die *Libellen*, die *Chrysopiden* an die *Perliden* erinnern. Die Neuropteren sind jedoch holometabol und besitzen ein Ruhestadium, wenn auch ihre freien Puppen kurz vor dem Ausschlüpfen des Insects eine nicht unbedeutende Fähigkeit zur Ortsveränderung entfalten. Die Mundgliedmaassen sind zwar noch kauend, zeigen aber bei den *Planipennien* eine an die Käfer erinnernde Vereinfachung der Unterlippe, deren Laden verschmolzen sind. Bei den gewöhnlich als eine selbständige Ordnung angesehenen *Trichopteren* geht die Vereinfachung der Mundgliedmaassen noch weiter, indem Unterlippe und Kiefer ähnlich wie bei den Schmetterlingen eine Art Rüssel erzeugen.

I. Unterordnung. *Planipennien*. Am bekanntesten sind die *Myrmeleoniden*, welche als Larven auf Insecten, besonders Ameisen Jagd machen und so den Namen „Ameisenlöwen“ veranlasst haben. Die mit langen, zangenartigen Mandibeln versehenen Larven (Fig. 428 2) bauen im Sand einen Trichter und vergraben sich am Grund desselben, so dass nur die Kiefer hervorragen, welche Insecten, die den Abhang der Fallgrube her-



Fig. 428. *Myrmeleo formicarius*. 1 Imago, 2 Larve, 3 Puppe in ihrer Wiege (aus Schmarda).



Fig. 429. *Phryganea grandis* (aus Schmarda).

untergleiten, packen und tödten. *Myrmeleo formicarius* L., *Ascalaphus italicus* Fabr. Anderen Familien gehören an *Chrysopa perla* L., *Panorpa communis* L., Scorpionfliege, *Sialis lutaria* L., *Rhaphidia ophiopsis* Schum., Kameelhalsfliege.



II. Unterordnung. *Trichopteren*. Die nur durch die *Phryganiden* (Fig. 429) vertretene Gruppe ähnelt den Schmetterlingen erstens, indem die Kiefer zu einem, wenn auch kurzen, Saugrüssel vereint sind, zweitens, indem die Flügel mit schuppenartigen Haaren bedeckt und daher wie Mottenflügel gezeichnet sind. Die Larven leben im Wasser, athmen durch büschelförmige Kiemen und bauen sich durch Zusammenkitten von allerhand Fremdkörpern ein Ge-

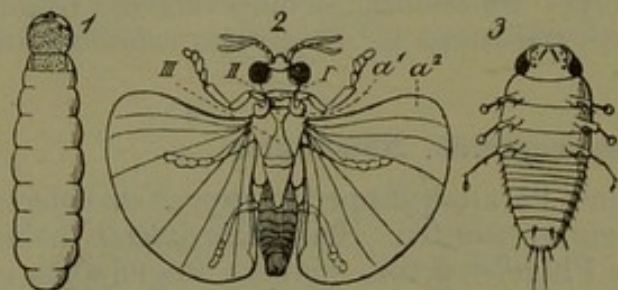


Fig. 430. *Xenos Rossii* (nach Boas). 1 Weibchen, 2 Männchen, 3 Larve, I, II, III die Thoraxsegmente,  $a^1$  rudimentärer erster,  $a^2$  wohlentwickelter zweiter Flügel.

häuse, aus dem sie zum Zwecke der Fortbewegung nur mit Kopf, Thorax und Beinen herauskommen. Die Verpuppung vollzieht sich im Gehäuse. *Phryganea grandis* L., *Hydropsyche variabilis* Pictet.

Anhangsweise seien hier die höchst merkwürdig gebauten **Strepsipteren** erwähnt, Parasiten, die auf Hymenopteren wohnen und nur eine Familie bilden, die *Stylopiden*. Die lebhaft springenden sechsbeinigen Larven

(Fig. 430 3) dringen zwischen die Bauchschielen von Bienen und Wespen ein und verpuppen sich hier. Aus der Puppenhaut schlüpft nur das pfeilschnell fliegende Männchen (2) aus, das einigermaassen an Käfer erinnert, da es Rudimente von Vorderflügeln, dafür um so kräftigere Hinterflügel und einen entsprechend langen Metathorax hat. Das flügel- und beinlose, madenartige Weibchen (1) verbleibt in der Puppenhülle und wird hier befruchtet; es ist lebendig gebärend. Eine mit einer Strepsiptere behaftete Biene oder Wespe heisst stylopisirt. *Stylops melittae* Kirby. *Xenos Rossii* Kirby.

## V. Ordnung. Coleopteren, Käfer.

Die Käfer beschliessen den Kreis der Insecten mit kauenden Mundgliedmaassen, unter denen sie den *Orthopteren* am meisten verwandt sind. Wie diese besitzen sie kräftige Mandibeln und wohlentwickelte Maxillen mit Aussen- und Innenlade (letztere oft zweigliedrig, tasterartig, Fig. 431); dagegen ist ihre Unterlippe vereinfacht: ein gewöhnlich als Mentum bezeichnetes Submentum, hinter welches sich das rudimentäre Mentum mit seinen Palpen, Paraglossen und oft zur Ligula verschmolzenen Glossen zurückzieht. (In der Gattung *Nemognatha* sind ausnahmsweise die Aussenladen der Maxillen zu Saugorganen umgebildet.) Ein zweiter, die Käfer von den Orthopteren trennender Charakter ist die holometabole Entwicklung, in deren Verlauf stets typische freie Puppen auftreten, während die Larven je nach der Lebensweise eine grosse Mannichfaltigkeit der Gestalt zeigen (Fig. 418). Was aber am meisten den Thieren ein leicht kenntliches Gepräge verleiht, ist die Beschaffenheit der Flügel. Die an ihrer Basis durch ein Scutellum getrennten Vorderflügel sind harte, zum Flug ungeeignete Elytren; unter ihren Schutz werden die zarten, mehrfach gefalteten Hinterflügel, die eigentlichen Flugorgane, geborgen, welche bei Käfern mit verwachsenen Elytren fehlen. Indem nun von den Elytren zugleich die zwei hinteren Thoraxringe und fast sämtliche Bauchringe bedeckt



werden, erhalten die Ringe auf ihrer Rückseite eine gleichartige, weichhäutige Beschaffenheit. So wird äusserlich eine Dreitheilung des Käferkörpers vorgetäuscht (Fig. 431), welche mit der den Insecten charakteristischen Sonderung in Kopf, Thorax und Abdomen nicht zusammenfällt, eine Sonderung in: 1) Kopf, 2) einen ansehnlichen Prothorax, 3) einen dritten Abschnitt, welcher vermöge der Flügelbedeckung einheitlich erscheint, thatsächlich aber dem Meso- und Metathorax + Abdomen entspricht.

Fig. 431.



Fig. 432.



Fig. 433.

Fig. 431. *Calosoma sycophanta* (nach Leunis-Ludwig).Fig. 432. Maxille von *Procrustes coriaceus*. *c* Cardo, *st* Stipes, *le*, *li* Lobus externus und L. internus, *pm* Palpus maxillaris.Fig. 433. Tarsusformen, *a* pentamere von *Dytiscus marginatus*, *b* cryptotetramere von *Coccinella septempunctata*, *t* Tibia, \* reducirtes Tarsalglied.

Um die zahlreichen, etwa 100 000 verschiedene Arten enthaltenden Familien in übersichtlicher Weise anzuordnen, hat man 4 Unterordnungen aufgestellt und nach der verschiedenen Beschaffenheit des Tarsus charakterisirt. Derselbe besteht bei den *Pentameren* aus 5 Gliedern, einem keulenförmigen, die Klauen tragenden Endglied und 4 herzförmig ausgeschnittenen, an die Tibia anschliessenden Stücken (Fig. 433). Während das Klauenglied überall constant bleibt, erfahren die vorhergehenden Glieder bei vielen Käfern eine Rückbildung: bei den *Tetrameren* wird das vorletzte Glied rudimentär, bei den *Trimeren* wird von den zwei vorletzten das eine rudimentär, das andere schwindet ganz (Fig. 433 *b*). Da man früher die rudimentären, bei gewöhnlicher Lage des Tarsus von der Umgebung verdeckten Stücke ganz übersah, zählte man nur 4, resp. 3 Tarsalglieder und kam so zu den Namen *Tetrameren* und *Trimeren*, welche besser *Cryptopentameren* oder *Pseudotetrameren* und *Cryptotetramern* oder *Pseudotrimeren* heissen sollten. Die Bezeichnung „*Heteromeren*“ für die IV. Unterordnung endlich bedeutet, dass der Tarsus des dritten Beinpaares von den vorhergehenden fünfgliedrigen abweicht, indem er pseudotetramer ist.

I. Unterordnung. *Pentameren*. Diese umfangreichste Gruppe enthält die Lauf- und Sandkäfer, *Carabiden* (*Calosoma sycophanta* L. [Fig. 433], *Cicindela campestris* L.), die Wasserkäfer, *Hydrophiliden* und *Dytisciden*, die *Lamellicornier* (*Lucanus cervus* L., Hirschkäfer, *Geotrupes stercorarius* L., Mistkäfer, *Melolontha vulgaris* L., Maikäfer, *Dynastes hercules* L.), *Malaco-*



dermen (*Lampyris noctiluca* L., Leuchtwürmchen), *Staphyliniden*, *Elateriden* (*Pyrophorus noctilucus* L., stark leuchtend) etc.

II. Unterordnung. *Heteromeren*. Von den wenigen hierher zu rechnenden Familien sind am bekanntesten die Familien der *Meloiden*, weil ihr Blut ein scharfes Secret (Cantharidin) enthält, welches Grund ist, dass die getrockneten und zerstampften Körper der *Lytta vesicatoria* L. (Cantharide oder spanische Fliege) zur Bereitung von Blasenpflastern benutzt werden können. *Meloë proscarabaeus* L., *Tenebrioniden* (*Tenebrio molitor* L., Larve als Mehlwurm bekannt).

III. Unterordnung. *Tetrameren* (*Cryptopentameren*). Vier sehr artenreiche Familien machen die III. Unterordnung aus, alle 4 als Pflanzenfeinde von grosser Wichtigkeit. Die durch lange Fühler ausgezeichneten Bockkäfer, *Cerambyciden*, werden durch ihre im Holz bohrenden Larven den Waldungen schädlich (*Cerambyx heros* L., *Aromia moschata* L.). Noch verheerender wirken die *Bostrychiden*, da Larven und geschlechtsreife Thiere im Baste bohren, wo sie Figuren erzeugen, welche an Lettern erinnern (*Bostrychus typographus* L., *Hylurgus piniperda* L.). Durch das Abfressen der Blätter schaden den Pflanzen die *Chrysomelinen* (*Doryphora decemlineata* Say, der Coloradokäfer an Kartoffeln, *Donacia sericea* L.). Die Früchte endlich leiden durch den Stich der *Curculioniden*, Rüsselkäfer, welche mit ihrem rüsselartig ausgezogenen vorderen Körperende Nüsse (*Balaninus nucum* L.), Aepfel (*Rhynchites Bacchus* L.) etc. anstechen und in die Canäle ihre Eier legen, aus denen die Larven auskriechen, um die Frucht aufzufressen.

IV. Unterordnung. *Trimeren*. Aus dieser kleinsten Hauptabtheilung der Käfer sind am bekanntesten die *Coccinelliden* oder Marienkäferchen, *Coccinella septempunctata* L., deren Larven durch die Jagd auf Blattläuse nützlich sind.

## VI. Ordnung. Hymenopteren.

Die *Hymenopteren*, zu denen als bekannteste Formen die *Bienen*, *Wespen*, *Ameisen* etc. gehören, haben der Mehrzahl nach kräftige, zum Kauen geeignete Kiefer, an denen sich aber vielfach schon Merkmale erkennen lassen, welche zu den leckenden Mundgliedmaassen überleiten: Streckung von Maxillen und Unterlippe, Verschmelzung der inneren Lippenladen zur Glossa. Eine Minderheit der Hymenopteren ist mit vollkommen ausgebildeten Saugorganen ausgerüstet. Bei *Bienen* und *Hummeln* (Fig. 407) ist die Glossa eine lang ausgezogene Rinne, deren Ränder umgebogen und fast zu einer Röhre geschlossen sind; sie steckt in einem Futteral, welches von den stark verlängerten Labialtastern und den Laden der Maxillen gebildet wird; nur die Mandibeln sind hier noch wie bei allen Hymenopteren kräftige Beisszangen.

Da die Beschaffenheit der Mundgliedmaassen wechselt, ist bei der Systematik grösserer Werth auf Körpergliederung und Flügelstructur zu legen. Die Flügel sind häutig, d. h. sie sind zarte, von wenigen Adern durchzogene Membranen (Fig. 434); sie wirken beim Flug durchaus wie ein einziges Paar, indem meist die Vorderflügel mit den Hinterflügeln durch hakenartige Haftborsten fest verbunden sind. Da jene wesentlich grösser sind als diese, übertrifft auch der zugehörige Mesothorax an Ausbildung die beiden anderen Thoraxringe, welche — besonders der Prothorax — als kleine Stücke den Anschluss an den kräftigen Mesothorax suchen. An den Thorax



schliesst sich ferner das erste Abdominalsegment an, bei den *Entophagen* und *Aculeaten* so innig, dass es wie ein Theil des Thorax aussieht. Die tiefe Kerbe, welche dann Abdomen und Thorax trennt (Wespentaille), schneidet zwischen 1. und 2. Abdominalsegment ein. Ist letzteres (Petiolus) lang ausgezogen, so resultirt das gestielte Abdomen.

Weibliche und männliche Thiere sind leicht an der Genitalbewaffnung zu unterscheiden. Dieselbe ist beim Weibchen der auf S. 419 schon geschilderte Anhang, der entweder als Legebohrer, *Terebra*, benutzt wird und dann meist über das hintere Körperende hervorragt (Fig. 434), oder als Angriffswaffe, Stachel oder *Aculeus*, dient und dann stets in der Ruhe in den Körper zurückgezogen wird. Der *Aculeus*, der naturgemäss dem Männchen fehlen muss, steht mit Giftdrüsen in Verbindung, in deren Secret nicht, wie man früher annahm, die Ameisensäure, sondern eine noch nicht näher bekannte basische Substanz Ursache der giftigen Wirkung ist.

Die Unterschiede von *Terebra* und *Aculeus* liefern systematisch gut verwertbare Merkmale; von weiterer systematischer Bedeutung ist die Entwicklung, welche eine holometabole ist. Zwar sind die Puppen überall im Wesentlichen gleich (*P. liberae*), dagegen kennt man zweierlei Larvenformen. Einige Hymenopteren haben Larven mit wohlentwickelten Beinen, vielfach sogar Raupen von lebhaft grüner Färbung, die sich von Schmetterlingsraupen nur durch die grosse Zahl der Afterfüsse unterscheiden; andere Hymenopteren besitzen fusslose Maden (Fig. 56). Raupen finden sich, wo sich die Larve selbst ihr Futter suchen muss, Maden dagegen, wo die Larve im Uebermaass von Nahrung aufwächst, sei es dass sie dieselbe von den Imagines zugetragen bekommt, sei es dass sie parasitisch lebt. Auf Grund der Unterschiede, welche die Larven und die Anhänge des weiblichen Abdomens bieten, kann man 3 Unterordnungen aufstellen:

I. Unterordnung. *Terebrantien*. Weibchen mit Legeröhre, Larven raupenartig oder doch wenigstens mit Thoracalfüssen versehen. Die Eier werden an Blätter oder an Holz abgelegt, wobei es gewöhnlich nicht zur Gallenbildung kommt. Die Larve bedarf daher, um sich zu ernähren, der Ortsbewegung. Die *Tenthrediniden*-Larven (Blattwespen) fressen wie Schmetterlingsraupen Blätter und sehen ihnen daher auch ähnlich (*Lophyrus pini* L. auf Fichten); die *Uroceriden*-Larven (Holzwespen) bohren im Holz und haben wie alle im Dunkeln lebenden Larven weissliche Farbe. *Sirex gigas* L. (Fig. 434).

II. Unterordnung. *Entophagen*. Weibchen ebenfalls noch mit einer Legeröhre versehen, Larven dagegen madenartig, ohne Beine, parasitisch in Gallen oder in Thieren. Die *Entophagen* benutzen zum Theil ihre Legeröhre, um ihre Eier in Blätter, Wurzeln oder Stengel von Pflanzen einzubohren; es entstehen dann Gallen, krankhafte Auswüchse, von denen sich die ausschlüpfenden Larven ernähren. Zum Theil impfen sie mit der Legeröhre anderen Insecten und Insectenlarven ihre Eier ein oder kleben



Fig. 434. *Sirex gigas* (nach Taschenberg).



sie ihnen äusserlich an. Die ausschlüpfenden jungen Thiere fressen das Innere ihres Wirthes aus und verursachen dessen Tod, der bei vielen Insectenlarven schon vor Beendigung der Metamorphose eintritt. Gallen erzeugende Hymenopteren sind die *Cynipiden* (*Cynips gallae tinctoriae* Oliv. ist die Ursache zur Bildung der zur Tintenfabrication dienenden Gall-äpfel, *Rhodites rosae* L. Ursache des Rosenkönigs). Bei vielen *gallicolen Entophagen* findet sich Heterogonie, indem durch verschiedenen Bau und verschiedene Form der Gallen unterschiedene geschlechtliche und parthenogenetische (agame) Generationen mit einander alterniren. So erzeugt die geschlechtliche Generation *Teras terminalis* an jungen Eichentrieben schwammige Gallen, die dazu gehörige agame Generation *Biorhiza aptera* Wurzelgallen. Als Insectenfeinde sind von grosser Bedeutung die *Ichneumoniden* (*Pimpla instigator* Fabr.), und *Braconiden* (*Microgaster glomeratus* L.), indem sie oft der Ausbreitung von verheerenden Insecten (wie der Nonnen, der Kohlweisslinge) ein Ziel setzen.

III. Unterordnung. *Aculeaten*. Weibchen mit Stachel, Larven madenartig. — Der Stachel dient zum Angriff und zur Vertheidigung, beides im Interesse der jungen Brut, welche hilflos ohne Extremitäten auf das ihnen zugetragene Futter angewiesen ist. Die Grabwespen, *Fossorien* (*Sphex maxillosa* Fabr.), bauen in der Erde tönnchenartige Behälter, in welche sie die Eier legen. In die Behälter tragen sie zur Nahrung andere Insecten hinein, welche sie durch einen Stich in das Bauchmark lähmen oder tödten. Die gleiche Brutversorgung findet sich noch bei manchen Wespen (Gattung *Eumenes*). Bei den meisten Wespen und Bienen, *Vesparien* (Diplopteren) und *Apiarien*, dagegen herrschen andere Verhältnisse; es werden kunstvollere Bauten errichtet aus gekautem Holz (Wespen), oder aus zurecht geschnittenen Blättern, Erde etc., oder aus Wachsblättchen, welche die Thiere zwischen den Abdominalschienen selbst ausscheiden (Bienen). Die Behälter, welche die junge Brut mit ihrer Nahrung beherbergen sollen, sind entweder einzelne Tönnchen oder hexagonale Zellen, welche zu horizontal oder senkrecht stehenden Waben vereint sind. Da zur Nahrung vegetabilische Substanzen, wie Honig, Blütenstaub, gekaute Früchte, dienen, ist nunmehr die einzige

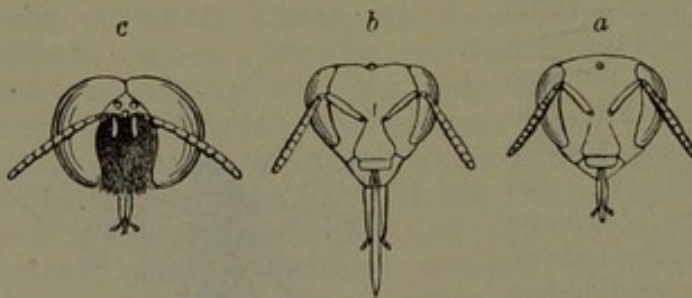


Fig. 435. Köpfe von *Apis mellifica*. a Königin, b Arbeiterin, c Drohne mit grossen, median zusammenstossenden Facettenaugen (nach Boas).

Aufgabe des Stachels die Abwehr der Feinde. Der Umstand, dass die Nachkommenschaft besser geschützt ist, wenn zahlreiche Individuen sich zu gemeinsamem Kampf vereinigen, hat wahrscheinlich die bei Hummeln, Wespen und Bienen zu verschiedengradiger Vollkommenheit gediehene Staatenbildung veranlasst.

Das Bienenvolk (*Apis mellifica* L.), welches in einem gemeinsamen Stock lebt, besteht aus dreierlei, durch verschiedenen Bau des Kopfs und anderweitige Merkmale unterschiedenen Individuen (Fig. 435): einer Königin, einigen Hundert Drohnen, den männlichen Bienen, und etwa 10 000 Arbeitsbienen. Letztere sind Weibchen und als solche mit dem Stachel versehen; sie haben aber functionsunfähige, rudimentäre Geschlechtsorgane und nur die Aufgabe, den Stock zu bauen, zu vertheidigen und in ihm Futter für den Winter und zur Aufzucht der



Brut zu sammeln. Das Geschäft des Eierlegens bleibt der Königin vorbehalten, welche nur einmal beim Beginne ihres Regiments begattet wird, wenn sie sich mit den Drohnen auf den Hochzeitsflug begeben hat; für ihre vierjährige Lebensdauer bewahrt sie das Sperma im Receptaculum seminis. Je nachdem aus demselben die Eier bei der Ablage mit Sperma versehen werden oder nicht, entwickeln sie sich zu weiblichen oder männlichen Bienen. Eine Königin, die nicht befruchtet wurde oder ihr Receptaculum völlig entleert hat, ist „drohnenbrütig“; sie kann nur Drohneneier produciren. Das weitere Schicksal der befruchteten Eier hängt von der Ernährung der Larven ab; sie werden bei spärlicher Kost zu Arbeiterinnen, zu Königinnen dagegen, wenn sie in besonders grossen Zellen (Weiselwiegen) abgelegt und demgemäss auch mit reichlicherem und besserem Futter versehen werden. Schlüpft aus einer Weiselwiege eine junge Königin aus, so verlässt die vorhandene Königin mit einem Theil des Volkes (Vorschwarm) den Stock, um einen neuen Staat zu gründen. Das kann sich noch ein-, auch noch zweimal wiederholen (Nachschwärme), wenn genug Bienenvolk vorhanden ist, anderenfalls wird eine übermässige Verkleinerung des Arbeiterbestandes durch Tödten der noch nicht ausgeschlüpften Königinnen verhindert. — Die Staaten unserer Wespen und Hummeln sind einjährig und werden in jedem Frühjahr durch ein überwintertes befruchtetes Weibchen neu gegründet.

Noch vorgeschrittener in der Staatenbildung als die Bienen sind die Ameisen, *Formicarien*, welche sich von den übrigen Hymenopteren am meisten entfernen, indem die Flügel bei einem Theil, den Arbeitern (selten auch den Geschlechtsthieren), verloren gehen und der Stachel rudimentär wird oder ganz schwindet. Nur wenige Ameisen (*Ponerinen*) stechen wie Bienen und Wespen; die meisten beissen und spritzen das Secret (Ameisensäure) der Giftdrüse, welche trotz Rückbildung des Stachels erhalten bleibt, in die Wunde. Die Bauten der Ameisen sind weniger kunstvoll als die der Bienen, ihre staatlichen Einrichtungen häufig complicirter. Man unterscheidet ungeflügelte Arbeiter (rudimentäre Weibchen mit Flügelanlagen im Larvenleben, welche bei der Verpuppung verloren gehen), häufig sogar verschiedene Formen derselben (grossköpfige Soldaten und kleinköpfige Arbeiter, „Honigtöpfe“ von *Myrmecocystis*), und geflügelte Geschlechtsthier, die sich auf dem Hochzeitsflug begatten. Die begatteten Weibchen (Königinnen) kehren nach Verlust der Flügel in den Stock zurück. Meist stehen mit den Ameisenstaaten anderweitige Insecten (*Myrmecophilen*) in Verbindung, wie die *Aphiden*, welche wegen des von ihnen bereiteten Honigs gepflegt werden. Viele Ameisen ziehen die geraubten Puppen anderer Arten auf und benutzen die auskriechenden Imagines als Sklaven. *Polyergus rufescens* Latr. ist sogar auf diese Sklaverei angewiesen, da sie von den Sklaven gefüttert wird und ohne sie verhungert. Sehr interessant sind die Ameisen durch ihre planmässig unternommenen Kriegszüge (*Ecitons*: *E. legionis* Bates), durch ihre Beziehungen zu Pflanzen, denen einige Arten (*Atta cephalotes* Fab., „Blattschneiderameisen“) die Blätter rauben, während andere (*Axteca instabilis* Smith) sie wieder gegen die Angreifer vertheidigen. Den vertheidigenden Ameisen bietet die schutzbedürftige Pflanze meist Zufluchtsstätten in Hohlräumen der Internodien oder der Stacheln, welche sich durch besondere Mündungen, die Ausfallthore der Vertheidiger, nach aussen öffnen. Die Blattschneiderameisen zerkauen die geraubten Blätter, um auf dem so gewonnenen Material in unterirdischen Gallerien Pilze zu züchten, von denen sie leben.



## VII. Ordnung. Rhynchoten, Schnabelkerfe.

Die *Rhynchoten* sind in ihrem äusseren Habitus am ähnlichsten den *Orthopteren* und *Archipteren*. Aehnlich ist die Art, wie Kopf, Thorax und Abdomen an einander gefügt sind, ähnlich die hemimetabole Entwicklung, die bei Rückbildung der Flügel zur ametabolen wird. *Rhynchoten* mit starren, lederartigen Flügeln, wie die *Cicaden*, können daher von unerfahrenen Beobachtern leicht mit Heuschrecken verwechselt werden, während andere Arten, wie die *Aphiden*, durch die zarte Structur und die Gleichartigkeit ihrer Flügel an *Archipteren* erinnern. Unterscheidend sind in allen Fällen die zu einem Stechrüssel umgewandelten Mundgliedmaassen. Die Unterlage des Rüssels ist eine meist viergliedrige, von der Unterlippe gebildete Rinne, deren Spalt durch die Oberlippe geschlossen wird, während im Innern Mandibeln und Maxillen — letztere noch zu einem besonderen Saugrohr vereint — als 4 Stechborsten liegen. Nach der Ausbildung der Flügel sind leicht 3 Unterordnungen zu unterscheiden.

I. Unterordnung. *Hemipteren* (*Heteropteren*), Wanzen. Die Wanzen (Fig. 436) besitzen eine nur ihnen zukommende Beschaffenheit der Vorderflügel; dieselben sind Hemielytren, d. h. sie sind lederartig an der Basis, weich und elastisch an der Spitze. Zwischen den Hemielytren liegt



Fig. 436. *Pentatoma rufipes*. a mit ausgebreiteten, b mit geschlossenen Flügeln, s Scutellum (aus Hajek).

ein ansehnliches Scutellum (s), ein dreieckiges Stück, welches bei Schildwanzen den Rücken mehr oder minder vollkommen deckt. Da nun Scutellum wie Hemielytren, wenn auch selten, rückgebildet sein können, muss als weiteres, weit verbreitetes Merkmal der Stinkapparat erwähnt werden, ein Drüsenapparat, welcher den Wanzen ihren meist widerlichen Geruch verleiht und ventral am Metathorax (bei Larven dorsal am Abdomen)

mündet. Nach dem Aufenthaltsort gruppirt man die zahlreichen Familien in die Wasser- und Landwanzen, *Hydrocores* und *Geocores*. Zu den ersteren gehören die äusserst schmerzhaft stechenden, grossen Scorpionwanzen, *Nepiden* (*Nepa cinerea* L., *Ranatra linearis* L., *Notonecta glauca* L.), zu letzteren die Schild- oder Baumwanzen *Pentatomiden* (*P. rufipes* L. [Fig. 436]) und die Hautwanzen *Membranaceen*. Die bekannteste Hautwanze (der Name bezieht sich auf die Abplattung des Körpers) ist die Bettwanze *Acanthia* (*Cimex*) *lectularia* L. Auf der Oberfläche von Teichen etc. leben die *Hydrodromici* (*Hydrometra lacustris* L.).

II. Unterordnung. *Homopteren*. Die Vorder- und Hinterflügel der Homopteren sind, sofern nicht ein oder beide Paare rückgebildet sind, von gleichartiger Structur, wenn auch nicht immer von gleicher Grösse; entweder sind sie ähnlich den Flügeln der Heuschrecken, pergamentartig: *Cicadarien*, oder sie sind wie bei manchen Neuropteren äusserst zart: *Phytophthiren*. — Zu den *Cicadarien* gehört vor Allem die Familie der *Stridulantien*, welche im männlichen Geschlecht laut schallende Tonapparate besitzen (von einem Deckel geschützte Trommelfelle am Abdomen, die durch Muskeln in Schwingungen versetzt werden). *Cicada plebeja* Scop., die Singcicade Südeuropas: *Cicada orni* L. (Fig. 437), bewirkt durch ihren Stich



an Eschen den Ausfluss von Manna. Eine weitere Familie hat einen an eine Laterne erinnernden, jedoch nicht leuchtenden Aufsatz: *Fulgorinen* (*Fulgora laternaria* L.). — Die *Phytophthiren* (Fig. 439) sind den Pflanzen schädlich, deren Blätter, Stämme und Wurzeln sie anstechen, wobei häufig Gallen entstehen. Man kennt 2 Familien, *Cocciden* und *Aphiden*. Bei den *Cocciden* oder Schildläusen sterben die flügellosen Weibchen nach der Eiablage ab und decken die Eier mit ihrem Körper, der zuvor auf seiner Oberfläche eine zu einem Schild erhärtende Wachsmasse ausgeschieden hat; sie produciren vielfach Farbstoffe von grosser Beständigkeit. Bei den mit Flügeln ausgerüsteten Männchen kann eine vollkommene Metamorphose eintreten. *Coccus cacti* L., Cochenillelaus, *Coccus lacca* Fabr. auf *Ficus religiosa*; erstere liefert das Rohproduct für den Carmin, letztere den Schellack. *Aspidiotus perniciosus* Comst., St. José-Schildlaus, Obst- und anderen Bäumen gefährlich. Die *Aphiden* oder Blattläuse sind weichhäutig, bilden durch ihre klebrigen, Honig enthaltenden Excremente auf Blättern ein günstiges Substrat für Pilzwucherungen (schädlicher Mehlthau). Die vorwiegend parthenogenetische Fortpflanzung ist Ursache einer enormen Vermehrung, die lange Zeit localisirt bleibt, da die meisten (häufig viviparen) Weibchen flügellos sind. Zeitweilig auftretende geflügelte Weibchen führen dann zur weiten Ausbreitung (Fig. 439 1). Im Herbst erscheinen Männchen; die von ihnen befruchteten Eier überwintern. *Aphis rosae* L. Die besondere Unterfamilie der *Chermesiden* oder Rindenläuse, an Wurzeln und Stengeln saugend, ist berüchtigt durch die dem Weinstock so ver-



Fig. 437. *Cicada orni* (aus Schmarda).

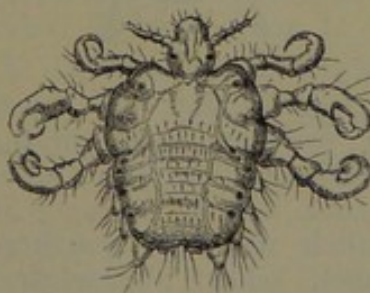


Fig. 438. *Phthirus inguinalis* (nach Leuckart).

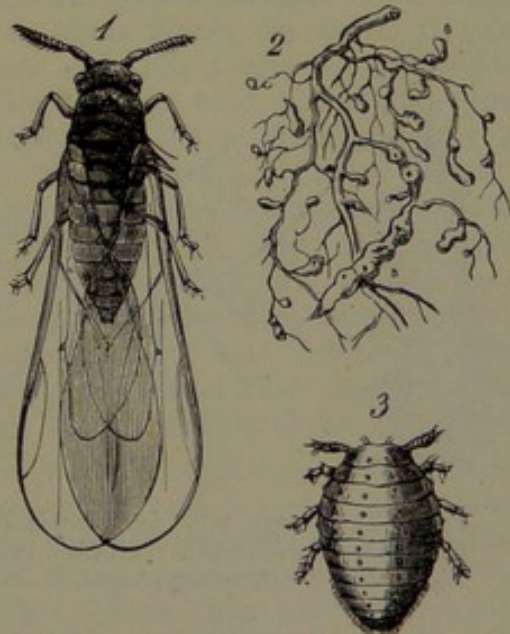


Fig. 439. *Phylloxera vastatrix*. 1 geflügelte Generation, 2 ein Stück Wurzel mit Nodositäten (a) von einem von *Phylloxera* befallenen Weinstock, 3 ungeflügelte Wurzelgeneration (aus Leunis-Ludwig).

derbliche Reblaus, *Phylloxera vastatrix* Pl. (Fig. 439). Bei manchen *Phytophthiren* scheint in Correlation zur geringen Körpergrösse das Herz rückgebildet zu sein.

III. Unterordnung. *Apteren*, Läuse, flügellose Thiere mit directer Entwicklung, bekannt durch die auf dem Menschen schmarotzenden *Pedi-*



*culiden*, welche mit ihrem Rüssel Blut saugen. Die auffallend grossen Eier (Nissen) werden an die Haare angeklebt. *Pediculus capitis* de Geer und *P. vestimentorum* Burm. mit langgestrecktem Abdomen, letzterer bei enormer Vermehrung Ursache der Phthiriasis oder Läuse suchts. *Phthirus inguinalis* L., (*pubis* Redi) mit gedrungenem Abdomen (Fig. 438).

### VIII. Ordnung. Dipteren, Zweiflügler.

Mit den *Rhynchoten* werden die *Dipteren* von manchen Zoologen als Pungentien, d. h. Insecten mit stechenden Mundtheilen vereinigt. In der That ist eine Aehnlichkeit der Mundgliedmaassen nicht zu verkennen, da die Unterlippe gemeinsam mit der Oberlippe einen Rüssel (Haustellum) bildet, in welchem Mandibeln, Maxillen und ein Fortsatz der Unterlippe, der Hypopharynx, als Stilets eingeschlossen liegen. Im Einzelnen sind jedoch manche Unterschiede vorhanden, wie z. B. dass die Maxillen wohl entwickelte Taster tragen (Fig. 409), dass ferner zur Bildung des Saugrohrs Oberlippe und Hypopharynx zusammentreten. Mandibeln und Maxillen sind häufig rückgebildet (*Musciden*), besonders im männlichen Geschlecht. Zu diesen untergeordneten Differenzen kommen noch 3 sehr wichtige weitere Merkmale, die eine völlige Sonderung der Dipteren nöthig machen (Fig. 441, 442): 1) Von den Flügeln ist nur das vordere Paar gut entwickelt, das zweite ist von den Halteren ersetzt, kleinen, wie Paukenschlägel mit einer Anschwellung endenden Fortsätzen, welche durch ihren Reichthum an Nerven sich als Sinnesorgane zu erkennen geben und für die Erhaltung des Gleichgewichts

Fig. 440.



Fig. 441.

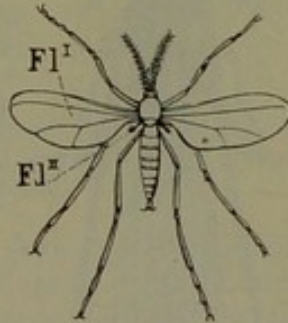


Fig. 442.

Fig. 440. Larve von *Anthomyia canicularis* (nach Leuckart).Fig. 441. *Cecidomyia*-Weibchen (nach Nitsche). *Fl*<sup>I</sup> Vorderflügel, *Fl*<sup>II</sup> Halteren.Fig. 442. *Gastrophilus equi*, *h* Halteren (aus Hajek).

beim Flug von Wichtigkeit sind. 2) Aehnlich wie bei Hymenopteren ist der Thorax ein gegen Kopf und Abdomen scharf abgesetztes einheitliches Stück, dessen 3 Ringe oft unter einander verschmolzen sind. 3) Die Entwicklung ist eine holometabole, in deren Verlauf zweierlei Larven und zweierlei Puppen auftreten. Die Larven sind stets fusslos, haben aber entweder einen besonderen Kopfabschnitt mit beissenden Mundgliedmaassen, oder sie sind kopflos und haben einen rudimentären Saugapparat (Fig. 440). Die Puppen sind in entsprechender Weise entweder freie Puppen mit grosser Beweglichkeit oder sie sind Tönnchenpuppen. Giebt uns somit die Entwicklungsgeschichte auffallende, systematisch gut verwertbare Merkmale an die



Hand, so werden dieselben wesentlich ergänzt durch Unterschiede in der Länge oder Kürze der Beine, der Fühler, des Rüssels und durch Unterschiede in der Körpergestalt.

I. Unterordnung. *Nemoceren*, Mücken. Die Thiere sind langgestreckt, mit langen, vielgliedrigen Fühlern, langem Rüssel, langen Beinen. Die Larven leben an feuchten Orten oder im Wasser, wo sie beim Mangel der Füße mittelst zuckender Körperbewegungen schwimmen und mit kräftigen Fresswerkzeugen Beute erjagen. Die freie Puppe kann ebenfalls ziemlich energisch im Wasser schwimmen. Die bekanntesten Mücken sind die unschädlichen *Tipuliden* (*Tipula gigantea* Schr.) und die empfindlich stechenden Schnaken oder Stechmücken, *Culiciden* (*Culex pipiens* L. und die die Malaria verbreitenden *Anopheles*-Arten). Durch ihre Pädogenese haben einige *Cecidomyiden* (Fig. 441) der Gattung *Miastor* das Interesse auf sich gelenkt (Fig. 416, S. 419).

II. Unterordnung. *Tanystomen*. In der gedrungenen Körpergestalt und den meist kurzen Fühlern und Beinen gleichen die Tanystomen den *Muscarien*, mit denen sie früher vereinigt wurden; sie unterscheiden sich von ihnen und nähern sich den *Nemoceren* durch den langen Rüssel und durch ihre Entwicklung. Larven und Puppen leben beweglich in Wasser oder feuchter Erde; erstere haben beissende Mundgliedmaassen. *Tabaniden*, Bremsen, *Tabanus bovinus* L. Die weiblichen Thiere verfolgen mit ihren schmerzhaften Stichen Rinder, Pferde und Menschen.

III. Unterordnung. *Muscarien* (*Brachyceren* nach Ausschluss der Tanystomen). Die „Fliegen“ haben einen gedrungenen Körper, kurze, dreigliedrige Fühler mit einer Borste (Arista), kurze Beine, die mit Haftlappen (Pulvillen) enden. Ihre kopflosen Larven leben in faulenden Substanzen oder parasitisch in anderen Thieren, die Puppen sind Tönnchenpuppen. *Musciden*: *Musca domestica* L. *Musca vomitoria* L., Schmeissfliege, legt die Eier an Leichen oder rohem Fleisch ab; *Tachina fera* L.: Larven leben in Schmetterlingsraupen; *Anthomyia canicularis* L.: die gewöhnlich auf faulenden pflanzlichen Stoffen lebende Larve (Fig. 440) kann im menschlichen Darm schmarotzen; *Sarcophaga carnaria* L. vivipar. *Oestriden*: die Larven leben stets parasitisch, z. B. in den Dasselbeulen des Rindes (*Hypoderma bovis* L.) oder in Geschwüren des Pferdemaßens (*Gastrophilus equi* Fab.) (Fig. 442). *Dermatobia noxialis* Goudot, in den Tropen häufig in der Haut des Menschen. *Syrphiden*: *Eristalis tenax* L., Larven mit langer Athemröhre, in Cloaken.

IV. Unterordnung. *Pupiparen*. Die sehr beweglichen Thiere leben parasitisch auf dem Körper von Säugethieren und Insecten und haben häufig ihre Flügel gänzlich eingebüsst. Die Larvenentwicklung verläuft im Uterus der Mutter, so dass die Larven kurz nach der Geburt sich verpuppen können. *Braula coeca* Nitzsche, Bienenlaus, ein sehr verbreiteter Parasit der Honigbiene.

#### IX. Ordnung. Aphanipteren, Flöhe.

Mit den Dipteren wurden trotz des Mangels der Flügel die *Aphanipteren* (*Siphonapteren*) oder Flöhe vereinigt, weil man mit Recht annahm, dass die Thiere von beflügelten Formen abstammen. Letzteres lässt sich aus der holometabolen Entwicklung schliessen, im Laufe deren lange, fusslose, in faulendem Holz oder Kehrlicht lebende Larven und freie Puppen auftreten, beide allerdings ohne Andeutung von Flügelrudimenten. Wichtige Einwände gegen die Vereinigung mit den



Dipteren ergeben sich jedoch aus der gleichförmigen Körpergliederung (Fig. 443) und dem Umstand, dass das Haustellum fehlt. Das Saug-



Fig. 443. *Pulex irritans* (aus Blanchard).

rohr wird von den Oberkiefern und Oberlippe gemeinsam gebildet, während die messerartigen Maxillen zum Einschneiden der Haut dienen. Ausser dem Menschenfloh *Pulex irritans* L. kennt man viele auf anderen Thieren schmarotzende Puliciden. Ein auch den Menschen befallender Parasit der Tropen ist der Sandfloh, *Sarco-psylla penetrans* L., dessen Weibchen sich mit dem vorderen Ende in die Finger- und Zehenhaut unter den Nägeln einbohrt und hier die Eier ablegt.

### X. Ordnung. Lepidopteren, Schmetterlinge.

Unter sämtlichen Insecten ist die Ordnung der *Lepidopteren* oder Schmetterlinge am schärfsten umschrieben. Die Flügel, welche in beiden Paaren gut entwickelt sind und nur selten, z. B. bei den Weibchen vieler *Psychiden*, fehlen, haben mehr oder minder lebhaft und prächtige Farben, indem sie mit Schuppen bedeckt sind, welche nichts Anderes sind als blattartig umgewandelte Haare. Häufig sind die Hinterflügel mit Borsten (Frenulum) an das Retinaculum der viel stärkeren Vorderflügel angefügt. Da der Mesothorax demgemäss sehr ansehnlich ist, fügen sich der kleine Pro- und Metathorax ihm an und bilden mit ihm einen besonders gegen den Kopf scharf gesonderten Körperabschnitt. Die Mundgliedmaassen (Fig. 408) haben eine höchst eigenthümliche, allerdings bei *Phryganiden* schon vorbereitete und andererseits bei *Microlepidopteren* noch nicht voll entwickelte Beschaffenheit, indem die Mandibeln rudimentär sind oder fehlen, die stark verlängerten Maxillen dagegen den einrollbaren Rüssel erzeugen. Kiefer- und Lippentaster sind vorhanden, erstere aber sehr viel kleiner als diese, manchmal ganz rückgebildet. Die Entwicklung ist holometabol; die Larven der Schmetterlinge, die Raupen (Fig. 420), haben kauende Mundgliedmaassen, besonders kräftige Mandibeln, endlich im Innern die Sericterien, ein Paar Drüsen, die gemeinsam an der Unterlippe münden und ein zu Seidenfäden erhärtendes Secret liefern. Meist sind ausser den 3 Thoracalbeinen 3—5 Pedes spurii vorhanden. Die Puppen sind gedeckt, selten frei (*Micropteryx*).

I. Unterordnung. *Microlepidopteren*, Motten. Kleine, meist unscheinbare Schmetterlinge, welche beim Sitzen die Flügel horizontal zusammenschlagen, die vorderen über die hinteren; Maxillartaster auffallend gross, Rüssel klein. *Tineiden*, Schaben: die Raupen bauen sich aus ihrem Futtermaterial eine Röhre, welche sie mit sich herumtragen. *Tinea pellionella* L., Kleider- und Pelzmotte; *Tortriciden*, Wickler; die Raupen wickeln Blätter zu einer Röhre zusammen. *Tortrix viridana* L. Die Larven mancher *Tortriciden* veranlassen die Wurmstichigkeit der Früchte (*Carpocapsa pomonella* L. in Äpfeln, *Graptolitha funebrana* L. in Zwetschen). Sehr primitive Formen sind die *Eriocephaliden* und die besonders durch ihre Puppen an *Trichopteren* erinnernden *Micropterygiden*.

II. Unterordnung. *Geometrinen*, Spinner. Schmetterlinge schlank, mit Flügeln, die durch Schnitt und Farbe an die Flügel der Tagsschmetterlinge erinnern, aber horizontal zusammengeschlagen werden; weitere Unter-



schiede sind die kleine Rollzunge und die borstenförmigen Fühler. Raupen mit nur 2, selten 3 Paar Afterfüssen, durch eigenthümliche Fortbewegung ausgezeichnet. *Geometra papilionaria* L. *Abraxas grossulariata* L.

III. Unterordnung. *Noctuinen*, Eulen. Schmetterlinge von gedrungenem Körperbau mit meist grauen, durch 2 Makeln und zickzackförmige Linien ausgezeichneten Vorderflügeln, welche in der Ruhe die manchmal lebhaft gefärbten Hinterflügel (Ordensbänder: *Catocala fraxini*, *C. nupta* L. etc.) decken. *Noctua pronuba* L.

IV. Unterordnung. *Bombycinen*, Spinner. Körper plump, wollig behaart, mit meist trübgefärbten, breiten, ab und zu im weiblichen Geschlecht (*Psyche*, *Orgyia*) fehlenden Flügeln, Rüssel häufig rudimentär, Fühler lang, gekämmt; Raupen haarig, durch stark entwickeltes Spinnvermögen ausgezeichnet. Technisch verwerthet werden die Cocons von *Bombyx mori* L. (vorwiegend in Europa), *Attacus polyphemus* (Nordamerika), *Saturnia Cynthia* (Japan und China). Grosse Verheerungen in Wäldern verursachen *Gastropacha pini* L., Kiefernspinner, *Ocneria monacha* L., Nonne, *Cnethocampa processionea* L., Processionsspinner. Die Larven der oft parthenogenetisch sich fortpflanzenden *Psychiden* bauen sich sackförmige, bei *Ps. helix* L. spiral gewundene Gehäuse.

V. Unterordnung. *Sphingiden*, Schwärmer. Der dicke, lange Körper trägt langgestreckte, schlanke Vorderflügel und kürzere Hinterflügel, Rüssel sehr lang, Fühler kurz; Raupen glatt mit Afterhorn. *Sphinx convolvuli* L., Windig, *Deilephila euphorbiae* L., *Acherontia atropos* L., Todtenkopf. Die *Sesien* ahmen Bienen, Wespen und Hornissen nach.

VI. Unterordnung. *Rhopaloceren*, Tagfalter (Fig. 11, 13). Körper schlank, Flügel beim Sitzen aufwärts geschlagen, damit die gewöhnlich dunklen Unterseiten die bunt gefärbten Oberseiten verdecken; Rüssel gut entwickelt, Fühler mit keulenförmigen Enden, Raupen meist dornig, Puppen nur mit einem Faden aufgehängt. Nicht selten überwintern die Imagines. *Vanessa urticae* L., Fuchs, *Pieris brassicae* L., Kohlweissling, *Doritis Apollo* L., *Papilio Machaon* L., Schwalbenschwanz.

## V. Classe.

### Arachnoideen, Spinnenthier.

Unter dem Namen Arachnoideen fasst man eine Anzahl grösserer und kleinerer Ordnungen zusammen, die sich um die Hauptabtheilung der Weberspinnen oder *Araneen* gruppieren. Letztere zeigen die Merkmale der Classe am schönsten entwickelt, während bei anderen Ordnungen, so namentlich den *Solpugen*, das Charakteristische erst in Entwicklung begriffen ist, bei dritten Formen, wie den *Milben* und *Zungenwürmern*, dagegen sich schon wieder verwischt hat. Bei der allgemeinen Besprechung werden wir uns daher an die *Araneen* und verwandte Formen zu halten haben (Fig. 444).

Körper-  
bildung.

Der Spinnenkörper ist durch eine deutliche, häufig sogar tief eingeschnittene Kerbe in den Cephalothorax und das Abdomen abgetheilt. Da das Abdomen keine Extremitäten trägt, kann die Zahl seiner Segmente nur dann, wenn die Grenzen noch erhalten sind, sicher bestimmt werden. In diesen Fällen, die im Allgemeinen selten sind, schwankt die Zahl zwischen 6—8 bei den *Phalangien* und 13 bei den ächten Scorpionen. Der Cephalothorax ist ein zusammenhängendes

Extremitäten.



Stück, das mindestens aus 6 Segmenten besteht, da es 6 Paar Extremitäten besitzt. 4 Paar Extremitäten werden zur Fortbewegung verwandt; sie sind sehr lang und aus 7 Gliedern zusammengesetzt, von denen das letzte 2 Klauen trägt. Wie für die Insecten die Sechszahl der Beine, so ist für die Arachnoideen die Achtzahl charakteristisch. — Vor den Beinen liegen 2 weitere Extremitätenpaare in der Umgebung des Mundes (Fig. 445): 1) die Kieferfühler (Cheliceren) und 2) die Kiefertaster (Pedi- oder Maxillipalpen). Die Kiefertaster sind langgestreckt und beinähnlich; ihr Basalglied (*l*) ist öfters zu einer Kaulade umgewandelt, die übrigen Glieder bilden den Palpus (*p*), der entweder ein Klauen- oder ein Scheerentaster ist. Beim Klauentaster ist das letzte Glied eine scharfe, einschlagbare Klaue; beim Scheerentaster ist es die bewegliche (im



Fig. 444. *Epeira diadema* (nach Taschenberg). *a* das Thier, *b* die Augen, vergrößert.

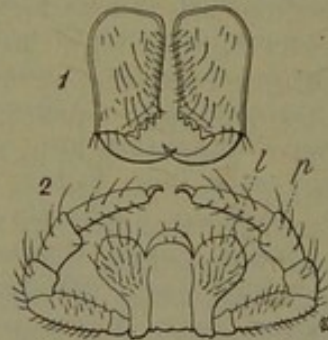


Fig. 445. Mundgliedmaassen von *Epeira diadema*, 1 Kieferfühler, 2 Kiefertaster, *l* Kaulade, *p* Palpus.

Gegensatz zu dem Flusskrebs) äussere Branche der Scheere, während die innere unbewegliche Branche durch einen Fortsatz des vorletzten Gliedes geliefert wird (Fig. 353). — Der kurze Kieferfühler besteht bei *Scorpionen*, *Bücherscorpionen*, *Solpugen* und *Schneiderspinnen* aus 3, sonst nur aus 2 Stücken, der Basis und der einschlagbaren Endklaue (Klauenfühler); bei manchen Arten wird er zum Scheerenfühler, wenn die Basis resp. das vorletzte Glied zu einer feststehenden Scheerenbranche auswächst. Die Endklaue der Kieferfühler wird beim Angriff dem Gegner in den Körper geschlagen und verursacht eine gefährliche Wunde, da in dem Klauenglied bei der überwiegenden Mehrzahl der Arachnoideen eine ansehnliche Giftdrüse mündet.

In der morphologischen Beurtheilung der Cheliceren gehen die Anschauungen der Zoologen auseinander, ob sie den Antennen oder den Mandibeln der Insecten und Myriapoden vergleichbar sind, mit anderen Worten, ob die Antenne gänzlich verloren gegangen ist oder ob sie als Chelicere nur eine vom Gewöhnlichen abweichende Function und Gestalt angenommen hat. Für die letztere Ansicht spricht, dass die Chelicere präoral liegt, vom oberen Schlundganglion innervirt wird und dass entwicklungsgeschichtlich weder eine Antenne noch ein Antennensegment nachgewiesen ist. Dagegen hat man wieder geltend gemacht, dass der Abschnitt des oberen Schlundganglions, welcher den Nerven an die Chelicere



abgiebt, selbständig hinter dem Mund entsteht und somit dem Bauchmark angehört, um erst später mit dem Hirn zu verschmelzen.

Da die *Arachnoideen* ihre Beute meist aussaugen, ist ihr Oesophagus zu einem Saugmagen erweitert. Der folgende Magen ist mit 3—5 oft bis in die Extremitäten eindringenden (bei *Scorpionen* fehlenden) Blindsäcken ausgerüstet. Auch der im Abdomen liegende Darm ist mit Blindsäcken versehen, deren reiche Verästelungen „Leber“ genannt werden. Der Enddarm ist oft zur Rectalblase erweitert. Vor der letzteren münden in den Darm die Vasa Malpighii, die wegen ihrer entodermalen Herkunft von den ektodermalen gleichnamigen Organen der *Insecten* scharf zu unterscheiden sind, wenn sie auch mit ihnen in der excretorischen Function übereinstimmen. Als Excretionsorgane werden ferner die Coxaldrüsen gedeutet, gewundene, den Segmentalorganen der Anneliden homologe Canäle, deren Tendenz zur Rückbildung sich darin ausdrückt, dass immer nur 1 Paar zur Ausbildung kommt und dieses oft seine Mündung an der Extremitätenbasis verliert.

Der Oesophagus ist stets von einem sehr engen Schlundring umfasst, der dorsal aus dem Hirn besteht, ventral aus einer grossen Ganglienmasse, in welcher mindestens alle Ganglienpaare des Cephalothorax, meist auch die des Abdomens enthalten sind (Fig. 356 D). Von den Sinnesorganen sind ausser den Tasthaaren nur noch die Augen gut bekannt, 2—12 mit grosser Linse, zelligem Glaskörper und einer ansehnlichen Retina ausgerüstete Stemmata (Fig. 357). Die grosse Zahl der Stäbchen in der Retina macht es wahrscheinlich, dass die Augen sehr gut functioniren. Auch das Gehör scheint gut entwickelt zu sein; wenigstens ist es bekannt, dass man Spinnen abrichten kann, auf bestimmte Melodien hin ihre Schlupfwinkel zu verlassen. Ob aber gewisse mit Nerven in Verbindung stehende Haare, die an verschiedenen Stellen der Taster und der Beine stehen, Sitz der Tonempfindung sind, wie man vermuthet hat, muss zweifelhaft erscheinen. Zweifelhaft ist auch die Function der „leierförmigen Sinnesorgane“, welche in der Haut des Rumpfes und der Extremitäten bei Repräsentanten der wichtigsten Gruppen gefunden worden sind.

Die Respirationsorgane zeigen eine auffallende Lage und geringe Zahl der Stigmen; man findet sie ventral im vorderen Abschnitt des Abdomens, seltener auch am Cephalothorax, 4 Paar, häufig sogar nur 2 oder 1 Paar. Man unterscheidet ausser den schon besprochenen Tracheenbüscheln, wie sie sonst bei Tracheaten vorkommen (Fig. 447), noch die für die Arachnoideen eigenthümlichen Fächertracheen oder Tracheenlungen. Eine Tracheenlung (Fig. 448) sitzt dem Stigma als rundlicher Körper auf, der aus zahlreichen Blättern besteht. Dieselben grenzen an einen durch das Stigma nach aussen mündenden Luftraum,

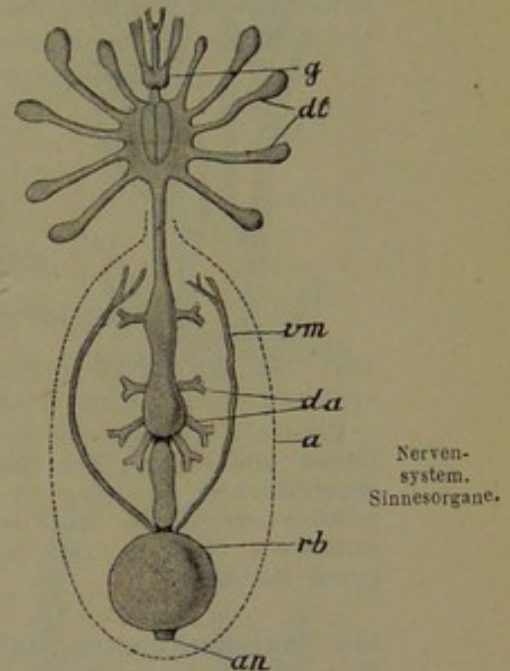


Fig. 446. Darm von *Ctenix caementaria* (aus Lang nach Dugès). *g* Gehirn, *dt* Darmblindsäcke, *da* Lebergänge, *rb* Rectalblase mit Vasa Malpighii (*vm*), *an* After, *a* Abdomen.

Respirationsorgane.



wie die Blätter eines Buches an den Rücken des Einbandes. Jedes Blatt enthält ein von Chitin ausgekleidetes, spaltförmiges, mit dem Luftraum des Stigma zusammenhängendes Lumen und lässt sich als eine platt ausgewalzte Tracheenröhre auffassen, so dass es leicht ist, die Tracheenlunge auf ein unverästeltes Tracheenbüschel zurückzuführen.

Wir kennen nun Arachnoideen, welche nur Tracheenbüschel, und andere, welche nur Tracheenlungen haben, dazu endlich Formen, bei

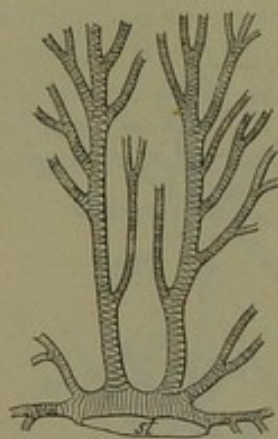


Fig. 447. Anfänge des linken und rechten Tracheenbüschels von *Anyphaena accentuata* mit unpaarem Stigma (st) (nach Bertkau).

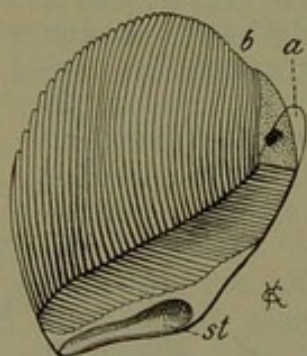


Fig. 448. Lunge von *Zilla cadophyla*. st Stigma, b Blätter der Lunge, a das zuletzt gebildete Blatt (nach Bertkau).

denen Tracheenlungen und Tracheenbüschel neben einander vorkommen. Dieses Vicariiren von Tracheenbüscheln und Tracheenlungen ist ein weiteres Zeichen, dass beide dieselben morphologischen Gebilde sind; es ist ferner für die Beschaffenheit der Circulationsorgane wichtig. Je mehr die Athmung durch Umbildung der Tracheenbüschel zu Lungen auf eng begrenzte Parteen des Abdomens localisirt wird, um so vollkommener ist das System von Blutgefässen, welches sich zum Herzen gesellt, am vollständigsten bei den ausschliesslich durch Lungen athmenden *Scorpionen*. — Das im Abdomen liegende Herz empfängt durch seitliche Spaltöffnungen das Blut aus dem Pericardialsinus, einem das Herz umgebenden Theil der Leibeshöhle, und giebt es durch eine hintere und vordere verästelte Hauptarterie, sowie durch seitliche paarige Gefässe an den Körper ab. Bei kleineren Formen, wie vielen *Milben*, oder bei Parasiten, wie den *Linguatuliden*, fehlt das Gefässsystem gänzlich; ebenso pflegt dann auch die Tracheenathmung durch Hautathmung ersetzt zu sein.

In Kürze sei hier einer Auffassung gedacht, welche in der Neuzeit wieder an Boden gewinnt: es sollen die Tracheenlungen der *Arachnoideen* nicht den Tracheen der *Insecten* entsprechen, sondern den in das Innere des Körpers verlagerten Kiemenblättern des *Limulus*. Die Tracheenbüschel der Spinnen seien durch Modification der Tracheenlungen entstanden und seien nicht homolog den Tracheen der *Insecten*. Zwischen *Insecten* und *Arachnoideen* bestehe keine Verwandtschaft (vergl. S. 453).

Geschlechtsorgane.

Die Geschlechtsorgane der nur ausnahmsweise hermaphroditen *Arachnoideen* sind sehr verschiedenartig, haben aber folgende Grundzüge gemein: paarige, im Abdomen eingeschlossene Geschlechtsdrüsen geben nach vorn paarige Ausführgänge ab, die sich gewöhnlich an der Basis des Abdomens zu einer unpaaren Mündung vereinen. Wenn die Geschlechtsdrüsen an ihrem hinteren Ende verbunden sind, so wird der ganze Geschlechtsapparat zu einem Ring geschlossen.

Die *Arachnoideen* sind eierlegend, selten lebendig gebärend (*Scorpione* und manche *Milben*); sie sorgen vielfach für ihre Eier und vertheidigen



sie gegen Angriffe. Die *Scorpione* dehnen diese Fürsorge sogar auf die ausgekrochenen Jungen aus, welche die Mutter auf ihrem Körper mit sich herumträgt. Selten, und auch dann nur bei den weniger charakteristischen Formen der Classe, wie den *Linguatuliden* und *Acarinen*, findet sich eine Art Metamorphose; dieselbe beschränkt sich darauf, dass zunächst nur 2 oder 3 Extremitäten angelegt werden, und dass die fehlenden erst später nachwachsen. — Nach der Beschaffenheit der Extremitäten und der Respirationsorgane, sowie nach der Gliederung des Körpers unterscheidet man 9 Ordnungen. Es ist zweckmässig und erleichtert die Uebersicht, diese 9 Ordnungen auf die 2 Unterclassen der *Arthrogastres* und *Sphaerogastres* zu vertheilen, je nachdem die Segmente des Abdomens noch gegen einander abgegrenzt oder zu einem weichhäutigen Sack verschmolzen sind.

### I. Unterlasse.

#### Arthrogastres, Gliederspinnen.

##### I. Ordnung. Solpugen, Walzenspinnen.

Bei den Solpugen ist noch kein Cephalothorax gebildet, da nur die 3 ersten Segmente verschmolzen sind, die 3 folgenden Thoraxsegmente dagegen sich getrennt erhalten. Die in dieser Körpergliederung zu Tage tretende Aehnlichkeit mit Insecten wird noch weiter dadurch gesteigert, dass nur die 3 thoracalen Extremitäten (Fig. 449 4—6) Klauen tragen und zum Laufen dienen, während das erste Paar Spinnenbeine (3) den Kiefertastern (2) ähnlich ist und zum Tasten verwandt wird. Die Cheliceren (1) sind kräftige, weit über den Kopf hinausragende Scheerenfühler. Die Thiere athmen mit 4 Paar anastomosirenden Tracheenbüscheln, von denen eines am ersten freien Thoraxsegment mündet, das letzte Paar mit einem unpaaren Stigma am vierten Abdominalsegment.

Wie der Name sagt, sind die Solpugen (Solifugen) nächtliche Thiere, welche Tags über in ihren im Sand gebauten Nestern leben und nach Sonnenuntergang auf Raub herumschweifen. Sie bewohnen die Steppen namentlich Südrusslands und besitzen daher das schmutziggelbe Colorit des Sandes. Lange Haare geben ihnen ein widriges Aussehen; ihr Biss wird von den Einheimischen gefürchtet, ist aber nicht giftig, da die Chelicere keine Giftdrüse hat. *Galeodes araneoides* Pall. (Fig. 449).

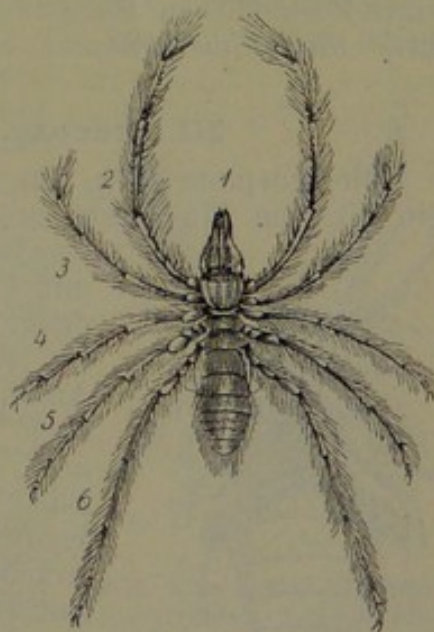


Fig. 449. *Solpuga (Galeodes) araneoides* (aus Schmarda). 1 Kiefertfühler, 2 Kiefertaster, 3 tasterartiges erstes Bein, 4—6 Beine.

##### II. Ordnung. Phrynoideen, Pedipalpen, Geisselspinnen.

Die Phrynoideen haben in der Ausbildung der typischen Arachnoideenmerkmale im Vergleich zu den *Solpugen* einen Fortschritt er-



zielt, indem alle 6 vorderen Segmente zum Cephalothorax verschmolzen sind; sie gleichen aber noch den *Solpugen* und unterscheiden sich von den übrigen Arachnoideen, indem nur die drei hintersten Extremitätenpaare (4—6) zur Fortbewegung dienen, das dritte Paar der Reihe (3) dagegen noch nicht. Dasselbe trägt einen langen, geringelten Anhang,

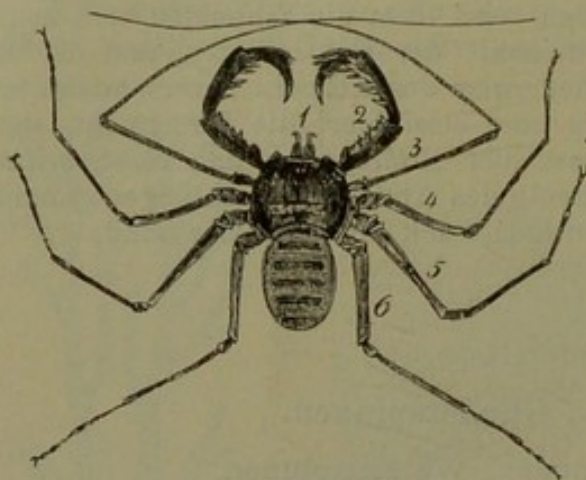


Fig. 450. *Phrynichus (Phrynus) reniformis* (nach Schmarda).

leicht daran zu erkennen ist, dass sich vom Abdomen ein besonderes, kurzes Postabdomen abgesondert hat, welches in einen langen Faden ausläuft. *Phrynichus (Phrynus) reniformis* L. (Fig. 450).

die für die Ordnung charakteristische Tarsengeissel. An die *Scorpione* erinnern die Phrynoideen durch die kräftige Ausbildung der zum Ergreifen der Beute dienenden Kiefertaster (2), nur dass dieselben ebenso wie die Kieferfühler (1) nicht mit Scheeren, sondern mit Klauen enden. Zur Athmung dienen 2 Paar Lungen.

Die Phrynoideen finden sich nur in den Tropen, vertreten durch die gleich giftigen Gattungen *Phrynichus* und *Telyphonus*, von denen *Telyphonus*

### III. Ordnung. Scorpionideen, Scorpione.

Die Scorpione (Fig. 353, 451) haben eine grosse äusserliche Aehnlichkeit mit dem Flusskrebs und wurden auch lange irrthümlich für Ver-

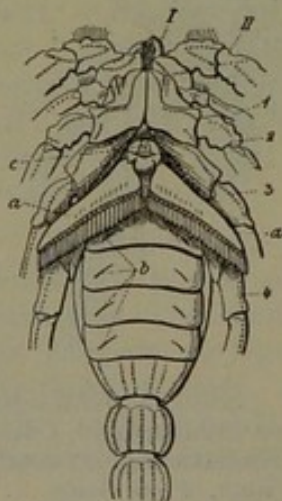


Fig. 451. *Buthus occitanus*, von unten gesehen; von den Extremitäten und dem Postabdomen nur der Anfang dargestellt. I Kieferfühler, II Kiefertaster, 1—4 Beine, a Kämme, b Lungenstigmata, c Geschlechtsöffnung.

wandte desselben gehalten, weil sie wie dieser mit 4 Beinpaaren (3—6) sich fortbewegen und davor zum Ergreifen der Beute kräftige Scheeren (2) tragen, welche den Kiefertastern der übrigen Arachnoideen entsprechen; scheerenförmig sind auch die kleinen Kieferfühler (1). Kiefertaster und die zwei ersten Beinpaare sind an ihrer Basis mit Kauladen versehen. Was nun den Scorpionen eine Ausnahmestellung unter den Arachnoideen verleiht, ist die eigenthümliche Beschaffenheit des Abdomens. An demselben kann man 7 breitere, vordere, dem Cephalothorax dicht angefügte Segmente (Fig. 353 A) und 6 hintere, schmälere, den Schwanz oder das Postabdomen (P), unterscheiden. Das letzte Segment des Postabdomens ist ventralwärts in einen spitzen Haken (st) umgebogen und umschliesst ein Paar mächtige Giftdrüsen; es ist der Giftstachel, welcher selbst bei kleineren Arten dem Menschen äusserst schmerzhaft Wunden verursacht und ihm bei den grossen tropischen Arten vielleicht sogar todbringend werden kann. Für gewöhnlich ernähren sich die Scorpione von Insecten; sie fassen dieselben mit den Scheeren,



halten sie über den Kopf und stossen die Spitze des über den Rücken aufwärtsgekrümmten Postabdomens in ihr Opfer. Auf der Bauchseite der Scorpione liegt ein Paar Anhänge (Fig. 451 a), Reste abdominalen Gliedmaassen; da sie einen Stab mit einseitig ansitzenden Zinken bilden, nennt man sie Kämme und vermuthet in ihnen wegen der Nähe der Geschlechtsmündung (c) und wegen ihres Reichthums an Nerven Reizorgane bei der Begattung. Dicht dahinter folgen 4 Paar Stigmen (b). Da die Scorpione nur durch Tracheenlungen athmen, ist ihr langgestrecktes, mit vielen Ostien versehenes Herz mit einem complicirten Blutgefässapparat verbunden. Am Magen fehlen die Blindsäcke, dagegen ist die „Leber“ sehr gut ausgebildet. Für das Nervensystem ist die grosse Zahl abdominalen Ganglien charakteristisch, welche sich von der einheitlichen Ganglienmasse des Cephalothorax getrennt erhalten.

In Europa (Süddeutschland und Italien) findet sich der *Euscorpion karpaticus* L.; in heissen Gegenden, namentlich den Tropen, leben die bis zu 12 cm langen Arten der Gattungen *Androctonus* und *Buthus*: *A. australis* L. in Afrika, *B. occitanus* Amor. in den Mittelmeerländern.

#### IV. Ordnung. Pseudoscorpionideen, Afterscorpione.

Die kleinen Afterscorpione (Fig. 452) gleichen den ächten Scorpionen in ganz auffälliger Weise, da sie wie diese Scheerenfühler (1) und vor Allem sehr grosse Scheerentaster (2) haben; ferner ist das geringelte Abdomen dem Cephalothorax breit angewachsen. Dagegen fehlt das Postabdomen und mit ihm der Giftstachel vollkommen; auch athmen die Thiere durch Tracheen anstatt durch Lungen.

Der deutsche Name Bücherscorpione bezieht sich darauf, dass man die höchstens 2—3 mm langen Thiere mit Vorliebe in alten, eingestaubten Büchern oder auch in Herbarien findet. Dem Aufenthaltsort ist Gestalt und Bewegung vortrefflich angepasst, die Thiere sind dorso-ventral abgeplattet und laufen nach Art der Krabben mit grosser Behendigkeit in seitlicher Richtung nach links und rechts. Sie machen dabei Jagd auf die den Büchern und Herbarien so schädlichen Milben. *Chelifer caneroides* L.

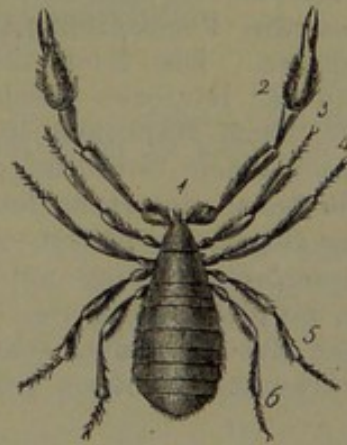


Fig. 452. *Chelifer Bravaisi*.  
1 Kieferfühler, 2 Kiefertaster,  
3—6 Beine (aus Schmarda).

#### V. Ordnung. Phalangioideen, Afterspinnen.

Bei den Afterspinnen ist das Abdomen weniger deutlich als bei den bisher betrachteten Formen gegliedert und auch vom Cephalothorax, an dem es breit angewachsen ist, nicht scharf abgesetzt. Der kleine Körper wird von 4 auffallend langen Beinen getragen. Die zweiten Extremitäten sind Taster wie bei den ächten Spinnen, die ersten Extremitäten sind in lange, hornartige Fortsätze ausgezogen. Die Männchen besitzen einen auffallend langen Penis, die Weibchen eine lange Legeröhre. Die Thiere unterscheiden sich von den ächten Spinnen besonders dadurch, dass sie durch Tracheen athmen und keine Spinnwarzen besitzen.



Am bekanntesten sind die Weberknechte, nächtliche Thiere, deren lange Beine einige Zeit, nachdem sie vom Körper abgetrennt worden sind, noch zuckende Bewegungen ausführen. *Phalangium opilio* L.

## II. Unterlasse.

### Sphaerogastres, Rundspinnen.

#### VI. Ordnung. Araneen, Weberspinnen.

In keiner Abtheilung der Arachnoideen ist die Sonderung des Körpers in Cephalothorax und Abdomen so deutlich wie bei den Weberspinnen, da beide Abschnitte weichhäutige, ungegliederte, von einander durch eine tiefe Kerbe getrennte Stücke sind (Fig. 444). Die 4 hinteren Extremitätenpaare dienen zur Fortbewegung, zu raschem Sprung oder zu gewandtem Lauf; nur das letzte Beinpaar hat dabei noch die Nebenfunktion des Spinnens. Seine mit Kammzinken versehenen Klauen drehen aus mehreren Seidenfäden einen stärkeren Faden zusammen. Um diese Klauen nicht abzunutzen, haben Spinnen mit besonders gutem Webevermögen Hilfsklauen, auf denen die Hinterbeine während des Laufens aufliegen. — Von den beiden Mundextremitäten (Fig. 445) trägt der Kieferfühler eine spitze Klaue, welche, ausgerüstet mit dem Ausführungsgang einer Giftdrüse, die Spinnen in den berechtigten Ruf der Giftigkeit gebracht hat, wenn auch nur wenige, wie die *Malmignatte* (*Latrodectes formidabilis* L., *L. tredecimguttatus* Fabr.), die *Taranteln* und die *Vogelspinnen*, dem Menschen schädlich oder unbequem werden können. Die Kiefertaster dienen zum Betasten und Zerkleinern der Speise; letzteres geschieht mit dem Basalglied.

Beim Männchen ist das Ende des Tasters verdickt, indem sein Endglied einen birnförmigen Behälter trägt, an welchem man es leicht vom Weibchen unterscheiden kann. Bevor das Männchen sich dem Weibchen zur Begattung nähert, wird der Behälter an der am Abdomen befindlichen Geschlechtsöffnung mit Spermatozoen gefüllt. Ist der Inhalt von Sperma in die gleich gelagerte Geschlechtsöffnung des Weibchens entleert, so zieht sich das Männchen schleunigst zurück, da es sonst befürchten muss, vom stärkeren Weibchen getödtet zu werden.

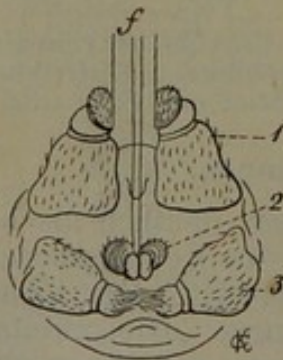


Fig. 453. Spinnapparat von *Epeira diadema* (nach Warbarton). 1 vordere, 2 mittlere, 3 hintere Spinnwarzen, f f Fäden.

Am hinteren Ende des Abdomens kurz vor dem After liegen die systematisch wichtigen Spinnwarzen der Araneen, in denen man rudimentäre Bauchextremitäten zu erblicken hat, da sie paarig angeordnete und meistens auch gegliederte Stummeln sind (Fig. 453). Sie enden schräg abgestutzt mit dem Spinnfeld, auf dem sich zahlreiche, an Haare erinnernde Spinnröhrchen erheben. Aus jedem Spinnröhrchen ragt eine kurze Spinnspule hervor, das modificirte Ende vom Ausführungsgang einer Spinnrüse. Man unterscheidet verschiedene Arten von Spinnrüssen, die je nach der Bestimmung des Fadens in Thätigkeit gesetzt werden. Die Zahl der Spinnwarzen wechselt zwischen 2 und 3 Paar; dazu kommt noch das Cribrellum, ein vor den Warzen gelegenes Feld, auf dem ebenfalls



Spinndrüsen münden, so dass dem Abdomen einer Spinne im Ganzen über Hundert, bei *Epeiren* sogar mehrere Hundert von Drüsen zukommen.

Die einzelnen aus den Spinnspulen heraustretenden und an der Luft erhärtenden Secretfäden werden von den Webeklauen der Hinterbeine zu einem einzigen Faden verarbeitet; je nach dem Bedürfniss kann die Spinne denselben stärker oder feiner machen, indem sie eine grössere oder geringere Zahl Spinndrüsen in Thätigkeit setzt. Aber auch der stärkste Spinnfaden ist trotz seiner complicirten Structur noch feiner als der einheitliche Faden eines Seidenspinners, weshalb er demselben bei der Verfertigung des Fadenkreuzes im astronomischen Fernrohr vorgezogen wird. Die Spinnenfäden dienen sehr mannigfachen Zwecken: zum Austapeziren des Nestes, zum Einhüllen der Eier in Cocons und vielfach auch zu Gespinnsten, in denen Insecten aufgehalten werden sollen, damit sie die Spinne tödten und dann weiter noch fest umspinnen kann. Auch beim Abstürzen verhütet die Spinne die Gefahr des Falles, indem sie sich rasch mit einem Faden verankert, den sie so weit verlängert, bis sie am Boden ankommt.

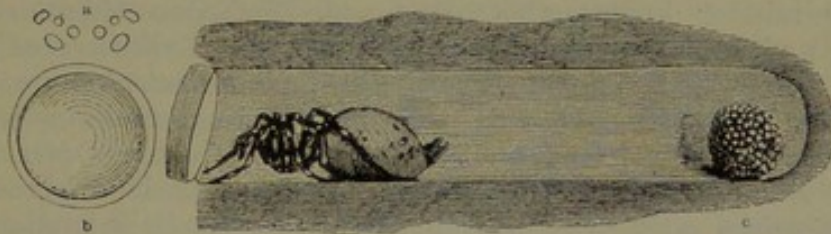


Fig. 454. *Cteniza caementaria* in ihrer Röhre, den Deckel zuziehend. *a* Augen, stärker vergrössert, *b* Deckel von innen mit den Griffpunkten für die Klauen, *c* Ei-cocon.

Der Charakteristik der Spinnen sind nur noch wenige Punkte nachzutragen. Das Nervensystem besteht aus dem Hirn und einer grossen Ganglienmasse des Cephalothorax, zu der nur bei den *Mygaliden* noch ein kleines Bauchganglion kommt. Systematisch wichtig sind durch ihre Anordnung die 6—8 Punktaugen, die in 2—3 Querreihen nahe bei einander auf dem Cephalothorax (Fig. 444, 454) stehen. Im Ganzen sind 2 Paar Athmungsorgane vorhanden: Bei den *Tetrapneumones* münden 2 Paar Lungen an der Basis des Abdomens mit 2 Paar Stigmen; bei den *Dipneumones* ist nur das vordere Lungenpaar vorhanden, ausserdem 2 (1 Paar) Tracheenbüschel. Letztere können dann an der Stelle der zweiten Lungen der *Tetrapneumones* sitzen (*Tetrasticten*), oder sie münden gemeinsam vor den Spinndrüsen mit einem unpaaren Stigma (*Tristicten*) (Fig. 447).

I. Unterordnung: *Tetrapneumones*. Spinnen mit 4 Lungen, 4 Spinnwarzen und 8 in 2 Reihen hinter einander gestellten Augen. — Die *Mygaliden* oder *Vogelspinnen* bilden die wichtigste Familie der *Tetrapneumones*: sie haben ihren deutschen Namen von der Lebensweise der *Mygale avicularia* L. Die nach Ausschluss der Beine 4—5 cm lange, dichtbehaarte Spinne wohnt in Wäldern des tropischen Südamerika und tapezirt sich Erdlöcher oder andere Schlupfwinkel mit dichtem Gespinnst zu einem Neste aus. Sie schleicht sich an andere Thiere heran, überfällt sie im Sprung und kann auf diese Weise selbst Wirbelthiere, wie kleine



Vögel und Mäuse, tödten. In Südeuropa ist die Familie durch die kleinere Minirspinne, *Otenixa caementaria* Latr. (Fig. 454) vertreten. Sie treibt in Mauern horizontale, röhrlige Stollen und schliesst die kreisförmige Oeffnung mit einem Deckel von Seidengespinnst, der genau auf die Oeffnung passt und auf seiner äusseren Seite, um den Schlupfwinkel unkenntlich zu machen, mit dem Material der Maueroberfläche bedeckt ist. Der Deckel ist mittelst Seidenfäden am oberen Rand des Lochs befestigt und fällt daher zum Schliessen herab; er wird bei drohender Gefahr von der Spinne noch weiter von innen fest angepresst, indem sie mit den Vorderklauen in kleine Henkel des Gespinnstes greift und fest anzieht. In Deutschland *Atypus piceus* Sulz.

II. Unterordnung. *Dipneumones*. 1 Paar Lungen, neben denen noch Tracheen bestehen, 6 Spinnwarzen. — Hierher gehören fast alle unsere einheimischen Spinnen und zahlreiche tropische Formen. Zum Theil haben dieselben noch die Lebensweise der *Mygaliden* und benutzen ihre Webefertigkeit nur zum Einspinnen der Eier in Eiersäckchen, welche am eigenen Körper oder an sicheren Orten untergebracht werden, und zur behaglichen Auskleidung der Schlupfwinkel, während sie die Beute durch raschen Lauf erreichen oder katzenartig beschleichen und im Sprung erbeuten. Zum anderen Theil bauen sie aus den Seidenfäden noch weitere mehr oder minder kunstfertige Netze zum Einfangen fliegender Insecten. Man kann auf Grund dieser Unterschiede in der Lebensweise mit um so grösserem Recht 2 Gruppen, *Vagabunden* und *Sedentarien*, unterscheiden, als in beiden Gruppen auch eine verschiedene Augenstellung herrscht. — Zu den *Vagabunden* gehören die *Saltigraden*, welche ihr Opfer im Sprung erreichen: *Attus falcatus* L. und die *Citigraden* oder Laufspinnen, welche wie die *Lycosiden* oder Wolfspinnen ihre Beute durch schnellen Lauf einholen: *Lycosa tarantula* L. (*Tarantula Apuliae*), die Tarantel, deren Biss eine schmerzhaftige Entzündung verursacht. Früher glaubte man irrthümlich, dass der Biss Ursache sei von Tobsuchtsanfällen, zu deren Besänftigung man die „Tarantella“ spielte. — Die *Sedentarien* unterscheiden sich von einander durch die Art ihres Nestbaues. Die *Tubitelen* spinnen eine Röhre und davor ein horizontales Gewebe zum Insectenfang: *Tegeneria domestica* L., Hausspinne, *Segestria senoculata* L., Kellerspinne, *Argyroneta aquatica* L., Silberspinne genannt, weil sie, im Wasser lebend, mit Hilfe einer silberglänzenden Luftblase athmet, die sie mit sich am Abdomen herumschleppt. — Die kunstvollsten Gespinnste bilden die *Orbitelen*, namentlich die Kreuzspinnen, *Epeiriden*: *Epeira diadema* L., welche ihren deutschen Namen der Zeichnung des Abdomens verdankt, einer weissen, undeutlich kreuzförmigen Figur auf dunklem Grund (Fig. 445). — *Inaequitelen*: *Latrodectus tredecimguttatus* Fabr. Malmignatte sehr giftig.

## VII. Ordnung. Acarinen, Milben.

An die Araneen reihen wir die *Acarinen* und *Linguatuliden*, deren Bau zum Theil durch Parasitismus, zum Theil durch anderweitige Lebensverhältnisse so sehr abgeändert worden ist, dass man am ausgebildeten Thiere die Merkmale der Classe nur mühsam oder sogar überhaupt nicht herausfinden kann. Für das Verständniss dieser aberranten und degenerirten Arachnoideen liefern uns die *Milben* oder *Acarinen* den Schlüssel. Dieselben (Fig. 354) haben durch Verschmelzung von Abdomen und Cephalothorax die letzte Andeutung von Gliederung verloren. Gleichwohl ist ihre nahe Verwandtschaft mit den Spinnen un-



zweifelhaft; vor Allem wird sie bewiesen durch die Anwesenheit von 6 Extremitätenpaaren, 4 Paar Beinen, durch welche sich parasitische Milben sofort von parasitischen sechsbeinigen *Insecten* unterscheiden, und 2 Paar Mundgliedmaassen, welche gemeinsam einen allen Milben zukommenden, zum Saugen von Thier- und Pflanzensäften dienenden Stechrüssel bilden. Die Scheide des Stechrüssels besteht aus den basalen Gliedern der Kiefertaster, welche sich rinnenartig einbiegen und zu einer Röhre zusammenlegen, während die übrigen Glieder den frei hervorstehenden Palpus darstellen; in der Röhre sind die Kieferfühler als klauen- oder scheerenförmige, oft mit Widerhaken versehene Stilets eingeschlossen.

Da die Milben sehr klein sind und vielfach auch eine halb oder ganz parasitische Lebensweise führen, ist ihr innerer Bau vereinfacht; häufig fehlen Herz und Athmungsorgane (Tracheen) gänzlich; am Darm finden sich zwar Magenblindsäcke und Malpighi'sche Gefässe, dagegen keine Leber. — Aus der Entwicklungsgeschichte der Milben verdient besondere Beachtung, dass den aus dem Ei schlüpfenden Larven das letzte Beinpaar noch fehlt; sie ähneln dadurch parasitischen Insecten mit undeutlich gegliedertem Körper wie den Läusen.

Im ausgebildeten Zustand freilebend sind die meist lebhaft roth gefärbten Laufmilben, *Trombididen* (*Trombidium holosericeum* L.), und die Wassermilben, *Hydrachniden* (*Hydrachna cruenta* Müll.). Die dreibeinigen Larven dieser Thiere aber sind Schmarotzer; die Larven von *Tr. holosericeum* als *Leptus autumnalis* bekannt, befallen auch den Menschen und erzeugen namentlich bei Erntearbeitern häufig juckende Ausschläge. — Halb parasitisch sind die *Ixodiden*, Zecken; *Ixodes ricinus* L., Holzbock, lebt versteckt in Wäldern, das Weibchen befällt Menschen und andere Säugethiere, saugt sich in der Haut fest und schwillt durch Blutaufnahme zu bedeutender Grösse (11 mm) an, um dann abzufallen. Die viel kleineren Männchen sitzen am Weibchen fest und nehmen keine Nahrung auf. *Argas persicus* lebt ähnlich den Bettwanzen

in Wohnungen Tags versteckt, Nachts Blut saugend, soll giftig sein (in Persien und Aegypten). Nahe verwandt ist der in Taubenschlägen wohnende *Argas reflexus* Latr., der auch öfters den Menschen befällt. —

*Gammasiden*: *Dermanyssus avium* Dug., am Tage versteckt, Nachts auf Singvögeln; *Gamasus coleoptratorum*, dauernd parasitisch auf Käfern. — Dauernde Parasiten sind in der Regel die *Sarcoptiden*, die fast mikroskopisch kleinen Krätzmilben; sie graben Gänge in die Epidermis von Säugethiere und Vögeln: *Sarcoptes scabiei* Latr., 0,3—0,5 mm gross, Ursache der Krätze des Menschen (Fig. 455); nahe verwandt die Käsemilbe, *Tyroglyphus siro* Latr. — In degenerirten Talgdrüsen („Mitessern“) schmarotzen die auffallend lang

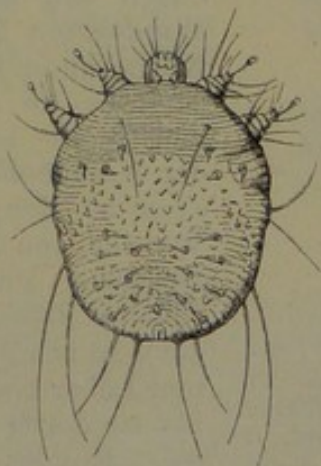


Fig. 455. *Sarcoptes scabiei*, Weibchen (nach Leuckart).



Fig. 456. *Demodex folliculorum* (nach Leunis-Ludwig).

In degenerirten Talgdrüsen („Mitessern“) schmarotzen die auffallend lang



gestreckten Balgmilben oder *Demodiciden*: *Demodex folliculorum* Henle des Menschen (Fig. 456).

### VIII. Ordnung. Linguatuliden, Zungenwürmer.

Langgestreckte Acarinen, wie der *Demodex folliculorum*, leiten uns über zu den *Linguatuliden* oder Zungenwürmern, Parasiten, welche in unserer Gegend als geschlechtsreife Thiere die Stirnhöhle von Fleischfressern bewohnen, als eingekapselte Jugendformen dagegen in der Leber und Lunge von Pflanzenfressern, besonders *Nagethieren*, angetroffen werden. Aus den Tropen kennen wir die geschlechtsreifen *Linguatuliden* auch als Parasiten von *Löwe*, *Tiger*, *Schlangen* etc. Wie ihr deutscher Name erkennen lässt, hat man die mehrere Centimeter langen Thiere früher für Würmer gehalten und in die Nähe der Bandwürmer gestellt, weil einige abgeplattet sind und eine an die Proglottiden echter Bandwürmer erinnernde Ringelung zeigen (Fig. 108, S. 142). Anatomie und Entwicklungsgeschichte sprechen für Verwandtschaft mit den Arachnoideen. Am vorderen Ende der geschlechtsreifen *Linguatuliden* findet man die Mundöffnung am Grunde einer Chitinkapsel, welche man früher mit dem Saugrüssel der *Milben* verglichen hat; zu Seiten derselben stehen zwei Haken jederseits auf einem complicirten Chitingerüst; man deutet sie als die Klauen des ersten und zweiten Spinnenbeins. Im Innern des Körpers ist eine geräumige Leibeshöhle, welche einen gerade gestreckten Darm ohne Anhänge beherbergt. Um den Anfangsdarm bildet das Nervensystem einen ventral zum Bauchmark verdickten Ring, während das Hirn bei dem gänzlichen Mangel von Sinnesorganen so rudimentär ist, dass es nicht einmal als eine Anschwellung im Schlundring angedeutet ist. Sehr complicirt ist der Geschlechtsapparat, dessen unpaarer Ausführgang beim Männchen weit vorn mündet, während er beim Weibchen umbiegt und in vielen mit Eiern prall gefüllten, durch die Körperwand durchschimmernden Windungen zur Genitalöffnung am hinteren Körperende verläuft.

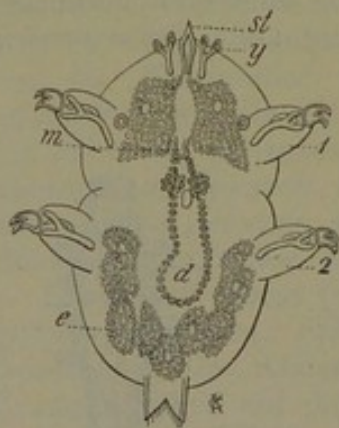


Fig. 457. Larve von *Pentastomum proboscideum*. *st* Stilet, *y* hinterer Larvenhaken, *1* und *2* Beine, *m* Mund, *d* Darm, *e* Drüsenzellen (nach Stiles).

Die an *Linguatuliden* erkrankten Hunde und Wölfe leiden an einem heftigen Katarrh der Nasenhöhle und entleeren mit dem Schleim auch in Menge die embryonenhaltigen Eier. Werden von Kaninchen, Hasen oder auch von Menschen Pflanzen, die mit dem infectiösen Schleim besudelt sind, verzehrt (Gras, Salat etc.), so schlüpfen die Larven aus, um in Lunge und Leber einzuwandern und sich einzukapseln, bis sie durch Verfüttern wieder in den Körper eines Hundes zurückgelangen; sie können sich aber auch in Pflanzenfressern entwickeln. Die Larven (Fig. 457) besitzen am vorderen Ende

einen Bohrrapparat (*st* und *y*) und ausserdem 2 Beinpaare (*1* und *2*), welche wahrscheinlich den hinteren Beinpaaren der Spinnen entsprechen, während der Metamorphose wieder verloren gehen und durch die zwei Haken des ausgebildeten Thieres ersetzt werden. *Pentastomum taenioides* Rud., geschlechtsreif in den Sinus frontales von Hund, Wolf, Fuchs, ausnahmsweise auch des Menschen, als Larve in Leber und Lunge von



Nagethieren und Menschen. Weitere Arten sind *Pentast. constrictum* v. Sieb. in der Leber von Negern, *Pentast. moniliforme* Dies. in der Lunge von Schlangen.

## Anhang.

Im Anhang zu den *Arachnoideen* sollen noch 3 Gruppen von viel umstrittener systematischer Stellung besprochen werden, von denen eine, die *Xiphosuren*, ein ganz hervorragendes morphologisches, eine andere, die *Tardigraden*, ein grösseres biologisches Interesse besitzt, während für die *Pantopoden* oder *Pycnogoniden* keines von beiden gilt.

1) Die *Xiphosuren* oder Pfeilschwänze mit der einzigen lebenden Gattung *Limulus* (*L. moluccanus* Latr., Molukkenkrebs) wurden lange Zeit allgemein den *Crustaceen* zugerechnet, weil sie, im Meere an sandigen Küsten lebend, durch Kiemen athmen, die auf blattartigen, spaltförmigen Pleopoden sitzen (Fig. 458 A u. B 8). Jetzt werden sie von vielen Zoologen mit den *Arachnoideen* vereint, mit denen sie in Körpergliederung,

Fig. 458 A.

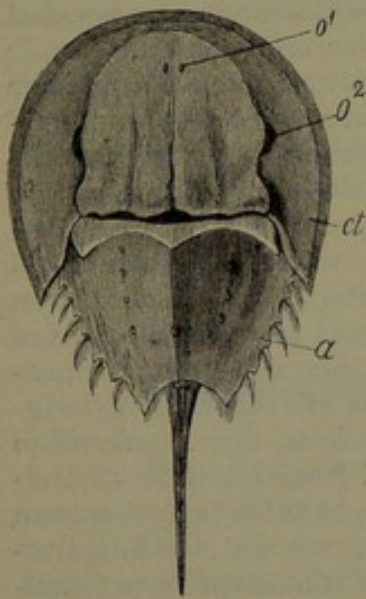


Fig. 458 B.



Fig. 459.

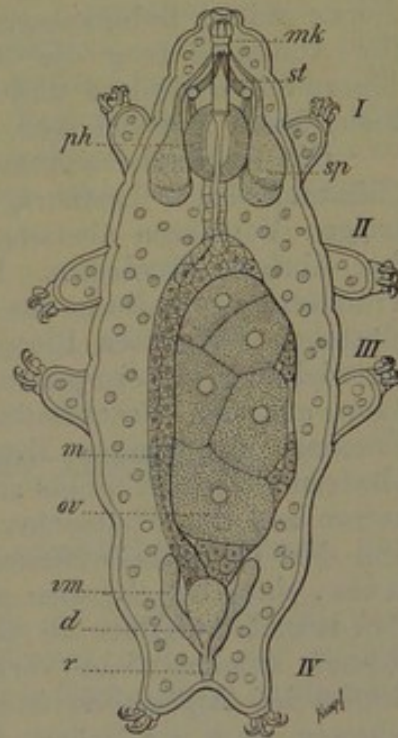


Fig. 458 A. *Limulus moluccanus*, vom Rücken betrachtet. *a* Abdomen, *ct* Cephalothorax, *o¹* einfache, *o²* zusammengesetzte Augen (nach Rymer-Jones).

Fig. 458 B. *Limulus moluccanus*, ventrale Ansicht, nur zum Theil dargestellt. 1–6 die Extremitäten des Cephalothorax, 6a Anhang am sechsten Beinpaar, 7 Kiemen-deckel, 8 Kiemen, 9 Basis des Stachels (aus Ludwig-Leunis).

Fig. 459. *Macrobiotus Hufelandi* (nach Zeichnungen von Greef und Plate). I–IV 4 Beinpaare, *mk* Mundkapsel, *st* Stilets, *ph* Pharynx, *sp* Speicheldrüse, *m* Magen, *r* Enddarm, *ov* Ovar, *d* Anhangsdrüsen, *vm* Vasa Malpighii, in der Leibeshöhle Blutzellen.

Bau der vorderen Extremitäten und manchen Merkmalen der inneren Anatomie übereinstimmen. Ihr Körper besteht aus einem mächtigen, halbmondförmigen Cephalothorax, einem etwas kleineren, seitliche Stacheln tragenden Abdomen und einem als Hebel dienenden Schwanzstachel. Der Cephalothorax entsteht aus Verwachsung von 6 Segmenten;



er trägt auf der Rückenseite vorn nahe der Mittellinie 2 Ocellen, etwas weiter rückwärts und seitlich 2 zusammengesetzte Augen. Das Abdomen ist bei den das Ei verlassenden Larven (Trilobitenstadium) noch in 8 Segmente abgetheilt, welche später verschmelzen. Dem Cephalothorax gehören wie bei *Arachnoideen* 6 Paar Extremitäten an, 1 Paar präoraler, vom Bauchmark aus innervirter Cheliceren und 5 Paar beinartiger, zu beiden Seiten der Mundöffnung gestellter Extremitäten, von denen die 4 ersten mit Kauladen beginnen und wie die Cheliceren mit Scheeren enden. Das Abdomen trägt blattartige, aus Basis, Innen- und Aussenast bestehende Extremitäten, von denen das erste mit dem Cephalothorax verschmilzt und den derben Kiemendeckel liefert, die 5 folgenden auf ihrer Rückseite feine Kiemenblättchen tragen, die senkrecht zur Oberfläche der Extremität und quer zur Körperaxe wie Blätter eines Buches hinter einander stehen. Was den inneren Bau anlangt, so besitzen die *Xiphosuren* ein hoch entwickeltes Blutgefäßsystem, dessen Bauchsinus das Bauchmark umhüllt, eine ansehnliche Leber und wie die *Arachnoideen* 1 Paar Coxaldrüsen. Die Geschlechtsorgane münden an der Basis des Kiemendeckels. — Mit den *Xiphosuren* sind nahe verwandt die palaeozoischen ***Gigantostroken*** oder Eurystomen; sie besaßen einen Cephalothorax mit 6 Beinpaaren, 2 einfachen und 2 zusammengesetzten Augen. Ihr Abdomen trug die blattförmigen Kiemenextremitäten, nur dass es dauernd in 6 vordere und 6 hintere Segmente (das in einen Schwanzstachel auslaufende Postabdomen) gegliedert war. *Pterygotus anglicus* Ag.

Die besprochene Aehnlichkeit der *Xiphosuren* mit *Arachnoideen* hat zur „Limulustheorie“ geführt, zur Lehre, dass die *Arachnoideen* von Limulus-artigen Vorfahren abstammen und somit den *Crustaceen* näher stehen als den übrigen *Tracheaten*. Dieselbe macht die Annahme nöthig, dass die Tracheenlungen die in das Innere des Abdomens eingestülpten, mit Kiemenblättchen bedeckten Pleopoden des *Limulus* sind, wofür besonders ihre Entwicklung bei *Scorpionen* sprechen soll. Die verästelten Tracheen müssen dann aus den Tracheenlungen entstanden sein und können nicht den Tracheen der übrigen *Tracheaten* entsprechen, die ihrerseits mit Kiemenblättern sicherlich nichts zu thun haben. Der Theorie erwachsen Schwierigkeiten aus der Thatsache, dass die verästelten Tracheen der *Arachnoideen* und der übrigen *Tracheaten* den gleichen feineren Bau besitzen (Spiralfaden), dass bei *Solpugen* und *Milben* Stigmen am Cephalothorax vorkommen (bei manchen Milben in der Gegend der Cheliceren), wo sie der Limulustheorie zufolge nicht vorkommen könnten. Das Vorkommen von Coxaldrüsen bei *Xiphosuren* und *Arachnoideen* verliert an Werth durch die Erwägung, dass die Drüsen Reste von Segmentalorganen sind, wie sie auch bei *Protracheaten* und *Crustaceen* vorkommen.

2) Die ***Tardigraden*** oder *Bärthierchen* sind mikroskopisch kleine Organismen, welche im Süßwasser oder feuchter Erde oder Moos unter *Protozoen* und *Rotatorien* leben und ihren langsamen täppischen Bewegungen ihren Namen verdanken. Bei ihren Wanderungen strecken sie (Fig. 459 I—IV) 4 Paar mit Krallen bewaffnete Extremitätenstummel aus. Diese 8 Beine sind das Einzige, was die Thiere unzweifelhaft mit den Spinnen gemein haben; sonst unterscheiden sie sich durch die Einmündung des Geschlechtapparats in den Darm, durch das aus 4 Ganglienpaaren bestehende Bauchmark und durch den Mangel von Herz und Tracheen. Am vorderen Ende des Darms liegt eine Chitinkapsel und in derselben 2 Stilets; man kann darin vielleicht den ins Innere zurückgezogenen Saugrüssel der *Acarinen* erblicken. In weiteren Kreisen sind die *Tardigraden* durch



Zweierlei bekannt geworden. Da ihre Durchsichtigkeit eine genaue Verfolgung der Nerven bis an die quergestreiften Muskelfäden leicht gestattet, entdeckte Doyère an den günstigen Beobachtungsobjecten die Endigungsweise der Nerven am Muskel, den Doyère'schen Nervenbügel. Die zweite Eigenthümlichkeit theilen die *Tardigraden* mit manchen anderen Wasserbewohnern. Wenn das Wasser austrocknet, bleiben die Thiere, geschützt von ihrer festen, das Eintrocknen verhindernden Chitinhaut, am Leben; sie stellen ihre Lebensfunctionen ein und erwachen erst wieder, wenn Wasser aufgegossen wird. Da die Thiere durch Eintrocknen lange am Leben erhalten werden können, heisst eine Art *Macrobiotus Hufelandi* Sieg. Schultze, zu Ehren des berühmten Arztes Hufeland, der eine Macrobiotik, eine Anweisung zur Verlängerung des Lebens, geschrieben hat.

3) Wie die Tardigraden unter den Süsswasserthieren, so nehmen in der Meeresfauna die *Pycnogoniden* eine merkwürdige Stellung ein. Die Thiere, im Mittel etwa so gross wie eine Schneiderspinne, haben einen rundlichen Körper, der vorn in einen rüsselförmigen Fortsatz, hinten in einen abdomenartigen Anhang ausgeht und 4 Paar sehr lange Beine trägt. Vor den 4 Beinpaaren findet sich constant eine Art Scheerenfüher; vielfach können aber noch auf denselben 2 weitere Extremitäten folgen, was dann die für Arachnoideen nicht passende Gesamtzahl 7 ergeben würde. Dagegen würde gut passen, dass vom Darm Blindsäcke ausgehen, welche weit in die Extremitäten hineindringen. Respirationsorgane fehlen, ein Herz ist vorhanden. Bei der systematischen Beurtheilung stehen sich 3 Anschauungen gegenüber: 1) Die Pycnogoniden gehören zu den *Crustaceen*, 2) sie gehören zu den Arachnoideen, 3) sie bilden eine besondere Gruppe. *Pycnogonum littorale* Müll.

### Zusammenfassung der Resultate über Arthropoden.

1) Die **Arthropoden** sind Thiere mit deutlicher innerer und äusserer Gliederung.

2) Die innere Gliederung spricht sich aus im Bau des Nervensystems (Strickleiternnervensystem) und des Herzens und in der Anordnung der Segmentalorgane und der Tracheen, sofern solche vorhanden sind.

3) Die äussere Gliederung spricht sich aus in der vermöge der Chitinpanzerung besonders deutlichen Ringelung des Körpers und in der metameren Anordnung der Extremitäten.

4) Von den ebenfalls gegliederten Anneliden unterscheiden sich die Arthropoden durch den Besitz der gegliederten Extremitäten, von denen höchstens ein Paar auf ein Segment kommt; nach ihrer Function werden die Extremitäten als Antennen, Kiefer, Kieferfüsse, Füsse und Afterfüsse unterschieden.

5) Ein weiterer Unterschied ist die nur bei den Myriapoden unvollkommen ausgebildete Heteronomie des Körpers, die Sonderung in Kopf, Brust und Hinterleib.

6) Der Kopf (Cephalon) trägt die tastenden und kauenden, die Brust (Thorax) die locomotorischen Extremitäten (Pereiopoden), der



Hinterleib (Abdomen) die *Pedes spurii* (Pleopoden) oder er ist extremitätenlos.

7) Durch Verschmelzung von Kopf und Brust entsteht der *Cephalothorax*, durch Abgliederung der Endsegmente des Hinterleibes das *Postabdomen*.

8) Die Augen der Arthropoden sind entweder *Stemmata* oder zusammengesetzte Augen (*Facettenaugen*).

9) Die Geschlechtsorgane sind nur ausnahmsweise hermaphrodit; die Fortpflanzung erfolgt nur durch Eier, die sich häufig parthenogenetisch, seltener pädogenetisch entwickeln; die Furchung der Eier ist gewöhnlich eine superficielle.

10) Nach der Athmung theilt man die Arthropoden in die wasserathmenden *Crustaceen* und die luftathmenden *Tracheaten*.

11) Die **Crustaceen** haben ausser der Kiemenathmung noch folgende Merkmale:

1) ihre Extremitäten sind Spaltfüsse oder Modificationen von Spaltfüssen;

2) sie haben 2 Paar Antennen;

3) ihr Chitinskelet ist meist verkalkt.

12) Man theilt die *Crustaceen* in niedere, *Entomostraken*, und höhere, *Malacostraken*.

13) Die **Entomostraken** haben variable Segmentzahlen, als Excretionsorgan die Schalendrüse, als Larve den *Nauplius*.

14) Die **Malacostraken** haben 20 Segmente (davon 7 abdominale); die männliche Geschlechtsmündung liegt am 13., die weibliche am 11. Körpersegment; als Excretionsorgan fungirt die Antennendrüse, als Larve äusserst selten der *Nauplius*, meist die *Zoëa*.

15) Die wichtigsten Ordnungen der *Entomostraken* sind die spaltfüssigen *Copepoden*, die kiemenfüssigen *Branchiopoden*, die muschelschaligen *Ostracoden*, die festsitzenden, meist hermaphroditen *Cirripeden*, die fossilen *Urkrebse* oder *Trilobiten*.

16) Die **Malacostraken** zerfallen in *Edriophthalmen* seu *Arthrostraken* und die *Podophthalmen* seu *Thoracostraken*.

17) Die **Edriophthalmen** (*Isopoden* und *Amphipoden*) haben sitzende Facettenaugen und heissen **Arthrostraken**, weil 7 freie Thoraxsegmente vorhanden sind.

18) Die **Podophthalmen** (*Stomatopoden*, *Schizopoden*, *Decapoden*) haben gestielte Augen und heissen **Thoracostraken**, weil ein Theil oder sämmtliche Thoraxsegmente mit dem Kopf zum *Cephalothorax* verschmolzen sind.

19) Die **Tracheaten** athmen durch Tracheen (Luftröhren, die auf der Körperoberfläche mit Stigmen münden), haben 1 Paar Antennen und einreihige Extremitäten.

20) Sie zerfallen in *Protracheaten*, *Myriapoden*, *Insecten* und *Arachnoideen*.

21) Die **Protracheaten** (*Peripatus*) sind Mittelformen zwischen *Anneliden* und Tausendfüssen, indem sie undeutlich gegliederte, parapodienartige Extremitäten haben und gleichzeitig die Segmentalorgane der *Anneliden* und die Tracheen der *Insecten* besitzen.

22) Die **Myriapoden** haben zahlreiche mit Beinen versehene Segmente (Tausendfüsse), davor einen Kopfabschnitt, an dem 1 Paar Antennen und 2—3 Paar Kiefer sitzen.

23) Von den beiden hierher gehörigen wichtigeren Gruppen sind die



*Diplopoden* durch Doppelsegmente, Kürze der Beine und Antennen und nach vorn gelagerte Geschlechtsmündung ausgezeichnet.

24) Die *Chilopoden* haben einfache Segmente, lange Beine und Antennen, rückwärts mündende Geschlechtsorgane; dem Kopfe dicht angeschlossen liegt ein Paar mit Giftdrüsen versehene Raubfüsse.

25) Die *Insecten* haben 3 Hauptabschnitte des Körpers: Kopf, Thorax, Abdomen.

26) Das Abdomen hat eine wechselnde Zahl meist gut getrennter Segmente, an denen keine Extremitäten sitzen.

27) Der Thorax besteht aus drei meist gut getrennten Ringen (Pro-, Meso-, Metathorax) und hat daher **drei** Beinpaare (**Hexapoden**), meist ausserdem 2 Flügelpaare, ein vorderes am Mesothorax, ein hinteres am Metathorax.

28) Der Kopf besteht aus mindestens vier verschmolzenen Segmenten, an denen vier Extremitätenpaare sitzen: Antennen, Mandibeln, erste Maxillen, zweite zur Unterlippe (Labium) verschmolzene Maxillen.

29) Der Unterlippe gegenüber liegt die nicht als Extremität zu deutende Oberlippe (Labrum).

30) Die Mundgliedmaassen haben je nach der Ernährung verschiedenen Bau und sind entweder kauende, leckende, saugende oder stechende Mundgliedmaassen.

31) Am Kopf befinden sich 2 grosse Facettenaugen, zu denen noch 1—3 Stemmata kommen können.

32) Da die Insecten durch reichlich verästelte Tracheen athmen, ist das Blutgefässsystem bis auf das dorsale Herz rückgebildet.

33) Flügellose Insecten haben meist eine directe, unter periodischen Häutungen verlaufende Entwicklung (ametabole Insecten).

34) Geflügelte Insecten und manche flügellose, von beflügelten abstammende Formen haben eine Metamorphose, bei welcher sich die Larven von der Imago mehr oder minder auffallend unterscheiden (metabole Insecten); niemals sind die jungen Larven geflügelt.

35) Eine unvollständige Metamorphose (M. incompleta, hemimetabole Entwicklung) tritt ein, wenn die Larven mit jeder Häutung der Imago ähnlicher werden, indem sie frei hervortretende Flügelanlagen erhalten, welche mit jeder Häutung grösser werden.

36) Bei der vollständigen Metamorphose (M. completa, holometabolen Entwicklung) wird die Umbildung in das letzte Häutungsstadium verlegt, welches ein Ruhe- oder Puppenstadium ist.

37) Die Systematik der Insecten gründet sich auf die Beschaffenheit der Mundgliedmaassen und der Flügel, ferner auf die Art der Körpergliederung und der Entwicklung.

38) Die *Apterygoten* sind flügellose Insecten mit kauenden Mundgliedmaassen ohne Metamorphose.

39) Die *Archipteren* haben kauende Mundgliedmaassen mit meist unvollkommen verwachsener Unterlippe, netzförmige Flügel, eine unvollkommene Metamorphose.

40) Die *Orthopteren* gleichen den Archipteren im Bau der Kiefer und in der Entwicklungsweise, haben aber lederartige Flügel.

41) Die *Neuropteren* haben wie die Archipteren Netzflügel, sind aber holometabol; die Mundgliedmaassen sind erheblich modificirt.

42) Die *Coleopteren* sind kauende Insecten und haben die vorderen Flügeldecken zu Elytren umgewandelt; von den ihnen häufig ähnlichen



Orthopteren sind sie durch den vereinfachten Bau der Unterlippe und die vollkommene Verwandlung unterschieden.

43) Stechende Mundgliedmaassen haben *Rhynchoten*, *Dipteren* und *Aphanipteren*. Sie unterscheiden sich aber von einander durch die Entwicklung, indem die zum Theil geflügelten, zum Theil flügellosen *Rhynchoten* hemimetabol oder ametabol, die *Dipteren* und *Aphanipteren* holometabol sind. Von letzteren beiden Ordnungen sind die *Aphanipteren* flügellos, die *Dipteren* haben nur Vorderflügel, während die Hinterflügel zu Halteren umgewandelt sind.

44) Parasitische Rhynchoten sind *Acanthia lectularia* und die Pediculiden (Läuse), parasitische Dipteren die Larven der Oestriden und anderer Fliegen; die Aphanipteren (Puliciden oder Flöhe) sind ausschliesslich parasitisch.

45) Die *Hymenopteren* haben theils kauende, theils leckende Mundgliedmaassen; sie besitzen häutige, mit spärlichem Geäder versehene Flügel; ihre Entwicklung ist holometabol.

46) Die weiblichen Thiere haben einen Abdominalanhang, der bei den *Terebrantien* und *Entophagen* als Legeröhre, bei den *Aculeaten* (Bienen und Wespen) als Giftstachel benutzt wird.

47) Die *Lepidopteren* haben beschuppte Vorder- und Hinterflügel, rudimentäre Ober- und Unterlippe und Mandibeln, Maxillen zu einem Rüssel umgewandelt; die Entwicklung ist holometabol.

48) Der Körper der **Arachnoideen** besteht aus Cephalothorax und Abdomen.

49) Der Cephalothorax trägt 6 Extremitäten, von rückwärts nach vorn gezählt; vier Beinpaare, ein Paar Kiefertaster, ein Paar Kieferfühler (Antennen?); er hat ferner mehrere Paar hoch entwickelter Einzelaugen.

50) Am Abdomen — selten am Cephalothorax — liegen 1 bis 4 Paar Stigmen, welche entweder in verästelte Tracheen oder in Tracheenlungen, oder zum Theil in Tracheen, zum Theil in Lungen führen.

51) Das Abdomen ist bei Gliederspinnen oder *Arthrogastres* gegliedert, einheitlich bei Rundspinnen oder *Sphaerogastres*.

52) Unter den **Arthrogastres** sind zwei Gruppen dadurch ausgezeichnet, dass das erste Paar Spinnenbeine noch nicht zur Fortbewegung, sondern zum Tasten benutzt wird: *Solpugen* (mit 3 freien Thoraxsegmenten), *Pedipalpen* (mit Cephalothorax).

53) Durch grosse Scheeren an den Tastern und ein mit einem Giftstachel versehenes Postabdomen sind die *Scorpione* charakterisirt, durch Scheeren ohne Postabdomen die *Pseudoscorpione*, durch spinnenartigen Habitus die *Phalangioideen*.

54) Unter den **Sphaerogastres** sind die Webspinnen oder *Araneen* die wichtigsten; sie tragen am hinteren Ende des Abdomens auf 4 bis 6 Spinnwarzen zahlreiche mit Drüsen versehene Spinnröhrchen.

55) Nach der Zahl der Spinnwarzen und der Lungen unterscheidet man *Tetrapneumones* (2 Paar Lungen, 2 Paar Spinnwarzen), *Dipneumones* (1 Paar Lungen, 1 Paar Tracheenbüschel, 3 Paar Spinnwarzen).

56) Sphaerogastres mit verschmolzenem Cephalothorax und Abdomen und mit zu einem Stechrüssel umgewandelten Mundgliedmaassen sind die *Acarinen* oder *Milben*.

57) Menschliche Parasiten unter den Milben sind *Ixodes ricinus*.



nus, *Argas persicus*, *Sarcoptes scabiei*, *Demodex folliculorum*, ferner die Larven von Trombidien (*Leptus autumnalis*).

58) Vollkommen parasitisch sind die bandwurmartigen, extremitätenlosen *Linguatuliden*, deren Jugendformen in Lunge und Leber leben.

59) In der Zahl der Beine stimmen mit den Arachnoideen überein die sonst sehr abweichend gebauten *Tardigraden* und *Pycnogoniden*.

60) Die *Xiphosuren* erinnern durch Kiemenathmung an *Crustaceen*, durch Körpergliederung und Zahl der Extremitäten an *Arachnoideen*.

## VII. Stamm.

### Vertebraten oder Wirbelthiere.

Die Wirbelthiere gehören wie die *Arthropoden* und *Anneliden* zu den gegliederten Thieren, unterscheiden sich aber von ihnen durch den gänzlichen Mangel der äusseren Gliederung, der Ringelung der Körperoberfläche. Nur die segmentale Anordnung der inneren Organe: der Muskeln (Myotome, Myomere, Myocommata, Muskelsegmente, beim Embryo Urwirbel), der Nerven (Neurotome), des Skelets (Sklerotome) und der Blutgefässe lässt die Metamerie des Körpers erkennen, am deutlichsten bei den niederen Formen, den *Fischen*, weniger deutlich und für die meisten Organe nur in der Embryonalanlage nachweisbar bei *Vögeln* und *Säugethieren*. Zum Theil hat der Mangel der äusseren Gliederung seinen Grund in der ausgesprochenen Heteronomie des Wirbelthierkörpers und in der hiermit zusammenhängenden, die Grenzcontouren verwischenden Vereinigung der Segmente zu Segmentcomplexen oder Körperregionen, deren man mindestens 3 (Kopf, Rumpf und Schwanz), meist sogar 6 (Kopf, Hals, Brust, Lenden- oder Bauchregion, Becken- oder Sacralregion und Schwanz) unterscheidet. Noch wichtiger jedoch ist für die äussere Erscheinung die Beschaffenheit des Skelets. Das Cuticularskelet, welches bei den *Arthropoden* Veranlassung für die deutliche Ringelung ist, fehlt den Wirbelthieren gänzlich; die Haut bleibt weich oder ist nur in untergeordnetem Maasse, mehr zum Schützen als zum Stützen, an der Skelettbildung betheiligt (Hautskelet der *Fische*, *Crocodile*, *Schildkröten* etc.) Dafür bildet sich in der Axe des Körpers festes Gewebe aus, welches uns bei den allerniedersten Wirbelthieren und auf frühen Embryonalstadien als Rückensaite oder Chorda dorsalis entgegentritt, sonst aber sich zu der Wirbelsäule und dem Schädel höher entwickelt. Es war ein Zeichen grossen systematischen und vergleichend-anatomischen Scharfblickes, als Lamarck den Namen „*Wirbelthiere*“ einführte. Noch heute wird mit Recht die durch Cuvier's Typentheorie zur allgemeinen Geltung gelangte Bezeichnung beibehalten, wenn wir auch mit Rücksicht auf die wenigen Formen, welche an Stelle der Wirbelsäule nur die Chorda dorsalis besitzen, gezwungen sind, die Definition weiter



zu fassen, als Lamarck, und anstatt von Thieren mit Wirbelsäule von Thieren mit Axenskelet zu sprechen.

#### Integument.

Wenn wir den *Amphioxus* ausnehmen, welcher noch von einem einschichtigen Cylinderepithel bedeckt ist, unterscheidet sich die Haut der Wirbelthiere (Fig. 25 *a* und *b*) von dem Integument aller wirbellosen Thiere durch zwei Merkmale: 1) die Vielschichtigkeit der Epidermis (*Ep*), 2) die bedeutende Dicke der Lederhaut (*Co*). Die Epidermis ist nur bei einem Theil der Wirbelthiere noch von einer zarten Cuticula nach aussen begrenzt; meist ist eine solche Abgrenzung überflüssig, indem — besonders bei Landbewohnern — die oberflächlichen Zellenlagen der Verhornung unterliegen und dadurch auch ohne Cuticula die genügende Widerstandsfähigkeit erhalten. Man unterscheidet dann am Epithel zwei Schichten, das tiefere Stratum Malpighii (s. *M*) und das oberflächliche Stratum corneum (*sc*) (vergl. S. 63). — Der zweite Bestandtheil des Integuments, die Lederhaut, gehört ihrer Entstehung nach dem Mesoderm an. Sie besteht aus vielen, oft sehr regelmässig über einander geschichteten Lagen strafffaserigen Bindegewebes und ist meist von den tiefer gelegenen Organen, namentlich den Muskeln, durch lockeres, lymphgefässreiches Gewebe, das subcutane Bindegewebe, getrennt. — Beide Hauptabschnitte des Integuments können dem Wirbelthierkörper, abgesehen von der ihnen selbst innewohnenden Festigkeit, noch besondere Schutzapparate liefern. Die Hornschicht der Epidermis erreicht stellenweise eine besondere Mächtigkeit und bildet so das Schildpatt der *Schildkröten*, die Hornschuppen und Schilder der *Schlangen* und *Eidechsen*, die Federn der *Vögel*, die Haare und Hörner der *Säugethiere*. Endlich sind Epidermoidalproducte auch die Krallen, Hufe und Nägel, die bei *Reptilien*, *Vögeln* und *Säugethieren* vorkommen. Die Lederhaut kann Sitz von Verknöcherungen werden, welche man im Gegensatz zu den Verknöcherungen der Wirbelsäule und des übrigen Axenskelets das Hautskelet nennt.

#### Hautskelet.

Zum Hautskelet gehören vor Allem die Schuppen der *Fische*, welche trotz der Gleichartigkeit des Namens als Knochengebilde etwas ganz anderes sind als die oben schon erwähnten Hornschuppen der *Schlangen* und *Eidechsen*; sie lassen sich sämmtlich auf eine gemeinsame Ausgangsform zurückführen, die Placoidschuppen der *Selachier*. Letztere sind rhombische Plättchen, welche in ihrer Mitte spitze Höcker tragen, die man Hautzähne nennt, weil sie in ihrem Bau und ihrer Entwicklung den ächten Zähnen der Mundhöhle sehr ähnlich sind (Fig. 460). Wie diese bestehen sie aus Elfenbein (*d*) und enthalten im Innern eine von blutgefässreichem Gewebe erfüllte Pulpahöhle (*p*). Ob eine die Spitze bedeckende dünne Lage (*sch*) als Schmelz gedeutet werden kann, ist strittig. Hautzähne und ächte Zähne sind dieselben

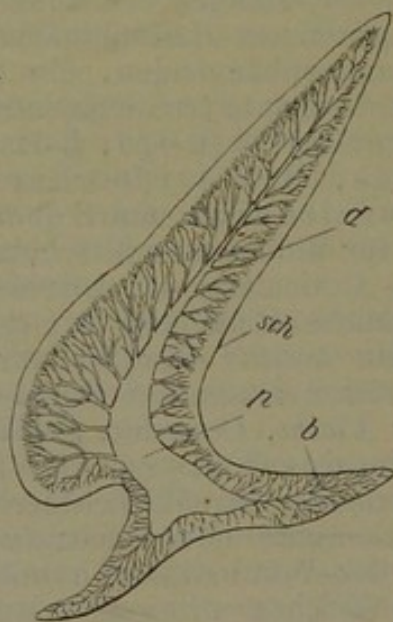


Fig. 460. Sagittalschliff durch die Schuppe von *Scyllium stellare* (nach einer Zeichnung von Hofer). *a* Dentin, *sch* Schmelz, *p* Pulpahöhle, *b* Basalplatte.



Gebilde, welche nur in Folge ihrer verschiedenen Lagerung und der dadurch bedingten Verschiedenartigkeit der Function eine verschiedene Entwicklung genommen haben.

Die Schuppen der *Fische* sind noch von weiterem anatomischen Interesse, da sich auf sie ausser den Knochenplatten, welche den *Schildkröten*, *Crocodylen* und manchen *Säugethieren* (*Gürtelthieren*) einen widerstandsfähigen Panzer liefern, noch wichtige Theile des Axenskelets, die secundären Knochen oder Belegknochen, zurückführen lassen.

Unter Belegknochen versteht man Knochenplatten, welche, durch Verschmelzung von Hautverknöcherungen entstanden, in tiefere Schichten verlagert werden und zur Ergänzung des Axenskelets beitragen. Nach dem, was oben über das Verhältniss von Hautzähnen und ächten Zähnen gesagt wurde, ist es begreiflich, dass eine weitere Quelle für die Bildung von Belegknochen die ebenfalls mit Zähnen ausgerüstete Schleimhaut der Mundhöhle sein muss.

Bei der Betrachtung des Axenskelets beginnen wir mit der Chorda dorsalis, jenem wichtigen Zellenstrang, dem wir schon bei den *Tunicaten* begegnet sind, der ungeschmälert beim *Amphioxus* und den *Cyclostomen* fortbesteht, von da an aber allmählig durch die in seinem Umkreis entstehende Wirbelsäule verdrängt wird. Der Zellstrang ist entodermaler Abkunft (Fig. 9, S. 32). Anfänglich ein Längsstreifen im Epithel des Urdarms (I. *ch*), scheidet er aus der Begrenzung desselben aus und kommt dabei zwischen Darm (*dh*) und Nervensystem (*n*) in die Längsaxe des Körpers zu liegen (II. III.); hier bildet er einen runden Stab, welcher aus der früher schon beschriebenen, durch den blasigen Charakter ihrer Zellen an Pflanzengewebe erinnernden Binde substanz besteht (Fig. 36, S. 70). Auf einem Querschnitt

Axenskelet:  
Chorda dorsalis.

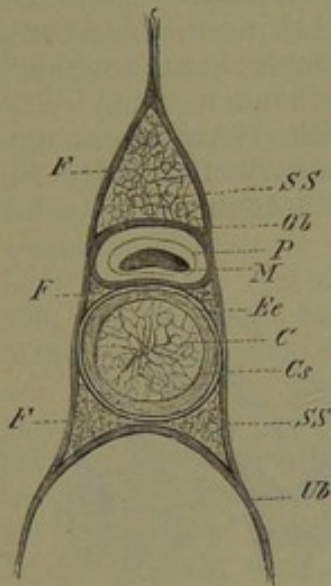


Fig. 461. Querschnitt durch das Axenskelet von *Petromyzon*, *F* Fettgewebe, *SS* skeletogene Schicht, *Ob*, *Ub* obere und untere Fortsätze derselben, *M* Rückenmark, *P* Umhüllung desselben, *C* Chorda, *Cs* Chordascheide, *Ee* *Elastica externa* (aus Wiedersheim).

(Fig. 461) sieht man den Stab von 3 Hüllen umgeben, zu innerst von der faserigen Chordascheide (*Cs*), dann einer nicht immer vorhandenen elastischen Membran (*Ee*), die *Elastica externa* heisst, da eine zweite *Elastica* innerhalb der Chordascheide vorkommen kann, endlich der skeletogenen Schicht (*SS*), welche auch äussere Chordascheide genannt wird. Letztere ist ein dem Mesoderm entstammendes Bindegewebe, setzt sich daher in die übrigen bindegewebigen Scheiden, wie sie die Muskeln, das Nervensystem etc. umgeben, fort und verdient besondere Beachtung, weil in ihr der Knorpel und der Knochen für Wirbelsäule und Schädel entstehen. Zellen der skeletogenen Schicht können ferner durch die *Elastica externa* in die faserige Chordascheide eindringen und diese in Faserknorpel umwandeln, wodurch die Chordascheide befähigt wird, sich am Aufbau des Wirbelkörpers zu betheiligen (*Selachier*).

Da die Chorda und ihre Hüllen elastisch und nachgiebig sind und ohne grossen Widerstand sich unter dem Zug der Muskeln biegen, sind sie vollkommen ungegliedert. Die Gliederung des Axenskelets beginnt erst, wenn derbere Gewebe, wie Knorpel und Knochen,



auftreten. Dann kommt es zur Sonderung einzelner in der Längsaxe auf einander folgender Stücke und damit zur allmählichen Ausbildung von Wirbelsäule und Schädel. Für beide Theile des Axenskelets kann man eine zusammenhängende Entwicklungsreihe aufstellen, wenn man von den niederen Classen zu den höheren aufsteigt und zugleich auch die ontogenetischen Thatsachen berücksichtigt.

Wirbelsäule,  
Rippen,  
Brustbein.

Die in der Wirbelthierreihe zuerst auftretenden Stücke der Wirbelsäule sind die oberen (*Cyclostomen*) und unteren Bögen (*Störe*) (Fig. 462), feste Spangen, welche symmetrisch zur Sagittalebene der Chorda aufsitzen und in der skeletogenen Schicht jedes Segmentes gewöhnlich zu 1 Paar, öfters aber auch zu 2 oder mehr Paaren (eigentliche Bögen und Schaltstücke, Intercalarien) vorhanden sind. Die oberen Bögen (die *Arcus vertebrae* der menschlichen Anatomie) umgreifen das dorsal von der Chorda gelegene Rückenmark und bilden für dasselbe den Rückgratscanal, indem sie über dem Rückenmark sich zum

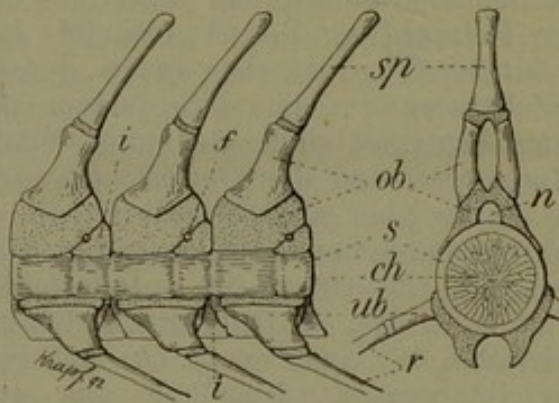


Fig. 462. Ein Stück Wirbelsäule des Störs in seitlicher Ansicht und bei Betrachtung auf dem Querschnitte. *sp* Processus spinosi, *ob* obere Bögen, *n* Neuralcanal, *s* Chordascheide, *ch* Chorda, *ub* untere Bögen, *r* Rippen, *i* dorsale und ventrale Intercalaria, *f* Durchtrittsstellen der Nerven. Knorpel punktirt, Knochen weiss.

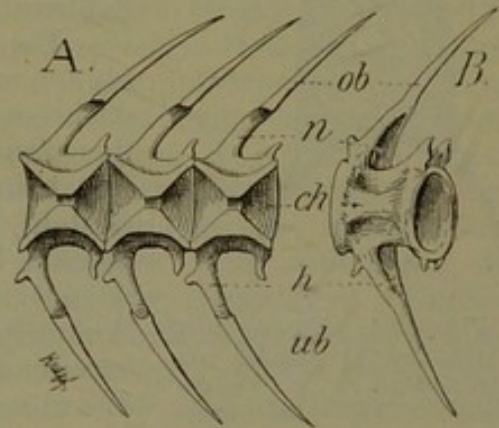


Fig. 463. Schwanzwirbel eines Karpfen. *A* der Länge nach in sagittaler Richtung durchschnitten, *B* ein einzelner Wirbel in halb seitlicher Ansicht. *ob* obere (Neural-) Bögen, *ub* untere (Haemal-) Bögen, *n* Neuralcanal, *h* Haemalcanal, *ch* Hohlräume, die von der Chorda gefüllt werden.

oberen Dornfortsatz oder Processus spinosus (häufig einem selbständig sich anlegenden Stück des Axenskelets) vereinen; sie werden daher auch Neurapophysen genannt. Ebenso können die unteren Bögen in der Schwanzgegend den die Schwanzblutgefäße bergenden Caudalcanal erzeugen und sich ebenfalls in Processus spinosi (die unteren Dornfortsätze) verlängern (Fig. 463). In der Rumpfregeion verhalten sich jedoch die unteren Bögen anders. Da hier die viel geräumigere Leibeshöhle mit ihren an Umfang sehr wechselnden Organen (Darm, Geschlechtsapparat) lagert, erstrecken sich die unteren Bögen weit nach abwärts und zerfallen in zwei Stücke, ein oberes Tragestück, die Apophyse (Basalstumpf), und ein unteres bewegliches Stück, die Rippe. Auch unterbleibt die Vereinigung zu den unteren Processus spinosi; die Rippen enden entweder frei (*Fische*), oder sie hängen, zum Theil wenigstens, ventral durch ein besonderes Verbindungsstück, das Brustbein oder Sternum (*Amnioten*), zusammen (Fig. 464 *St*). Letzteres



ist ein Derivat der Rippen. Entwicklungsgeschichtlich verschmelzen die unteren Rippenenden je einer Seite zur Sternalleiste. Die linken und rechten Sternalleisten vereinigen sich dann weiter zum Sternum.

Die unteren Bögen liegen nach einwärts von den Längsmuskeln des Rumpfes unter dem Peritoneum. Wir wollen sie Hämälbögen, die aus ihnen hervorgehenden Fortsätze und Rippen Hämaphysen und Hämälrippen (Pleuralrippen Goette's) nennen. Hämälrippen finden sich nur bei *Teleostiern* und *Ganoiden*. Die Rippen aller übrigen Wirbelthiere (*Selachier*, *Amphibien*, *Amnioten*, demgemäss auch des Menschen) haben eine andere morphologische Bedeutung. Wir wollen sie *Lateralrippen* (Pleuralrippen) nennen. Sie entwickeln sich unabhängig von der Wirbelsäule in einem horizontalen Bindegewebsseptum, welches sich quer durch die Längsmuskulatur hindurch vom Axenskelet zur Lederhaut ausspannt und die Muskulatur in eine dorsale (epichordale) und ventrale (hypochordale) Masse sondert (Fig. 86); sie befestigen sich bei den *Selachiern* an den Hämaphysen, bei *Amphibien* und den *Amnioten* dagegen an den Processus transversi, welche von den Neurapophysen ausgehen, wahrscheinlich aber abgegliederte, dorsal verschobene Stücke der Hämaphysen sind. In der Caudal-, vielfach auch Cervical-, Lumbal- und Sacral-Region verschmelzen Lateralrippen und Processus transversi zu den Seitenfortsätzen. Letztere finden sich in der Caudalregion vieler *Amphibien*, *Reptilien* und mancher *Säugethiere* gleichzeitig mit Hämälbögen, die als „Os en chevron“ hier wie bei *Fischen* den Caudalcanal erzeugen. — Das Vorkommen der Intercalaria bei *Cyclostomen*, *Haien* und *Ganoiden* spricht dafür, dass von Haus aus jedem Segment ein Doppelwirbel zukommt. Paläontologische und entwicklungsgeschichtliche Befunde an *Reptilien* geben dieser Auffassung weitere Stützen.

Indem nun entweder die basalen Enden der oberen und unteren Bögen sich um die Chorda herum ausbreiten und mit einander verschmelzen, oder indem sich unabhängig von ihnen perichordaler Knorpel bildet, entsteht ein fester Stützpunkt für beide Bogensysteme in den Wirbelkörpern. Dieselben vergrössern sich auf Kosten der in ihrem Inneren verlaufenden Chorda; sie können dieselbe bis auf äusserst geringe Spuren vollkommen verdrängen, wie die Wirbelsäule der *Säugethiere* zeigt, oder die Verdrängung der Chorda ist unvollkommen, wie bei den *Fischen*. Die *Fische* haben amphicöle Wirbelkörper (Fig. 463), d. h. Wirbelkörper, deren vordere und hintere Enden nach Art von Doppelbechern tief ausgehöhlt sind. In den Aushöhlungen erhält sich selbst beim erwachsenen Thier die Chorda fort, sie kann sogar als feiner Verbindungsstrang die Wirbelmitte durchsetzen und so, abwechselnd sich verdünnend und verdickend, die Form eines Rosenkranzes annehmen.

Histologisch besteht die Wirbelsäule entweder aus Knorpel oder aus Knochen; das gewöhnliche Verhalten ist, dass sich zuerst Knorpel bildet, welcher dann von Knochen ersetzt wird. Unterbleibt die Ver-

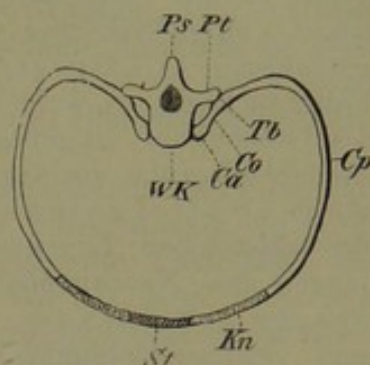


Fig. 464. Brustwirbel und Rippe in ihrem Verhältniss zum Brustbein von einem *Säugethier*. Wk Wirbelkörper, Ps Processus spinosus, Pt Processus transversus, Ca Köpfchen, Co Hals, Tb Höcker der Rippe, Cp knöcherner, Kn knorpelige Rippe, St Sternum (aus Wiedersheim).



knöcherung, so ist die Wirbelsäule dauernd knorpelig: ist die Verknöcherung unvollständig, so findet man Knochen und Knorpel neben einander. Indem sich diese Unterschiede der histologischen Structur mit den Unterschieden combiniren, wie sie sich aus der verschiedenen Persistenz der Chorda und der verschiedenen Gestalt der Wirbelkörper und ihrer Anhänge ergeben, resultirt eine ausserordentliche Mannichfaltigkeit im Aussehen der Wirbelsäule.

Um der Wirbelsäule genügende Beweglichkeit zu bewahren, auch wenn Vollwirbelkörper gebildet werden, sind verschiedene Einrichtungen getroffen. 1) „Opisthocöle“ Wirbel besitzen eine Gelenkgrube am hinteren Ende, in welche das vordere convexe Ende des folgenden Wirbels als Gelenkkopf eingefügt ist. 2) „Procöle“ Wirbel zeigen umgekehrt die Gelenkgrube am vorderen Ende. 3) Die Wirbel articuliren mit einander durch „Sattelgelenke“ (*Vögel*). 4) Zwischen 2 Wirbeln befinden sich die elastischen Ligamenta intervertebralia (*Säugethiere*). Ferner tragen die Neurapophysen ausser den Processus transversi noch Processus articulares, vordere und hintere Gelenkfortsätze, wobei hintere und vordere Gelenkflächen der Fortsätze zweier auf einander folgender Wirbel mit einander in Verbindung stehen.

Schädel.

Noch früher als die Wirbelsäule, nämlich schon bei den keine Wirbelkörper besitzenden *Cyclostomen*, tritt in der Reihe der Vertebraten der Kopfabschnitt des Axenskelets, der nur dem *Amphioxus* fehlende Schädel auf. Derselbe umhüllt das Hirn, wie die Wirbelsäule das Rückenmark; auch tritt seine erste Anlage in der skeletogenen Schicht im Umkreis des vorderen Chordaendes auf. Der Schädel theilt daher mit der Wirbelsäule die Lagebeziehungen zu den wichtigsten Nachbarorganen, so dass man beide Abschnitte des Axenskelets im Allgemeinen einander gleichwerthig oder homodynam setzen kann, wenn es auch unrichtig ist, mit Goethe und Oken, den Begründern der Wirbeltheorie des Schädels, zu sagen, dass der Schädel durch Verschmelzung einer Anzahl Wirbel entstanden sei. Vielmehr sind die Wirbel einerseits, der Schädel andererseits Theile des Axenskelets, welche sich aus der durch die Chorda dorsalis und die skeletogene Schicht gegebenen gemeinsamen Anlage nach verschiedenen Richtungen hin entwickelt haben. — Man unterscheidet drei Entwicklungszustände des Schädels: 1) das häutige, 2) das knorpelige Primordialcranium, 3) das knöcherne Cranium. Das häutige Primordialcranium, welches aus Bindegewebe besteht, findet sich vornehmlich auf frühen Embryonalstadien, dagegen gar nicht mehr oder nur in Resten beim ausgebildeten Wirbelthier; es wird von der höheren Entwicklungsstufe, dem knorpeligen Primordialcranium, verdrängt, welches sich bei niederen Fischen (*Haien, Stören*) dauernd und unverändert erhalten kann. Bei den meisten Wirbelthieren tritt jedoch Verknöcherung ein, welche das Primordialcranium entweder zum Theil (*Fische, Amphibien*) oder in ganzer Ausdehnung (*Vögel, Säugethiere*) ergreift und es im letzteren Falle in eine knöcherne Kapsel verwandelt. Im knöchernen Cranium unterscheidet man nach ihrer Entwicklung zwei Arten von Knochen: primäre und secundäre Knochen. Die primären Knochen entstehen im Anschluss an das Knorpelcranium selbst, entweder im Innern des Knorpels (Enchondrostosen) oder in dem umhüllenden Perichondrium (Ekchondrostosen). Die secundären Knochen, die Belegknochen, sind dagegen ihrer urprünglichen Anlage nach dem Axenskelet fremd und



bilden sich aus den beim Hautskelet besprochenen Verknöcherungen der Haut (Schuppen) und der Mundschleimhaut (Zähne); sie rücken in die Tiefe, lagern sich von aussen auf das Axenskelet und ergänzen dasselbe besonders an Stellen, wo aus Mangel von Knorpel keine primären Knochen entstehen können (Parostosen). Es ist jedoch fraglich, ob eine scharfe Scheidung von beiderlei Knochen durchführbar ist. Nach Gegenbaur soll alle Knochenbildung von der Haut, resp. Schleimhaut ausgehen; die primären Knochen sollen Belegknochen sein, die in das Knorpelskelet, dasselbe verdrängend, vorgedrungen sind. Dieser Auffassung zufolge wäre es denkbar, dass dieselben Knochen in einer Classe der Wirbelthiere als Belegknochen, in der anderen als primäre Knochen entständen, was für die Beurtheilung und Benennung mancher Knochen von Wichtigkeit ist.

Das knorpelige Cranium ist am vollkommensten unterhalb des Hirns ausgebildet. Dieser Abschnitt, die Schädelbasis, liegt in der Verlängerung der Wirbelkörper und umhüllt zum Theil noch das vordere Ende der Chorda dorsalis (Parachordalia), zum Theil ragt er nach vorn weit über die Chorda hinaus (prächordaler Theil der Schädelbasis, Praechordalia, Rathke'sche Schädelbalken). Die Seitenwände des Schädels werden durch die knorpeligen Umhüllungen zweier Sinnesorgane, der Nase und des Gehörorgans, verstärkt, durch die Nasenkapseln am vorderen, durch die Gehörkapseln am hinteren Abschnitte; die dazwischen gelegene Region ist eingebuchtet zur Aufnahme der Augen, welche keinen besonderen Skelettheil dem Schädel zuführen. Nur bei wenigen Thieren ist das Knorpelcranium vollkommen geschlossen; meist finden sich in ihm dorsale, zuweilen auch ventrale, nur von Bindegewebe geschlossene Lücken. Namentlich wird in der Gegend des Schädeldaches das Bindegewebe (häutiges Primordialcranium) um so ausgiebiger zum Verschluss herangezogen, je mehr sich das Hirn bei Zunahme der Intelligenz vergrössert und den Binnenraum der Schädelkapsel ausdehnt. Relativ am kleinsten ist daher das auf das Embryonalleben beschränkte Knorpelcranium bei *Reptilien*, *Vögeln* und *Säugethieren*. Da es sich hier dorsal nur in der Hinterhauptsgegend schliesst, weiter nach vorn dagegen klafft, müssen bei der Verknöcherung die Belegknochen zur Vervollständigung der Schädelkapsel ganz bedeutend herangezogen werden.

Der knöcherne Schädel der Wirbelthiere bietet dem vergleichend-anatomischen Verständniss grosse Schwierigkeiten, einestheils wegen seines verschiedenen Aussehens in den einzelnen Thierabtheilungen, andernteils wegen der grossen Zahl und complicirten Anordnung der ihn zusammensetzenden Knochen. Um so mehr muss von Anfang an betont werden, dass von den *Knochenfischen* an aufwärts im Grossen und Ganzen die gleichen Knochenstücke in den verschiedensten Wirbelthierclassen wiederkehren, und dass die Schwierigkeiten vorwiegend damit zusammenhängen, dass je nach den einzelnen Classen manche Knochen nicht zur Ausbildung gelangen (*Amphibien*), oder mit anderen zu grösseren Knochenstücken verschmelzen (*Säugethiere*). Eine weitere Complication wird dadurch herbeigeführt, dass sich vielfach mit der Schädelkapsel Theile, die, streng genommen, ihr nicht zugehören, innig verbinden, die sogenannten Visceralbögen. Man thut daher gut, bei einer Beschreibung des Schädels von dem Visceralskelet zunächst abzusehen und sich ferner die Aufgabe zu erleichtern, indem man die Knochen gruppenweise betrachtet.



Primäre  
Knochen.

Die primären (knorpelig präformirten) Knochen lassen sich nach den Schädelregionen in 4 Gruppen eintheilen: 1) Hinterhauptsknochen, Occipitalia, 2) Gehörkapselknochen, Otica, 3) Knochen der Augengegend, Sphenoidalia, 4) Knochen der Geruchskapsel, Ethmoidalia. Die Hinterhauptsknochen (Fig. 465, 466, 467), welche bei den *Säugethieren* zu dem einheitlichen Hinterhauptsbein (Os occipitis) frühzeitig verwachsen, umgeben, 4 an der Zahl, das Foramen magnum, die Oeffnung, durch welche das Rückenmark eintritt, um sich in das Hirn fortzusetzen; zwei liegen links und rechts (Exoccipitalia), ein unpaarer ventral (Basioccipitale), ein weiterer unpaarer dorsal von der Oeffnung (Supraoccipitale). Die der Seitenwand des Schädels angehörigen Gehörkapselknochen (Otica) hängen in ihrer Ausbildung ganz von der Ausdehnung des Gehörorgans ab. Bei den *Fischen*, wo die Theile des letzteren gross und weit ausgebreitet

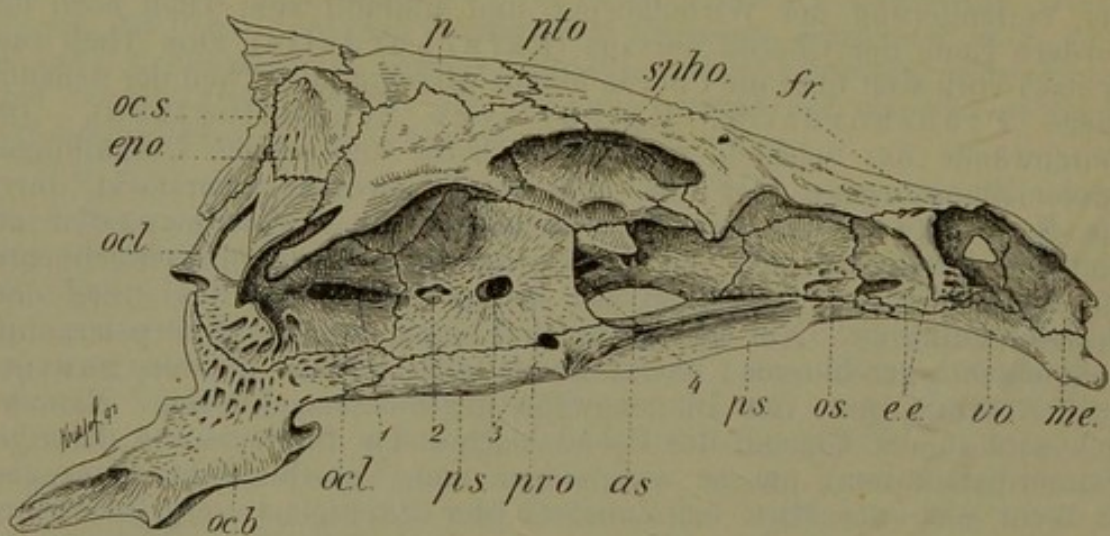


Fig. 465. Schädel des Karpfens nach Abnahme des Visceralskelets. A. Primäre Knochen: *oc. b*, *ocl*, *oc.s* = Basioccipitale, Exoccipitale, Supraoccipitale; *epo* Epioticum, *pto* Pteroticum, *spho* Sphenoticum, *pro* Prooticum; *as* Alisphenoid, *os* Orbitosphenoid; *me* Mesethmoid, *ee* Exethmoid. B. Ventrale Belegknochen: *ps* Parasphenoid, *vo* Vomer. C. Dorsale Belegknochen: *p* Parietale, *fr* Frontale. 1—4 Durchtrittsstellen für die Kopfnerven.

sind, ist die Region der Otica ebenfalls gross, und können mehrere ansehnliche Knochen vorhanden sein: Epioticum, Pteroticum, Sphenoticum, Prooticum und öfters auch Opisthoticum; umgekehrt verbinden sich die einzelnen Knochenanlagen bei den *Säugethieren* (Fig. 466, 467) zu einem einheitlichen Knochenstück (Petrosum, Felsenbein), das in Folge der compendiösen Beschaffenheit des Gehörorgans nicht viel Platz einnimmt. Da die Otica meistens die Mittellinie nicht erreichen, grenzen in der Schädelbasis an das Basioccipitale direct die Sphenoidalia an, zunächst das Basisphenoid, und an dieses nach vorn anschliessend, das Praesphenoid, beides unpaare, aus paariger Anlage entstandene Knochen. Beide Knochen haben links und rechts ihre paarigen Begleiter: das Basisphenoid die paarigen Alisphenoide, das Praesphenoid die paarigen Orbitosphenoide, ganz wie das Basioccipitale von den 2 Exoccipitalia flankirt wird. Da nun auch in der Gegend der Geruchskapsel ein unpaarer mittlerer Knochen (Mesethmoid) zwischen paarigen Seitenknochen (Exethmoidea) liegt, so hätten wir uns das ver-



knöcherte Cranium der Wirbelthiere vorzustellen als eine mediane Längsreihe von 4 unpaaren, basalen Knochen, die von hinten nach vorn sich folgen als Basioccipitale, Basisphenoid, Praesphenoid, Meseth-

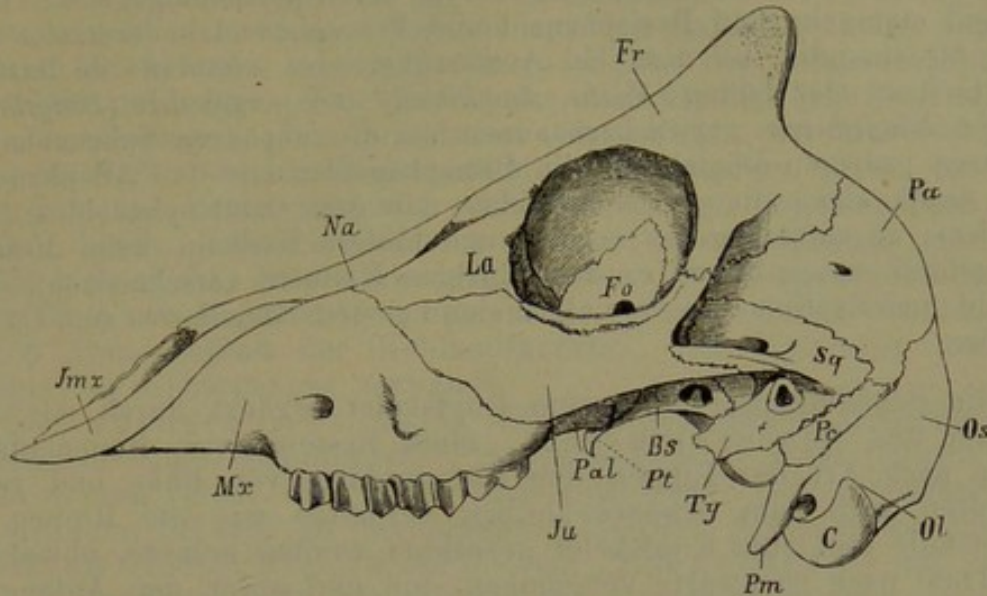


Fig. 466. Schädel einer Ziege, von aussen betrachtet, Hirnschädel + Gesichtsschädel (Theil des Visceralskelets). I. Hirnschädel: A. Primäre Knochen: *Ol* Exoccipitale mit Condylus *C* und Processus paramastoideus *Pm*, *Os* Supraoccipitale; *Pe* Petrosum (= Otica); *Bs* Basisphenoid (Alisphenoid, Orbitosphenoid mit dem Foramen opticum *Fo*, zum Theil durch den Jochbogen verdeckt, Praesphenoid und Ethmoidea ganz verdeckt). B. Secundäre Knochen: *Pa* Parietale, *Fr* Frontale, *Na* Nasale, *Sq* Squamosum, *Ty* Tympanicum, *La* Lacrymale. II. Gesichtsschädel: A. Oberkieferreihe: *Imx* Intermaxillare, *Mx* Maxillare, *Ju* Jugale. B. Gaumenreihe: *Pal* Palatinum, *Pt* Pterygoid (aus Claus).

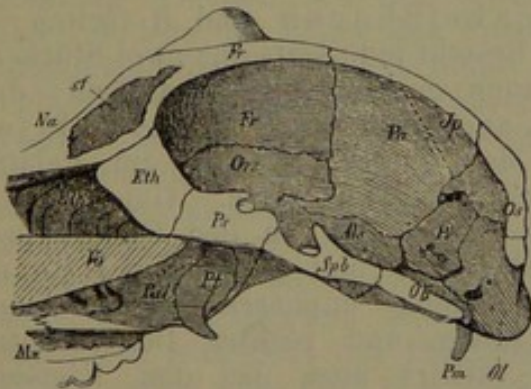


Fig. 467. Sagittalschnitt durch den hinteren Abschnitt eines Ziegenschädels. A. Primäre Knochen des Hirnschädels: *Ob* Basioccipitale, (*Pm* Processus paramastoideus), *Ol* Exoccipitale, *Os* Supraoccipitale; *Spb* Basisphenoid, *Als* Alisphenoid, *Ps* Praesphenoid, *Ors* Orbitosphenoid, *Eth* Mesethmoid (das Exethmoid verdeckend); *Pe* Petrosum. B. Belegknochen: *Pa* Parietale, *Ip* das nur bei Säugethieren vorkommende Interparietale, *Fr* Frontale mit *sf* Sinus frontales, *Na* Nasale. C. Belegknochen des Visceralskelets: *Vo* Vomer, *Pal* Palatinum, *Pt* Pterygoid (Gaumenreihe), *Mx* Maxillare (Oberkieferreihe) (aus Gegenbaur).

moid; daneben je eine linke und rechte Reihe: Exoccipitalia, Alisphenoidea, Orbitosphenoidea, Exethmoidea. Die Ausbildung der Gehörkapsel bringt es mit sich, dass zwischen die Exoccipitalia und die Alisphenoidea die Summe der Otica, das Petrosum, eingekeilt ist. Nur in der Hinterhauptsgegend findet sich ein dorsaler Schlussstein, das Occipitale superius. Sonst müssen Belegknochen zur Aushilfe eintreten, und zwar 3 Paar, welche bei den Wirbelthieren nahezu constant sind und von hinten nach vorn auf einander folgen: ein Paar Parietalia, ein Paar Frontalia, ein Paar Nasalia (letztere als Deckknochen der Nasenkapsel). Auf die niederen Wirbelthiere beschränkt ist ein unpaarer mächtiger Belegknochen an der Schädelbasis,

Belegknochen.



das vom Hinterhauptsbein bis zum Mesethmoid reichende Parasphenoid.

Das hier entwickelte Grundschema eines Wirbelthierschädels wird in der Natur am meisten modificirt in der Sphenoidalgegend. Parasphenoid einerseits und Basisphenoid und Praesphenoid andererseits vicariiren für einander, so dass bei Anwesenheit des ersteren die letzteren klein bleiben oder fehlen (*Fische, Amphibien*) und umgekehrt (*Säugethiere*). Bei den *Säugethieren* verwachsen ausserdem die unpaaren Sphenoidstücke mit ihren paarigen Begleitern, die Basisphenoidea mit den Alisphenoidea (*Alae temporales*), die Praesphenoidea mit den Orbitosphenoidea (*Alae orbitales*); so entstehen das vordere und hintere Keilbein (beim *Menschen* und anderen *Säugethieren* zu dem einzigen Keilbein verschmolzen). Mesethmoid und Exethmoidea vereinigen sich bei den *Säugethieren* zum Os ethmoideum.

Visceral-  
skelet.

Die Schädelkapsel wird zum Kopfskelet ergänzt durch das Hinzutreten des Visceralskelets, eines Systems von Bogenstücken, welche nach Art der Rippen den Anfangsdarm von links und rechts umgreifen, sich zum Schädel ähnlich verhalten wie die Rippen zur Wirbelsäule und zum Kopfskelet gerechnet werden müssen, obwohl sie zum Theil nach rückwärts verschoben sind und unter den Anfang der Wirbelsäule zu liegen kommen. Wie die Rippen im Anschluss an die Muskulatur (*Myomerie*) entstanden sind, so die Visceralbogen im Anschluss an die Kiemenbildung (*Branchiomerie*). Analog dem Schädel hat das Visceralskelet einen knorpeligen und einen knöchernen Zustand. Das nur bei den *Haien* vorkommende knorpelige Visceralskelet ist so locker mit dem Schädel verbunden, dass man es leicht von ihm im Zusammenhang ablösen kann. Man zählt an ihm (Fig. 493) gewöhnlich 8 (selten 11) Bögen und zwar von vorn nach hinten zunächst 2 rudimentäre Bögen, die Lippenknorpel, dann den mächtigen Kieferbogen, den Zungenbeinbogen und 5 (selten 7) Kiemenbögen. Der Kieferbogen besteht jederseits aus zwei Stücken, welche Zähne tragen und beim Kauen gegen einander wirken; das obere, dem Schädel vorn und hinten angefügte Stück ist das Palatoquadratum (nicht Oberkiefer), das untere, welches am Palatoquadratum eingelenkt ist, heisst das Mandibulare. Ganz analog theilt sich der Zungenbeinbogen in das obere, an der Gehörkapsel des Schädels befestigte Hyomandibulare und das untere Hyoid, wozu noch ein am Kieferbogen fehlendes unpaares Stück kommt, welches als ventrale Copula den linken und rechten Bogen unter einander verbindet. Eine Copula existirt auch bei den Kiemenbögen, welche jederseits aus 4 Stücken bestehen. Zungenbeinbogen und Kiemenbögen tragen Kiemen; gewisse Merkmale (Existenz rudimentärer Kiemen und einer rudimentären Kiemenspalte, des „Spritzloches“) weisen darauf hin, dass auch der Kieferbogen einmal ein Trageapparat für Kiemen gewesen ist und dieser ursprünglichen Function entfremdet wurde, als er zum Kauen Verwendung fand. Die Lippenbogen werden in der Neuzeit als Reste des Stützskelets der Tentakeln, welche bei *Amphioxus* und *Myxinen* den Mund umgeben und in den Barteln der Knochenfische von Neuem auftreten, gedeutet; sie würden damit den übrigen Visceralbögen nicht vergleichbar sein.

Durch die Verknöcherung hat das Visceralskelet bei den höheren *Fischen* und allen übrigen Wirbelthieren eine erhebliche Umgestaltung



erfahren. Diese Umgestaltung wird noch gesteigert durch einen fortschreitenden Functionswechsel der Bögen, indem immer mehr derselben ihrer respiratorischen Function entzogen werden. Man muss dabei am Visceralskelet einen vorderen und hinteren Abschnitt unterscheiden: der vordere besteht aus den Labialknorpeln, dem gesammten Kieferbogen und der oberen Hälfte des Zungenbeinbogens, dem Hyomandibulare, der hintere aus dem Hyoid, den Kiemenbögen und den Copulae. Der hintere Abschnitt ist nur so lange gut entwickelt, als die Kiemenathmung beibehalten wird. Mit dem Uebergang zur Lungenathmung schwindet er zum grössten Theil; was erhalten bleibt, liefert das Zungenbein, dessen Körper aus einer Copula hervorgeht, dessen Vorderhorn dem Hyoid, dessen Hinterhorn einem Rest von Kiemenbögen entspricht. Weitere Reste der letzteren werden zum Aufbau der Kehlkopfknorpel, der Epiglottis und der Knorpel des Gehörganges verwandt.

Der vordere Abschnitt des Visceralskelets (Labialknorpel, Palatoquadratum, Mandibulare, Hyomandibulare) erfährt zwar eine Weiterbildung, giebt aber mehr und mehr seine Selbständigkeit auf, um mit dem Schädel zu verwachsen. Bei den *Säugethieren* schliesst er sich als „Gesichtsschädel“ dem „Hirnschädel“ an. Dabei wird er Ausgangspunkt für complicirte Knochenbildungen, die vergleichend-anatomisch sehr schwer zu verstehen sind, da sie, von Classe zu Classe verglichen, wiederholt ihre Function und damit auch ihre Beschaffenheit und relative Grösse verändern.

Allen Wirbelthieren mit knöchernem Visceralskelet (Fig. 466, 495) ist gemeinsam, dass vor dem Palatoquadratum in der bei *Haien* durch die Lippenknorpel eingenommenen Gegend links und rechts 2 Belegknochen entstehen, der Zwischenkiefer (Os praemaxillare s. intermaxillare) und der Oberkiefer (Os maxillare). Sie tragen die bei bezahnten Wirbelthieren nur selten fehlende Oberkieferreihe der Zähne, welche die Zähne des Palatoquadratum ablösen, indem sie die Antagonisten der Unterkieferzähne werden. Das Palatoquadratum rückt in gleichem Maasse nach rückwärts und erzeugt eine zweite, der Oberkieferlinie häufig genau parallele Reihe von Knochen, welche ebenfalls Zähne tragen können, die Gaumenreihe. Man muss hierbei aber am Palatoquadratum zwei Abschnitte unterscheiden, nach vorn die Palatinspange, nach hinten den Quadratheil. Die knorpelige Palatinspange schwindet meistens, und es erhalten sich nur die auf ihr entstandenen Belegknochen, zuvorderst der Vomer, dann das Palatinum, am meisten rückwärts das Pterygoid. Der Quadratknorpel verknöchert dagegen selbst und wird zum Quadratbein, welches die Gelenkfläche für das Mandibulare trägt. Die Verknöcherung des Mandibulare (Meckel'schen Knorpels) erfolgt in analoger Weise, vorn durch Belegknochen, unter denen das zahntragende Stück, das Dentale, am wichtigsten ist, hinten durch einen primären Knochen, welcher Articulare heisst, weil er mit dem Quadratbein das Mandibulargelenk bildet. — Aus dem Hyomandibulare geht nur ein constanter Knochen hervor, welchem daher der Name des Knorpels belassen wird.

Wenn soweit alle Wirbelthiere mit knöchernem Skelet einander gleichen, so kommen wir jetzt zu den Unterschieden, welche dadurch veranlasst sind, dass das Hörorgan beim Uebergang zum Landaufenthalt schallleitender Apparate bedarf. Diese werden durch Knochen geliefert, welche schon bei den

Gehör-  
knöchelchen.



*Fischen* in der Gegend der Gehörkapsel liegen, das Hyomandibulare (Zungenbeinbogen), Quadratum und Articulare (die zwei Gelenkstücke des Kieferbogens). Dazu tritt vielleicht noch ein von der Schädelkapsel sich abspaltendes, die Fenestra ovalis (S. 488) ausfüllendes Stück, die Steigbügelplatte, hinzu. Das Hyomandibulare wird wahrscheinlich schon bei *Amphibien*, *Reptilien* und *Vögeln* zu einem Gehörknochen, der Columella, welche sich an die Steigbügelplatte ansetzt. Bei den *Säugethieren* scheinen Steigbügelplatte und Columella zum einheitlichen Steigbügel (Stapes) verschmolzen zu sein; bei denselben folgen ferner im Functionswechsel Quadratum und Articulare nach, jenes, indem es zum Amboss, dieses, indem es zum Hammer (Fig. 480, 481) wird. Da das Mandibulare durch diese Umwandlung seines Gelenkstückes beraubt wird, entsteht bei den *Säugethieren* an einem Fortsatz des Dentale ein neues Unterkiefergelenk. Der Unterkiefer der *Fische* bis *Vogel* ist somit nur zum Theil dem Unterkiefer der *Säugethiere* gleichwerthig, da er ausser dem Dentale auch das Articulare (den Hammer der *Säugethiere*) enthält; ihr Mandibulargelenk ist das Hammer-Ambosgelenk.

Zum Schluss müssen noch 3 bei den Wirbelthieren weit verbreitete Knochen besprochen werden: 1) das Squamosum, 2) das Tympanicum, 3) das Jugale oder Zygomaticum. Von diesen drei ist das Squamosum ein Belegknochen, welcher auf der Grenze von Quadratum und Region der Otica (Petrosum) entsteht und daher zu beiderlei Skeletstücken Beziehungen hat. Er wird in gleichem Maasse grösser, als das Quadratum bei der Umwandlung zum Amboss einschrumpft, und liefert die Squama temporum, welche bei den *Säugethieren* mit dem Petrosum zum Schläfenbein verschmilzt. Gemeinsam mit dem Tympanicum, welches bei *Säugethieren* ebenfalls mit dem Petrosum verwächst, bildet es den Rahmen, in welchen das Trommelfell eingespannt ist. Das Jugale oder Jochbein gehört zur Maxillarreihe. Diese ist bei vielen Wirbelthieren nur an ihrem vorderen Ende am Schädel befestigt, während das hintere Ende frei in den Weichtheilen des Kopfes endet. Um nun auch dieses Ende mit dem Schädel enger zu verbinden, entsteht bei sehr vielen Wirbelthieren das Jugale, welches bogenförmig (Jochbogen) den Zwischenraum zwischen dem Maxillare und dem am Schädel angefügten Quadratum überbrückt. Wenn das Quadratum sich in ein Hörknöchelchen verwandelt und dadurch zu klein wird, um als Stützapparat zu dienen, wird der Jochbogen von dem Begleiter des Quadratum, dem Squamosum, aufgenommen, welches den Processus zygomaticus dem Os zygomaticum (jugale) entgegen sendet.

Schwierigkeiten in der morphologischen Deutung der Skelettheile bei den einzelnen Wirbelthierclassen ergeben sich da, wo Visceralskelet und Schädelkapsel, und in dieser wiederum, wo primäre und secundäre Knochen an einander stossen, zumal als letztere Unterscheidung keineswegs allgemein anerkannt wird. Daher werden Pteroticum, Sphenoticum und Exethmoid der *Fische* vielfach mit anders benannten Belegknochen der *Amnioten* gleichgesetzt, das primäre Pteroticum mit dem secundären Squamosum, die primären Sphenoticum und Exethmoid mit 2 Belegknochen hinter und vor dem Frontale: dem Postfrontale und Praefrontale der *Reptilien*.

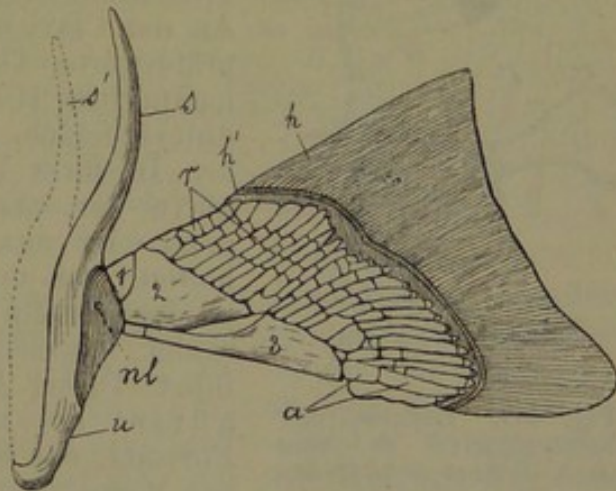
Extremitäten.

Wie der Stamm des Wirbelthierkörpers eine feste Axe durch Schädel und Wirbelsäule erhält, so gewinnen auch die von ihm ausgehenden Extremitäten ihre Stütze durch axiale Skeletbildungen.



Man unterscheidet zweierlei Extremitäten, paarige und unpaare, die allerdings nur bei den *Fischen* gleichzeitig vorkommen (Fig. 502 bis 505). Die unpaaren Extremitäten entstehen hier als eine Hautfalte in der Sagittalebene des Körpers, die hinter dem Kopf beginnt, als ein Rückenkamm bis zum Schwanz verläuft, diesen umgreift und ventral bis zur Aftergegend reicht. Die einheitliche Anlage sondert sich fast stets in 3 Stücke: 1) die öfters in mehrere kleine Flossen zerfallende Rückenflosse, 2) die Schwanzflosse und 3) die ventrale Afterflosse (*Pinna dorsalis*, *P. caudalis*, *P. analis*). In ähnlicher Weise sind wahrscheinlich auch die paarigen Extremitäten, die vorderen Brustflossen (*P. thoracicae*) und die hinteren Bauchflossen (*P. abdominales*) auf eine einheitliche Anlage zurückzuführen und als die selbstständig gewordenen vorderen und hinteren Enden zweier Seitenfalten zu deuten. — Von den beiden Extremitätenformen sind die unpaaren die älteren, da sie schon beim *Amphioxus* und den *Cyclostomen* auftreten, wo die paarigen noch fehlen; sie verschwinden dagegen früher in der Wirbelthierreihe. Da sie nur für den Aufenthalt im Wasser dienlich sind, gehen sie schon bei den *Amphibien* verloren, bei denen ein einheitlicher, von Skelettheilen nicht mehr gestützter Flossenkamm meist nur noch während des Larvenlebens vorkommt. Umgekehrt gewinnen die paarigen Extremitäten (Arme und Beine) mit dem Uebergang zum Landleben eine erhöhte Bedeutung.

Fig. 468. Linker Brustgürtel mit Flosse von *Heptanchus* (unter Benutzung einer Zeichnung von Wiedersheim). *s* Scapula der linken, *s'* der rechten Seite, *u* unterer Theil des Gürtels, *nl* Nervenloch, 1, 2, 3 Pro-, Meso-, Metapterygium, *a* Stammreihe, *r* Nebenreihen der knorpeligen Flossenstützen, *h* Hornfäden oder Flossenstrahlen, bei *h'* durchschnitten, da sie sonst die Enden der Flossenstützen zudecken würden.



In den Flossen der Fische findet man zweierlei Skelettheile vor, die bei den *Haien* auch durch ihre histologische Beschaffenheit scharf unterschieden sind, indem die einen, die Flossenstützen, aus Knorpel bestehen, die anderen, die Flossenstrahlen (Dermalskelet) Hornfäden sind (Fig. 468). Da bei den *Teleostiern* beide Theile verknöchern, wird der Unterschied weniger auffällig, lässt sich aber noch daran erkennen, dass die Flossenstützen knorpelig vorgebildet werden, die Flossenstrahlen nicht, dass jene die basalen Theile, diese den Randsaum der Flosse einnehmen. Die Unterscheidung der beiden Skelelemente ist von grosser Wichtigkeit. Die Flossenstrahlen haben ein untergeordnetes Interesse, da sie bei den höheren Wirbelthieren in den Aufbau der Extremität nicht mit hinübergenommen werden. Was sich bei diesen erhält, ist ausschliesslich das System der Flossen-



stützen von Brust- und Bauchflossen, die daher auch allein eine besondere Besprechung verlangen.

Extremitäten-  
gürtel.

Das knorpelig präformirte Stützskelet jeder paarigen Extremität besteht aus zwei Theilen, dem in die Seitenwandung des Körpers eingelassenen Extremitätengürtel und den Stücken, die der frei vorstehenden Extremität zu Grunde liegen, dem Extremitätenskelet im engeren Sinne. Der Extremitätengürtel (der Schultergürtel der vorderen, der Beckengürtel der hinteren Extremität) ist im einfachsten Falle eine linke und rechte Spange, welche eine Gelenkfläche für die Extremität trägt und durch diese Gelenkfläche in einen dorsalen und einen ventralen Abschnitt zerlegt wird. Der dorsale Abschnitt heisst Schulterblatt oder Scapula für die vordere, Darmbein oder Ileum für die hintere Extremität.

Der vom Gelenk aus sich abwärts hinziehende Theil gabelt sich bei den meisten Wirbelthieren in einen vorderen und hinteren Ast (Fig. 469). Der vordere Ast ist die Clavicula des Schultergürtels, das Os pubis des Beckengürtels, der hintere das Coracoid, resp. das Os ischii. Am constantesten ist der Unterschied der drei Theile am Beckengürtel; am Schultergürtel dagegen kann bald die Clavicula, bald das Coracoid, bald auch können beide Theile fehlen, während die Scapula bei keinem Wirbelthiere mit Extremitäten vermisst wird. An der Clavicula ist oft deutlich ein knorpelig präformirter Theil (Procoracoid) von einem Belegknochen (Clavicula im engeren Sinne) zu unterscheiden.

In ihrer Lage werden die Extremitätengürtel der wasserbewohnenden *Fische* vorwiegend oder ausschliesslich durch Muskeln erhalten; bei der Mehrzahl der Landbewohner ist dagegen ein inniger Anschluss an das Axenskelet, speciell an die Wirbelsäule durchgeführt. Dieser Anschluss ist für den Beckengürtel ein unmittelbarer, da der dorsale Fortsatz, das Ileum, sich mit ein oder mehreren Wirbeln verbindet, welche Sacralwirbel heissen (streng genommen nicht mit den Wirbelkörpern selbst, wohl aber mit den davon ausgehenden Querfortsätzen und Rippen). Die Verbindung des Schultergürtels ist dagegen mehr vermittelt und deshalb auch lockerer; sie wird durch die ventralen Spangen,

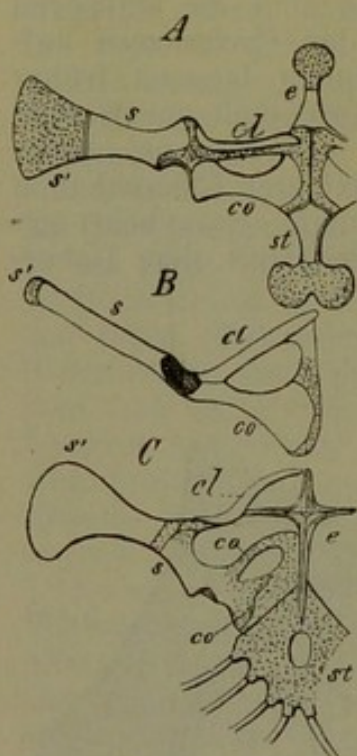


Fig. 469. Rechtsseitiger Schultergürtel: A vom Frosch, B einer Schildkröte, C einer Eidechse. s Scapula, s' Suprascapulare, cl Clavicula, co Coracoid, e Episternum, st Sternum (bei C mit Rippenansätzen) (nach Gegenbaur, einige Figurenbezeichnungen verändert).

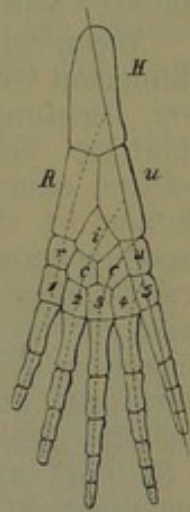
die Clavicula und das Coracoid, bewirkt. Letzteres tritt an das Brustbein (Sternum) heran, welches ja selbst wieder durch Rippen der Wirbelsäule angefügt ist, erstere an einen besonderen, dem Brustbein aufgelagerten Knochen, das Episternum, dessen morphologische Deutung in der Neuzeit zweifelhaft geworden ist, ob nicht unter dieser gemeinsamen Bezeichnung sehr verschiedene Dinge (der Belegknochen der *Reptilien*-Episternum s. str., das knorpelig präformirte Prosternum der *Monotremen*, die paarigen Praeclavia der *Säugethiere*) zusammengefasst worden sind.



Da nur die frei hervorstehende Extremität bei der Fortbewegung unmittelbar verwandt wird und da die verschiedenen Bewegungsweisen der Wirbelthiere, Schwimmen, Fliegen, Laufen, Springen, Klettern, eine jede ihre besondere Ausbildungsweise der Extremität erfordern, zeigt auch das Skelet eine ganz ausserordentliche Mannichfaltigkeit der Formen. Gleichwohl ist es geglückt, alle diese Formen auf eine gemeinsame Urform, das Archipterygium, zurückzuführen, eine Urform, welche in der Flosse gewisser niedrig stehender Fische vorkommt. Im Archipterygiumskelet (Fig. 468) sind zahlreiche Skeletstücke enthalten, die sich nur wenig in Grösse und Form unterscheiden und in vielen dicht an einander schliessenden Reihen angeordnet sind. Unter den Reihen der Skeletstücke hat eine das Uebergewicht über die anderen und heisst die Stammreihe; sie beginnt mit einem ansehnlichen Skeletstück direct am Extremitätengürtel (dem Metapterygium) und trägt entweder auf beiden Seiten (Archipterygium biseriale) oder nur auf einer Seite (Arch. uniseriale), ähnlich einem doppelt oder einfach gefiederten Blatt, die Seitenreihen der Skeletstücke. Gewöhnlich befestigen sich nicht alle Seitenreihen an der Stammreihe, vielmehr entspringt eine grössere Anzahl unmittelbar von dem Schultergürtel; sie können hier ebenfalls mit grossen Stücken beginnen, dem Meso- und Propterygium.

Archipterygium.

Fig. 470. Schema einer pentadactylen Extremität, die punktierten Linien geben die Seitenstrahlen an. Die für die hintere Extremität giltigen Bezeichnungen sind eingeklammert. *H* Humerus (Femur), *U* Ulna (Fibula), *R* Radius (Tibia). Carpus (Tarsus) bestehend aus 2 Reihen und 2 centralen Stücken: I. Reihe, *r* Radiale (Tibiale), *i* Intermedium, *u* Ulnare (Fibulare). II. Reihe Carpalia (Tarsalia) 1—5, *c* Centralia, die Metacarpalia (Metatarsalia) und Phalangen sind nicht bezeichnet (nach Gegenbaur).



Aus dem besprochenen Archipterygium lässt sich eine Grundform ableiten, welche für alle höheren, vornehmlich landbewohnenden Wirbelthiere von den *Amphibien* an aufwärts gilt; es ist das die pentadactyle oder fünffingerige Extremität (Fig. 470). Will man dieselbe aus dem Archipterygium erklären — wobei es von keiner Bedeutung ist, ob man die uniseriale oder die biseriale Form zum Ausgangspunkt wählt —, so muss man annehmen, dass folgende 3 Abänderungen sich vollzogen haben. Zunächst muss man sich eine Reduction der Gesamtzahl der Strahlen vorstellen, und zwar eine Reduction auf fünf: einen Hauptstrahl und 4 Nebenstrahlen. Die terminalen Stücke des Hauptstrahls liefern die Knochen des fünften, diejenigen der Nebenstrahlen die Knochen der übrigen Finger. Eine zweite Veränderung besteht in dem ungleichen Wachsthum der Theile; das Metapterygium, schon bei den *Haifischen* ein ansehnliches Stück, vergrössert sich noch mehr und heisst Humerus bei der vorderen, Femur bei der hinteren Extremität. Ebenfalls sehr ansehnlich wird das zweite Stück des Hauptstrahls und das erste Stück des ersten Nebenstrahls, es sind Ulna und Radius, beziehentlich Fibula und Tibia; nun folgen Knöchelchen, welche klein bleiben, etwa von der Gestalt würfelförmiger Stücke, die Carpalia der vorderen, die Tarsalia der hinteren Extremität; sie tragen wiederum schlankere Knochen, die Meta-

Pentadactyle Extremität.



carpalia oder Metatarsalia, und diese endlich die Phalangen. (Rücksichtlich der genaueren Bezeichnungen der Carpalia vergl. die Figurenerklärung 470.)

Die dritte Veränderung, zugleich eine der wichtigsten, wird durch die Ausbildung von Gelenken herbeigeführt. Solange die Extremität als Ruder functionirt, muss sie eine einheitlich wirkende Platte sein, deren einzelne Theile festgefügt sind. Wenn die Extremität dagegen, wie es bei Landthieren nöthig ist, als ein Hebelapparat den Körper tragen und bewegen soll, so muss sie in einzelne Abschnitte zerlegt werden, welche mit einander gelenkig verbunden sind. Bei dieser Quergliederung bilden sich an den vorderen und hinteren Extremitäten namentlich 2 Gelenke aus, das Ellbogengelenk (Kniegelenk) zwischen Humerus (Femur) einerseits, Radius und Ulna (Tibia und Fibula) andererseits, das Handgelenk (Sprunggelenk) zwischen den Unterarmknochen (Unterschenkelknochen) und den Carpalia (Tarsalia); dazu kommen die minder wichtigen Gelenke der Finger- und Zehenglieder.

Wenn wir nun die Extremitäten der Landwirbelthiere mit der geschilderten Grundform vergleichen, so ergeben sich Abweichungen nach zwei Richtungen hin. Selten sind mehr Stücke vorhanden, als das erläuterte Schema sie verlangt; dann sind noch die Reste eines sechsten oder gar eines siebenten Strahls oder Fingers entwickelt. Viel häufiger ist eine Reduction der Skeletstücke eingetreten, entweder durch Verschmelzung oder durch gänzliche Rückbildung. Verschmelzung ist Ursache, dass bei der vollkommensten Pentadactylie die Zahl der Carpalia meist geringer ist als 10, wie man nach dem Schema erwarten sollte; Rückbildung bringt es dagegen mit sich, dass viele Thiere nur 4, 3, 2 oder sogar nur 1 Zehe haben. Man kann dann mit Sicherheit annehmen, dass die fehlenden Zehen verloren gegangen sind. Die Paläontologie z. B. lehrt uns in ganz überzeugender Weise, dass die jetzt lebenden einzehigen *Pferde* aus fünfzehigen Urformen durch gesetzmässige Rückbildung der Zehenzahl hervorgegangen sind.

#### Muskulatur.

Die hohe Vervollkommnung und eigenthümliche Beschaffenheit des in seinen Grundzügen geschilderten Wirbelthierskelets hat einen tiefgreifenden Einfluss auf die übrige Organisation. Wir haben schon hervorgehoben, dass die äussere Erscheinungsweise unter diesem Einfluss steht, dass die Haut nicht wie bei den *Arthropoden* zum Stützapparat wird, und dass damit die Bedingungen für die äussere Segmentirung in Wegfall kommen. Noch unmittelbarer ist der Einfluss auf die Anordnung der Muskulatur. Die Entwicklung eines Axenskelets bringt es mit sich, dass die Angriffspunkte der Muskulatur von der Haut, an welcher die Muskeln bei *Mollusken*, *Arthropoden* und *Würmern* endigen, auf das Innere übertragen werden. Eine Hautmuskulatur besteht bei den Wirbelthieren nur in unwesentlichen Resten fort; sie ist ersetzt durch die Rumpfmuskulatur. Letztere ist ihrer ersten Anlage nach ein auf jeder Seite der Wirbelsäule hinziehender Längsstrang von Muskelfasern (Fig. 471), welcher durch bindegewebige Scheidewände, die *Ligamenta intermuscularia*, in viele hinter einander gelagerte Segmente, die *Myotome* oder *Myocommata*, zerlegt wird. Wenn man daher bei einem Fisch durch Kochen das Bindegewebe löst, so zerfällt die Muskulatur in lauter scheibenförmige Stücke. Die *Ligamenta intermuscularia* spannen sich zwischen Haut und Axenskelet aus; sie übertragen vermöge ihrer Verlaufsrichtung die Wirkung der Muskeln



auf das Axenskelet, indem sie jedesmal rückwärts an der Haut beginnen und etwas vorwärts am Axenskelet enden.

Eine gegliederte Rumpfmuskulatur findet sich schon beim *Amphioxus* und den *Myxinoideen*, deren Axenskelet nur aus der Chorda besteht und daher noch ungegliedert ist. Die Muskelgliederung ist somit älter als die Skeletgliederung und, wie wir noch weiter hinzufügen können, Ursache der letzteren. Die Bewegungen der Muskeln verhindern, dass die knorpelige oder knöcherne Wirbelsäule ein Continuum bildet, wie es die Chorda und die bindegewebige skeletogene Schicht sind; sie bewirken, dass in kleinen Intervallen Gelenke entstehen oder biegsame, die Knorpel- oder Knochensäule in die Wirbelkörper abtheilende Gewebspartien erhalten bleiben. Naturgemäss dürfen diese biegsamen Strecken nicht mit den Muskelgrenzen zusammenfallen, sondern müssen zwischen ihnen liegen; mit anderen Worten: Muskelgliederung und Skeletgliederung, Myotome und Sklerotome, müssen mit einander alterniren. Wenn die Schädelkapsel die Gliederung vermissen lässt, so hat das seinen Grund darin, dass Muskelsegmente hier für die Ortsbewegung keine Bedeutung gewinnen, sich rückbilden und sich nur in geringen Resten erhalten.

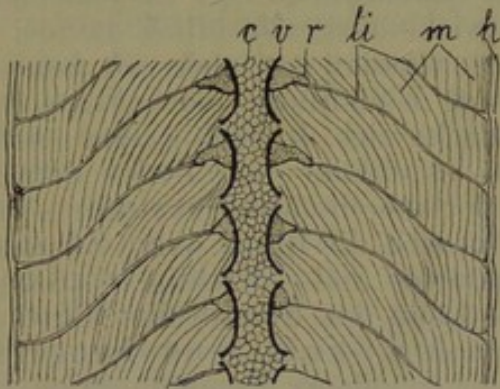


Fig. 471. Horizontalschnitt durch die vordere Rumpfgegend eines jungen *Rhodeus amarus*, auf der Höhe der Ursprünge der unteren Bogen; *c* Chorda, *v* knöcherne Wirbelkörper, *r* Rippenende der knorpeligen unteren Bögen, *li* Ligamenta intermuscularia, *m* Längsmuskeln, *h* Haut.

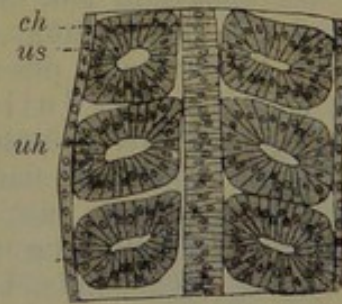


Fig. 472. Frontalschnitt durch den Embryo von *Triton*. *ch* Chorda, *us* Ursegmente (Muskelanlagen), *uh* Höhlungen der Ursegmente (aus O. Hertwig).

Wenn nun bei den *Säugethieren*, z. B. dem Menschen, von der hier geschilderten Muskelanordnung nur noch sehr wenig zu erkennen ist, so hat das seinen Grund in der Ausbildung der Extremitäten; je mehr diese an Bedeutung gewinnen und die wichtigsten Bewegungsapparate des Körpers werden, um so mehr werden Theile der Stammesmuskulatur abgezweigt, umgruppiert und in den Dienst der Extremitäten gestellt. Segmentale Muskeln sind nur noch die Intercostales und die einzelnen Theile der Muskelmasse, welche links und rechts von der Wirbelsäule am Rücken hinzieht. Embryonal legt sich jedoch bei allen Wirbelthieren die Muskulatur segmental in Form der Ursegmente (früher Urwirbel genannt) an (Fig. 472).

Ein weiterer wichtiger Grundzug der Wirbelthiermuskulatur ist darin gegeben, dass sie bei ihrer Entstehung fast rein dorsal ist und daher auch dauernd bei den *Fischen* vorwiegend dorsal angebracht ist. Die



Muskeln, die sich ventral vorfinden, sind zum grössten Theil erst vom Rücken dahin verlagert, wobei abermals als wesentlichste Ursache die fortschreitende Ausbildung der paarigen Extremitäten anzusehen ist. Der dorsale Charakter der Wirbelthiermuskulatur ist nur Theil einer Allgemeinerscheinung, dass nämlich durch die Skeletaxe im Wirbelthierkörper eine Scheidung zwischen einer dorsalen, animalen d. h. nur animale Organe enthaltenden Sphäre und einer ventralen, vorwiegend vegetativen Sphäre herbeigeführt wird. Ausser den Muskeln gehören der Rückenseite noch an: 1) das Nervensystem, 2) die wichtigsten Sinnesorgane: Auge, Nase und Gehörorgan.

Nerven-  
system.

Das Centralnervensystem der Wirbelthiere besteht aus Hirn und Rückenmark; es unterscheidet sich von den zum Theil dorsal (Hirn), zum Theil ventral (Bauchmark) angebrachten Centralorganen der übrigen gegliederten Thiere (*Anneliden* und *Arthropoden*) durch seine rein dorsale Lage; ferner unterscheidet es sich von den Ganglienknoten und Nervensträngen aller wirbellosen Thiere durch die sonst nur noch bei Ascidienlarven vorkommende Röhrenform, d. h. durch die Anwesenheit eines Canals, der in der Axe des langgestreckten Centralorgans verläuft, eine Flüssigkeit, den Liquor cerebrospinalis, enthält und von einem besonderen Epithel (Ependymepithel) ausgekleidet ist. Dieser Centralcanal erklärt sich entwicklungsgeschichtlich daraus, dass das Nervensystem aus dem Ektoblast stammt und sich von demselben nicht durch Abspaltung, sondern durch Einfaltung ablöst (Fig. 9, S. 32). In der Rückenhaut des Embryo macht sich frühzeitig eine mediane Längsrinne, die Medullarfurche, bemerkbar; der Boden derselben, die Medullarplatte, krümmt sich mit fortschreitender Entwicklung immer energischer von links nach rechts, bis sich die Rinne durch Zusammenneigen der Ränder zum Rohr geschlossen hat. Wichtig ist, dass fast bei allen Wirbelthieren das hintere Ende des Neuralrohrs hinter dem Ende des Axenskelets herum durch den Canalis neurentericus mit dem ventral gelegenen Darmrohr in offener Communication steht, eine Communication, welche sonst nur noch bei den Larven der *Ascidien* beobachtet wird (Fig. 260, S. 289). Eine Communication nach aussen besteht lange am vorderen Ende und heisst Neuroporus.

Das Neuralrohr des niedersten Wirbelthiers, des *Amphioxus*, ist in ganzer Länge gleichförmig dick. Immerhin lässt sich sein vorderes Ende als rudimentäres Hirn von dem Haupttheil, dem Rückenmark, unterscheiden, indem der enge Neuralcanal sich vorn blasenförmig erweitert. Wie bei Ascidienlarven (Fig. 260, S. 289) kann man sogar 2 Hirnabschnitte unterscheiden, 1) die blasenförmige Anschwellung selbst, Archencephalon, 2) einen Uebergangstheil, Metencephalon. Bei allen übrigen Wirbelthieren ist das Gehirn als ein ansehnlicher Abschnitt vom Rückenmark scharf abgesetzt.

Rückenmark.

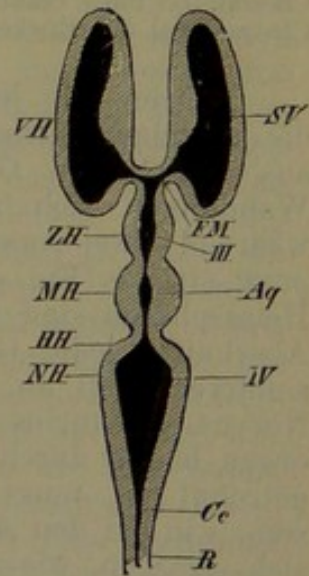
Das Rückenmark (Medulla spinalis) ist ein cylindrischer, nur bei den *Cyclostomen* (Fig. 461) bandförmig abgeplatteter Strang, welcher in der ventralen und dorsalen Mittellinie von zwei Längsfurchen eingekerbt ist [Sulcus anterior (*Sa*) und S. posterior (*Sp*), Fig. 73, S. 103]. Der Centralcanal (*Cc*) ist aus der Axe ventral verschoben, sein Lumen ausserordentlich eingengt durch das Nervengewebe des Rückenmarks. An letzterem kann man, wie an den Ganglienknoten der wirbellosen Thiere, zwei Schichten unterscheiden, von denen die eine im Wesentlichen nur Nervenfasern, die andere ausser Nervenfasern zahlreiche



Ganglienzellen enthält. Die Anordnung der Schichten ist aber genau entgegengesetzt der Anordnung der Ganglienknoten, indem die Ganglienzellschicht, „die graue Substanz“, im Centrum liegt, die Nervenfaserschicht, „weisse Substanz“ (*W*), dagegen peripher, eine umgekehrte Schichtenfolge, die eine nothwendige Folge der Entwicklung durch Einfaltung ist. Der durch die Namen ausgedrückte Farbenunterschied hat seinen Grund darin, dass in der Rinde des Rückenmarks die weissen, markhaltigen Nervenfasern verlaufen, während die in der grauen Substanz zwischen den Ganglienzellen vorkommenden Nervenfasern fast ausschliesslich grau und marklos sind. Der Farbenunterschied beider Substanzen fehlt daher beim *Amphioxus* und den *Cyclostomen*, welche noch keine markhaltigen Nervenfasern haben, ohne dass die Architectonik des Rückenmarks im Princip eine andere wäre. — Die graue Substanz umgibt zunächst den Centralcanal, ragt dann aber noch weiter auf jeder Seite mit abgerundeten Vorsprüngen dorsal und ventral in die weisse Substanz hinein; sie erhält so auf dem Querschnitt die Gestalt eines H, dessen dorsale Schenkel die Hinterhörner (*HH*), die ventralen die Vorderhörner (*VH*) heissen. Durch Vorder- und Hinterhörner und die von ihnen entspringenden vorderen und hinteren Nervenwurzeln wird die longitudinal gefaserte, weisse Substanz (*W*) jederseits wieder in drei Längsstränge zerlegt, die Seitenstränge (*S*) und die Vorder- und Hinterstränge (*V* u. *H*).

Jedem Muskelsegment entsprechend gehen vom Rückenmark zwei Nervenwurzeln ab, eine dorsale, welche aus dem Hinterhorn der grauen Substanz kommt und in einiger Entfernung vom Rückenmark zu einem Ganglion (*G. spinale*) anschwillt, eine ventrale, die dem Vorderhorn entstammt und kein Ganglion besitzt. Die dorsale Wurzel enthält nur sensible, die ventrale nur motorische Nervenfasern (Bell'sches Gesetz). Selten verästeln sich beide Wurzeln eine jede für sich. Die Regel ist, dass sie sich zunächst zu einem gemischten Nerven durchflechten und dieser sich dann in einen dorsalen und ventralen Ast gabelt.

Fig. 473. Schema des Wirbelthierhirns (aus Wiedersheim). *VH* Vorderhirn (Grosshirn), *ZH* Zwischenhirn (Thalami optici), *MH* Mittelhirn (Corpora quadrigemina), *HH* Hinterhirn (Kleinhirn), *NH* Nachhirn (Medulla oblongata), *SV* Seitenventrikel, *III*, *IV* dritter und vierter Ventrikel, *FM* Foramen, Monroi (Verbindung der Seitenventrikel unter einander und mit dem dritten Ventrikel), *Aq* Aquaeductus Sylvii, *R* Rückenmark mit Centralcanal (*Ce*).



Das Gehirn sämtlicher cranioten Wirbelthiere stimmt in seinem am schönsten während seiner Entwicklung zu Tage tretenden Grundplan mit dem Hirn des Menschen überein (Fig. 473). Ausgangspunkt ist der oben für *Amphioxus* geschilderte zweitheilige Zustand; zuvorderst das Urhirnbläschen oder Archencephalon, dahinter das den Uebergang zum Rückenmark vermittelnde Hinterhirn oder Metencephalon. Dieses Entwicklungsstadium findet sich nur bei wenigen niederen Wirbelthieren und ist auch hier von kurzer Dauer, indem durch weitere Sonderung des Urhirns in 2 Theile, Vorderhirnbläschen (Prosencephalon) und Mittelhirnbläschen (Mesencephalon), der seit langem

Gehirn.



bekannte dreiblasige Zustand des Gesamthirns hergestellt wird. Bei den meisten Wirbelthieren wird derselbe schon erreicht, noch ehe der Medullarcanal sich schliesst. Früher liess man auf den dreiblasigen Zustand des Hirns den fünfblasigen folgen, auf welchem das Mittelhirn (*MH*) sich unverändert erhält, das Hinterhirn dagegen sich in Kleinhirn (*KH*) und Nachhirn (*NH*), das Vorderhirn in Grosshirn (*VH*) und Zwischenhirn (*ZH*) theilen sollte. Unnatürlich ist bei dieser Darstellung die Unterscheidung eines 4. und 5. Hirnbläschens, da Kleinhirn und Nachhirn sich zu einander verhalten wie Decke und Basis

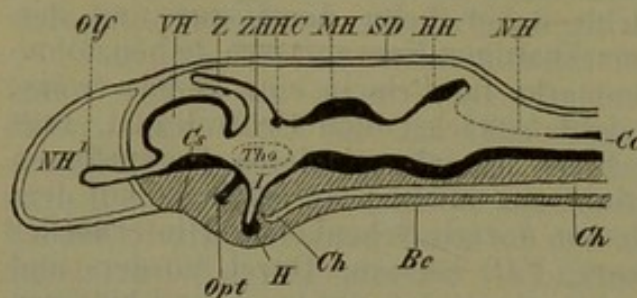


Fig. 474. Schema eines Sagittalschnitts durch das Wirbelthierhirn und seine Umgebung (aus Wiedersheim). *VH*, *ZH*, *MH*, *HH*, *NH* = Vorder-, Zwischen-, Mittel-, Hinter-, Nachhirn, *Olf* Lobus olfactorius, *Z* Zirbeldrüse, *CH* hintere Commissuren der Thalami optici (*Tho*), *I* Infundibulum, *H* Hypophysis, *Cs* Corpus striatum, *Opt* Opticus, *NH'* Nasenhöhle, *Ch* Chorda, *Be* Basis cranii, *Sd* Schädeldecke, *Cc* Centralcanal des Rückenmarks.

eines und desselben Raumes (Fig. 474); problematisch ist die Unterscheidung des 1. und 2. Bläschens. Das Vorderhirn ist nämlich gleich bei seiner Entstehung durch eine Einbuchtung am vorderen Ende dreitheilig, ein mittleres unpaares Stück und ein vorderes linkes und rechtes Divertikel. Diese paarigen Theile sind es, die, immer mehr heranwachsend, die Grosshirnhemisphären bilden und sammt einer schmalen Verbindungslamelle das erste Hirnbläschen darstellen, während der unpaare Rest als zweites Hirnbläschen (Zwischenhirn) zu benennen wäre.

Führen wir jetzt die Ausdrücke der menschlichen Anatomie für die einzelnen Hirnabschnitte ein, so besteht die erste Hirnblase (*VH*) aus den beiden Grosshirnhemisphären, deren dorsale und seitliche Wandungen sich meist stark verdicken und das Pallium heissen, während zwei Anschwellungen an der Basis links und rechts die Corpora striata (Fig. 474 *Cs*) genannt werden. Die Hohlräume in den Hemisphären sind der erste und zweite Ventrikel (*SV*). Vom vorderen Abschnitte jeder Grosshirnhemisphäre sondert sich stets noch ein besonderer Theil ab, der Lobus olfactorius (Fig. 474 *Olf*), welcher den Nervus olfactorius zum Geruchsorgan abgibt. Da nun das Geruchsorgan häufig durch einen weiten Zwischenraum vom vorderen Hirnende getrennt ist, muss entweder der Nervus olfactorius lang ausgezogen sein, wie bei den *Amphibien* (Fig. 511), oder der Lobus olfactorius muss sich strecken, wie z. B. bei vielen *Haien* (Fig. 496). Im letzteren Falle liegt das angeschwollene Ende des Lobus der Geruchsschleimhaut dicht an und bleibt mit dem Hirn durch einen Stiel in Verbindung. Man nennt dann den Stiel Tractus, die Anschwellung Bulbus olfactorius; beide müssen als Hirntheile sehr wohl vom Nervus olfactorius unterschieden werden.

Im Bereich der zweiten Hirnblase (*ZH*) verdicken sich vornehmlich nur die Seitenwandungen und liefern die unmittelbar an die Corpora striata anschliessenden Thalami optici; die Decke dagegen entwickelt keine Nervensubstanz und bleibt eine dünne Epithelschicht, die man früher ganz unberücksichtigt liess, so dass man von einer in das Lumen des Hirns einleitenden Oeffnung, einem „vorderen Hirn-



schlitz“ sprechen konnte, welche in das Innere des sogenannten dritten Ventrikels (*III*) leitet. Dünnwandig ist auch die Basis zwischen den Thalami optici; sie ist zugleich zu einem Trichter nach abwärts ausgestülpt, dem Infundibulum. — Die dritte Hirnblase ist in der Regel durch eine tief einschneidende Längsfurche in einen linken und rechten Ventrikel abgetheilt. Nur bei den *Säugethieren*, bei denen die hier flache Längsfurche durch eine Querfurche gekreuzt wird — daher der Name Corpora quadrigemina, Vierhügel für das Mittelhirn — schwindet das Lumen des Mittelhirnbläschens durch gleichmässige Verdickung seiner Wandungen bis auf einen dünnen Canal, den Aquaeductus Sylvii, was zur Folge hat, dass man die Bezeichnung IV. Ventrikel auf den Hohlraum des folgenden und letzten Hirnabschnitts anwendet. Dieser heisst Medulla oblongata oder verlängertes Mark, weil er aus der Verlängerung des Rückenmarks hervorgeht und in vieler Hinsicht die Strukturverhältnisse desselben fortführt. Er unterscheidet sich äusserlich von ihm, indem er sich nach vorn allmählig verbreitert und unter Bildung des hinteren Hirnschlitzes zugleich seine Decke verliert. Auch hier würde man richtiger sagen, dass die Decke des Medullarrohrs auf ein dünnes Epithelhäutchen reducirt ist. Vor dem Hirnschlitz liegt das Kleinhirn, vielfach nur eine dünne, quer ausgespannte Marklamelle. Meist jedoch ist es ein ansehnlicher Hirntheil und bildet einen medianen Wulst (den Wurm), an dem noch zwei seitliche Hervorwölbungen, die Kleinhirnhemisphären, ansitzen können.

Obwohl die besprochenen 5 Abschnitte bei allen Wirbelthieren mit Ausnahme des *Amphioxus* vorkommen, so ist doch das Aussehen des Hirns in den einzelnen Classen ein wesentlich verschiedenes, weil das Grössenverhältniss und damit auch die Gestalt der Theile ganz ausserordentlichen Schwankungen unterworfen ist. Bei den niederen Wirbelthieren sind Mittelhirn und Nachhirn unverhältnissmässig umfangreich, während das Grosshirn, manchmal auch das Kleinhirn an Masse unbedeutend ist. Am Grosshirn wiederum bleiben die Hemisphären im Wachsthum hinter den Corpora striata und den Lobi olfactorii zurück. Umgekehrt überflügeln bei den höheren Wirbelthierclassen das Grosshirn und das Kleinhirn die übrigen Abschnitte. Ganz besonders vergrössern sich proportional der Intelligenzzunahme die Grosshirnhemisphären; sie wachsen nach rückwärts und decken schliesslich beim *Menschen* und bei den *Affen* die übrigen Hirnabschnitte zu; sie dehnen sich auch nach vorn aus und verdrängen die bei Fischen das vordere Hirnende bezeichnenden Bulbi olfactorii nach der Basis. Um bei dem engbegrenzten Raum der Schädelhöhle eine möglichst ausgedehnte Entwicklung der Hirnrinde, welche der Sitz der Intelligenz ist, zu ermöglichen, faltet sich die Oberfläche zu Berg und Thal, den Gyri und Sulci, ein. Etwas Aehnliches vollzieht sich auch beim Kleinhirn, welches bei *Vögeln* und *Säugethieren* nächst dem Grosshirn der umfangreichste Hirnabschnitt ist.

Mit dem Zwischenhirn der Wirbelthiere hängen 2 räthselhafte Organe zusammen, von denen das eine dorsal an der Grenze der Vierhügel und Thalami optici, das andere ventral am Infundibulum lagert (Fig. 474), weshalb das erstere Epiphysis, das zweite Hypophysis heisst. Die Hypophysis (Zirbeldrüse) entsteht nach Art einer Drüse als eine Ausstülpung der embryonalen Mundhöhle, der Mundbucht. Die so gebildete Hypophysentasche schnürt sich ab, vergrössert sich durch Knospung und

Hypophysis,  
Epiphysis,  
Parietal-  
organ.



verwächst mit Theilen, welche vom Ende des Infundibulum stammen, zu einem einheitlichen zweilappigen Körper. Vielleicht ist es dieselbe Drüse, welche man bei den *Ascidien* (S. 289) unter dem Ganglion findet, nur in rudimentärem Zustande. — Die Epiphysis ist eine Ausstülpung der Hirndecke. Aus ihr entwickelt sich bei vielen Wirbelthieren das Parietalorgan. Dasselbe hat bei manchen *Reptilien* (*Hatteria*, *Anguis*, *Lacerta* etc.) die Structur eines Auges (Parietalaug) und liegt hier, abgerückt vom Hirn und mit ihm durch einen Nerven verbunden, in einem besonderen Loch der Scheitelbeine, welches nicht nur bei lebenden, sondern auch bei ausgestorbenen *Reptilien* nachweisbar ist. Ueber dem „Parietalaug“ kann die Haut glasartig durchsichtig sein.

## Hirnnerven.

Die Nerven, welche vom Hirn ausgehen, entspringen fast sämtlich von der Hirnbasis, und zwar aus dem Bereich zwischen Mittelhirn und Rückenmark, namentlich von der Medulla oblongata. Von letzterer Regel machen der N. olfactorius und N. opticus eine Ausnahme, von denen der eine vom Grosshirn, der andere vom Zwischenhirn kommt. Beide Nerven unterscheiden sich aber auch sonst von den peripheren Nerven, der N. opticus so sehr, dass er überhaupt nicht als ein peripherer Nerv angesehen werden darf. Wie seine Entwicklungsgeschichte lehrt, ist er ein Hirntheil. Indem wir, dem Gebrauche folgend, hier den Opticus und Olfactorius zu den Hirnnerven rechnen, haben wir für fast sämtliche Wirbelthiere die 12 aus der menschlichen Anatomie bekannten Nerven aufzuzählen: 1) N. olfactorius; 2) N. opticus; 3) N. oculomotorius; 4) N. trochlearis; 5) N. trigeminus; 6) N. abducens; 7) N. facialis; 8) N. acusticus; 9) N. glossopharyngeus; 10) N. vagus; 11) N. accessorius; 12) N. hypoglossus. Der Accessorius ist bei *Fischen* und *Amphibien* noch ein Theil des Vagus; der Hypoglossus gehört, streng genommen, den Spinalnerven an und hat sich erst secundär den Hirnnerven zugesellt, woraus es sich erklärt, dass er bei *Cyclostomen* und *Amphibien* ganz ausserhalb des Schädels verläuft.

Da unzweifelhaft im Kopf der Wirbelthiere zahlreiche, verwachsene Körpersegmente vorhanden sind, mindestens so viele als Visceralbögen, wahrscheinlich aber noch mehr, so entsteht die Frage, ob man auch an den Hirnnerven die für die Rückenmarksnerven so deutliche segmentale Anordnung nachweisen kann. Hieran reiht sich die weitere Frage, ob das Bell'sche Gesetz, dass ein gemischter Nerv sich aus einer dorsalen sensiblen und einer ventralen motorischen Wurzel bildet, auf die Hirnnerven übertragbar ist. Beide Probleme sind in der Neuzeit viel erörtert worden, sind jedoch von einer endgiltigen Entscheidung weit entfernt. Es ist sehr wahrscheinlich, dass die jetzigen Hirnnerven mit Ausnahme von Opticus und Olfactorius aus vielfältiger Umgruppierung segmentaler Nerven hervorgegangen sind. Dagegen kann man es wohl als ausgeschlossen ansehen, dass das Bell'sche Gesetz ohne erhebliche Modificationen auf die Hirnnerven angewandt werden kann, da manche Hirnnerven (Facialis, Trigeminus etc.) motorische Nervenfasern enthalten, obwohl sie sich nach Art dorsaler Wurzeln bilden.

## Sympathicus.

Ausser dem Körpernervensystem haben die Wirbelthiere noch ein besonderes, die Eingeweide versorgendes Nervensystem, den Sympathicus. und in demselben ein besonderes Centralorgan, den „Grenzstrang“. Letzterer besteht aus einem linken und rechten, unter der Wirbelsäule hinziehenden Längsstrang, in welchem Ganglienknötchen eingebettet sind.



Das letzte Ganglion liegt an der Basis der Schwanzwirbelsäule, das erste am vordersten Halsende; von letzterem dringen sympathische Fädchen an die Basis des Kopfes vor, auch dort mit Knötchen (Ganglion oticum, G. sphenopalatinum) in Verbindung tretend. Der Grenzstrang entsendet Nerven in Form zierlicher, mit Vorliebe die Blutgefässe begleitender Geflechte (Plexus sympathici) an die vegetativen Organe (Darm, Geschlechtsapparat etc.); er steht ferner mit den Spinalnerven in Verbindung.

Bei der Deutung der Sinnesorgane der Wirbelthiere be- Sinnesorgane. wegen wir uns auf viel sicherer Grundlage, als bei den übrigen Thierstämmen, da die grosse Aehnlichkeit mit den Sinnesorganen des Menschen im Allgemeinen gestattet, die eigenen Erfahrungen bei der Deutung zu verwerthen. Die Tastorgane machen hiervon freilich eine Ausnahme, da dieselben nur bei den Landbewohnern, dagegen nicht bei den Fischen den betreffenden menschlichen Einrichtungen gleichen. Die Tastorgane des *Menschen*, der übrigen *Säugethiere*, *Vögel*, *Reptilien* und *Amphibien* haben das Eigenthümliche, dass die Nerven nicht in Epithelzellen enden, sondern an besonderen Tastzellen der Lederhaut, welche entweder isolirt im Bindegewebe liegen (*Amphibien*, *Reptilien*) oder, zu Gruppen vereint, die Tastkörperchen erzeugen (*Vögel*, *Säugethiere*) (Fig. 475). Die Tastkörperchen haben die Gestalt ovaler Kolben und sind in besondere Papillen der Lederhaut eingebettet. Ihnen gleichen in ihrer Form und Lagerung die Vater-Pacini'schen Körperchen, welche sich in ihrer feineren Structur allerdings wesentlich unterscheiden (Fig. 75, S. 105) und, da sie auch in inneren Organen (Mesenterium der *Katze*) vorkommen, in ihrer Function noch gänzlich räthselhaft sind. Neben diesen mesodermalen Nervenendigungen finden sich bei allen Wirbelthieren intraepitheliale Nervenverästelungen, wie sie am schönsten an der Hornhaut des Auges und bei Thieren mit empfindlicher Schnauze, wie *Schwein* und *Maulwurf*, an dieser zu beobachten sind. Auch hier gehen die feinsten Nervenausläufer nicht in Epithelzellen über, sondern enden zwischen ihnen mit kleinen Knöpfchen.

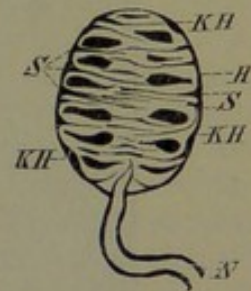


Fig. 475. Tastkörperchen aus der Vogelzunge. N zutretender Nerv, H äussere Hülle, KH Kerne derselben, S Scheidewände.

Den *Fischen* fehlen Tastzellen, Tastkörperchen und Kolbenkörperchen; dafür ist ihre Haut mit Sinnesorganen ausgerüstet, in denen ein typisches Sinnesepithel nachweisbar ist. Die Hautnerven treten aus der Lederhaut in die Epidermis über und enden an ovalen Körperchen, die zwar in ein vielschichtiges Epithel eingebettet sind, selbst aber aus einer einzigen Lage von Sinneszellen bestehen. Nach der Structur der letzteren unterscheidet man Nervenendhügel und Nervenendknospen. Die Nervenendhügel sind die specifischen Elemente der später zu besprechenden Seitenorgane der *Fische* und der durch Kiemen athmenden *Amphibien* und *Amphibienlarven* und scheinen somit besondere, für den Wasseraufenthalt wichtige Empfindungen zu vermitteln, weshalb man auch von Organen eines sechsten (dem Menschen fehlenden) Sinnes gesprochen hat (cfr. S. 104). Die Nervenendknospen drängen sich namentlich in der Umgegend der Mundöffnung zusammen, an den Lippen und Barteln. Indem sie auch in der Mundschleimhaut der *Fische*, speciell in dem den Gaumen überziehenden Theil vorkommen, leiten sie uns zu den Geschmacksorganen über. Vollkommen gleichen Bau wie die Nervenendknospen der Fischhaut zeigen die Ge-



schmacksknospen (Schmeckbecher), welche zuerst bei *Säugethieren* entdeckt wurden. Sie haben ihren Lieblingssitz am Grund der Zunge in den Wandungen der Papillae circumvallatae des *Menschen*, der grossen Papillae foliatae der *Nagethiere* etc.; sie sind in allen Classen der Wirbelthiere wiedergefunden worden.

Nase.

Die Nervenendknospen der Haut leiten ferner über zu den Geruchsorganen. Die Riechschleimhaut vieler *Fische* und mancher *Amphibien* ist noch ein vielschichtiges Epithel mit dicht neben einander gelagerten Nervenendknospen (Fig. 476). Durch Schwund der trennenden Brücken gewöhnlichen Epithels schliessen die Nervenendknospen zu einem continuirlichen Sinnesepithel zusammen, wie es den Wirbelthieren in der Regel zukommt. — Das von Riechepithel ausgekleidete Geruchsorgan, die Nase, hat nun ebenso wie Auge und Gehör durch Grad der Vervollkommnung, welchen es erreicht, sowie durch die dabei zu Tage tretenden, systematisch wichtigen Unterschiede ein besonderes Interesse. Mit Ausnahme der *Cyclostomen* und des *Amphioxus*, welche einen unpaaren Nasensack haben, haben alle Wirbelthiere eine

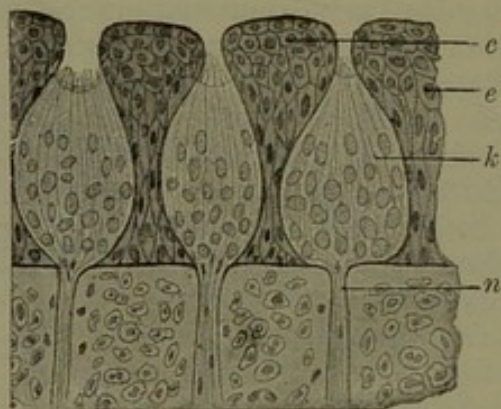


Fig. 476. Querschnitt durch die Geruchsschleimhaut eines Fisches (*Belone*). *e* Epithel, *k* Geruchsknospen, *n* zutretende Nerven (aus O. Hertwig nach Blaue).

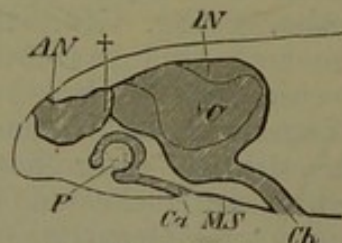


Fig. 477. Schema der Nase einer *Eidechse* (Sagittalschnitt). *AN* äussere, *IN* innere Nasenhöhle, + Verbindung beider, *C* Nasenmuschel, *CH* Choane, *MS* Mundschleimhaut, *P* Jacobson'sches Organ, *Ca* Canal desselben zur Mundhöhle (nach Wiedersheim).

paarige Nase. Bei ausgebildeten *Fischen* und bei den Embryonen von *Reptilien*, *Vögeln* und *Säugethieren* liegen scheitelwärts von der Mundöffnung (ventral vor oder dorsal hinter ihr) zwei Grübchen, entweder vollkommen isolirt für sich oder nur durch eine Rinne der Haut mit der Mundhöhle verbunden (Fig. 503, 504). Wenn die Wirbelthiere auf das Land übergehen und die Kiemenathmung mit der Lungenathmung vertauschen, erhält die Nase die weitere Bedeutung eines Luft zuleitenden Canals; zu diesem Zweck schliesst sich die Nasen-Mundrinne zu einer Röhre, welche mit der einen Oeffnung auf der Haut beginnt, mit der zweiten Oeffnung, der Choane, in die Mundhöhle führt. In der Wand der Röhre, vornehmlich ihrer dorsalen Partie, ist das eigentliche Riechsäckchen eingebettet (Fig. 477). Die innere Oeffnung liegt bei *Amphibien*, *Eidechsen*, *Schlangen* und *Vögeln* weit vorn hinter dem Oberkiefer; bei *Crocodilen*, *Cheloniern* und *Säugethieren* ist dagegen die Choane an der Schädelbasis rückwärts verlagert, bei den *Crocodilen* und manchen *Säugethieren* (*Edentaten*) bis in die Nähe der Wirbelsäule. Die Verlagerung wird durch die Entwicklung des harten Gaumens herbeigeführt, einer Scheidewand, welche die



primitive Mundhöhle in zwei Etagen theilt, eine untere, die bleibende oder secundäre Mundhöhle, und eine obere, welche als secundäre Nasenhöhle zum Nasencanal hinzugeschlagen wird und denselben nach rückwärts verlängert. Am harten Gaumen betheiligen sich die anliegenden Knochen der Maxillar- und Palatinreihe, indem Intermaxillare, Maxillare, Palatinum, selten auch die Pterygoidea horizontale Gaumenfortsätze aussenden, die von rechts und links ausgehen und in der Mittellinie zusammenstossen. Bei *Säugethieren* wird die knöcherne Scheidewand des harten Gaumens noch eine Strecke weit als die muskulöse Scheidewand des weichen Gaumens fortgesetzt. Ein fibröser weicher Gaumen findet sich auch bei *Crocodilen*.

Beim Geruchsorgan der Wirbelthiere muss man vergleichend-anatomisch einen unpaaren und zwei paarige Theile unterscheiden. Das unpaare Grübchen allein, versorgt vom Lobus olfactorius impar, findet sich beim *Amphioxus*, die paarigen Grübchen mit paarigen Lobi olfactorii bei allen Wirbelthieren von den *Fischen* aufwärts. Der unpaare Nasensack der *Cyclostomen* ist wahrscheinlich durch Vereinigung der paarigen und unpaaren Theile entstanden; daher der doppelte Lobus olfactorius. — Eine weitere Vergrößerung der Nasenhöhle wird herbeigeführt erstens durch complicirte Faltungen der Wand, die von besonderen Skeletstücken, den Nasenmuscheln, gestützt werden, zweitens durch Ausstülpung lufthaltiger, mit Schleimhaut ausgekleideter Räume, welche in die benachbarten Knochen eindringen; so bilden sich nach oben die Sinus frontales im Stirnbein, nach rückwärts die Sinus sphenoidales im Keilbein, nach aussen das Antrum Highmori im Oberkiefer. Umgekehrt kann von der primitiven Nase ein Theil des Hohlraums mit einem Theil der Geruchsschleimhaut abgeschnürt werden und eine vollkommen selbständige Nebennase bilden, welche hinter dem Zwischenkiefer in die Mundhöhle mittelst der „Stenson'schen Gänge“ mündet. Diese Nebennase, das Jacobson'sche Organ (Fig. 477 P), ist am schönsten entwickelt bei *Eidechsen*, *Monotremen* und *Hufthieren*, aber auch bei anderen Wirbelthieren vielfach noch als Rudiment zu finden.

Das Auge der Wirbelthiere zeigt nur beim *Amphioxus* eine auffallend niedrige und in Folge dessen doppelt bedeutsame Entwicklungsstufe; es ist ein unpaarer Pigmentfleck ohne Linse, welcher wie das Auge der *Ascidienlarven* in der Wandung des Hirns selbst liegt. Bei allen übrigen Wirbelthieren dagegen — mit Ausnahme von *Myxine* und wenigen im Dunkeln lebenden Formen mit degenerirten Augen — finden wir dieselben Hauptbestandtheile, welche dem Sehorgan des Menschen zukommen und in der allgemeinen Zoologie schon eine kurze Darstellung gefunden haben (Fig. 80, S. 108). Dasselbst haben wir das Auge kennen gelernt als einen bei den meisten Wirbelthieren nahezu kugeligen Körper, der an seinem hinteren Ende am Sehnerven wie an einem Stiele fest sitzt, dessen Inneres von durchsichtigen, lichtbrechenden Substanzen, Linse, Glaskörper (*Corpus vitreum*) und Flüssigkeit (*Humor aqueus*) eingenommen wird, dessen Peripherie aus 3 concentrisch wie Zwiebelschalen angeordneten Membranen besteht. Die äusserste Membran ist die derbe, schützende Sclera, eine meist fibröse, bei vielen Fischen knorpelige Schicht, welche im vorderen Abschnitt durchsichtig wird, eine stärkere Krümmung bekommt und so die Cornea liefert. Die zweite Membran ist die blutgefäss- und pigmentreiche Chorioidea, die an der Grenze von Sclera und Cornea sich zur Iris umwandelt. Die innerste Membran ist die Netzhaut oder Retina, deren Bau und Lagerung für das Wirbelthierauge besonders charakteristisch ist.

Auge.



Entwicklungsgeschichtlich besteht die Retina (Fig. 79, S. 107) aus zwei Abschnitten, der Retina im engeren Sinne und dem früher zur Chorioidea gerechneten Tapetum nigrum; erstere lässt weiterhin folgende Schichten erkennen: 1) Limitans interna; 2) Nervenfaserschicht; 3) Ganglienzellschicht; 4) innere granulirte oder reticulirte Schicht; 5) innere Körnerschicht; 6) äussere granulirte oder reticulirte Schicht; 7) äussere Körnerschicht; 8) Limitans externa und 9) Stäbchen- und Zapfenschicht. Die Limitans externa ist die Grenzmembran der embryonalen Retina; die durch sie gebildete Grenze wird später überschritten, indem die dem Embryo bei der Geburt öfters noch fehlenden Stäbchen und Zapfen hervortreten. Zwischen beiden Grenzmembranen spannen sich die Müllerschen Fasern (*m*) aus, lange Stützzellen, wie sie auch in anderen Sinnesepithelien vorkommen, deren Kerne im Bereich der inneren Körner liegen, deren Stützfunction noch verstärkt wird von dem feinen Horngerüst der beiden reticulirten Schichten. In diesen Stützapparat sind die nervösen Elemente eingebettet, welche man am besten versteht, wenn man vom Nervus opticus ausgeht. Derselbe strahlt in die Nervenfaserschicht aus und tritt auf dem Weg nach seinen Endapparaten, den Sehzellen, zweimal mit Ganglienzellen in Verbindung, von denen die einen der Ganglienzellschicht angehören, die anderen der Schicht der sogenannten inneren Körner; denn letztere sind ebenfalls Ganglienzellen, soweit sie nicht als Kerne dem stützenden Gerüst zuzurechnen sind. Ein grosser Theil der Retinaschichten (die Schichten 1—6) ist somit als Ganglion opticum aufzufassen, wie es auch bei *Mollusken* und *Arthropoden* vorkommt, hier aber stets ausserhalb des Auges liegt. Das Sehepithel selbst (die Retina in dem Sinne, wie wir den Ausdruck bei *Arthropoden*, *Mollusken* und *Würmern* gebrauchen) besteht nur aus zwei Schichten, der Schicht der äusseren Körner und der Stäbchen- und Zapfenschicht. Die äusseren Körner sind die Kerne ausserordentlich dünner, fadenförmiger Epithelzellen (Stäbchen- und Zapfenfasern), die an ihrem peripheren Ende die Rhabdome tragen. Bezeichnend für den vollkommenen Bau des Wirbelthierauges ist es, dass zweierlei Rhabdome vorkommen (Stäbchen und Zapfen) und dass jedes derselben wieder aus zwei Stücken besteht, dem Aussen- und Innenglied. — In und zwischen den Sehzellen fehlt jegliches Pigment, da dieses für den Sehaect so wichtige Material der Retina der Wirbelthiere durch eine besondere Schicht, das oben genannte Tapetum nigrum, geliefert wird. Das Tapetum ist eine Lage grosser, sechseckiger Epithelzellen, welche auf den Spitzen der Stäbchen und Zapfen aufliegen und letztere mit feinen, pseudopodienartigen Ausläufern umstricken. Da Zellkörper und Ausläufer an schwarzen Pigmentkörnern überaus reich sind, werden die Rhabdome in einen dichten Pigmentmantel eingehüllt.

Haben wir schon in dem gesonderten Auftreten einer Pigmentschicht und weiterhin in der Vereinigung des Ganglion opticum mit dem Sehepithel wichtige Unterschiede des Wirbelthierauges von den Augen der Evertebraten, namentlich von dem sonst so ähnlichen Auge der *Cephalopoden* kennen gelernt, so haben wir nunmehr noch die auffälligste Differenz nachzutragen, indem wir die Art betrachten, in welcher die Retina in das Wirbelthierauge eingefügt ist. Die Retina grenzt mit ihrer Limitans interna und Opticusfaserschicht an den Glaskörper, mit der Stäbchen- und Zapfenschicht, resp. mit dem Tapetum nigrum an die Chorioidea. Der durch die lichtbrechenden Medien ein-



fallende Lichtstrahl tritt somit vom Glaskörper zunächst an das Ganglion opticum heran und gelangt erst, nachdem er dasselbe passiert hat, an die Schicht der Sehzellen; hier trifft er zuletzt auf die Rhabdome, welche er von der Basis nach der Spitze durchläuft. Bei fast allen Wirbellosen, namentlich bei den *Cephalopoden*, gelangt der Lichtstrahl umgekehrt direct an die peripheren Enden der Rhabdome. Die Rhabdome der *Cephalopoden* wie der meisten wirbellosen Thiere sind dem Lichte zugewandt, die der *Wirbelthiere* dem Lichte abgewandt.

Diese vom Gewöhnlichen abweichende, functionell unzweckmässige und unnatürliche („inverse“) Lagerung der Retina erklärt sich aus der Entwicklungsweise des Wirbelthierauges. Dasselbe kann nach seiner Entstehung in zwei Theile zerlegt werden, einen cerebralen Theil (Opticus, Retina, Tapetum nigrum) und einen peripheren (alles Uebrige). Wie das Auge des *Amphioxus* und der *Ascidien* dauernd einen Theil des Hirns ausmacht, so ist die Retina bei allen übrigen Wirbelthieren wenigstens genetisch ein Theil des Hirns und zwar der ersten primitiven Hirnblase. Zwei Ausstülpungen derselben, die man später im Zusammenhang mit dem Zwischenhirn trifft, schnüren sich ab zu Hohlkugeln, den primitiven Augenblasen, welche durch einen Stiel, die Anlage des Opticus, mit dem Hirn verbunden bleiben (Fig. 478). Die primitiven Augenblasen (A) werden bis unter die Haut vorgeschoben und hier in die secundären Augenblasen, die Augenbecher, verwandelt, indem unter gleichzeitiger Bildung der Linse und des Glaskörpers die vordere und untere Wand so tief eingestülpt wird, dass sie die Hinterwand berührt (B). Letztere, die Aussenwand des so geschaffenen doppelwandigen Bechers, ist das Tapetum nigrum, erstere, die Innenwand, ist die Netzhaut selbst. Achtet man genau auf die Lage der Epithelzellen in der embryonalen Netzhaut, so müssen die peripheren Enden derselben, welche früher das Lumen des Hirns begrenzen halfen, jetzt die Anlage des Tapetum berühren und, wenn sie Rhabdome ausscheiden, mit diesen in die Tapetalschicht hineinwachsen. — Im Gegensatz zur Retina bildet sich die Linse durch Einstülpung aus dem Körperepithel, Sclera, Cornea und Glaskörper aus dem an das Integument angrenzenden Bindegewebe. So sehen wir, dass das Auge der Wirbelthiere in seinem wichtigsten Abschnitt aus dem Hirn stammt und erst später mit Hilfsapparaten, die an der Oberfläche des Körpers entwickelt werden, in Verbindung getreten ist. Dagegen entsteht das Auge bei allen wirbellosen Thieren mit allen seinen, gleich von Anfang an harmonisch in einander gefügten Theilen in der Haut.

Das Auge der Wirbelthiere ist noch weiter mit Hilfsapparaten ausgestattet, mit Muskeln, welche es bewegen, mit Augenlidern, welche die leicht verletzliche und namentlich an der Luft durch Trockenheit leidende Cornea beschützen. Die Augenlider sind Hautfalten, die sich von oben oder von unten über den Augapfel herüberlegen (oberes und unteres Augen-

Entwicklung  
des Auges.

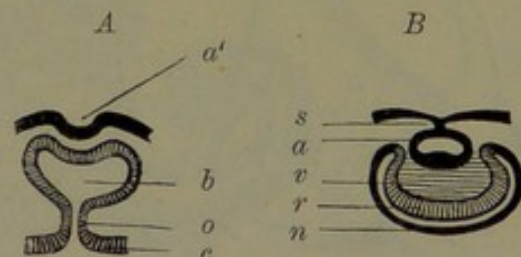


Fig. 478. Entwicklung des Auges (Schema nach O. Hertwig). A Primäre Augenblase (b), steht durch den Opticus (o) mit dem Hirn (c) in Verbindung und wird durch die Linse (a') zum secundären Augenbecher eingestülpt. B Secundäre Augenblase (Augenbecher), r Retina (vordere, innere Wand), n Tapetum nigrum (hintere, äussere Wand des Bechers), v Corpus vitreum, a Linsensäckchen, s Stiel, welcher es mit der Haut noch verbindet.

Hilfsapparate  
des Auges.



lid). Dazu kann noch eine dritte Hautfalte kommen, die Nickhaut oder *Membrana nictitans*; sie entspringt, bedeckt von dem oberen und unteren Augenlid, am inneren Augenwinkel und kann von hier aus nach aussen und oben über den Bulbus ausgebreitet werden. Eine besondere Drüse am äusseren Augenwinkel, die Thränendrüse, liefert der Oberfläche des Auges die nöthige Feuchtigkeit; eine zweite Drüse, die Harder'sche Drüse, gehört dem inneren Augenwinkel an und ist in ihrem Vorkommen an die Anwesenheit der Nickhaut gebunden; beide fehlen den *Anamnien*.

Gehörorgane.

Mit dem Auge wetteifert an Leistungsfähigkeit und an Vollkommenheit des Baues das weiter rückwärts auf der Höhe der Medulla oblongata gelagerte Gehörorgan. Dasselbe bietet nur in seiner ersten Anlage Anknüpfungspunkte an die Hörorgane der wirbellosen Thiere, indem es als eine grubenförmige Einsenkung der Haut entsteht, welche

sich meist zu einem vollkommen geschlossenen Bläschen abschnürt und nur bei *Selachiern* dauernd auf der Körperoberfläche durch einen engen Gang (den sonst blind geschlossenen Ductus endolymphaticus) ausmündet. Bei den *Cyclostomen* ist das Bläschen selbst einheitlich, mit einer einheitlichen Nervenendigung, der Macula acustica; von den *Fischen* aufwärts ist es durch eine Einschnürung, die bei den *Säugethieren* zu dem engen Ductus utriculo-saccularis ausgezogen wird (Fig. 77), in einen oberen und unteren Abschnitt abgetheilt, den Utriculus und den Sacculus, von denen ein jeder seinen Antheil an der M. acustica erhält (Fig. 479 u, s). Zu dem Hörbläschen treten Anhänge oder Aussackungen, welche einen verwickelten, im Namen „Labyrinth“ zum Ausdruck gelangenden Bau verursachen. Vom Utriculus gehen die 3 Bogengänge aus, Canäle, welche mit einem Ende am Utriculus beginnen, mit dem anderen Ende in ihn zurückleiten; an einem Ende sind sie zu einer Ampulle angeschwollen, in welcher eine besondere Nervenendigung liegt (Crista acustica). Die 3 Bogengänge sind senkrecht zu einander, in den 3 Richtungen des Raumes angeordnet und un-

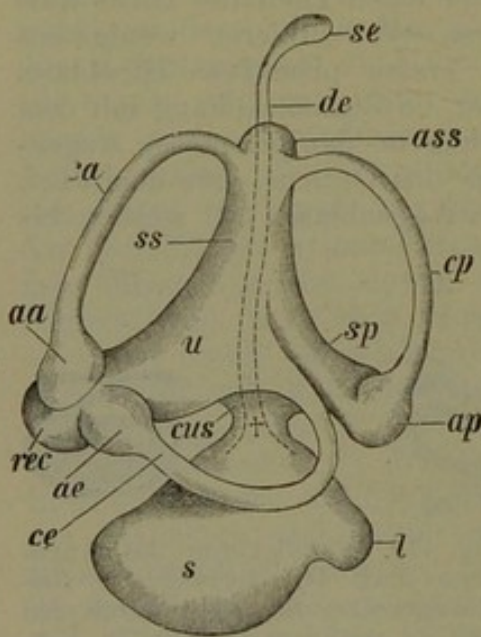


Fig. 479. Schema des häutigen Labyrinths eines Fisches. u Utriculus mit den Bogengängen: ca vorderer, ce äusserer, cp hinterer; aa, ap, ae die zugehörigen Ampullen; ss und ass oberer, sp hinterer Sinus utriculi, rec Recessus utriculi; s Sacculus, l Lagena (Schnecke), cus Canal zwischen Sacculus und Utriculus, + Abgangsstelle des Ductus endolymphaticus de, se dessen Endanschwellung (aus Wiedersheim).

zweifelhaft Sinnesapparate für das im Labyrinth localisirte Balancegefühl (vergl. S. 107), sie werden als äusserer horizontaler, vorderer verticaler (annähernd sagittaler) und hinterer verticaler (annähernd frontaler) unterschieden. Die beiden verticalen zeigen die Besonderheit, dass sie am nicht-ampullaren Ende zusammenfliessen, was dadurch verständlich wird, dass sie allein von allen Labyrinthanhängen schon bei *Cyclostomen* vorkommen und bei *Myxine* sogar einen einheitlichen (zwei Ampullen vereinigenden) Gang darstellen. Später als die Bogengänge tritt in der Wirbelthierreihe ein blindsackförmiger Anhang des Sacculus auf, die



**Schnecke oder Cochlea.** Sie entwickelt sich erst innerhalb der Fischklasse als eine kleine Vorwölbung, in welche ein abgeschnürter Theil der Hörmakel des Sacculus hineingeräth. Die Vorwölbung wird bei *Reptilien* und *Vögeln* zu der ansehnlichen „Lagena“, aber erst bei den *Säugethieren* beginnt sie sich spiralig einzurollen, was den Namen „Schnecke“ veranlasst hat. Ein Theil der abgeschnürten Nervenmakel entwickelt sich zu der unter dem Namen Corti'sches Organ bekannten Nervenendigung.

Das häutige Labyrinth ist ganz oder theilweise in die Seitenwand des Schädels, in die gewöhnlich zum Petrosum oder zu den Otica verknöcherte Gehörkapsel eingebettet. Bei *Säugethieren* und *Vögeln* ist seine Einbettung eine so vollkommene, dass seine Gestalt von den Hohlräumen im Knochen genau wiederholt wird. Indessen werden die Lumina des sogenannten knöchernen Labyrinths von dem häutigen nicht gänzlich ausgefüllt, da zwischen beiden Wandungen ein System

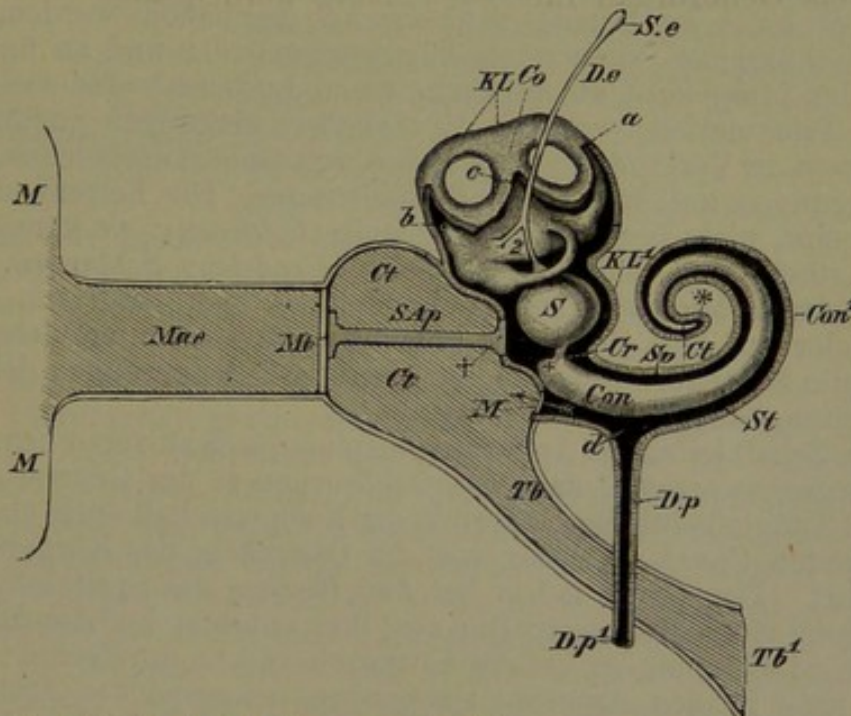


Fig. 480. Schema des Gehörorgans des Menschen. I. Schallleitender Apparat M Ohrmuschel, Mae Meatus auditorius externus, Mt Membrana tympani, Ct Cavum tympani, Tb Tuba Eustachii, Tb' Mündung in den Pharynx. SAP Reihe der Gehörknöchelchen (als ein Stück gezeichnet), † Einfügung derselben in die Fenestra ovalis, M die die Fenestra rotunda schliessende Membran. II. Knöchernes Labyrinth (KL, KL') mit eingelagertem häutigen Labyrinth, dazwischen schwarz die Perilymphe (d), S Sacculus, Con Ductus cochlearis, zwischen beiden Cr Canalis reuniens, Con' knöcherner Schnecke, Ct Cupula terminalis, Ende der Schnecke, Sv, St Scala vestibuli und Sc. tympani, \* Uebergang beider, Dp' Ductus perilymphaticus, 2 Utriculus mit dem horizontalen Canalis semicircularis, a und b die beiden verticalen C. semicircularis, c Verbindung derselben, Co die gleiche Verbindung im knöchernen Labyrinth, De Ductus endolymphaticus mit Endblase Se.

von Lymphspalten erhalten bleibt. Besonders regelmässig ordnen sich die lymphatischen Räume bei der Schnecke an, indem sie zwei nur an der Spitze der Schnecke zusammenhängende Canäle bilden, die zu beiden Seiten der häutigen Schnecke (Ductus cochlearis) hinziehen und Scala tympani und Scala vestibuli heissen. Im knöchernen Labyrinth sind somit zweierlei Hohlräume und demgemäss auch zweierlei Flüssig-



keiten vorhanden: das Innere des häutigen Labyrinths wird von der Endolympe gefüllt, die umgebenden Lymphspalten von der Perilymphe.

Zu dem Hörorgan im engeren Sinne, dem Hörbläschen oder Labyrinth, können sich Hilfsapparate gesellen, deren Hauptaufgabe es ist, Tonschwingungen dem Labyrinth zuzuleiten. Hilfsapparate sind bei den *Fischen* — deren Fähigkeit zu hören übrigens zur Zeit mindestens noch nicht bewiesen ist — vermöge ihres Aufenthalts im Wasser überflüssig und nur ausnahmsweise vorhanden, da die Schallwellen aus dem Wasser leicht in die Gewebe des Körpers übertreten und daher unmittelbar zu den Endorganen des Hörnerven fortgeleitet werden können. Dagegen werden Hilfsapparate beim Uebergang der Wirbelthiere zum Landleben nöthig. Der grosse Dichtigkeitsunterschied zwischen der Luft und den Wirbelthiergeweben bringt es mit sich, dass die Schallwellen nur in ganz unbedeutendem Maasse aus jener in diese fortgeleitet werden. Da somit die bei den Fischen vorhandene Schallleitung durch die Gewebe für die praktische Verwerthung in Wegfall kommt, müssen besondere Schall leitende Apparate geschaffen werden, sofern nicht das Gehörorgan functionsunfähig werden soll; und so finden wir denn von den *Amphibien* an aufwärts einen Luftcanal, den Gehörgang, ferner ein Trommelfell, welches die Schallschwingungen auffängt, und mit demselben in Verbindung eine Reihe von Gehörknöchelchen, welche die Schwingungen auf das Labyrinth übertragen. Die betreffenden Einrichtungen sind nicht überall functionsfähig (*Cetaceen*); sie können sogar ganz oder theilweise rückgebildet sein (*Urodelen*, *Schlangen*, *Blindschleichen*, *Amphisbaenen*). Immer handelt es sich dann um Wasserbewohner oder auf dem Boden kriechende, meist extremitätenlose Thiere, bei denen die besondere Lebensweise besondere Bedingungen der Schallleitung (Leitung durch Gewebe) verursacht.

Um die Schall leitenden Apparate morphologisch zu verstehen, müssen wir uns vergegenwärtigen, dass das Gehörorgan in der Gegend zwischen Kiefer- und Zungenbeinbogen lagert, in der Nachbarschaft eines oben schon kurz erwähnten Canals, welcher von der Oberfläche des Körpers in den Rachen führt. Der Canal heisst bei den *Fischen* das Spritzloch und ist das Rudiment einer Kiemenspalte; aus ihm entsteht bei *Amphibien* und *Amnioten* ein Luftraum, der auf der Körperoberfläche durch eine elastische Membran, das in den Annulus tympanicus eingespannte Trommelfell, geschlossen wird, während er seine Mündung in den Rachen beibehält. Dicht hinter dem Trommelfell erweitert sich der Luftraum zur Trommelhöhle (Cavum tympani); der in den Rachen mündende Theil ist häufig verengt und heisst Tuba Eustachii. Das häutige Labyrinth liegt in der Wand der Trommelhöhle und grenzt an das Lumen derselben an zwei Stellen unmittelbar an, indem die knöcherne Hörkapsel hier durch Oeffnungen durchbrochen ist, die stets vorhandene Fenestra ovalis und die den *Amphibien* noch fehlende Fenestra rotunda.

Wenn wir nun weiter bedenken, dass dicht vor dem Spritzloch der Kieferbogen, dicht hinter ihm der Zungenbeinbogen liegt, so wird es begreiflich, dass Theile derselben in die Trommelhöhle hinein verlagert werden und Hörknöchelchen liefern können. Bei *Amphibien*, *Reptilien* und *Vögeln* verbindet sich das Hyomandibulare oder die Columella an einem Ende mit einer die Fenestra ovalis ausfüllenden Platte (Steigbügelplatte), mit dem anderen Ende ist sie in das Trommelfell eingepflanzt und überträgt die Schwingungen des letzteren auf das Labyrinth. Bei den *Säugethieren* wird diese Uebertragung noch voll-



kommener, indem zwischen Hyomandibulare (Stapes) und Trommelfell Theile des Kieferbogens, das Quadratum (Incus) und das Articulare (Malleus), eingeschoben werden und so eine federnde Knochenreihe herstellen (Fig. 481).

Das Trommelfell liegt bei den meisten Wirbelthieren in einer Ebene mit der übrigen Haut oder nur schwach eingesenkt; bei den *Säugethieren* wird es besser geschützt, indem es in die Tiefe sinkt und an den Grund eines Blindcanals zu liegen kommt, des Meatus auditorius externus. Ebenso ist im Wesentlichen auf die Classe der *Säugethiere* die Ohrmuschel beschränkt, eine von Knorpeln gestützte Hautfalte, welche die Schallschwingungen auffängt.

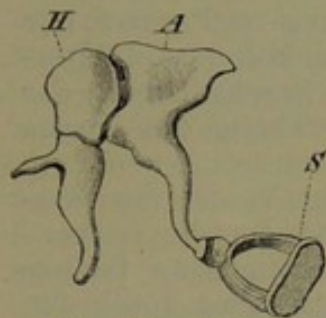


Fig. 481. Gehörknöchelchen des Menschen. H Hammer, A Ambos, S Steigbügel (aus Wiedersheim).

Unterhalb der Wirbelsäule in der Leibeshöhle, ventralen, die dorsale an Umfang weit übertreffenden Sphäre des Körpers findet man fast sämtliche wichtigen vegetativen Organe des Wirbelthierkörpers in einem geräumigen Hohlraum vereinigt, in dem Cölon oder der Leibeshöhle. Dieselbe ist, wie die Entwicklungsgeschichte besonders klar beim niedersten Wirbelthiere, dem *Amphioxus*, lehrt, ein Ab-

kömmeling des Darms, ein ächtes, von einem Epithel (Endothel) ausgekleidetes Enterocöl (vergl. S. 92, 132). Da sie, wie bei anderen bilateralen Leibeshöhlenthieren, durch paarige Ausstülpungen des Darms gebildet wird, muss sie durch eine den Darm umschliessende Scheidewand, anfänglich in eine linke und rechte Hälfte (linken und rechten Cölomsack) geschieden sein. Diese Scheidewand ist das Gekröse oder das Mesenterium des Darms, welches mit seinem dorsalen Abschnitt in ganzer Länge von der Wirbelsäule entspringt, ventral vom Darm aber (als vorderes Mediastinum, Omentum minus und Ligamentum suspensorium hepatis der menschlichen Anatomie) nur bis zur Lebergegend reicht, während es weiter nach hinten fehlt, so dass dann linker und rechter Leibessack unter dem Darm zusammenfliessen. Auch die meisten übrigen Organe sind in der Leibeshöhle durch Aufhängebänder befestigt, so der Hoden durch das Mesorchium, das Ovar durch das Mesovar.

Die Leibeshöhle der Wirbelthiere nennt man vielfach Pleuroperitonealhöhle, weil sie bei den *Säugethieren* durch eine Scheidewand, das Zwerchfell, in einen vorderen Abschnitt, die Brust- oder Pleuralhöhle, und einen hinteren Abschnitt, die Leibeshöhle im engeren Sinne, Bauch- oder Peritonealhöhle, gesondert ist. Die auskleidenden Membranen dieser Räume nennt man Brustfell oder Pleura, Bauchfell oder Peritoneum. Auch die Pericardialhöhle der Wirbelthiere ist ein Derivat der Leibeshöhle und das Pericard ein abgeschnürter Theil der Pleuroperitonealmembran; man findet daher bei manchen *Fischen* (*Stör*) dauernd eine Verbindung zwischen dem Herzbeutel und der allgemeinen Leibeshöhle. Bei den meisten *Fischen* und manchen *Reptilien* besteht auch eine directe Communication der Leibeshöhle nach aussen mittelst 1—2 hinter oder neben dem After angebrachter Oeffnungen, der Pori abdominales.

Unter den vegetativen Organen besitzt der Darm für die systematische Charakteristik der Wirbelthiere das allergrösste Interesse,

Darm.



weil er bei ihnen nicht nur die Verdauung vermittelt, sondern die Athmungsorgane (Kiemen und Lungen) liefert, während diese Theile bei den Wirbellosen mit Ausnahme der *Tunicaten* und *Enteropneusten* vornehmlich von der Haut aus entstehen. Der Darm beginnt in einiger Entfernung vom vorderen Ende auf der ventralen Seite mit der Mundöffnung und endet ebenfalls ventral, aber ziemlich weit entfernt von dem hinteren Ende der Wirbelsäule, der Schwanzspitze, mit dem After. Seiner Abstammung nach ist er vorwiegend entodermal; die Haut betheiligt sich an seiner Bildung im Embryo nur durch ganz flache Einsenkungen vorn und hinten, die Mund- und Afterbucht; sie nimmt dabei die weiche, schlüpfrige Beschaffenheit der „Schleimhaut“ an, wie sie für die entodermalen Theile des Darms charakteristisch ist.

Der Anfangsabschnitt des Darms ist geräumig; es ist die ektodermale Mundhöhle und der entodermale Pharynx oder die Rachenhöhle, zwei Räume, die bei den meisten Wirbelthieren ohne Grenze in einander übergehen, bei *Säugethieren* und *Crocodilen* aber durch den weichen Gaumen gegen einander abgegrenzt werden. Nun folgt der engere Oesophagus, der sich an seinem unteren Ende zum Magen erweitert. Vom hinteren Magenende, dem Pylorus, beginnt der Dünndarm; den Abschluss bildet der Dickdarm, der zum dritten Mal erweiterte Endabschnitt des Darms, der bei höheren Wirbelthieren durch den Besitz von 1—2 Blindsäcken und eines Klappenapparates gegen den Dünndarm abgegrenzt wird. Der Endabschnitt des Darms heisst bei den meisten Wirbelthieren Cloake, weil er die Urogenitalwege aufnimmt. Von Anhangsdrüsen des Darms ist nur die Leber constant, welche schon beim *Amphioxus*, allerdings nur als einfacher Blindsack, angelegt ist, von den *Cyclostomen* an aufwärts dagegen das bekannte compacte, braune, gewöhnlich mit einer Gallenblase versehene Organ bildet. Neben der Leber ist meist noch eine kleinere Drüse, das Pancreas, vorhanden; die Ausführungsgänge beider Drüsen, der Ductus choledochus, Gallengang, und der Ductus pancreaticus, münden in den Dünndarm kurz hinter dem Pylorusende des Magens. Ausserdem kann noch die Mundhöhle mit Drüsen, den Speicheldrüsen, versehen sein und andererseits der Enddarm mit Blindsäcken und Drüsen, die jedoch keine allgemeinere Verbreitung besitzen (Fig. 516).

Ein hervorstechender Charakterzug der Wirbelthiere ist die Be-zahnung des Anfangsdarms. Bei den *Cyclostomen* findet man Hornzähne, stark verhornte Epithelwucherungen, welche auf Bindegewebspapillen sitzen, bei den höheren *Wirbelthieren* Zähne, die aus Elfenbein und Schmelz bestehen und eine blutgefässreiche Papille, die Zahnpulpa, umschliessen. Sie finden sich an Stellen, wo Skeletstücke ihnen eine feste, das Kauen begünstigende Unterlage liefern, vornehmlich an Ober- und Unterkiefer, aber auch an anderen Knochen des Pharynx und der Mundhöhle (Knochen der Schädelbasis und des Visceralskelets); sie sind wahrscheinlich aus einer diffusen, an die Beschuppung der Haut erinnernden Be-zahnung hervorgegangen, da manche *Haie* ausser den Zahnreihen noch jetzt rudimentäre Zähnchen in der Schleimhaut von Mund und Rachen besitzen. Wo Zähne fehlen (*Vögel*, *Schildkröten*, *Bartenwale*), sind sie durch Rückbildung verloren gegangen.

Respirations-  
organe.

Der die Athmungsorgane liefernde Theil des Darmtractus ist bei allen Wirbelthieren der Pharynx. Derselbe wird bei den *Fischen* und einem Theil der *Amphibien* zum Kiemendarm, indem seine linke



und rechte Wand von Kiemenspalten durchbrochen wird; dieselben liegen jedesmal zwischen 2 auf einander folgenden Kiemenbögen (Fig. 498) und sind Canäle, welche auf der Darmoberfläche mit der inneren, auf der Hautoberfläche mit der äusseren Kiemenöffnung münden, so dass man eine Sonde von aussen durch die Kiemenspalten in den Pharynx und von da durch die Mundöffnung wieder heraus führen kann. Zwischen beiden Oeffnungen ziehen in der vorderen und hinteren Wand der Canäle zarte, blutgefässreiche Schleimhautfalten, die Kiemenblättchen. Man nennt dieselben innere Kiemen im Gegensatz zu den äusseren ektodermalen Kiemen der *Amphibien* und *Amphibienlarven*, welche am oberen Rand einer Kiemenspalte als baumartige Verästelungen der Körperoberfläche aufsitzen (S. 29, Fig. 4, 5). Es ist eine für die Phylogenie der Wirbelthiere äusserst wichtige Erscheinung, dass auch bei *Reptilien*, *Vögeln* und *Säugethieren*, welche nie durch Kiemen athmen, die Kiemenspalten angelegt und später wieder rückgebildet werden.

Aus dem Epithel der Kiemenspalten entwickeln sich zwei zum Theil auch jetzt noch räthselhafte Organe, die Thymus und die seitlichen Lappen der Schilddrüse oder Thyreoidea. Den mittleren, unpaaren, ebenfalls vom Rachenepithel abstammenden Theil der Thyreoidea hat man versucht als den modificirten Endostyl der *Tunicaten* (Hypobranchialrinne) zu deuten und als einen weiteren Beweis für die Verwandtschaft von Tunicaten und Wirbelthieren zu verwerthen (cfr. S. 289, 290). Die Thyreoidea spielt unzweifelhaft, indem sie jodhaltige Verbindungen producirt, eine wichtige Rolle. Wenn man sie ausschneidet, treten schwere Störungen des Nervensystems ein.

Auch die Organe der Luftathmung, die Lungen, stehen bei den Wirbelthieren mit dem Darm in Verbindung, indem sie am Uebergang von Pharynx und Oesophagus als 2 sackartige Ausstülpungen — von denen ab und zu eine rudimentär bleibt — gebildet werden; sie münden dauernd in den Pharynx, entweder unmittelbar oder durch Vermittelung eines von Knorpel gestützten Luftrohrs, der Trachea, welche kurz vor dem Uebergang in die Lungen sich meist in die 2 Bronchien gabelt (Fig. 482, 516). An der Mündungsstelle in den Pharynx sind die Stützknorpel (Reste des Visceralskelets, vergl. S. 469) besonders kräftig und bilden den häufig zur Stimmerzeugung dienenden Larynx oder Kehlkopf, der bei Säugethieren durch eine Klappe (Kehldeckel, Epiglottis) gegen den Pharynx abgeschlossen werden kann. Der Lunge und der Trachea entsprechen bei den *Fischen* die als hydrostatischer Apparat functionirende Schwimmblase und der Schwimmblasengang.

Die Schwimmblase der meisten *Fische* und die Lunge mancher *Amphibien* ist ein glattwandiger Sack. Der Luftsack erhält schon bei manchen *Fischen* und der Mehrzahl der *Amphibien* eine grössere respiratorische

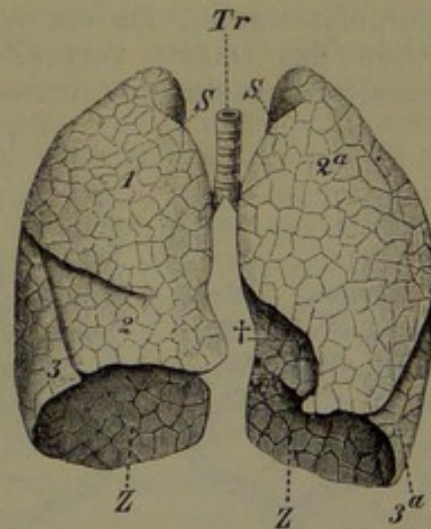


Fig. 482. Lungen des Menschen in ventraler Ansicht (aus Wiedersheim). 1, 2, 3, 2a, 3a die linken und rechten Lungenlappen, Z Lage des Zwerchfells, + Lage des Herzens, Tr Trachea, welche sich in die Bronchien gabelt.



Oberfläche, indem feinere und gröbere Falten sich in den einheitlichen Luftraum erheben. Diese periphere Fächerung vergrößert sich bei den *Reptilien* auf Kosten des Centralraums; letzterer wird sogar bei höheren *Reptilien* mehr oder minder vollständig durch derbere Scheidewände aufgetheilt, welche von der Peripherie bis an den in das Lungeninnere einwachsenden Bronchus vordringen. So wird es verständlich, dass bei *Säugethieren* keine Andeutung von einheitlichem Luftraum mehr besteht, indem der Bronchus sich immer mehr verästelt bis zu den feinen Bronchiolen, welche die mit Lungenbläschen (Alveolen) bedeckten Alveolargänge abgeben.

Blutgefäßsystem.

Der Blutgefäßapparat der Wirbelthiere lässt sich unschwer aus den bei *Anneliden* bestehenden Verhältnissen erklären und ist wie bei diesen ein vollkommen in sich geschlossenes Röhrensystem. Bei den *Anneliden* (S. 271, Fig. 241, 242) läuft ein grosser longitudinaler Blutstamm über dem Darm von hinten nach vorn, ein zweiter in entgegengesetzter Richtung unter dem Darm von vorn nach hinten; beide hängen in jedem Segment unter einander durch Gefässschlingen zusammen, welche von links und rechts den Darm umgreifen. Geht man von diesem Schema aus, so ist für die Wirbelthiere charakteristisch, dass sich im ventralen Längsstamm ein nur beim *Amphioxus* noch fehlendes Herz ausgebildet hat. Bei den niederen Wirbelthieren, den *Fischen* (S. 94, Fig. 62, S. 517, Fig. 501) liegt dasselbe dicht hinter der Kiemenregion und giebt das Blut, welches es vom Körper empfängt, an die Kiemen ab; es führt somit venöses Blut, wie der ganze ventrale Blutgefässstamm. Da die vorderen Gefässschlingen sich an der Kiemenregion des Darms verbreiten, muss der aus ihnen sich sammelnde dorsale Längsstamm sauerstoffreiches Blut führen, welches mittelst der

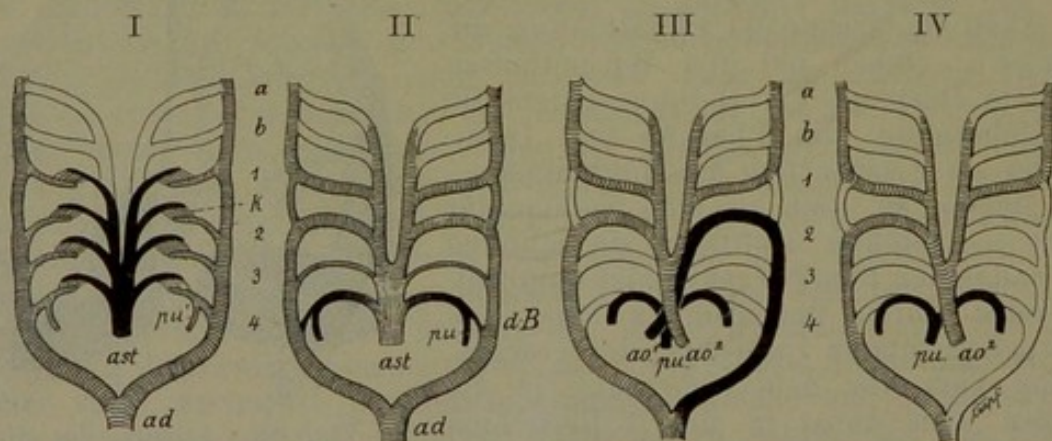


Fig. 483. Schematische Darstellung der Umbildung der Anlagen der Arterienbögen in den wichtigsten Wirbelthierclassen. Hell: die Anlagen, welche zu Grunde gehen. Schwarz: die Arterien mit venösem Blut. Schraffirt: die Gefässe mit arteriellem Blut. Von links nach rechts: I *Dipneusten*, II *Urodelen* mit Lungenathmung, III *Reptilien*, IV *Vögel*. (Bei *Säugethieren* würde nicht der rechte, sondern der linke Aortenbogen erhalten bleiben.) *ast* Arterienstiel, *ao* venöse Aorta der *Reptilien*, *ao*<sup>2</sup> arterielle Aorta; *a*, *b* die fast allgemein schwindenden Bögen. 1—4 die übrigen Bögen: 1 Carotidenbogen, 2 Aortenbogen, 4 Pulmonalisbogen, *db* dessen Verbindung zur Aorta descendens, Ductus Bothalli, *k* Kiementcapillaren, *ad* Aorta descendens.

Carotiden den Kopf, auf dem Weg der hinteren Blutgefässschlingen den übrigen Körper versorgt, hierbei venös wird und in den ventralen Längsstamm zurückfliesst.

Das hier kurz skizzierte Schema des Blutkreislaufs der *Fische* bedarf der näheren Durchführung. Das *Herz*, ein muskelstarkes, in



einen besonderen Herzbeutel eingeschlossenes Organ, besteht aus 2 durch Klappen getrennten Theilen (Fig. 500): *Vorkammer* und *Kammer*. Der von der Kammer ausgehende Hauptstamm ist der Arterienstamm und entspricht der *Aorta ascendens* nebst *A. pulmonalis* des Menschen, die von ihm an den Kiemendarm tretenden Gefäße sind die Arterienbögen, welche nur bei jungen Fischen (Fig. 501) direct zum dorsalen Blutgefäß emporsteigen, später den aus Kiemenarterien, Kiemen capillaren und Kiemenvenen (Fig. 62) bestehenden Kiemenkreislauf bilden. Der dorsale Blutgefäßstamm ist die *Aorta descendens*, der zum Herzen rückleitende ventrale Stamm die nur dem *Amphioxus* und Embryonen von Wirbelthieren zukommende Vena subintestinalis, aus der vornehmlich die Vena portarum hervorgeht. Zu ihr kommt noch ein paariges Venensystem, welches aus den *Ductus Cuvieri*, *Venae cardinales* und *jugulares* besteht und immer mehr Terrain der Subintestinalvene abgewinnt.

Der Blutkreislauf der Fische erfährt bei den höheren Wirbelthieren eine vollkommene Umgestaltung durch das Aufhören der Kiemenathmung und das Auftreten der Lungenathmung. Es schwinden die Kiemen und die Kiemen capillaren; der gesammte Kiemenkreislauf wird auf die vom Arterienstamm zur *Aorta descendens* direct übertretenden Arterienbögen reducirt; vor Allem aber geräth das Gefäßsystem der Lunge, welches bei den Fischen als Gefäßsystem der Schwimmblase ein Theil des Körperkreislaufs war, zu letzterem in einen functionellen Gegensatz, der auch zu einer morphologischen Sonderung führt, zur Sonderung besonderer Lungenarterien und Lungenvenen. Dabei werden die Arterienbögen zum Theil rückgebildet, zum Theil auf den Lungen- und Körperkreislauf vertheilt (Fig. 483). Von den 6 sich gewöhnlich im Embryo anlegenden Bögen gehen der erste und zweite fast stets, der fünfte bei lungenathmenden Wirbelthieren zu Grunde. Der schon bei *Lurchfischen* (I) die Schwimmblase versorgende letzte Bogen (4) wird zur Lungenarterie (Arteria pulmonalis); der Rest der Bögen (1 u. 2) liefert die Arterien des Körperkreislaufs, *Aorta descendens* (2) und die den Kopf versorgenden Carotiden (1). Da in gleicher Weise besondere Lungenvenen unabhängig von den Körpervenen zum Herzen zurückführen, kommt es auch im Herzen zu einer Sonderung, zur Bildung einer Scheidewand, welche das Herz der Länge nach in eine linke und rechte Hälfte trennt. Die rechte Hälfte bewahrt den venösen Charakter des Fischherzens, indem die rechte Vorkammer die Körpervenen aufnimmt, die rechte Kammer die Pulmonalarterie abgibt. Die linke, von den Lungenvenen versorgte Hälfte wird dagegen arteriell, da die Lungenvenen dem linken Vorhof nur arterielles Blut zuführen, welches von da in die linke Kammer tritt und durch die aufsteigende Aorta das Herz wieder verläßt. Eine vollkommene Scheidung von Körper- und Lungenkreislauf und dementsprechend eine vollkommene Trennung des Herzens in eine linke und rechte Hälfte ist nur bei den *Säugethieren* und *Vögeln* erreicht. *Reptilien* und *Amphibien* erläutern uns, wie die Umwandlung des Gefäßsystems sich bei den Wirbelthieren vollzogen hat. Dabei ergibt sich, dass die Trennung im Venensystem beginnt und auf die Vorhöfe übergreift. Erst innerhalb der Classe der *Reptilien* entsteht eine Scheidewand in der Herzkammer. Im Arteriensystem können sich Mängel erhalten, sei es durch Verbindungen der Pulmonalis zur Aorta: Ductus Bothalli (II d. B.), sei es dadurch, dass ein Aortenbogen mit der Pulmonalis aus dem rechten Herzen kommt (III a<sub>01</sub>).



Bei lungenathmenden Wirbelthieren strömt dem Gesagten zufolge das venöse Körperven Blut in die rechte Vorkammer, durch die rechte Herzkammer und die Pulmonalarterien in die Lungen; hier arteriell geworden, gelangt das Blut durch die Pulmonalvenen in die linke Vorkammer und weiter in die linke Kammer, von welcher aus es durch die Aorta zurück in den Körperkreislauf geführt wird. — Ausser Blutgefässen finden sich bei den Wirbelthieren noch die Lymphgefässe vor als eine Ergänzung des Venensystems. Der in den Spalten des Bindegewebes sich sammelnde Ueberschuss von Gewebssaft wird von ihnen aufgenommen und in die grossen Venenstämme eingeleitet. Meist genügt die Herzthätigkeit, um auch hier eine genügende Bewegung zu unterhalten, doch können daneben besondere Lymphherzen vorkommen. Unter den Lymphgefässen spielen diejenigen, welche sich am Darm verbreiten, eine hervorragende Rolle, indem sie zur Resorption der verdauten Nahrung dienen; sie heissen Chylusgefässe, weil ihr Inhalt, der Chylus, sich zur Zeit der Verdauung von der gewöhnlichen Lymphe durch intensive weisse Färbung unterscheidet, welche durch frei suspendirte Fetttröpfchen veranlasst wird. Ueber die Beschaffenheit der gewöhnlichen Lymphe und des Blutes wurde schon im allgemeinen Theil das Wichtigste gesagt (S. 74, Fig. 43, 44). An besonderen Stellen sind in den Verlauf der Lymphgefässe Lymphdrüsen eingeschaltet, kleine Knötchen, in denen die Lymphkörperchen gebildet werden. Ihnen schliesst sich in ihrem Bau die wegen ihres Blutgefässreichthums intensiv roth gefärbte Milz am nächsten an.

Urogenital-  
system.

Die Anatomie der Wirbelthiere haben wir mit den Geschlechtsorganen und den Excretionsorganen zu beschliessen, welche beide meist so innig verbunden sind, dass man sie als Urogenitalsystem zu gemeinsamer Besprechung zusammenfasst.

Die Geschlechtsproducte der Wirbelthiere bilden sich beim Embryo aus einem bestimmten Bezirk des Peritonealepithels, dem Keim-epithel, welches links und rechts von der Wirbelsäule gelegen ist. Frühzeitig wird diese primitive Lagerung von den Urzellen des Geschlechtsapparates verlassen, indem sie in das darunter gelegene Bindegewebe hineinwachsen (Fig. 31, S. 66). Hier erzeugen sie bei männlichen Thieren drüsige Röhren; beim Weibchen bilden sie zunächst ebenfalls Stränge, die aber nach der Zahl der aus ihnen hervorgehenden Eier in rundliche Follikel zerfallen. Im ersteren Falle entsteht ein compacter Körper von meist ovaler Gestalt (Fig. 484 B), der Hoden; im letzteren Fall gewöhnlich eine lockere, traubige Geschlechtsdrüse, das Ovar (Fig. 484 A).

Die Entleerung der Geschlechtszellen erfolgt bei vielen *Fischen* durch die Leibeshöhle und deren Pori abdominales, wobei ein Abschnitt der Leibeshöhle sich zu einem besonderen Vas deferens oder Oviduct abschnüren kann. Bei den meisten Wirbelthieren aber werden Theile der Nieren benutzt, deren Betrachtung wir daher vorausschicken müssen. Die vergleichende Entwicklungsgeschichte unterscheidet dreierlei Nieren, 1) die Kopf- oder Vorniere, 2) die Urnieren oder den Wolffschen Körper, 3) die bleibende Niere, dementsprechend auch drei Ausführwege: 1) den Vornierengang, 2) den Urnierengang oder Wolffschen Gang, 3) den Harnleiter oder Ureter. Vornierengang und Urnierengang hängen genetisch zusammen; und zwar ist es am wahrscheinlichsten, dass der Vornierengang, wie die Entwicklung der *Selachier* lehrt, sich der Länge nach in 2 Canäle gespalten



hat, in den Urnierengang und den die Beziehung zur Vorniere beibehaltenden Müller'schen Gang. Der Ureter dagegen entsteht neu durch Ausstülpung vom Urnierengang aus. — Die Vorniere functionirt als Excretionsapparat gewöhnlich nur im Embryonalleben und auch da nur auf frühen Stadien, vielleicht in manchen Fällen überhaupt nicht mehr; ihr Verhältniss zum übrigen Nierensystem ist noch strittig. Dagegen gewinnt es immer mehr an Sicherheit, dass Urnieren und bleibende Niere der vordere und hintere Abschnitt eines einheitlichen Organs sind, welches wir im Folgenden kurzweg Niere (ihren Ausführweg Nierengang) nennen wollen, während die Urnieren mit Rücksicht auf ihre Lage hinter der Vorniere Mesonephros, die bleibende Niere Metanephros heissen möge. Eine einheitliche Niere mit einheitlichem Ausführgang findet sich bei den *Teleostiern* als ein breiter Drüsenstreifen in ganzer Länge des Rumpfes links und rechts von der Wirbelsäule; ähnlich haben auch die *Amphibien* (Fig. 484) und manche *Selachier* eine einheitliche Niere, doch kommt es hier schon vor, dass das vordere Ende (= Mesonephros) weniger gut entwickelt ist als das hintere (= Metanephros). Bei einem anderen Theil der *Selachier* sind beide Nierenabschnitte gegen einander abgesetzt, und jeder Abschnitt hat seinen besonderen Ausführgang (Wolff'schen Gang und Ureter). Mit der räumlichen Trennung verbindet sich von den *Reptilien* an aufwärts ein Unterschied in der Zeit der Entwicklung. Der Mesonephros (Wolff'scher Körper) entsteht viel früher und functionirt während der Hauptzeit des Embryonallebens; er wird in seiner excretorischen Function abgelöst durch den später entstehenden Metanephros, welcher die bleibende Niere darstellt.

Der Gegensatz zwischen Meso- und Metanephros ist nun offenbar durch die Beziehungen zum männlichen Geschlechtsapparat hervorgerufen. Der Hoden verbindet sich (mit Ausnahme eines Theils der Fische) mit dem vorderen Ende der Niere, dem mesonephralen Abschnitt (Fig. 484 A), so dass die Harncanälchen desselben zugleich auch den Samen ableiten, während der hintere Abschnitt ausschliesslich excretorisch ist. Dieser functionelle Gegensatz der beiden Abschnitte ist Ausgangspunkt einer divergenten Entwicklung geworden. Das vordere Ende verlor mehr und mehr seine excretorische Function und wurde zu einem Theil des Geschlechtsapparats, das hintere blieb Niere. So bildete sich das verschiedene Aussehen beider Abschnitte aus (*Amphibien*), später

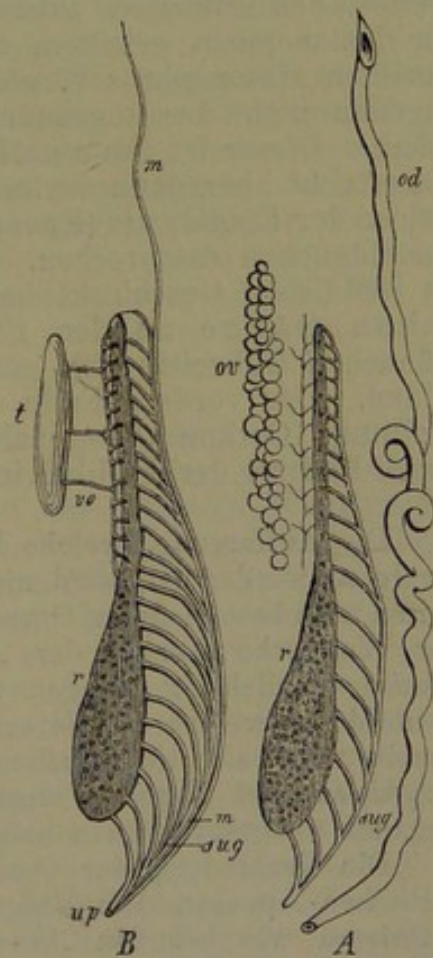


Fig. 484. Urogenitalsystem von *Triton* (aus Gegenbaur). A Weibchen, B Männchen. ov Ovar, t Hoden, r Niere, vo Verbindungsgänge von Hoden und Niere, m Müller'scher Gang, beim Weibchen Oviduct od, sug Urnierengang (beim Männchen zugleich Samengang), up Mündung des Urogenitalsystems.



ihre Sonderung und die Sonderung ihrer Ausführwege (*Selachier*), schliesslich kam es dahin, dass der in der Entwicklung voraneilende Mesonephros nur im Embryonalleben noch als Niere functionirte (Wolff'scher Körper der *Reptilien*, *Vögel* und *Säugethiere*), dass dauernd aber nur die für die männliche Geschlechtsfunction nöthigen Theile sich erhielten: die Samen ausleitenden Canälchen (Epididymis oder Nebenhoden) und der Wolff'sche Gang, Vas deferens, während die rein excretorischen Theile des Mesonephros rückgebildet wurden, resp. ein rudimentäres Organ, Paradidymis, lieferten.

Im weiblichen Geschlecht ist die Anlage der Niere (Meso- und Metanephros) die gleiche wie beim Männchen. Da aber die Verbindung mit der Geschlechtsdrüse unterbleibt, ist die Existenz der einzelnen Theile des Apparats ausschliesslich von der Dauer ihrer excretorischen Function abhängig; daher bleibt unter allen Umständen der Metanephros erhalten, auch der Mesonephros bei *Selachiern* und das dem Mesonephros vergleichbare vordere Ende der *Amphibienniere*, dagegen nicht der sogenannte Wolff'sche Körper der höheren *Wirbelthiere*. Dieser ist zwar auch im weiblichen Geschlecht eine Embryonalnieren, geht aber dann verloren und hinterlässt nur rudimentäre Organe, welche der Epididymis (Epoophoron) und der Paradidymis (Paroophoron) des Männchen entsprechen. Das ganz abweichende Verhalten der Niere im weiblichen Geschlecht hat darin seinen Grund, dass die Müller'schen Gänge zu den Eileitern werden, welche umgekehrt beim Männchen frühzeitig sich gänzlich oder bis auf wenige Spuren rückbilden. Das vordere Ende des Müller'schen Ganges mündet mit weiter Oeffnung (Ostium abdominale tubae) in die Leibeshöhle und nimmt die durch Platzen der Follikel in die Leibeshöhle gerathenen Eier auf.

Die Auffassung, welche hier vom Urogenitalsystem der *Wirbelthiere* vertreten worden ist, wird nicht von allen Zoologen getheilt. Von vielen Seiten wird besonders auf Grund entwicklungsgeschichtlicher Untersuchungen der Wolff'sche Körper der *Amnioten* mit der gesammten Niere der *Anamnier* verglichen; dagegen sei die bleibende Niere der *Amnioten* eine Neubildung, welche im Nierensystem der *Anamnier* kein Homologon besitze. Damit wird ein tief greifender Unterschied im Nierensystem zwischen *Amphibien* und *Reptilien* angenommen, welcher mit der in allen übrigen Organen ausgesprochenen nahen Verwandtschaft schwer vereinbar ist.

Die Verbindung der Geschlechtsorgane und der Nieren zu einem einheitlichen Apparat, dem Urogenitalsystem, erklärt sich aus denselben Verhältnissen wie bei den *Anneliden*: dass nämlich beide Organe aus dem Epithel der Leibeshöhle stammen und dauernd oder vorübergehend Verbindungen mit der Leibeshöhle unterhalten. Für die Geschlechtsorgane ist dieser Nachweis oben schon geführt worden; für die Urnieren ist festgestellt, dass die Harncanälchen Abkömmlinge des Cölomepithels sind und vorübergehend eine vollkommen an die Segmentalorgane der *Anneliden* erinnernde Anordnung besitzen. Wie das für die Embryonen von *Selachiern* geltende Schema der Figur 67 (S. 97) lehrt, besteht die Niere anfänglich aus zahlreichen, segmental angeordneten Canälen, welche durch Wimpertrichter mit der Leibeshöhle zusammenhängen und sich von den Segmentalorganen der *Anneliden* dadurch unterscheiden, dass sie nicht einzeln, sondern mit einem gemeinsamen Sammelcanal nach aussen münden, dass sie ferner im Verlauf ihrer weiteren Entwicklung durch Vervielfältigung ein compactes Organ liefern, dass endlich an einer bestimmten Stelle in ihr Lumen der Glomerulus, ein Knäuel von Blutgefässen, hineinragt. Auch



die Vorniere steht unzweifelhaft anatomisch und entwicklungsgeschichtlich in Beziehung zur Leibeshöhle; das Ostium abdominale des Eileiters ist ein dauerndes Ueberbleibsel dieser Verbindung.

Die besprochenen Ausführwege des Urogenitalsystems — gleichgiltig, ob sie Harnwege, oder Vasa deferentia, oder Oviducte, oder Harn- und Geschlechtswege zugleich sind — öffnen sich bei den meisten *Fischen* hinter dem Darm auf einer Papilla urogenitalis. Bei den *Selachiern*, *Amphibien*, *Vögeln* und den meisten *Reptilien* münden sie von rückwärts in den Enddarm, welcher dadurch zur Cloake wird. Bei den *Schildkröten* und *Säugethieren* werden die Mündungen der Urogenitalcanäle auf die Harnblase übertragen, eine Ausstülpung der ventralen Darmwand, welche bei den *Amphibien* zum ersten Mal auftritt. Harn- und Geschlechtswege münden dann entweder beide in den Sinus urogenitalis, den in die Cloake überleitenden untersten Abschnitt der Harnblase (*Schildkröten*, *Monotremen*); oder es gilt dies nur von den Geschlechtswegen, während die Harnwege sich am Grund der Harnblase öffnen. Der Sinus urogenitalis bleibt bei *Schildkröten* und den niedersten *Säugethieren*, den *Monotremen*, dauernd mit dem Darm in Verbindung. Bei den übrigen *Säugethieren* ist dagegen eine Cloake nur im Embryonalleben vorhanden; später wird die Cloake durch Ausbildung des Damms in zwei Canäle zerlegt, einen hinteren, den Darm, einen vorderen, den Sinus urogenitalis. Bei den Wirbelthieren lässt sich somit Schritt für Schritt verfolgen, wie die ursprünglich hinter dem Darm befindliche Mündung des Urogenitalsystems vor denselben zu liegen kommt.

Die Wirbelthiere pflanzen sich weder ungeschlechtlich noch parthenogenetisch fort, sondern ausschliesslich durch Eier, welche der Befruchtung bedürfen. Die Befruchtung ist bei niederen Wirbelthieren meist eine äussere und erfolgt während der Eiablage; bei höheren Wirbelthieren ist sie eine innere, indem das Männchen zum Zweck der Samenübertragung die eigene Genitalöffnung gegen die Genitalöffnung des Weibchens presst oder in letztere ein besonderes Begattungsorgan, den Penis, einführt. Die im Innern der weiblichen Geschlechtswege befruchteten Eier können dann einen Theil ihrer Entwicklung oder die gesamte Entwicklung in den weiblichen Geschlechtswegen durchmachen, von denen besondere Abschnitte (Uterus) zur Aufnahme der Eier ausgerüstet sind. Wir unterscheiden demnach vivipare und ovipare Wirbelthiere und zwischen diesen Extremen vermittelnd die ovo-viviparen Formen (vergl. S. 135). Die meisten *Haifische* sind lebendig gebärend, ziemlich viele unter ihnen eierlegend; umgekehrt sind die *Knochenfische* ovipar, doch giebt es unter ihnen einige vivipare Ausnahmen. Ebenso mischen sich bei *Amphibien* und *Reptilien* vivipare Formen (*Salamander*, *Blindschleichen* etc.) unter die eierlegende Mehrzahl. Am meisten Stetigkeit herrscht bei *Vögeln* und *Säugethieren*. Während jene ausnahmslos ovo-vivipar sind, sind diese lebendig gebärend; unter den Säugethieren giebt es jedoch 2 Ausnahmen, *Echidna* und *Ornithorhynchus*, welche beide Eier mit begonnener Entwicklung legen und somit ovo-vivipar sind.

Im Lauf der Embryonalentwicklung können bei den Wirbelthieren dreierlei Embryonalanhänge auftreten: 1) der Dottersack, 2) das Amnion, 3) die Allantois.

Der Dottersack fehlt vollkommen nur bei dem *Amphioxus*, dessen kleine Eier sehr dotterarm sind; er ist schwach angedeutet bei

Fort-  
pflanzung.

Dottersack.  
Amnion.  
Allantois.



denjenigen Wirbelthieren, deren Eier zwar dotterreich sind, aber doch nicht so dotterreich, dass nicht eine totale, inäquale Furchung möglich wäre (*Amphibien*); sonst ist er überall vorhanden, und zwar am stärksten entwickelt bei allen Wirbelthieren mit discoidaler Furchung, den *Fischen* (Fig. 486), *Reptilien* und *Vögeln*. Sein Vorkommen ist bedingt durch die Anhäufung von Nährmaterial im Darm des Embryo, dessen ventrale Wand bruchsackartig vorgetrieben wird. Seine Anwesenheit bei *Säugethieren*, trotzdem dieselben dotterarme kleine Eier haben, ist ein Zeichen, dass sie von Urformen mit dotterreichen Eiern stammen, wie sie die *Monotremen* jetzt noch sind. Der Embryo liegt entweder direct auf dem dotterhaltigen Bruchsack oder hängt mit ihm durch einen Verbindungsstiel zusammen.

Während der Dottersack weit verbreitet ist, finden sich Amnion und Allantois nur bei *Reptilien*, *Vögeln* und *Säugethieren*, welche *Amnioten* oder *Allantoidica* heissen im Gegensatz zu den *Fischen* und *Amphibien*, welche beide Embryonalanhänge noch nicht besitzen und daher als *Anamnioten* oder *Anallantoidica* systematisch zusammengefasst werden. Das Amnion (Fig. 486) oder die Schafhaut ist ein Sack,

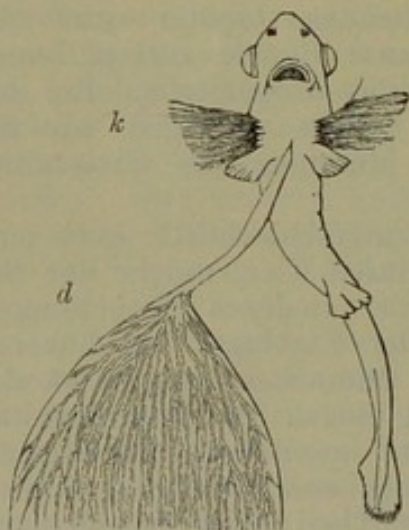


Fig. 485. Embryo eines Haies. *k* äussere Kiemenfäden oberhalb der Brustflossen, *d* der zur Hälfte dargestellte Dottersack (aus Boas).

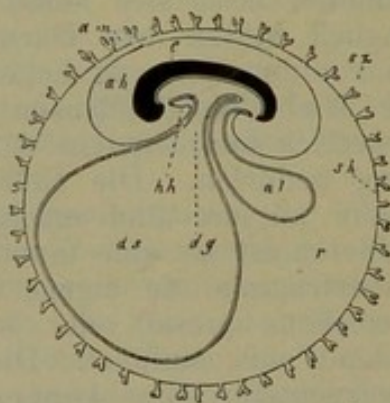


Fig. 486. Embryonalanhänge eines Säugethieres (Schema nach Kolliker). *e* Embryo, *ah* Amnion, *ah* Amnionhöhle, *hh* Bauchwand des Embryo, *dg* Dottergang, *ds* Dottersack, *al* Allantois, *sh* Serosa, *sz* Zotten derselben, *r* extra-embryonale Leibeshöhle.

welcher den Embryo ganz umhüllt und nur am Nabel, d. h. an der Stelle, wo der Dottersack durch die Bauchdecken hervorgestülpt ist, mit dem Embryo zusammenhängt. Im Sack befindet sich eine eiweiss-haltige Flüssigkeit, das Fruchtwasser. Genetisch ist das Amnion ein Theil der Bauchhaut; es entwickelt sich ventral als eine Falte links und rechts, vorn und hinten vom Embryo, wächst um denselben nach dem Rücken empor, bis die einander entgegenwachsenden Faltenränder dorsal zum Verschluss kommen. Die Allantois endlich ist eine Verlängerung der Harnblase; diese wächst am Nabel aus der Leibeshöhle heraus und schiebt sich zwischen Dottersack und Amnion ein. In den in die Embryonalanhänge eingewucherten Abschnitt hinein kann sich das mit Harn erfüllte Lumen der Blase verlängern oder nicht; im letzteren Falle besteht die Allantois nur aus dem Bindegewebe und



den Blutgefässen der Harnblase. Die Blutgefässe sind für die Function der Allantois die wichtigsten Theile, sie führen dem Embryo Sauerstoff zu, bei den meisten *Säugethieren* ausserdem noch Nährmaterial, welches der Placenta entstammt. — Dottersack, Amnion und Allantois werden nach aussen noch durch eine gemeinsame Hülle zusammengehalten, die Serosa.

Systematik. Schon von Aristoteles und seinen Nachfolgern wurden 4 Hauptgruppen der Wirbelthiere unterschieden, welche von Linné und sogar noch von Cuvier beibehalten wurden: *Säugethiere* oder *Mammalia*, *Vögel* oder *Aves*, *Reptilien* oder *Amphibien*, und *Fische* oder *Pisces*. Erst Blainville (1818) trennte die dritte Classe in 2 Classen, indem er für die eine den Namen *Amphibien*, für die andere den Namen *Reptilien* beibehielt. M. Edwards zeigte weiter, dass diese bis dahin nicht genügend unterschiedenen Formen durch eine grosse Kluft getrennt werden, indem die *Amphibien* zu den niederen Wirbelthieren, den *Anamnien*, gehören, die *Reptilien* dagegen zu den höheren, den *Amnioten*. Ferner wurde die Begrenzung der Fischclassen im Laufe dieses Jahrhunderts und zwar hauptsächlich in der zweiten Hälfte desselben einer Revision unterworfen. Haeckel schlug vor, von den ächten Fischen die so sehr viel niedriger organisirten Formen wie den *Amphioxus* und die *Cyclostomen* als zwei besondere Classen abzuzweigen.

## I. Unterstamm.

### Anamnien.

Wirbelthiere, welche dauernd oder vorübergehend durch Kiemen athmen, deren Embryonen weder ein Amnion noch eine Allantois haben.

## I. Classe.

### Leptocardier, Acranier.

Aus der Classe der Acranier kannte man bis in die Neuzeit nur die einzige Gattung *Branchiostoma* (*Amphioxus*), deren bekanntester Vertreter *B. lanceolatum* (Fig. 487) schon im vorigen Jahrhundert vom Reisenden Pallas entdeckt und für eine Schnecke (*Limax lanceolatus*)

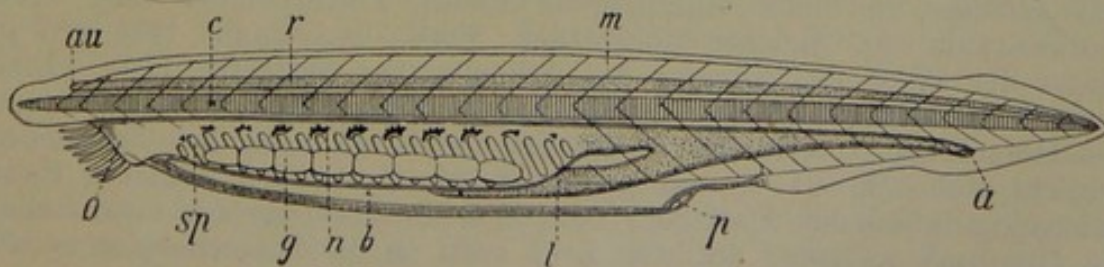


Fig. 487. *Amphioxus lanceolatus*, schematisirt (nach einer Zeichnung von Th. Boveri). *au* Auge, *c* Chorda, *r* Rückenmark, *m* Muskeln, *o* Mundöffnung, *sp* Kiemenblätter, *g* Geschlechtsorgane, *n* Nierencanäle, *b* Peribranchialraum, *p* Mündung des Afteres, *l* Leber, *a* After.



gehalten wurde. Erst die classischen Untersuchungen von J. Müller bewiesen die Wirbelthiernatur des inzwischen in England und Neapel aufs Neue aufgefundenen Thieres. Durch Kowalevsky wurde dann auf entwicklungsgeschichtlichem Wege die überraschend nahe Verwandtschaft mit den *Tunicaten* aufgedeckt. Der Grund, warum so lange Zeit die systematische Stellung des *Amphioxus* so sehr verkannt wurde, liegt in der grossen Einfachheit seines Baues. Der fischförmig gestaltete, an beiden Enden zugespitzte Körper (daher der Name) hat noch keine paarigen Flossen und wird von einem unpaaren, nur am caudalen Ende deutlicher entwickelten Flossensaum umfasst. Das Epithel der Haut ist einschichtig, wie man es sonst nur bei Wirbellosen findet, und lässt deutlich die Grenzen der Muskelsegmente durchschimmern. Es fehlen noch Schädel (*Acranier*) und Wirbelsäule, Hirn, Herz (*Leptocardier*) und die grossen Drüsen der Leibeshöhle, die Leber und die Niere, wenn sich auch für einige dieser Organe (Hirn, Leber, Niere) die ersten Anfänge nachweisen lassen. Der Mangel von Schädel und Wirbelsäule hängt mit dem gänzlichen Mangel der Bindesubstanzen zusammen. Der *Amphioxus* besteht fast nur aus vielfach gefalteten, von Stützlammellen getragenen, durch dünne Gallertschichten getrennten Epithelhäuten. Bei alledem sind die in fast schematischer Weise auf das Allerwesentlichste reducirten Grundzüge der Wirbelthierorganisation unverkennbar.

Als Axenskelet, zugleich auch als einzige Stütze des Körpers dient eine vom vorderen bis zum hinteren Ende ziehende Chorda dorsalis (*c*). Ueber ihr liegt das Rückenmark (*r*), dessen Centralcanal als erster Ansatz zur Entwicklung des Hirns sich am vorderen Ende bläschenartig erweitert. Ein Pigmentfleck (*au*) in der Wand dieser „Hirnblase“ ist das primitive Auge des *Amphioxus*, neben dem aber noch zahlreiche lichtempfindliche Stellen des Rückenmarks thätig sind. Das Geruchsorgan ist eine unpaare Einsenkung am vorderen Ende des Thieres. Am Grund derselben findet sich bei jungen Thieren eine Oeffnung, die in das vordere Ende des Neuralrohrs führt und sich aus unvollständigem Verschluss der embryonalen Medullarfalten erklärt (*Neuroporus*).

Vom Darm entfällt mehr als  $\frac{1}{3}$  auf die sehr geräumige Pars respiratoria oder die Kieme. Dieselbe beginnt mit einer längsovalen, von Cirren eingefassten Mundöffnung (*o*) und ist links und rechts von zahlreichen Kiemenspalten (Fig. 488 *sp*) durchbohrt, zwischen denen elastische Stäbe (*kb*) ein festes Gerüst bilden. Die Kiemenspalten öffnen sich beim jungen Thier direct nach aussen, später aber, wie bei den *Ascidien*, in einen umhüllenden Raum, Peribranchial- oder Perithoracalraum (*b*), welcher durch den Porus branchialis (Fig. 487 *p*) hinter der Mitte des Körpers das Athemwasser austreten lässt. Eine ventrale flimmernde „Hypobranchialrinne“ (Fig. 488 *e*), in welcher man das Homologon sowohl des Ascidienendostyls als auch der Thyreoidea erblickt, führt in das gerade gestreckte, kurz vor dem hinteren Ende linksseitig mündende Darmrohr, von dem als erste Anlage einer Leber ein Blindsack ausgeht, der weit nach vorn in die Kiemenregion reicht (Fig. 487, 488 *l*).

Das von farblosem Blut gefüllte Gefässsystem besteht aus einem dorsalen arteriellen (*a*) und einem ventralen venösen Stamm, welche durch laterale Schlingen zusammenhängen. Der ventrale Stamm



beginnt als Vena subintestinalis unter dem Darm, verästelt sich als Pfortader am Leberblindsack und verläuft, wieder in einen Stamm vereint, als Aorta ascendens unter der Kieme. Die von letzterer ausgehenden Gefäßschlingen sind die Kiemenarterien, aus welchen dorsal die im Bereich der Kieme paarige Aorta descendens entsteht. Ein ächtes Herz fehlt gänzlich; wohl aber sind verschiedene Theile der Blutbahn, ein Theil des ventralen Gefäßes und die basalen Stücke der Kiemenarterien contractil, weshalb man auch den Namen „Leptocardier“, „Zart- oder Röhrenherzen“, gewählt hat.

Wie der Kiemendarm im Peribranchialraum, so ist der verdauende Darm in der sehr wohl vom Peribranchialraum zu unterscheidenden Leibeshöhle untergebracht. Die Leibeshöhle setzt sich auch in die Kiemengegend (Fig. 488 *cö*) fort, sowohl in die Kiemenwand selbst (branchiale L.), als in die äußeren Wände des Peribranchialraums (peribranchiale L.). Im peribranchialen Abschnitt der Leibeshöhle bilden sich die Geschlechtsorgane (*g*), eine Anzahl beutelförmiger, in einer Reihe hinter einander gelagerter Zellenfollikel, die durch Platzen ihren Inhalt, die reifen Geschlechtsproducte, in den Peribranchialraum entleeren. In letzteren münden die lange Zeit vergeblich gesuchten Excretionsorgane (*n*), eine linke und rechte Reihe flimmernder Canäle, welche wahrscheinlich der

Vorniere der übrigen Wirbelthiere entsprechen. Jeder Canal beginnt mit mindestens einem Flimmertrichter in der branchialen Leibeshöhle und mündet wie ein Anneliden-Segmentalorgan, getrennt für sich, in den Peribranchialraum.

Die gleiche Einfachheit, welche den Bau des *Amphioxus* kennzeichnet, beherrscht auch seine Entwicklungsgeschichte. In dieser Hinsicht seien besonders folgende Punkte hervorgehoben. 1) Die Eier besitzen eine nahezu äquale Furchung (S. 126, Fig. 93). 2) Es bildet sich eine typische Gastrula durch Einstülpung (Fig. 101). 3) Das Mesoderm legt sich an, indem der Darm links und rechts zur Mittellinie zahlreiche, metamer aufeinander folgende Ausstülpungen bildet, welche sich später abschnüren und die Ursegmente darstellen. Das mittlere Keimblatt ist somit ein abgeschnürter Theil des Darmdrüsenblatts, d. h. ein Mesepithel. Aus den Hohlräumen der Ursegmente geht die Leibeshöhle des *Amphioxus* hervor,

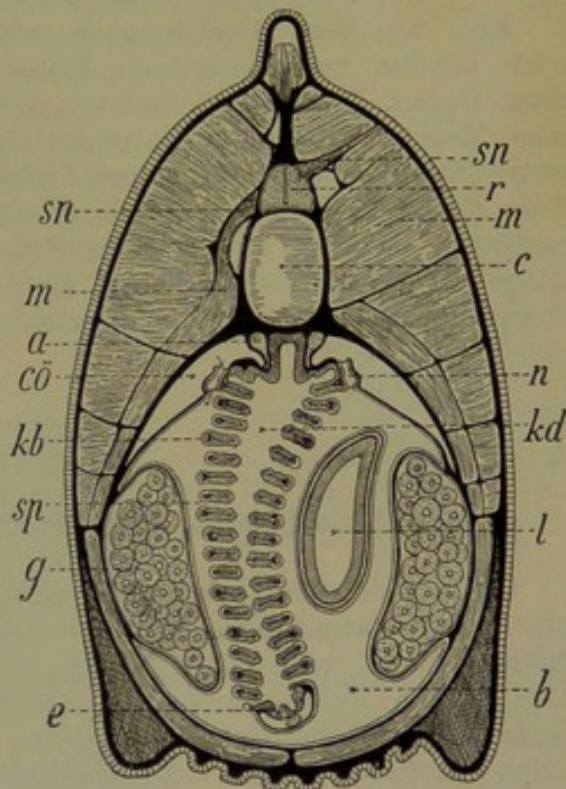


Fig. 488. Querschnitt durch die Kiemenregion des *Amphioxus*. *r* Rückenmark, *sn* abtretende Nerven, *m* Muskeln, *c* Chorda, *a* Aorta descendens, *cö* Cölom (branchiale Leibeshöhle), *n* Niere (links durch Pfeile bezeichnet), *kd* Kiemendarm, *kb* Kiemenbogen, *sp* Kiemenspalten, *g* Geschlechtsorgane, *l* Leberblindsack, *b* Peribranchialraum, *e* Hypobranchialrinne, darunter Aorta ascendens (nach einer Zeichnung von Ray Lankester, verändert von Th. Boveri).



welche somit vom Darmlumen abstammt und ein ächtes Enterocöl ist. 4) Zwischen den Ursegmenten wandelt sich die Decke des Darms in die Chordaanlage um, welche sich durch Einfaltung vom Darm abschnürt und sich zwischen Darm und Nervensystem einschiebt. 5) Das Nervensystem entsteht aus einer zum Rohr sich schliessenden Längsrinne, welche vorübergehend durch den Canalis neurentericus mit dem Darm communicirt.

Man hat den *Amphioxus* in wenigen einander sehr nahestehenden Arten in den verschiedensten Meeren (Nordsee, Atlantischem und Indischem Ocean, Mittelmeer, Südsee) gefunden; in der Neuzeit hat man auch einen Repräsentanten einer neuen Gattung in Amerika entdeckt, *Asymmetron* (*Paramphioxus*) *lucayanum* Andrews, in der Südsee *Heteropleuron cul-tellum* Peters. Die Thiere leben in ruhigen Buchten des Meeres, im Sand vergraben, so dass nur die Mundöffnung hervorschaut. Wie die meisten Thiere mit rudimentären Augen sind sie äusserst lichtscheu und gerathen bei greller Beleuchtung in die grösste Aufregung.

## II. Classe.

### Cyclostomen, Marsipobranchier, Monorhinen.

Die Classe der Cyclostomen enthält ebenfalls nur wenige Gattungen und Arten, unter denen die *Neunaugen* des süsssen Wassers und die *Myxinen* der nordischen Meere die bekanntesten sind. Die Thiere haben schon vollkommen das Aussehen und die Bewegungsweise der *Fische*, besonders der aalartigen; auch in ihrer inneren Anatomie stehen sie den *Fischen* viel näher als der *Amphioxus*, da sie die grossen Unterleibsdrüsen, Niere und Leber, schon besitzen, dazu ein muskulöses, dickwandiges Herz, welches aus Kammer und Vorkammer besteht und in einem eigenen Herzbeutel liegt. Alle wichtigen Theile des Wirbelthieres sammt Lobus olfactorius, Epiphysis und Hypophysis sind vorhanden, ebenso die höheren Sinnesorgane, Augen, Hörbläschen und Nase. Im Hirn ist freilich Grosshirn und Cerebellum unbedeutend im Vergleich zum Mittelhirn und dem gewaltigen Nachhirn. Das Hörbläschen ist noch nicht in Sacculus und Utriculus geschieden, auch hat es nur 1 oder 2 Bogengänge (stets aber 2 Ampullen). Die Haut (Fig. 25 a) besteht aus Lederhaut und einer vielschichtigen Epidermis. Bei alledem unterscheiden sich die *Cyclostomen* sehr wesentlich selbst von den niedrigst stehenden Fischen. Ihnen fehlt noch die Wirbelsäule; das Axenskelet des Rumpfes besteht entweder nur aus der Chorda oder ausserdem noch aus ganz kleinen, die oberen Bögen repräsentirenden Knorpelspannen. Ein knorpeliger Schädel mit einem korbartigen Gerüst knorpeliger Kiemenstützen ist zwar vorhanden, aber so ganz abweichend vom Schädel der übrigen Wirbelthiere, dass es schwer ist, festzustellen, in wie weit er mit demselben verglichen werden kann. Sehr wichtig ist der gänzliche Mangel von Brust- und Bauchflossen. Da auch die unpaaren Flossen nur von Hornfäden gestützt werden, fehlt das morphologisch allein wichtige, knorpelig präformirte Extremitätenskelet. Desgleichen entbehrt die Haut der Schuppen, die Mundhöhle der ächten Dentinezähne. Denn die in mehreren Kreisen gestellten spitzen, braunen Höcker in der Mundhöhle der *Petromyzonten* (Fig. 489), sowie die spärlichen „Zähne“ der *Myxinoiden* sind rein epitheliale Horn-



gebilde und dürfen mit den Zähnen der übrigen Wirbelthiere nicht verglichen werden.

Weitere Unterschiede zu den Fischen ergeben sich aus den 3 in der systematischen Zoologie eingebürgerten Namen.

Der Name *Cyclostomen* bezieht sich zunächst zwar nur auf ein äusserliches Merkmal, die ringförmige Gestalt der Mundöffnung; allein diese Gestalt ist durch einen wichtigen anatomischen Charakter begründet, durch den Mangel oder den rudimentären Zustand der Kiefer, welche bei den übrigen Wirbelthieren, indem sie gegen einander wirken, die quere Gestalt des Mundes bedingen. Die Form der Mundöffnung ist für die Cyclostomen von grosser Bedeutung, da sie vermöge derselben sich an Fischen festsaugen können. Am Grunde der gewölbten Mundbucht liegt die sogenannte Zunge, welche die ansaugende Wirkung erzielt, indem sie spritzenstempelartig zurückgezogen wird.

Der Name *Marsipobranchier* (Fig. 490) bezieht sich auf die Gestalt der Kiemen. Auf jeder Seite sind meist 6—7 Kiemengänge vorhanden, bei *Bdellostoma* (*Polytremia*) *Stouti* sogar 12 bis 14. Jeder Kiemenangang differenzirt sich in 3 Abschnitte: 1) den

Kiemenbeutel, eine sackartige Erweiterung (*br*), welche allein die Kiemenblättchen enthält und den Kiemengefässen zur Verästelung dient, und 2) und 3) zwei enge,

das Athemwasser zu- und ableitende Canäle, von denen der eine (*br'*) auf der Haut, der andere (*i*) in den Darm mündet. Der Anlage nach und bei wenigen Arten (*Bdellostoma*) auch dauernd sind getrennte innere und äussere Kiemenmündungen jederseits vorhanden; allein die inneren Canäle von links und rechts können sich in einen unpaaren Sammelcanal vereinigen, der mit einer ventralen Oeffnung in den Darm mündet (*Petromyzon*), oder umgekehrt die äusseren Canäle vereinigen sich jederseits in einem einzigen Kiemenloch (*s*), von dem linkerseits noch ein Canal direct zum Darm verläuft (*c*) (*Myxine*).

*Monorhinen* (Fig. 491) endlich heissen die Thiere, weil bei ihnen die Nase im Gegensatz zu den Fischen und allen höheren Wirbelthieren unpaar ist. Genau in der Mittellinie des Kopfes befindet sich dorsal eine einzige Nasenöffnung, welche in einen flaschenförmig erweiterten Nasensack überleitet. Vom Grunde des Sackes geht ein Canal rückwärts bis an die Decke der Mundhöhle, den „Gaumen“, hier entweder blind endigend (*Hyperoartien*) oder den Gaumen durch-

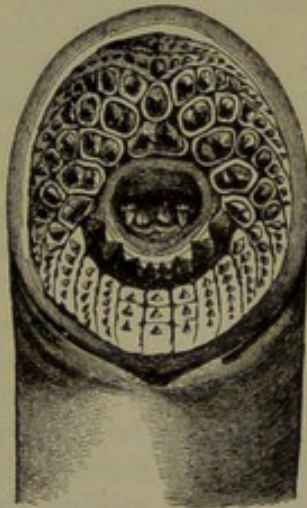


Fig. 489. Mund von *Petromyzon marinus* mit Hornzähnen, im Hintergrund die Zunge (aus Gegenbaur).

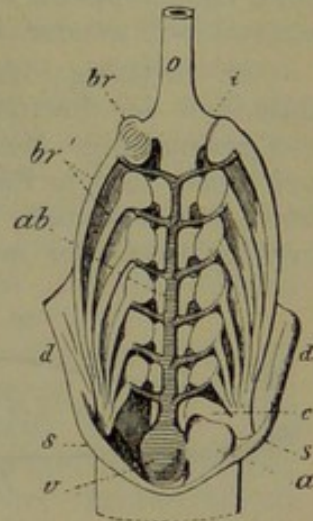


Fig. 490. Kiemenapparat von *Myxine glutinosa* (nach J. Müller). *o* Oesophagus, *br* Kiemensäckchen (die Striche geben die Lage der Kiemenblättchen an), *i* zuführender, *br'* abführender Kiemen canal, *ab* Kiemenarterie mit Kiemenbögen, *p* abpräparierte Haut, *s* Mündung der Kiemen canäle und eines Haut und Oesophagus verbindenden Canals der linken Seite (*c*), *a* Atrium, *v* Ventriculus cordis.



bohrend (*Hyperotreten*), so dass eine innere Nasenöffnung, eine Choane, entsteht. An die unpaare Nase tritt ein paariger N. olfactorius.

I. Ordnung. *Hyperotreten*, halbparasitische Cyclostomen mit Cirren im Umkreis des Mundes, sehr primitiver Urniere mit einer linken und rechten Reihe gewaltiger Schleimsäcke und rudimentären Augen (Linse, Sclera und Chorioidea fehlen ganz); sie dringen in die Leibeshöhle von Fischen ein, die sie ausfressen. Ihre grossen, dotterreichen Eier sind durch einen Hakenapparat zu Reihen verkettet. *Myxine glutinosa* L., hermaphrodit, protandrisch an der Küste von Skandinavien. *Bdellostoma Stouti*.

II. Ordnung. *Hyperoartien*. Aus Europa kennt man 3 Arten, die sämtlich der Gattung *Petromyzon* angehören und sich nur durch Grösse und geringfügige Merkmale unterscheiden. Das kleine Neunauge, *P. Plateri* Bloch, lebt in Bächen und in kleineren Flüssen, das grössere, *P. fluviatilis* L., in Strömen, das fast 1 m lange, *P. marinus* L., im Meere; letzteres gelangt aber auch in die grösseren Flüsse, häufig indem es sich an

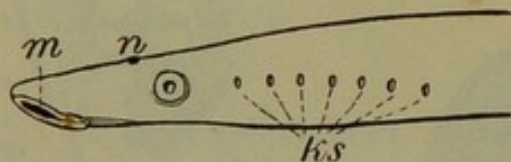


Fig. 491. Kopf des Flussneunauges mit Mund (*m*), unpaarer Nase (*n*), Auge und 7 Kiemenspalten (*ks*).

die zur Laichzeit aufsteigenden Lachse und Maifische ansaugt. Früher unterschied man ausser der Gattung *Petromyzon* noch die Gattung *Ammocoetes* (Querder), bis in diesem Jahrhundert A. Müller von Neuem auffand, was schon der Fischer Baldner im vorigen Jahrhundert erkannt hatte, dass die Ammocoeten nur die Larven der Petromyzonten seien. Die Querder unterscheiden sich von den Neunaugen einmal dadurch, dass die Augen von dicker Haut bedeckt sind und daher noch nicht functioniren, dass ferner die Mundöffnung noch eine Längsspalte ist und nicht zum Ansaugen benutzt werden kann. Die Umwandlung des Querders in das Neunauge erfolgt im 4. Jahre kurz vor der Geschlechtsreife, daher denn auch kaum ein Grössenunterschied zwischen beiden existirt. Der deutsche Name Neunauge kann den Anfänger irre leiten; da 1 Paar Augen vorhanden ist, muss man, um die Zahl 9 zu erhalten, nicht nur die 7 Kiemenspalten, sondern auch die unpaare Nasenöffnung mitrechnen und letztere sogar zweimal zählen, das eine Mal für rechts, das andere Mal für links. — Samen und Eier werden durch den Porus abdominalis entleert; die Eier sind ziemlich klein und erleiden eine totale, wenn auch inäquale Furchung (Fig. 97). — Südamerikanische Gattungen: *Mordacia* und *Geotria*, die durch besonders grosse und gut entwickelte Augen ausgezeichnete *Macrophthalmia*.

### III. Classe.

#### Pisces, Fische.

Die Bezeichnung „Fische“ kann man im engeren und weiteren Sinne anwenden. Bei der weiteren Umgrenzung nennt man Fische alle Wirbelthiere, welche in Athmung und Fortbewegungsweise vollkommen dem Wasserleben angepasst sind, in der Athmung, insofern



sie durch Kiemen erfolgt, in der Fortbewegungsweise, insofern dieselbe durch Flossen vermittelt wird. Man kann aber auch, wie es in diesem Buch geschehen soll, den Namen im engeren Sinne verwenden und unter den kiemenathmenden, mit Flossen schwimmenden Wirbelthieren verschiedene Stufen der Organisation unterscheiden, wie wir das bei den uns näher stehenden landbewohnenden und luftathmenden Wirbelthieren schon längst zu thun gewohnt sind. Ausser Kiemenathmung und Fortbewegung durch Flossen halten wir zur Charakteristik der Fische noch für nöthig, dass eine gewisse Organisationsstufe erreicht ist, dass eine Wirbelsäule und ein Schädel mit gut ausgebildetem Visceralskelet vorhanden sind, dass zu den unpaaren Flossen sich die paarigen gesellen, zum Skelet der Hornfäden noch ein besonderes knorpeliges oder knöchernes Extremitätenskelet, dass die Nase ein doppeltes Grübchen ist, dass die Haut der Körperoberfläche und die Schleimhaut des Mundes Sitz von Verknöcherungen, von Schuppen und ächten Zähnen, sind. Bei dieser Auffassung müssen die *Cyclostomen* und der *Amphioxus* von den Fischen ausgeschlossen werden.

Integument,  
Schuppen.

Unzweifelhaft sind die Fische im engeren Sinne die dem Wasserleben am besten angepassten Wirbelthiere; ihre ganze Organisation muss daher von diesem Gesichtspunkte aus beurtheilt werden. Die Epidermis besteht aus zahlreichen über einander gelagerten Schichten protoplasmatischer Zellen, die nach aussen nur von einer verschwindend dünnen Cuticula zusammengehalten werden und in Folge dessen nach dem Tode leicht abfallen. Verhornung fehlt unter gewöhnlichen Verhältnissen mit Ausnahme eines dünnen Saumes der äussersten subcuticularen Zelllage. Zur Zeit der Geschlechtsreife aber findet sie sich im ausgedehnten Maasse bei den meisten *Cypriniden* und vielen *Salmoniden* und erzeugt dann harte Einlagerungen, die „Perlorgane“. Enorme Mengen grosser Schleimzellen verleihen den Thieren ihre auffällige Schlüpfrigkeit. Da das Epithel nichts zur Festigung der Körperoberfläche beiträgt, gehen alle Schutzorgane von der Lederhaut aus, welche aus vielen Schichten straff-faserigen Bindegewebes besteht und ausserdem den Fischen das charakteristische Hautskelet, die Schuppen, liefert. Die Schuppen liegen auf der Grenze von Epidermis und Lederhaut, jedoch noch in letzterer, gewöhnlich in das Bindegewebe der Schuppentaschen eingebettet; sie sind vermöge ihres verschiedenen Baues in den einzelnen Abtheilungen auch jetzt noch von hervorragendem systematischen Werth, wenn man auch nicht mehr auf die Unterschiede der Placoid-, Ganoid-, Cycloid- und Ctenoid-Schuppen die Eintheilung der Fischklasse basirt.

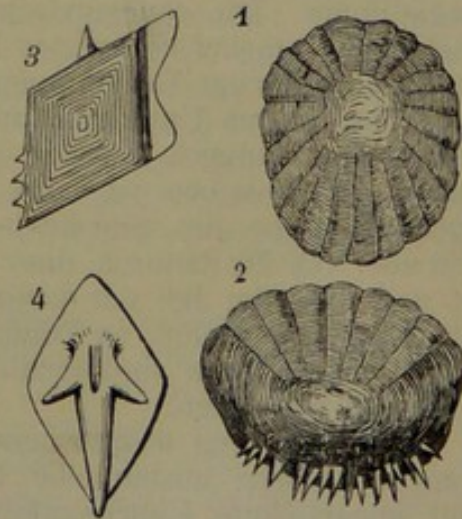


Fig. 492. Schuppenformen der Fische; 1 Cycloidische, 2 Ctenoidische von Teleostiern, 3 Ganoidische von Ganoiden, 4 Placoidische von Haien.

1) Die Placoidschuppen (Fig. 492, 4, Fig. 460) oder Hautzähnnchen haben wir bei der allgemeinen Besprechung der Wirbel-



thiere kennen gelernt, weil sie den Ausgangspunkt für die Hautverknöcherungen sämtlicher Wirbelthiere bilden und ausserdem auch den Zähnen der Mundhöhle im Bau ähnlich sind; sie sind rhombische Knochenplatten, welche mosaikartig dicht zusammengefügt sind, ohne aber sich zu decken; sie tragen im Centrum einen caudalwärts zurückgebogenen, zugespitzten und mannichfach gestalteten Höcker, welcher aus einer blutgefässreichen Papille, einem Mantel von Zahnschubstanz (Dentin) und einem die Spitze überziehenden Kappchen besteht, welches bald Schmelz, bald Vitrodentin benannt wird.

2) Die Ganoidschuppen (3) haben meist noch rhombische Gestalt und parketartige Anordnung; doch kommen auch schon kreisrunde Formen vor, welche sich nach Art der Cycloidschuppen dachziegelartig decken. Sie können in der Jugend noch Hautzähnen tragen, welche beim ausgebildeten Thiere verloren gehen; stets sind sie von einer dicken Lage „Ganoin“ überzogen, welche der Oberfläche einen auch bei fossilen Fischen noch zu erkennenden Perlmutterglanz verleiht und das wichtigste Merkmal der Schuppe ausmacht. Das Ganoin wird in der Neuzeit nicht mehr wie früher als Schmelz, sondern als eine homogene oberflächlichste Schicht von Elfenbein (Vitrodentin) gedeutet.

3) Cycloid- und Ctenoidschuppen sind einander sehr nahe verwandte Formen; sie liegen stets locker in den Schuppentaschen, aus denen sie leicht herausgezogen werden können; sie ordnen sich derart in Schräg-, Quer- und Längsreihen an, dass sie sich dachziegelartig decken, und zwar je eine vordere die angrenzenden Hälften zweier hinterer Schuppen. Die Cycloidschuppen (1) haben annähernd kreisförmige Gestalt und eine zweifache Structur; das Centrum der Schuppe ist einerseits Mittelpunkt einer concentrischen Streifung, andererseits Ausgangspunkt zahlreicher, nach der Peripherie ausstrahlender Radiallinien. Die concentrische Streifung hat ihren Sitz in einer oberflächlichen, stärker verkalkten Lage der Schuppe (der Dentinschicht) und ist durch riffartige Erhebungen derselben bedingt; die Radiallinien sind zum Theil durch Unterbrechungen der Dentinschicht hervorgerufen, vor Allem aber dadurch, dass in ihrem Bereich die Verkalkung der Basalschicht unterblieben ist. Die Ctenoidschuppe (2) theilt mit der Cycloidschuppe die concentrische und radiale Streifung, unterscheidet sich aber von ihr dadurch, dass das hintere Schuppenende quer abgestutzt ist und dass der bei der dachziegelartigen Deckung frei bleibende Theil der Oberfläche kleine, an Zähnen oder Kammzinken erinnernde Höcker trägt; diese Zinken sind nichts Anderes als Fortsätze der concentrischen Riffe der Schuppen.

4) Ausser den besprochenen Schuppenformen kommen in der Haut mancher Fische ansehnliche Stacheln (stark entwickelte Einzelzähne) und ausgedehnte Knochenplatten vor, für welche sich meist noch der Nachweis führen lässt, dass sie aus Verwachsung zahlreicher Schuppen hervorgegangen sind.

Die Färbung der Fische ist durch dreierlei Structuren bedingt. Der Silberglanz, welcher nicht nur die Haut, sondern auch Herzbeutel und Bauchfell auszeichnet, wird durch Guanincrystalle verursacht. Sie werden bei manchen Fischen (*Alburnus lucidus*) durch ihren besonders schönen Glanz technisch werthvoll: durch Kochen mit Ammoniak werden sie aus der Fischhaut befreit und liefern, in dieser Flüssigkeit suspendirt, den wichtigen Theil der Perlenessenz (Essence d'Orient), welche zur Fa-



brication künstlicher Perlen benutzt wird, indem sie äusserlich auf Alabasterkügelchen aufgetragen wird (römische Perlen) oder zu einem Ueberzug auf der Innenseite von Glaskügelchen dient, welche dann noch mit Wachs ausgegossen werden (Pariser Perlen). — Die ausser dem Silberglanz noch vorkommenden Farben und Zeichnungen lassen sich zum Theil auf die reichlichen, stark gefärbten Fettzellen, zum Theil auf Chromatophoren der Lederhaut zurückführen, welche unter dem Einfluss des Nervensystems ihre Gestalt und Ausdehnung und damit auch ihren Antheil an der Gesamtfärbung verändern können. Daher rührt die Anpassungsfähigkeit vieler Fische an ihre Umgebung. Die *Schollen* und *Flundern* (*Pleuronectiden*) z. B. nehmen die Farbe des Untergrundes an und besitzen hierin ein wichtiges Mittel, sich vor ihren Feinden zu verbergen. Geblendete Thiere verlieren diese Fähigkeit, weil sie beim Mangel der Augen über die Farbe der Umgebung nicht mehr orientirt sind.

Das Axenskelet der Fische zeigt viele nur in dieser Classe vor- Wirbelsäule.  
kommende Grundzüge, gewinnt aber gleichwohl in den einzelnen Ordnungen ein sehr verschiedenes Aussehen, welches vor Allem davon abhängt, ob das Skelet knorpelig oder verknöchert ist. Die Wirbelsäule besteht fast stets aus amphicölen Wirbelkörpern mit oberen und unteren Bögen. In den vorderen und hinteren Aushöhlungen der Wirbelkörper besteht die Chorda fort, welche demnach ein intervertebral anschwellender, rosenkranzförmiger Strang ist. Die Bögen schliessen sich mittelst unpaarer Dornfortsätze zusammen, die oberen — den Rückenmarkscanal erzeugend — überall, die unteren nur in der Schwanzgegend (Caudalcanal) [Fig. 462, 463], während in der Rumpfregeion die unteren Bögen aus 2 Theilen, Rippe und Basalstumpf, bestehen und ventral nicht zur Vereinigung kommen. Auch kommt es noch nicht zur Vereinigung der unteren Rippenenden durch das Dazwischentreten eines Sternum. Solange die Verknöcherung ausbleibt oder unvollkommen ist, sind sowohl die oberen als auch die unteren Bögen in jedem Segment mindestens zu zwei Paaren vorhanden; das dem Kopf zugewandte vordere Bogenpaar ist das stärkere und bleibt bei Fischen mit knöcherner Wirbelsäule allein erhalten; das zweite ist sehr viel kleiner, so dass man für dasselbe nicht die Bezeichnung „oberer resp. unterer Bogen“ braucht, sondern von oberen und unteren Intercalarstücken spricht (Fig. 462, 493).

Für den Fischschädel ist besonders charakteristisch die gute Schädel.  
Ausbildung und grosse Zahl der *Visceralbögen* sowie ihre Unabhängigkeit von der Schädelkapsel, von welcher sie ohne Mühe abgelöst werden können. Die nach Entfernung der Visceralbögen für sich dargestellte Schädelkapsel hat bei allen *Knorpelfischen* (Fig. 493) einen sehr einfachen Bau, wird aber bei *Knochenfischen* durch Auftreten von Verknöcherungen um so complicirter, da die Knochen sehr zahlreich sind und nicht, wie bei den Säugethieren, zum Theil unter einander zu grösseren Knochen verschmelzen; auch sind zwischen den einzelnen Fischfamilien grosse Unterschiede wahrnehmbar, indem bei einigen Knochen auftreten, welche den anderen fehlen (Fig. 465, 494). Durch besondere Constanz zeichnen sich die grossen Belegknochen der Schädeldecke (Parietalia [*p*], Frontalia [*fr*], Nasalia [*na*]) und der Schädelbasis aus. Letztere ist fast in ganzer Länge von einem unpaaren mächtigen Belegknochen zugedeckt, der sonst nur noch bei den *Amphibien* (Fig. 509) vorkommt und daher besondere Beachtung verlangt, von dem



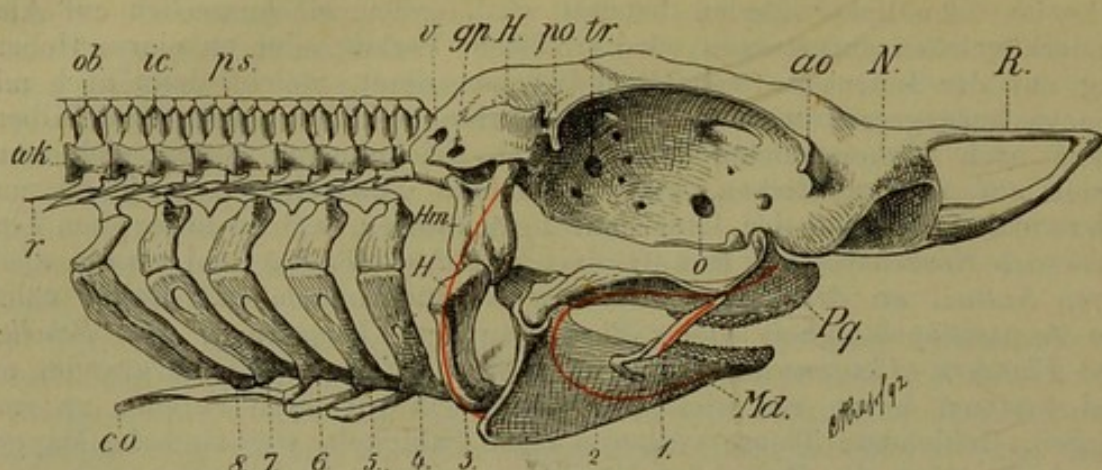


Fig. 493. Anfang der Wirbelsäule und Schädel mit Visceralskelet von *Mustelus vulgaris*. wk Wirbelkörper, r Rippen, ob obere Bögen, ic Intercalaria, ps Processus spinosi. Schädel: v Vagusloch, gp Glossopharyngeusloch, po Postorbitalfortsatz, ao Antorbitalfortsatz, tr Trigeminusloch, o Opticusloch, H Hörkapsel, N Nasenkapsel, R Rostrum, 1—8 Visceralbögen, 1 Lippenbogen, 2 Kieferbogen, Pq Palatoquadratum, Md Mandibulare, 3 Zungenbeinbogen, Hm Hyomandibulare, H Hyoid, 3—8 Kiemenbögen, co Copula.

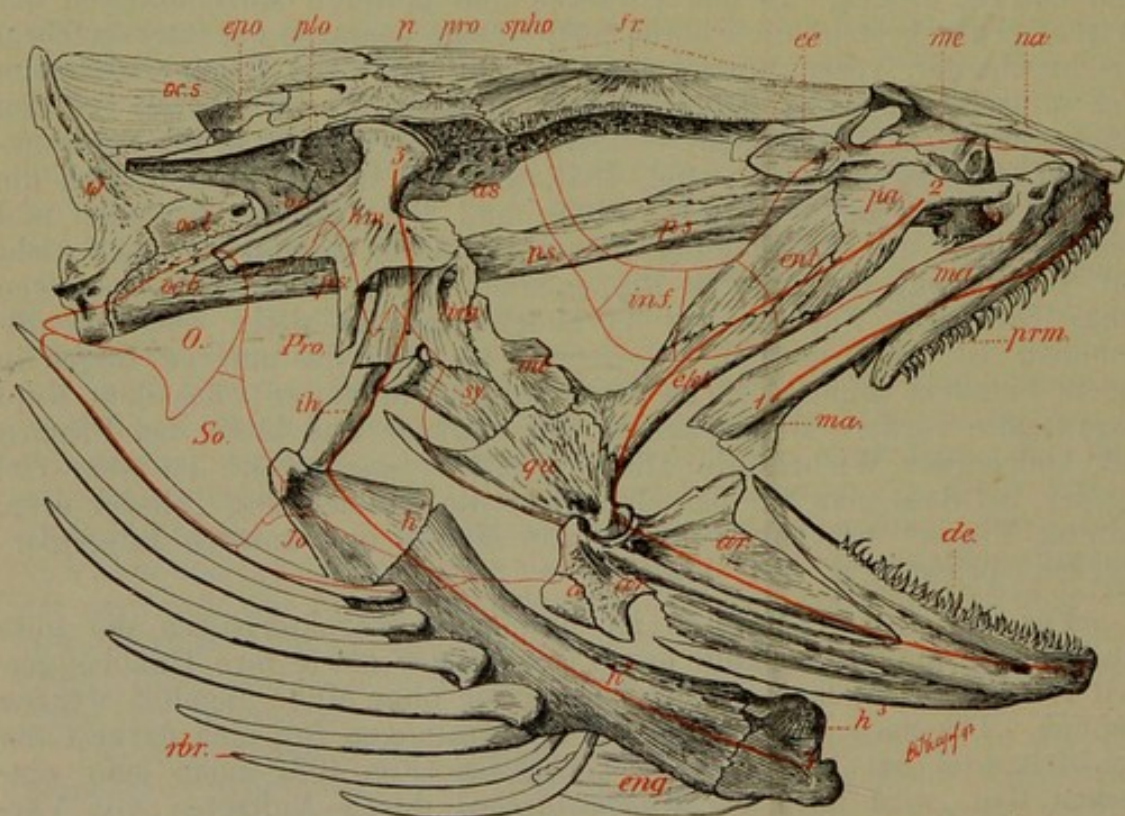


Fig. 494. Schädel mit erstem Wirbel und mit vorderem Visceralskelet vom Schellfisch. Die Knochenconturen der Opercula und des Infraorbitalrings roth gezeichnet. Schädel: ocb, ocl, ocs Basioccipitale, Exoccipitale, Supraoccipitale, epo, plo, spho, oo, pro Epoticum, Pteroticum, Sphenoticum, Opisthoticum, Prooticum, p Parietale, fr Frontale, na Nasale, me Mesethmoid, ee Exethmoid, as Alisphenoid, ps Parasphenoid, vo Vomer. Visceralskelet: 1. Maxillarreihe, prm Praemaxillare (Intermaxillare), ma Maxillare; 2. Kieferbogen: Palatoquadratum: pa Palatinum, ent Entopterygoid, ekt Ektopterygoid, mt Metapterygoid, qu Quadratum; Mandibulare: ar Articulare, a Angulare, de Dentale; 3. Zungenbeinbogen: hm Hyomandibulare, sy Symplecticum, ih Interhyale, h<sup>1</sup>—h<sup>8</sup> Knochen des Hyoids, ent Os entoglossum, rbr Radii branchiostegi, w Wirbel. Rothgedruckte Knochen: O Operculum, Io Interoperculum, So Suboperculum, Pro Praeoperculum, inf Infraorbitalring. 1, 2, 3 Axenlinien des Lippenbogens, Kieferbogens und Zungenbeinbogens.



Parasphenoid (*ps*). Der am vorderen Ende des Parasphenoids sitzende Vomer (*vo*) ist ebenfalls unpaar, während bei allen übrigen Wirbelthieren der Vomer paarig an der Spitze des Kieferbogens angelegt wird. Unter den primären Knochen sind in ihrer Ausbildung am constantesten die ersten, die 3 Ethmoidea (ein öfters paariges Mesethmoid, 2 Exethmoidea [*me* und *ce*], und die letzten, die 4 Occipitalia (Basioccipitale [*oc. s.*], Exoccipitalia [*oc. l.*], Supraoccipitale [*oc. b.*]). Dagegen ergeben sich Verschiedenheiten in der Gehör- und Augengegend. Bei der ganz ausserordentlichen Grösse des Labyrinths sind zahlreiche Otica vorhanden, häufig (Fig. 494) 5 (3 obere: Sphenoticum *spho*, häufig als Postfrontale gedeutet, Pteroticum *pto*, häufig als Squamosum gedeutet, Epioticum *epo* und 2 untere: Prooticum *pro* und Opisthoticum *oo*), seltener 4 (Fig. 465) in Folge Mangels des Opisthoticum. In der Augengegend sind die Knochen des Keilbeinkörpers (Basisphenoidea) selten gut entwickelt; sie sind nicht so wichtig wie bei den *Amnioten*, da das grosse Parasphenoid der Schädelbasis genügende Festigkeit verleiht. Aehnliches gilt für die Ali- und Orbitosphenoidea (Fig. 465 *as* und *os*); je nachdem dieselben gut oder unvollkommen oder gar nicht ausgebildet sind, befindet sich am macerirten Schädel zwischen den beiden Augen eine vollkommen knöcherne Scheidewand (Fig. 465) oder eine mehr oder minder weit klaffende Lücke, die Fenestra interorbitalis (Fig. 494).

Die Beschaffenheit des Visceralskelets steht mit dem Aufenthalt im Wasser im unmittelbarsten Zusammenhang. Alle Fische haben zahlreiche Kiemenbögen (5–7, meistens 5), welche in allen Abtheilungen im Wesentlichen gleichen Bau haben, da ihre Function — Kiemen zu tragen — die gleiche ist. Sofern sie nicht durch Rückbildung eine Vereinfachung erfahren haben, bestehen sie jederseits aus 4 Stücken und sind durch unpaare, oft unter einander verschmolzene Copulae mit denen der anderen Seite verbunden. Ihre oberen Enden sind häufig bezahnt und stehen dem rudimentären letzten Bogen beim Kauen gegenüber, weshalb man diese ungleichwerthigen Stücke als Ossa pharyngea superiora und inferiora in Vergleich stellt. — Die vorderen Visceralbögen ergeben bei den *Knorpelfischen* und *Knochenfischen* grosse Unterschiede. Nach der Art, wie sie beim Kauen verwendet werden, kann man Gaumen- und Kieferkauer unterscheiden. *Gaumenkauer* sind die Knorpelfische (Fig. 493), weil hier die Zähne des Palatoquadratum (*Pq*) (der Gaumenanlage) und des Mandibulare (*Md*), also die Zähne des oberen und unteren Abschnittes des Kieferbogens gegen einander wirken. *Kieferkauer* (Fig. 494) sind alle Fische mit verknöchertem Skelet, weil mit der Verknöcherung die Elemente der Maxillarreihe (Zwischenkiefer *prm* und Oberkiefer *ma*) auftreten und die Knochen des Palatoquadratum, die Gaumenreihe (Pterygoidea *mt*, *ekt*, *ent* und Palatina *pa*), zurückdrängen. Dabei werden die Maxillaria und die Praemaxillaria die Antagonisten des Unterkiefers (Mandibulare), während die Knochen der Gaumenreihe dem unteren Abschnitt des Zungenbeins entgegenwirken. Bei Gaumenkauern treffen linke und rechte Palatoquadrata am vorderen Ende in einer Symphyse zusammen, bei Kieferkauern sind sie durch die Schädelbasis getrennt.

Ein zweiter hervorstechender Charakter der *Knochenfische* wird schon bei den Knorpelfischen vorbereitet: die Umwandlung des Hyomandibulare zum Kieferstiel. Schon bei den *Haien* (speciell den *Rochen*) wird die gleichmässige parallele Anordnung des

Visceral-  
skelet.



Zungenbeinbogens und des Kieferbogens aufzugeben, indem das Hyomandibulare sich vom Hyoid lockert und am Kiefergelenk enger befestigt. Bei den *Knochenfischen* führt das dahin, dass das Hyomandibulare das hintere Ende des Palatoquadratum, das Os quadratum, vom Schädel abdrängt und sich selbst zwischen beide Theile einschiebt, so das Kiefergelenk indirect mit dem Schädel verbindend. Durch einen nur bei den Fischen vorkommenden Knochen, das Symplecticum (*sy*), wird diese Beziehung zum Quadratbein vermittelt, während ein schwächeres Stück, das Interhyale (*ih*), die Verbindung mit dem unteren Abschnitt des Zungenbeinbogens, dem Hyoid, bewahrt. Letzteres nimmt dann die den Kiemenbögen eigenthümliche viertheilige Beschaffenheit an.

Ein letztes, jedoch nicht allen Fischen zukommendes Merkmal des Visceralskelets ist die Ausbildung des Opercularapparats, einer Anzahl knöcherner Platten und Stacheln, welche vom Zungenbeinbogen ausgehen und sich schützend über die Kiemenbögen herüberlegen. Der Opercularapparat entsteht zum Theil im Anschluss an das Hyomandibulare: die ansehnlichen Knochenplatten der Opercula (Fig. 494 *O*, *Pro*, *So*, *Io*), zum Theil entsteht er im Anschluss an das Hyoid: die Radii branchiostegi. Die grosse Bedeutung dieser Einrichtung werden wir erst bei der Besprechung der Kiemen kennen lernen. Sie verleihen den Fischschädeln, bei denen sie vorkommen, ein ganz bestimmtes Gepräge, verdecken aber zugleich ihre Architectonik, weshalb sie ebenso wie ein unter dem Auge hinziehender Knochenring, die Infraorbitalia (*inf*), in der Zeichnung (Fig. 494) mit rother Farbe eingetragen sind.

Extremitäten.

Nicht minder als das Visceralskelet wird das Skelet der Extremitäten vom Wasseraufenthalt in seiner Beschaffenheit beeinflusst. Die Fische besitzen Flossen; zum Unterschied von den *Cyclostomen* haben sie die 2 paarigen, die Brust- und Bauchflossen (*Pinnae thoracicae s. pectorales* und *abdominales s. ventrales*), zum Unterschied von wasserbewohnenden *Amphibien*, *Reptilien* und *Säugethieren*, bei denen die paarigen Extremitäten nicht selten auch flossenartig gestaltet sind, die 3 unpaaren Flossen, die Rücken-, Schwanz- und Afterflosse (*P. dorsalis*, *caudalis*, *anal*). Nur selten werden die Bauchflossen, wie bei den *Aalen*, noch seltener auch die Brustflossen (*Muraenen*) rückgebildet. — Die Function der Flossen als Organe zum Rudern und Steuern des Fischkörpers und zur Erhaltung der Gleichgewichtslage bringt es mit sich, dass sie breite, überall gut gestützte Platten sein müssen. Daher erklärt es sich, dass zahlreiche Skelettheile vorhanden sind, ausser den knorpelig präformirten Flossenstützen noch die bald hornigen, bald knöchernen Flossenstrahlen, dass ferner alle Theile ziemlich gleichförmig gestaltet und fest, wenn auch elastisch mit einander verbunden sind. Innerhalb der Flosse selbst fehlen die Gelenke, welche nur an der Basis nöthig und auch hier allein ausgebildet sind, da, wo die Flosse gegen die Körperoberfläche bewegt werden soll und an den Trageapparaten der Flosse befestigt ist. Die Trageapparate der paarigen Flossen, der Schultergürtel und der Beckengürtel, sind bogenförmige Skeletstücke, welche bei den *Haien* nur in die Muskulatur eingelassen sind. Das Gleiche gilt auch für die Beckengürtel aller übrigen Fische, welche demnach wie die ganzen Flossen ein im Fischkörper leicht verschiebbares Element darstellen. Die ursprüngliche Lage der Hinterflossen ist am hinteren Ende der Leibeshöhle (Bauchflosser, *Pisces abdominales* [Fig. 502, 504]); von hier aus sind sie bei den *P. thoracici*



(Brustflosser) nach vorn bis unter die Brustflossen verschoben (Fig. 505); bei den *P. jugulares* (Kehlflosser) rücken sie sogar über diese Linie hinaus vor die Brustflossen in die Kehlgegend. Dagegen ist die Brustflosse der *Knochenfische* mittelst einer Reihe von Knochen an den Schädel in der Gegend der Epiotica befestigt.

Zur Befestigung der unpaaren Rücken- und Afterflossen dienen die knorpelig präformirten Skelettheile der Flosse, die Flossenstützen, welche Flossenträger genannt werden, weil sie mit einem Ende auf den Dornfortsätzen der Wirbelsäule sitzen, mit dem anderen Ende sich an die Flossenstrahlen befestigen. Für die Rückenflosse, welche nicht selten in 2 oder mehr Flossen zerlegt ist, dienen die Processus spinosi der Neurapophysen als Stützpunkte, für die Analflosse die Processus spinosi der Hämapophysen; bei der Schwanzflosse sind die Flossenstrahlen ohne Vermittelung besonderer Träger unmittelbar den dorsalen und ventralen Dornfortsätzen aufgesetzt. In der Ausbildung der Schwanzflosse unterscheidet man verschiedenerlei Zustände, welche als Diphycerkie, Heterocerkie und Homocerkie bezeichnet werden und systematisch sehr wichtig sind (Fig. 10, S. 33). Der ursprüngliche Zustand ist die Diphycerkie; die Wirbelsäule dringt hier gerade gestreckt in die Mitte der Flosse ein und halbt sie in symmetrische, dorsale und ventrale Theile, so dass ein gleich grosser Abschnitt der Flosse von ventralen und von dorsalen Dornfortsätzen getragen wird. — Bei der Heterocerkie (*B*) ist die Axe der Wirbelsäule von der Flossenbasis an ein wenig stumpfwinklig nach aufwärts gebogen, so dass die dorsale Partie der Flosse eingeengt wird, während die ventrale sich vergrössert. Eine solche Flosse ist äusserlich und innerlich vollkommen asymmetrisch. — Die homocerke Flosse (*D*) endlich erscheint äusserlich symmetrisch, ist aber thatsächlich im höchsten Maass asymmetrisch. Da das Wirbelsäulenende, die unverknöcherte Chorda (*ch*), fast rechtwinklig aufgebogen ist, kommt der dorsale Abschnitt der Flosse kaum noch zur Entwicklung, und wird die Schwanzflosse fast ausschliesslich vom ventralen Abschnitt gebildet, der nun meist durch eine Einbuchtung in einen oberen und unteren Lappen eingetheilt wird (*D*). Entwicklungsgeschichtlich ist übrigens auch die homocerke Flosse zunächst diphycerk und wird später heterocerk.

Da der Aufenthalt im Wasser einfache Bedingungen der Fortbewegung Muskulatur. bietet, ist auch die Fischmuskulatur sehr einfach und besteht vorwiegend aus Längsmuskeln, welche durch die Lig. intermuscularia in Myocommata zerlegt werden. Die Myocommata haben die Gestalt von Kegelmänteln, welche ihre Spitze nach vorn wenden und tütenartig in einander gesteckt sind, so dass ein Querschnitt mehrere solcher Tüten trifft und das Bild concentrischer Ringe liefert. Man findet ferner auf einem Querschnitt auf jeder Seite mindestens zwei solcher concentrischen Systeme, ein dorsales und ein ventrales, da die gesammte Längsmuskulatur durch eine laterale Einschnürung in einen dorsalen und ventralen Abschnitt zerlegt wird. Ausser den Stammuskeln existiren noch kleinere Muskelgruppen, die sich an die Flossen, die Kiemenbögen, die Kiefer, Augen u. s. w. begeben, welche aber im Verhältniss zu jener Hauptmasse einen unbedeutenden Abschnitt der Muskulatur ausmachen und genetisch nur abgelöste Theile derselben sind. — Auf Umbildung von Muskeln sind auch die elektrischen und pseudoelektrischen Organe zurückzuführen, welche bei den verschiedensten Fischen vorkommen und bald



am Rumpf, bald am Schwanz angebracht sind. Jedes Organ besteht aus zahlreichen vertical oder horizontal dicht neben einander gestellten Säulchen, jedes Säulchen aus vielen nach Art der Volta'schen Säule übereinander geschichteten Gallertplatten (Aequivalenten der Muskelbündel), an welche Nerven unter Bildung besonderer Endplatten herantreten. Bei den Entladungen wirkt das Nervenende elektro-negativ.

Hirn- und  
Sinnes-  
organe.

Das Fischhirn (Fig. 495, 496) bekundet die niedere Organisation der Classe vornehmlich durch die geringe Entwicklung der Grosshirnrinde. Namentlich gilt dies für die *Knochenfische* (Fig. 498 *VH*), bei denen man an Stelle der Grosshirnrinde nur eine dünne Epithelschicht vorfindet (*Pall*); was man früher kurzweg hier Grosshirn nannte, sind nur die basalen Abschnitte, die *Corpora striata* der menschlichen Anatomie (*BG*). Sehr ansehnlich sind die zu selbständigen Abschnitten gewordenen *Lobi olfactorii* (*Lol*), die entweder dem Grosshirn dicht anliegen (die meisten *Teleostier*) oder durch einen Zwischenraum getrennt und mit ihm in Folge

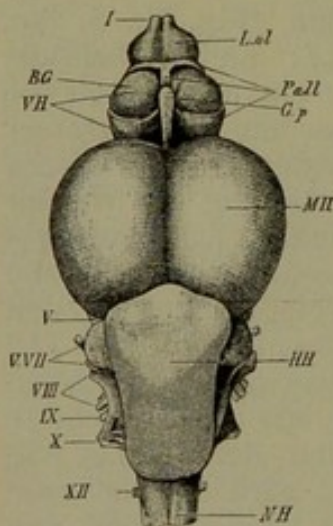


Fig. 495.

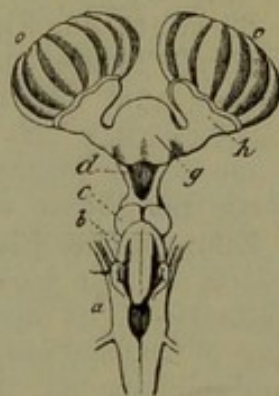


Fig. 496.

Fig. 495. Hirn der *Forelle*. *I* Nervus olfactorius, *Lol* Lobus olfactorius, *VH* Vorderhirn (Grosshirn), *BG* Corpora striata, *Pall* Pallium des Grosshirns, zum grössten Theil abgetragen, *GP* Epiphysis, *MH* Mittelhirn (Corpora quadrigemina), *HH* Hinterhirn (Cerebellum), *NH* Nachhirn, (Medulla oblongata), *V—XII* die hinteren Hirnnerven (nach Wiedersheim).

Fig. 496. Hirn von *Scyllium catulus* mit den Geruchskapseln (*o*); *h* Bulbus und Tractus olfactorius, *g* Grosshirn, *d* Zwischenhirn (Th. optici), *c* Mittelhirn (Corpora quadrigemina), *b* Hinterhirn (Cerebellum), *a* Nachhirn (Medulla oblongata) (aus Gegenbaur).

dessen durch einen Tractus olfactorius verbunden sind (Fig. 496 *h*). Die Thalami optici des Zwischenhirns sind klein (Fig. 496 *d*), dagegen finden sich an seiner Basis 2 für die Fische charakteristische Anschwellungen, die Lobi inferiores, und dazwischen der Sacculus vasculosus. Sehr stark entwickelt ist auch das zweigetheilte Mittelhirn (*MH*) und das Kleinhirn (*HH*).

Die Nase besteht aus 2 präoralen Grübchen, deren Oeffnung durch eine Hautbrücke in eine vordere, Wasser zuleitende und eine hintere ableitende Oeffnung abgetheilt wird. Bei *Selachiern* steht die Nase in Beziehung zur Mundhöhle durch eine von einer Hautfalte überdeckte Brücke. Bei *Dipneusten* findet sich sogar ein Nasengaumengang (Fig. 507). — Das Auge der Fische hat mehrere Eigenthümlichkeiten; die Linse ist auffallend stark gewölbt und besitzt fast die Gestalt einer Kugel, eine Einrichtung, welche dadurch nöthig wird, dass der optische Effect der Cornea bei der geringen Brechungs-differenz zwischen Wasser und Gewebe viel kleiner ausfällt als bei landbewohnenden Wirbelthieren. Noch mehr fällt in die Wagschale, dass das Auge für das Sehen in die Nähe eingestellt ist. Denn da Lichtstrahlen vom Wasser stark absorbirt



werden, können Objecte in Entfernungen über ca. 10 m überhaupt nicht mehr wahrgenommen werden. Hiermit hängt eine zweite Einrichtung des Fischeauges zusammen, die *Campanula Halleri*. In den Glaskörper des Fischeauges dringt von der Chorioidea aus der *Processus falciiformis* ein, ein sichelförmiger Fortsatz, welcher vom Opticuseintritt bis zur Linse reicht und an dieser zur „*Campanula*“ anschwillt. Letztere enthält einen Muskel, dessen Contraction die Linse zurückzieht, dadurch der Retina nähert und somit eine Einstellung des Auges für die Ferne bewirkt. Bei den *Knochenfischen* endlich liegt neben der Eintrittsstelle des N. opticus ein räthselhaftes Organ, die Chorioidealdrüse, welche vornehmlich aus Blutgefässen (Wundernetz) besteht. Weit verbreitete, aber nicht constante Vorkommnisse sind Verknöcherungen und Verknorpelungen der Sclera. Bewegliche Augenlider sind gar nicht vorhanden oder ganz schwach angedeutet; nur bei gewissen *Selachiern* findet sich eine Nickhaut. — Das Gehörorgan der Fische, das Labyrinth, ist von einer relativen Grösse wie bei keinem anderen Wirbelthiere: Sacculus und Utriculus (Fig. 479 S u. U) sind von einander durch eine Einschnürung getrennt; am Sacculus bereitet eine Aussackung, die Lagena, schon die Anlage der Schnecke vor; am Utriculus hat sich zu den 2 schon bei *Petromyzon* vorhandenen verticalen Bogengängen der äussere horizontale hinzugesellt. Im Labyrinth finden sich 2 Hörsteine, Asteriscus und Sagitta genannt, von denen namentlich ersterer auffallend gross ist. Wie Experimente ergeben haben, ist das Gehör in erster Linie ein Sinnesorgan für das Balancegefühl. Dagegen ist seine Gehörfunktion problematisch. Denn selbst strychnisirte Fische reagiren nicht auf Töne, wenn bei Erzeugung derselben mechanische Erschütterungen vermieden werden.

Von allen Sinnesorganen am merkwürdigsten sind die Sinnesorgane der Haut; speciell sind die Organe der Seitenlinien Gebilde, welche nirgends so gut entwickelt sind wie bei den Fischen und überhaupt sonst nur noch bei *Cyclostomen* und wasserbewohnenden *Amphibien* oder *Amphibien-Larven* vorkommen. Bei den Fischen erstreckt sich meistens auf jeder Seite des Körpers eine deutliche Längslinie (Fig. 505 Sl), die an der Schwanzspitze beginnt und am Kopf in mehrere gewundene Linien ausgeht. Veranlasst ist die Zeichnung durch eine Längsrinne oder einen in den Schuppen verlaufenden Längscanal, der sich durch zahlreiche, die Schuppen durchbohrende Canäle nach aussen öffnet. An dem Röhrensystem verästelt sich ausser Zweigen des Trigeminus, Facialis und Glossopharyngeus vor Allem ein starker Ast des Nervus vagus, der N. lateralis, welcher vom Kopf bis an die Basis der Schwanzflosse reicht und mit seinen feinsten Endzweigen besondere Sinnesorgane, die Nervenbügel, versorgt. Dieselben Nervenbügel können sich auch zu mehreren Linien gruppieren oder an anderen Stellen in Vertiefungen der Haut, den Ampullen, vorfinden. Ihre Function ist schwer zu ermitteln, da bei *Säugethieren* und *Menschen* nichts Aehnliches vorkommt. Sie sind specifische Sinnesorgane für Wasserbewohner und dienen wahrscheinlich zur Perception des Wasserdrucks. Ueber die Nervenendknospen, welche ausserdem in der Fischhaut, speciell an den Barteln und Lippen vorkommen, wurde schon früher bemerkt, dass sie zu den Geruchs- und Geschmacksorganen überleiten (Fig. 476).

Viel wichtiger als die bisher besprochenen animalen Organe sind für die Systematik der Fische die vegetativen Organe, vor Allem Darm, Kiemen und Herz. Der Darm ist nur im Bereich der zu einem einheitlichen Raum vereinten Mund- und Rachenhöhle geräumig; von da

Darm.



verjüngt er sich zu einem verhältnissmässig wenig in Windungen gelegten Rohr, an welchem Oesophagus, Magen, Dünn- und Dickdarm nicht sehr scharf gegen einander abgesetzt und auch durch Dicke nur unbedeutend unterschieden sind. Mund- und Rachenhöhle sind in ganz auffallender Weise bezahnt. Bei den *Knochenfischen* können fast alle Knochen der Schädelbasis und des Visceralskelets — bei manchen Arten

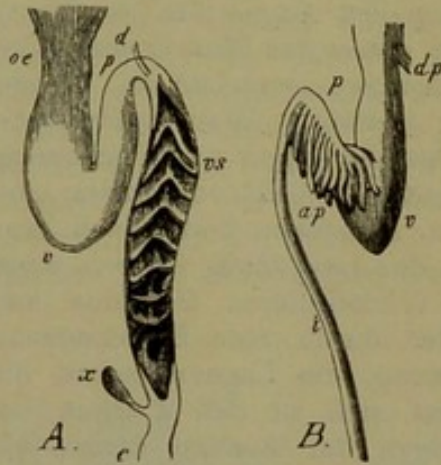


Fig. 497. Darm A von *Squatina vulgaris*, zum Theil geöffnet, um die Spiralklappe zu zeigen, B von *Trachinus radiatus* (aus Gegenbaur). oe Oesophagus, v Magen, p Pylorus, d Ductus choledochus, vs Spiralklappe, c Enddarm, x Blindsack desselben, dp Ende des Schwimmblasengangs, ap Appendices pyloricae, i Dünndarm.

diese, bei anderen jene — mit gewöhnlich hechelförmigen, angewachsenen Zähnen bedeckt sein. Bei den *Haien* sind die der Schleimhaut eingepflanzten Zähne meist auf Palatoquadratum und Mandibulare beschränkt, aber in vielen Reihen hinter einander gestellt. In beiden Fällen besteht ein unbegrenzter Zahnersatz, da namentlich die nur in der Schleimhaut befestigten Zähne leicht ausfallen. — Leber und Milz sind stets vorhanden, eine Gallenblase und ein Pancreas meistens.

Systematisch wichtige Unterschiede treten in der Beschaffenheit des Darmrohrs und des Pharynx hervor. Bei vielen Fischen (Fig. 497 B) sind am Pylorus (p), am Uebergang vom Magen (v) und Dünndarm (i), dickwandige Blindsäcke, die Appendices pyloricae (ap) vorhanden; andere Fische haben dagegen die Spiralklappe (Fig. 497 A vs), eine Schleim-

hautfalte, welche wendeltreppenartig auf der Innenseite des Darms herabsteigt. Selten kommen beide Einrichtungen gleichzeitig neben einander vor.

Kiem.

Die Unterschiede in der Pharyngealregion werden durch das Verhalten der Kiemen veranlasst (Fig. 498), deren man zwei Arten, bedeckte Kiemen (A) und Kammkien (B), unterscheidet. Bei beiden beginnen die zwischen zwei Kiemenbögen (b) gelegenen Kiemengänge auf der Darmseite mit den inneren Spalten (is); ihre Mündungen nach aussen zeigen jedoch verschiedenes Verhalten. Bei den bedeckten Kiemen (A) sind die jederseits in einer Reihe hinter einander liegenden äusseren Kiemenspalten (as) durch breite Hautbrücken getrennt, welche Kiemengänge und Kiemenblättchen ganz verdecken (Fig. 502). Letztere sind blutgefässreiche, rothe, mit secundären Fältchen bedeckte Schleimhautfalten, welche in der Richtung des Kiemenganges in dessen vorderer und hinterer Wand verlaufen. Mit Ausnahme des letzten trägt jeder Kiemenbogen, wie der Querschnitt (Fig. 498 A u. 499) zeigt, 2 Reihen Kiemenblättchen, welche verschiedenen Kiemenspalten angehören und abgesehen von den Hautbrücken noch weiterhin durch Gewebe (die knorpeligen Kiemenraden) von einander getrennt werden. Bei den Kammkien (B) fehlen die Hautbrücken, und auch das trennende Zwischengewebe ist je nach den Arten mehr oder minder vollständig geschwunden; die Kiemenblättchen, die auf einem gemeinsamen Kiemenbogen sitzen, rücken daher zusammen; ihre Enden ragen wie Zinken eines zweireihigen Kammes (daher der Name) frei in das Wasser und



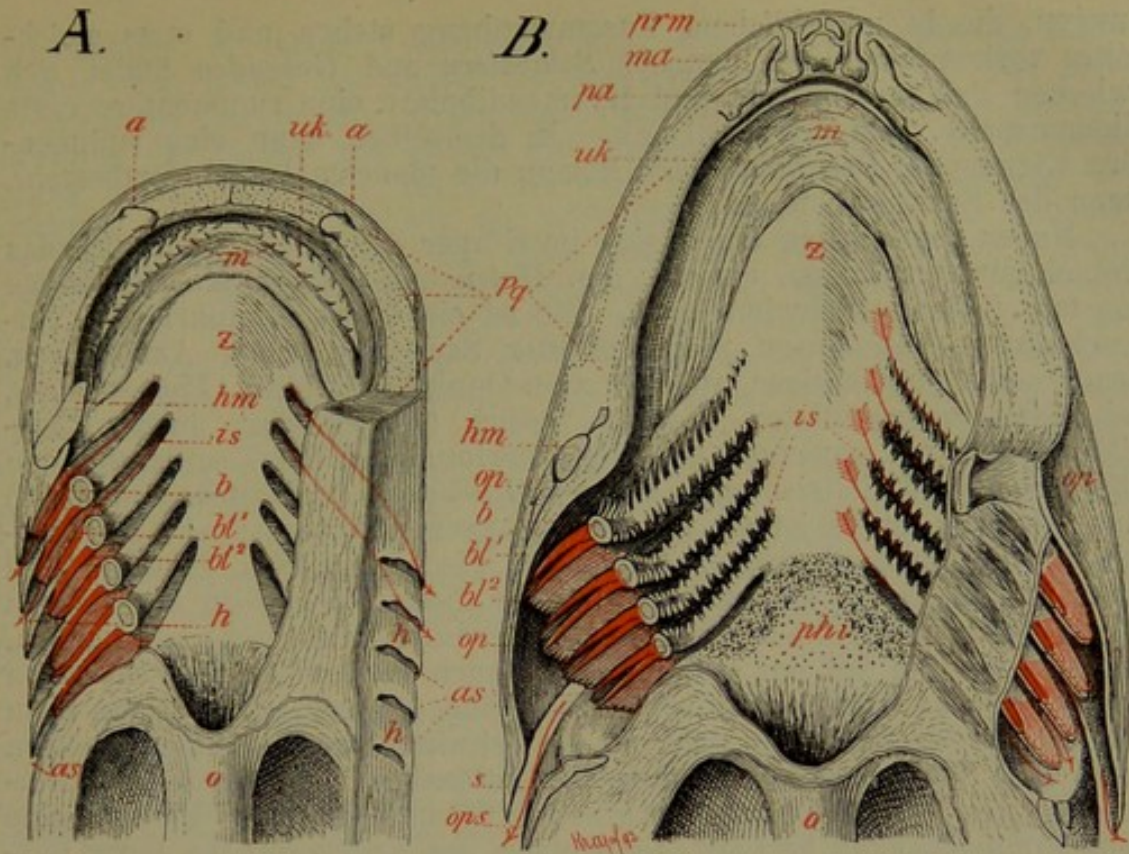


Fig. 498. Der Kiemendarm eines Haies (A) und eines Teleostiers (B) durch Entfernen des Schädels freigelegt, beidesmal auf der linken Seite die Kiemenregion horizontal durchschnitten, A *Zygaena malleus*. B *Gadus aeglefinus*. Pq Palatoquadratum, a vordere Befestigung am Schädel, uk Unterkiefer, m Mund, prm Praemaxillare, ma Maxillare, pa Palatinum, hm Hyomandibulare, is innere Kiemenspalten, as äussere Kiemenspalten, ops Kiemendeckelspalt, h Hautbrücken, b Kiemenbögen, bl¹ vordere, bl² hintere Kiemenblättchen derselben, op Opercula, s Schultergürtel,  $\alpha$  Zunge, phi Ossa pharyngea inferiora, o Oesophagus.

würden bei dem Mangel schützender Hautbrücken und bei ihrer ausserordentlichen Weichheit der Gefahr folgenswerer Verletzungen ausgesetzt sein, wenn sie nicht durch eine neue Schutzvorrichtung, den Opercularapparat, gesichert würden. Der Opercularapparat ist eine Hautfalte, die vom Zungenbeinbogen ausgeht und sich über die Kiemenregion ausbreitet; sie wird von zweierlei Skeletstücken gestützt, den Opercula (Fig. 494 O, So, Io, Pro), die am Hyomandibulare ansitzen, und den Radii branchiostegi (Fig. 494 rbr), die vom Hyoid entspringen und die Membrana branchiostega ausspannen. Zwischen dem freien Rand des Kiemendeckels und der Membrana branchiostega einerseits und der Hautoberfläche andererseits findet sich der Kiemendeckelspalt (Fig. 498 B ops), der mit den äusseren Kiemenspalten selbstverständlich nicht identisch ist, sondern in einen Vorraum führt, in den die Kiemenspalten münden. Dem Gesagten zufolge sind Opercularapparat und Kammkiemen Bil-

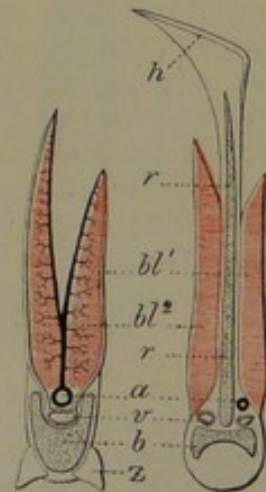


Fig. 499. Querschnitte durch Kiemenbögen und Kiemen von *Zygaena* (rechts) und *Gadus* (links), etwas vergrössert. b Kiemenbögen,  $\alpha$  Zähne, a Arterie, v Vene, bl¹ vordere, bl² hintere Kiemenblättchen, r Knorpelradius, h Hautbrücke.



dungen, die in ursächlichem Zusammenhang stehen und stets gleichzeitig vorkommen. Bei manchen *Selachiern* und *Ganoiden* findet sich zwischen Palatoquadratum und Hyomandibulare eine rudimentäre erste Kiemenspalte, das Spritzloch. In demselben kann eine rudimentäre Kieme oder Pseudobranchie liegen, die manchmal auch fortbesteht, wenn das Spritzloch fehlt.

Schwimm-  
blase.

Neben den Kiemen findet sich im Körper der Fische auch noch das Homologon der Lunge, die nur den *Haien* und einigen *Knochenfischen* constant fehlende Schwimmblase. Sie ist ein öfters sanduhrförmig eingeschnürter, von Gasen prall gefüllter Sack mit einem Ausführweg, dem Ductus pneumaticus, welcher zum Oesophagus führt (*Physostomen*), bei vielen ausgebildeten Fischen freilich (*Physoclisten*) durch Rückbildung verloren gegangen ist. Die Schwimmblase dient selten (bei den *Dipneusten* und vielleicht auch einigen *Ganoiden*: *Lepidosteus* und *Amia*) zur Athmung, meist ist sie ein hydrostatischer Apparat: wird ihr Luftinhalt zusammengedrückt, so wird der Fisch specifisch schwerer und sinkt in die Tiefe; umgekehrt steigt er beim Nachlassen des Drucks in die Höhe. Wird die Schwimmblase hierdurch dem Fische von Nutzen, so kann sie ihm auf der anderen Seite auch verderblich werden, wenn er aus grossen Tiefen plötzlich in die Höhe gezogen wird. Dann kann das sich ausdehnende Gas nicht nur die Schwimmblase sprengen, sondern auch die Bauchdecken trommelartig auftreiben und sogar die Eingeweide zur Mundhöhle hervorpressen (Trommelsucht). Fische ohne Schwimmblasengang werden der Gefahr der Trommelsucht mehr ausgesetzt sein als Fische, bei denen der Schwimmblasengang wenigstens ein allmähliges Ausströmen der Luft gestattet.

Herz.

Unmittelbar hinter der Kiemenregion liegt das Herz (Fig. 500 A) eingebettet in das Pericard und gegen Verletzung von aussen geschützt

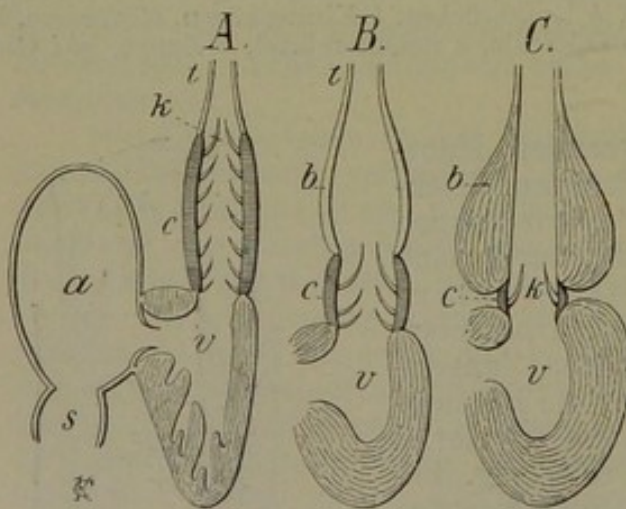


Fig. 500. Verschiedene Herzformen der Fische, im Sagittalschnitt halbschematisch dargestellt. A Herzform der Haie und der meisten Ganoiden, B von *Amia*, C eines Knochenfisches. s Venensinus, a Vorhof, v Kammer, c Conus arteriosus, k Klappen desselben, t Truncus aortae, b Bulbus arteriosus (nach Boas).

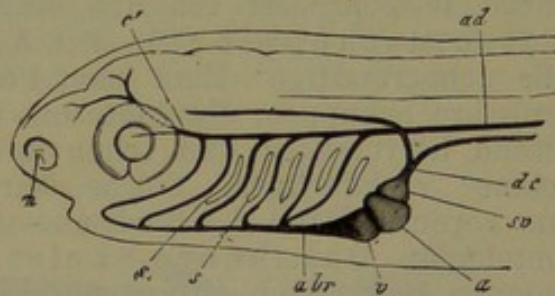
durch den von links und rechts zusammenschliessenden Schultergürtel. Ueberall besteht es aus Kammer (v) und Vorkammer (a), welche durch zwei, das Rückstauen des Blutes verhindernde Klappen von einander getrennt werden; ferner giebt es überall durch den Arterienstiel das Blut an die Kiemen ab und empfängt dasselbe aus einem dünnwandigen Sack, dem Venensinus (s), in den die Cava inferior und die durch Vereinigung der Cardinal- und Jugularvenen entstandenen Ductus Cuvieri (Cavae superiores) münden. (Vergl. auch Fig. 62 S. 94, Fig. 501.)

Dagegen ergeben sich Unterschiede in der Ausbildung zweier, für die Systematik der Fische sehr wichtiger Abschnitte, des Conus arteriosus und des Bulbus arteriosus. Conus und Bulbus arteriosus schliessen sich im



Allgemeinen in ihrem Vorkommen aus; beide sind muskulöse Hilfsorgane, von denen das erste aus dem Herzen, das zweite aus dem Arterienstiel hervorgeht; demgemäss besteht der Conus aus quergestreiften, der Bulbus aus glatten Muskelfasern. Das Ende des Herzens gegen die Arterie wird durch die Region der Semilunarklappen bezeichnet, welche ebenso wie die Atrioventricularklappen das Zurückstauen des Blutes verhindern. Hat sich diese Region unter grosser Vermehrung der Klappenreihen verlängert und mit Muskeln bedeckt, so entsteht der Conus arteriosus (Fig. 500 A k), während der Bulbus arteriosus (Fig. 500 C b) eine muskulöse Anschwellung jenseits dieser Stelle im Verlauf des Arterienstiels ist. — Die Verbindung von Arterienstiel und Aorta descendens wird bei jungen Fischen durch direct aufsteigende Kiemenarterien vermittelt (Fig. 501), später durch die complicirten Nebenschliessungen des Kiemenkreislaufs. Man kann dann zuführende Arterien, respiratorische Kiemen capillaren und rückführende Venen unterscheiden, welche letztere sich zur Aorta descendens vereinen (Fig. 62) und auch die grossen Kopfarterien (Carotiden) abgeben.

Fig. 501. Kopf eines Knochenfischembryos mit der Anlage des Gefässsystems (Schema aus Gegenbaur). *dc* Ductus Cuvieri (aus Vereinigung von vorderen Jugular- und hinteren Cardinalvenen entstanden), *sv* Sinus venosus, *a* Vorhof, *v* Kammer des Herzens, *abr* aufsteigende Aorta mit davon abgehenden Arterienbögen, *ad* absteigende Aorta, *c'* Carotis (Kopfarterie), *s* Kiemenpalten, *n* Nasengrube.



Von allen vegetativen Organen finden sich nur die Nieren ausserhalb der Leibeshöhle als zwei blutgefässreiche, rothbraune Organe, welche links und rechts von der Wirbelsäule liegen und meist von der Herzgegend bis zum After reichen. Die Nierengänge münden hinter dem Darm oder in dessen Rückwand und sind öfters mit Ausweitungen versehen, die nach ihrer Function Harnblasen genannt werden, morphologisch sich aber durchaus von der vor dem Darm angebrachten Harnblase der höheren Wirbelthiere unterscheiden. In der Leibeshöhle liegen, an besonderen Aufhängebändern (Mesorchien, Mesovarien) befestigt, die grossen Geschlechtsdrüsen, welche bei der Mehrzahl paarig, selten unpaar sind. Ihre Producte werden bei den Männchen der *Ganoiden* und allen *Selachiern* durch Abschnitte des Urogenitalsystems entleert, sonst durch Pori abdominales oder besondere Ausführwege.

Urogenital-  
system.

Systematik. Cuvier theilte die Fische nach der Structur des Skelets in *Knorpel-* und *Knochenfische*. Indessen hat es sich herausgestellt, dass durch diese Namen genügend nur 2 Extreme, die *Selachier* und *Teleostier*, unterschieden werden, dass zwischen diesen eine Gruppe besteht, die, wie im Skelet, so auch im Bau der übrigen Organe die Mitte hält. Agassiz nannte die Mittelgruppe nach dem Bau ihrer Schuppen *Ganoiden*. Weitere Untersuchungen ergaben, dass dieses allerdings wichtige Merkmal nicht bei allen „Ganoiden“ zutrifft, und so blieb es Joh. Müller vorbehalten, die Gruppe auf breiter anatomischer Basis neu zu charakterisiren und neu zu umgrenzen; er reihte auch die *Dipneusten* der Fischklasse ein.



### I. Ordnung. Elasmobranchier, Plagiostomen, Selachier.

Die Selachier — die haiartigen Fische genannt, da zu ihnen die gefürchteten Menschenhaie gehören — bilden eine fast ausschliesslich marine Gruppe von ca. 0,5—20 m langen Fischen, die vorwiegend von anderen Wirbelthieren leben und sich durch grosse Gefrässigkeit und Raubgier auszeichnen. Bald schlank gebaut wie die *Haie* im engeren Sinne (Fig. 502), bald dorsoventral abgeplattet wie die *Rochen* (Fig. 503), stimmen sie in der allgemeinen Körperform insofern unter einander überein, als der Kopf sich nach vorn in einen schnabelartigen Fortsatz verlängert, der wie ein Wellenbrecher wirkt und in der Regel von einem Knorpelvorsprung des Schädels, dem Rostrum, gestützt wird (Fig. 493 R). Der Mund liegt unterhalb des Rostrum mehr oder minder weit vom vorderen Ende entfernt auf der ventralen Seite und ist eine quere Spalte, welche den Namen „*Plagiostomen*“ (*Quermäuler*) veranlasst hat. Seine Lage bringt es mit sich, dass die Haie von unten an ihre Beute heranschwimmen und sich auf den Rücken werfen müssen, um mit den Zähnen fassen zu können. Der Schwanz trägt eine heterocerke Flosse oder ist in einen langen Faden ausgezogen. Die Haut ist meist festgepanzert von den dicht an einander gefügten, rhombischen Placoidschuppen (Fig. 492, 4), die vielfach so fein sind, dass man die „chagrinartige“ Haut zum Poliren benutzen kann. Seltener sind grössere Schuppen, die dann mit ihren Stacheln über die Körperoberfläche hervorragten und schon durch ihre Gestalt den Namen „Hautzähne“ rechtfertigen. Solche starke Stacheln finden sich namentlich am vorderen Rand der Rückenflossen (Ichthyodorulithen der Paläontologie). Das innere Skelet ist knorpelig, oft aber von einer dünnen, verkalkten Kruste überzogen. Auch kann die Verkalkung in das Innere der Wirbelkörper eindringen und hier strahlige Figuren erzeugen. Da ächte Knochen fehlen, haben die Selachier keine Oberkiefer, sondern kauen mit dem Palatoquadratum (Gaumenkauer, vergl. S. 509). Die den *Holocephalen* und den fossilen *Pleuropterygiern*, *Acanthoden* und *Pleuracanthiden* noch fehlenden amphicölen Wirbelkörper tragen ausser den oberen Bögen und den sehr kleinen Rippen noch die Intercalaria (Fig. 493 ic). Die Zahl der Kiemenbögen und Kiemenspalten schwankt zwischen 5 und 7, wobei als erste Kiemenspalte die Spalte zwischen Zungenbeinbogen und erstem Kiemenbogen angesehen wird. Ausserdem besitzen viele Selachier noch die rudimentäre Kiemenspalte zwischen Kieferbogen und Zungenbeinbogen, das Spritzloch, und darin die Pseudobranchie (Fig. 502 Spl). Da mit Ausnahme der *Holocephalen* zwischen den äusseren Kiemenspalten die Hautbrücken erhalten sind (bedeckte Kiemen, Elasmobranchier [Fig. 498, 499]), trägt der Zungenbeinbogen keinen Opercularapparat, wohl aber eine Reihe von Kiemenblättchen.

Aus der Anatomie der Eingeweide sind folgende Punkte zum Unterschied von anderen Fischen (Teleostiern) wichtig: 1) Das Herz (Fig. 500 A) hat einen langen Conus arteriosus mit mehreren Klappenreihen über einander, dagegen fehlt der Bulbus. 2) Der Darm (Fig. 497 A) besitzt eine Spiralklappe, dagegen weder Appendices pyloricae, noch eine Schwimmblase. 3) Die Entleerung der Geschlechtsorgane erfolgt durch das Nierensystem. Die Eier gelangen durch Platzen der Follikel aus dem ab und zu nur einseitig entwickelten Ovarium in die Leibeshöhle und von da durch die



unpaare Tube und die stets paarigen Müller'schen Gänge nach aussen. Die Spermatozoen dagegen benutzen den oberen Theil der Niere. Geschlechts- und Harnwege münden von rückwärts in die Cloake.

Die männlichen *Selachier* unterscheiden sich äusserlich von den Weibchen dadurch, dass einige Radien der Bauchflossen gewaltig vergrössert und zu einem Begattungsorgane (*Myxipterygium*) ausgebildet sind (Fig. 503 c). Die grossen, dotterreichen Eier werden daher schon in den Eileitern befruchtet und entwickeln sich meist in uterusartigen Erweiterungen derselben. Die Embryonen, deren Kiemenblättchen sich zu langen, aus den Spalten vorragenden Büscheln verlängern (Fig. 485 k), ernähren sich von der im Dottersack enthaltenen Masse; nur bei *Mustelus* und *Carcharias* kommt es, was schon Aristoteles wusste, aber erst in diesem Jahrhundert J. Müller neu bestätigt hat, zur Bildung einer Placenta, welche sich von der Placenta der *Säugethiere* dadurch unterscheidet, dass die Gefässe, welche in die reichlich vascularisirte Wand des Uterus eindringen und Nahrung aus dem Blut der Mutter saugen, vom Dottersack, nicht wie bei den Säugethieren von der Allantois geliefert werden. Ausser lebendig gebärenden Selachiern giebt es auch eierlegende; bei diesen werden die Eidotter ähnlich wie bei Vögeln von einer Eiweisschülle und einer Schale umgeben, nur dass letztere eine hornige Beschaffenheit hat, meist in 4 Ecken ausgezogen und oft mit Fäden zur Befestigung des Eies an Wasserpflanzen, Steinen etc. versehen ist.

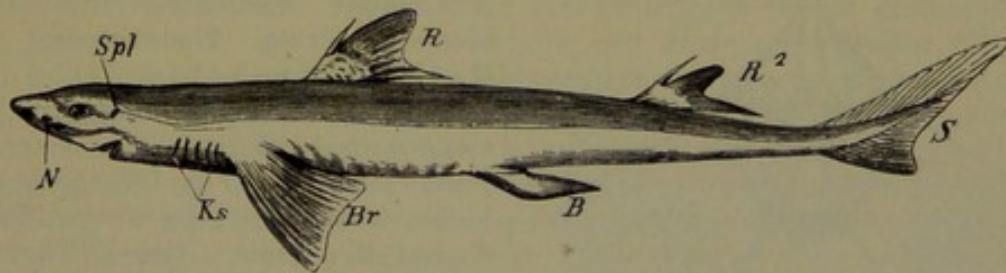


Fig. 502. *Acanthias vulgaris* (nach Claus). *N* Nase, *Spl* Spritzloch, *R* vordere Rückenflosse mit Stachel, *R*<sup>2</sup> hintere Rückenflosse, *S* heterocerke Schwanzflosse, *Ks* Kiemenpalten, *Br* Brustflosse, *B* Bauchflosse.

I. Unterordnung. *Squaliden*. Die Squaliden (Fig. 502) haben einen drehrunden, schlanken Körper mit freibeweglichen Brustflossen und deutlich heterocerker Schwanzflosse und sind dementsprechend gewandte Schwimmer, die ihre grosse Schnelligkeit und Körperkraft benutzen, um andere Wirbelthiere, vor Allem Knochenfische und Walfische zu erjagen. Palatoquadrat und Mandibulare sind zu diesem Zweck mit vielen grossen, zugespitzten Zähnen mit messerscharfen oder gesägten Kanten ausgerüstet. Auf der Kante des Kieferbogens stehen die grössten Zähne; dahinter folgen revolverartig viele Reihen allmählich kleiner werdender Ersatzzähne. Selten sind die Zähne stumpf und nur geeignet, Molluskenschalen zu zertrümmern. Die Kiemenpalten liegen seitlich.

Je nachdem sich 1 oder 2 Rückenflossen vorfinden, am Auge eine Nickhaut und hinter dem Kieferbogen ein Spritzloch vorhanden ist, werden zahlreiche Familien unterschieden. Besondere Erwähnung verdienen: 1) *Carchariden* (wegen der Nickhaut auch die *Nictitantes* genannt), die berühmten 4—5 m langen Menschenhaie, deren verbreitetste Art der *Carcharias glaucus* Rond. ist; nahe verwandt der Hammerhai, *Zygaena malleus*



Risso. 2) *Lamniden*, Riesenhaie, welche in der nordischen *Selache maxima* Cuv. die Länge von 10 m, in dem tropischen *Carcharodon Rondeleti* M. H. die Länge von 13 m erreichen. 3) *Rhinodontiden*, wahrscheinlich pflanzenfressend, *Rh. typicus* Smith, 15—20 m lang. 4) *Notidaniden* mit 6—7 Kiemenpalten, *Hexanchus griseus* Cuv., *Heptanchus cinereus* Cuv. 5) *Spinaciden*, Dornhaie, *Acanthias vulgaris* Risso (Fig. 502), der verbreitetste Hai. 6) *Squatiniden*, welche durch Verlängerung der Vorderflossen nach dem Rostrum hin den Uebergang zu den Rochen bilden. *Squatina angelus* L.

II. Unterordnung. *Rajiden*, *Rochen*. Bei den Rochen (Fig. 503) ist der Körper selbst schon dorsoventral abgeplattet und daher blattartig, ausserdem aber noch dadurch seitlich verbreitert, dass die Brustflossen sich halbmondförmig nach vorn und hinten ausgedehnt haben und mit dem Körper verschmolzen sind. Die vorderen Reihen der knorpeligen Flossenstützen reichen meist bis an oder vor das Rostrum, mit welchem sie oft verbunden sind, die hinteren häufig bis an den Beckengürtel. Da somit die gewaltigen Brustflossen (*Br*) ganz wie Seitentheile der rhombischen Körperscheibe aussehen, scheinen sie bei oberflächlicher Untersuchung zu fehlen. Die Thiere schwimmen durch undulirende Bewegungen der Brustflossen, liegen aber meist ruhig mit der Bauchseite auf dem Boden. Bauch und Rücken sind daher durch Farbe unterschieden, ausserdem dadurch, dass auf dem Rücken Augen und Spritzlöcher liegen, auf der Bauchseite dagegen Mund, Nasenöffnungen und Kiemenpalten.

Schwanzflosse und Afterflosse rudimentär oder ganz rückgebildet. Die Zähne sind meist Mahlzähne und dienen besonders zum Zertrümmern von Molluskenschalen.

1) *Pristiden* (*Squatinorajiden*) haben zwar ventral gelagerte Kiemenpalten, sonst aber noch die Körpergestalt, Lebensweise und die freien Brustflossen der Haie. Die z. Th. viele Meter langen Thiere haben ihren deutschen Namen „Sägefische“ von der bis zu 2 m langen Säge, dem verlängerten, mit eingekeilten Zähnen versehenen Rostrum, mit dem sie Wal-fische harpuniren. *Pristis antiquorum* Lath. 2) *Rajiden*, *Rochen* im engeren Sinne, sind die typischen Vertreter der Abtheilung. *Raja clavata* L., Nagelrochen, Schwanz mit zahlreichen, stark entwickelten Hautzähnen. *Raja batis* L. (Fig. 503). 3) *Torpediniden*, Zitterrochen, Rochen mit nackter Haut, ausgerüstet mit einem electrischen Organ. Dasselbe liegt jederseits zwischen den Visceralbögen und dem Extremitätenskelet als ein nierenförmiger Körper, gebildet von zahlreichen, dorso-ventral aufsteigenden Säulchen. *Torpedo marmorata* Risso.

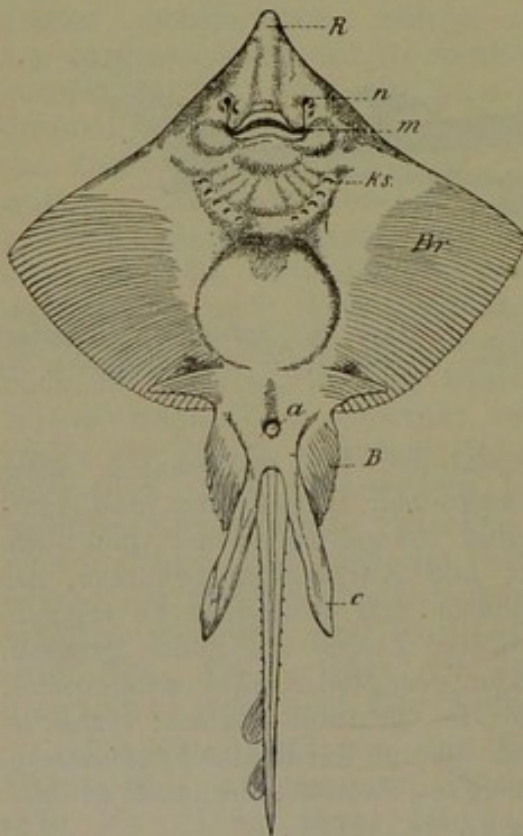


Fig. 503. Männchen von *Raja batis* von der Bauchseite (nach Möbius und Heincke). *R* Rostrum, *n* Nasengrube, durch eine Rinne mit dem Mund (*m*) verbunden, *ks* Kiemenpalten, *a* After, *Br* Brustflosse, *B* Bauchflosse, *c* abgelöster Theil derselben, zur Begattung dienend.



III. Unterordnung. *Holocephalen*. Von den typischen Selachiern weichen die Holocephalen oder Meerkatzen nach drei Richtungen ab. Das Palatoquadratum, welches wenige meisselartige Zähne trägt, ist in der bei *Amphibien* vorkommenden Weise mit dem Schädel untrennbar verwachsen und dient an Stelle des Hyomandibulare als Kieferstiel. Zweitens hat sich als erste Anlage eines Opercularapparats eine zarte Hautfalte vom Zungenbeinbogen aus entwickelt und über die Kiemenspalten hinübergelegt; in Folge dessen sind die Kiemenspalten verdeckt und äusserlich nur ein Kiemendeckelspalt sichtbar; ferner sind die Kiemen zu Kammkiemen geworden. Drittens fehlen noch die Wirbelkörper. Placoidschuppen sind nur in spärlicher Zahl besonders bei jungen Thieren vorhanden. Der bekannteste Repräsentant, *Chimaera monstrosa* L., verdient den Speciesnamen vermöge des auffallend grossen Kopfes, von dem aus der Körper sich allmählig in einen feinen Schwanzfaden verjüngt.

Paläozoische Formen sind die *Pleuropterygier*, *Acanthoden* und *Pleuracanthiden*, sämmtlich ausgezeichnet durch den Mangel der Wirbelkörper. Bei den *Pleuropterygiern* (*Cladoselache*) soll das Skelet der paarigen Flossen, nach Art der unpaaren Flossen, aus zahlreichen gleichwerthig auf einander folgenden Knorpelstücken bestanden haben (?); es wäre demnach primitiver gewesen als das Archipterygium. Die *Pleuracanthiden* waren noch diphycerk.

## II. Ordnung. Ganoiden.

Die Ganoiden bilden eine Uebergangsgruppe, in welcher Charaktere der *Selachier* und *Teleostier* in merkwürdiger Weise gemischt sind. Der Darm besitzt die Spiralklappe der *Haie*, ausserdem aber eine Schwimmblase mit Schwimmblasengang und die Appendices pyloricae der *Teleostier*. Selachierähnlich ist das Herz, insofern es einen mit vielen Klappenreihen ausgerüsteten Conus arteriosus hat (Fig. 500 A u. B), während die Respirationsorgane wieder an die *Teleostier* erinnern. Die 5 Kiemenbogen tragen mit Ausnahme des letzten Kiemen, welche ächte, von dem Opercularapparat des Zungenbeins geschützte Kammkiemen sind. Mit der Bildung des Opercularapparates hat der Zungenbeinbogen seine respiratorische Function noch nicht überall verloren, indem er bei *Stören* und *Lepidosteus* eine „Kiemendeckelkieme“ trägt; vielfach findet sich auch noch ein Spritzloch oder die zugehörige Pseudobranchie. — Das Skelet ist in gewissen Theilen stets verknöchert: grosse Belegknochen liegen auf dem Schultergürtel, auf der Decke und an der Basis des Schädels (Parasphenoid!); auch die Hornfäden der Flossen sind in knöcherne Flossenstrahlen verwandelt. Im Uebrigen schwankt das Skelet zwischen zwei Extremen, einerseits äusserst primitiver, knorpeliger Beschaffenheit und völliger Persistenz der Chorda, andererseits ganz aussergewöhnlichen Graden der Verknöcherung. Für den Systematiker wäre es wichtig, Merkmale ausfindig zu machen, welche nur den Ganoiden zukommen und zugleich für sämmtliche Arten gelten. Für die von Agassiz betonten Ganoidschuppen (Fig. 492, 3) trifft diese Voraussetzung nicht zu, da die *Störe* vollkommen ganoinfreie Knochenplatten, die *Löffelstöre* überhaupt kein Hautskelet oder nur minimale Verknöcherungen haben. Viele lebende Ganoiden und auch die meisten fossilen besitzen Fulcra, Knochenplättchen mit gegabelten Enden, die dachziegelartig in einer Reihe hinter einander den Vorderrand der Flossen decken und ihnen grössere Festigkeit verleihen (Fig. 10 B);



dieselben sind aber ebenfalls nicht allgemein verbreitet und fehlen z. B. bei *Polypterus* und *Amia* (Fig. 10 A u. C).

Die wenigen recenten Ganoiden zerfallen in zwei scharf unterschiedene Gruppen, von denen die eine den *Selachiern*, die andere den *Teleostiern* näher steht. Nach der Beschaffenheit des Skelets hat sie J. Müller als *Knorpelganoiden* und *Knochenganoiden* gegenübergestellt. Da unter den fossilen Formen Verwandte der Knochenganoiden mit gänzlich unverknöcherter Wirbelsäule vorkommen, hat sich die Wahl der Namen als unzweckmässig herausgestellt; der Gegensatz beider Gruppen muss jedoch nach wie vor aufrecht erhalten werden.

I. Unterordnung. *Chondrostei*, Knorpelganoiden. Die Knorpelganoiden gleichen äusserlich den Haien durch die heterocerke Schwanzflosse, Anwesenheit des Spritzlochs, die Verlängerung des Schädels zum Rostrum und die dadurch bedingte ventrale Lage des Mundes (Fig. 504); in der inneren Anatomie sind sie ihnen ähnlich durch die starke Entwicklung des Knorpelcraniums und (mit Ausnahme der Löffelstöre) durch den Mangel der Oberkieferreihe; sie kauen mit den median verwachsenen Palatoquadrata wie die *Selachier*. In der Beschaffenheit der Wirbelsäule sind sie sogar noch ursprünglicher als die meisten Selachier, da die Wirbelkörper fehlen und die allerdings oft verknöchernden oberen und unteren Bögen, ebenso wie die reichlich entwickelten Intercalaria direct der mit einer dicken Scheide versehenen Chorda aufsitzen (Fig. 462). 1) *Acipenseriden*, Störe, mit starker Panzerung der Haut. *Acipenser sturio* L., Stör, *A. huso* L., Hausen

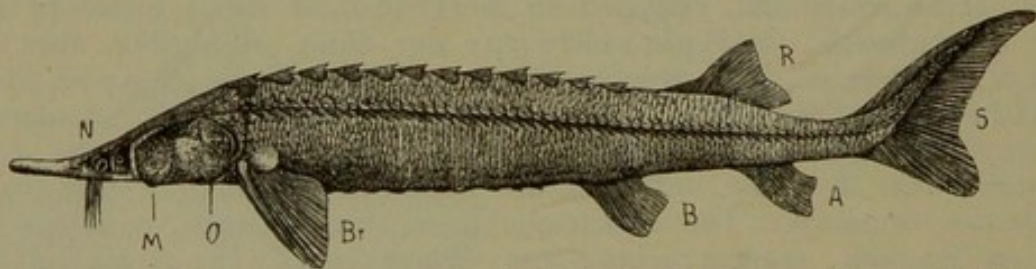


Fig 504. *Acipenser ruthenus* (nach Heckel und Kner). N Nase, M Mund, O Operculum mit Kiemendeckspalt, Br Brust-, B Bauch-, R Rücken-, A After-, S Schwanzflosse.]

(Schwimmlase liefert den Hausenleim), *A. ruthenus* L., Sterlet (Eier liefern den besten Astrachancaviar). 2) *Spatulariden*, Löffelstöre, mit nackter Haut oder winzigen sternförmigen Verknöcherungen, spatelförmigem, langem Rostrum, mit bezahntem Oberkiefer vor dem Palatoquadratum, *Polyodon folium* Lacep. — Die früher den Stören angeschlossenen silurischen und devonischen *Pteraspiden* und *Cephalaspiden* werden als *Placodermen* zu einer besonderen Ordnung zusammengefasst.

II. Unterordnung. *Euganoiden* (*Holostei*). Bei den an die Teleostier erinnernden Ganoiden ist der Schädel ähnlich wie bei den Knochenfischen verknöchert; es sind namentlich Oberkiefer und Zwischenkiefer vorhanden (Kieferkauer), die Palatoquadrata zurückgedrängt und durch die Schädelbasis von einander getrennt, die Mundöffnung bei mangelndem Rostrum an die Körperspitze gerückt. Der Körper ist bedeckt von Cycloidschuppen oder typischen, rhombischen Ganoidschuppen, deren schön irisierende Ganoinsschicht sehr gut auch an den Versteinerungen zu erkennen ist. Die lebenden Formen haben sämtlich eine stark verknöcherte Wirbelsäule und eine diphycerke (Fig. 10 A) oder homocerke



(Fig. 10 C) Schwanzflosse, während bei den fossilen Euganoiden ausge dehnte Persistenz der Chorda und Heterocerkie sehr häufig sind.

1. Tribus. *Polypteriden*, Flösselhechte, Schuppen rhombisch; anstatt der Radii branchiostegi breite Kehlplatten; ein weites Spritzloch ohne Pseudobranchie vorhanden; die paarigen Flossen bestehen aus einer beschuppten Axe und fiedrig ansitzenden Flossenstrahlen (*Archipterygium biseriale*). *Polypterus bichir* Geoffr. im Nil, diphycerk, Larve mit 1 Paar äusserer Kiemen. Nahe verwandt die paläozoischen und mesozoischen, theils diphycerken, theils heterocerken *Crossopterygier*. 2. Tribus. *Lepidosteiden*, Schuppen ebenfalls rhombisch, Radii branchiostegi vorhanden, ebenso Pseudobranchien, aber keine Spritzlöcher. *Lepidosteus osseus* L. (Nordamerika). Nahe verwandt sind zahlreiche mesozoische Formen. 3. Tribus. *Amiaden*, leiten zu Teleostiern über, indem die Schuppen ächte Cycloidschuppen sind, der Conus arteriosus des Herzens rudimentär, der Bulbus in Entwicklung begriffen ist (Fig. 500 B). *Amia calva* Bonap. Amerika. Nahe verwandt sind viele fossile, besonders jurassische Fische mit zum Theil unvollkommen verknöchelter Wirbelsäule. — Zu den Euganoiden sind ferner noch zahlreiche fossile Formen zu rechnen, die den *Lepidosteiden* und *Polypteriden* näher stehen als den *Amiaden*, wie z. B. die meist paläozoischen *Heterocerken*.

### III. Ordnung. Teleostier, Knochenfische.

Die Teleostier verdanken ihren Namen der starken Verknöcherung des Skelets, welche in der Rumpfregeion zur Bildung knöcherner amphicöler, mit kräftigen Rippen ausgestatteter Wirbel führt und dem Schädel sammt seinem Visceralskelet die früher schon besprochene, complicirte Zusammensetzung aus zahlreichen, primären und secundären Knochen verleiht (Fig. 494, S. 508). Die Teleostier haben wie die Knochenganoiden Ober- und Zwischenkiefer (Kieferkauer); dieselben sind häufig nicht bezahnt, da auch andere Knochen der Mundhöhle (die Palatinreihe, das Zungenbein, die Kiemenbögen, Ossa pharyngaea superiora, bei *Cyprinoiden* letztere allein), der Vomer Zähne tragen können. — Die Verknöcherung führt ferner häufig zur Bildung von Gräten, meist gegabelter, oberhalb der Rippen in den Lig. intermuscularia liegender, knöcherner Fäden, welche sich durch ihre Gestalt sowie dadurch, dass sie nie knorpelig präformirt sind, von Rippen unterscheiden. Endlich verknöchern auch beide Theile des Flossenskelets, wobei die knorpelig präformirten Flossenstützen, „die *Carpalia* bzw. *Tarsalia*“, sehr klein bleiben, während die den Hornfäden entsprechenden „Strahlen“ fast die ganze Breite der Flosse einnehmen. Die Strahlen sind — das ist systematisch wichtig — entweder weich und biegsam (Weichstrahler, *Mala-copteren*), oder hart und stachelartig (*Acanthopteren*); im ersteren Fall (Fig. 505 Br, A, B, R<sub>2</sub>) bestehen sie aus zahlreichen hinter einander gereihten Knochenstückchen; im letzteren Fall sind die Knochenstückchen eines Strahls zu einem einzigen, festen Stachel verwachsen (R<sub>1</sub>), welcher — ab und zu durch giftige Drüsen unterstützt (*Scorpaena*, *Amphacanth* etc.) — ein wichtiges Vertheidigungsmittel ist. — Die Schwanzflosse ist in der Regel homocerk; die Diphycerkie mancher Arten wie der *Aale* ist wohl secundär erworben. Das Hautskelet besteht aus Cycloid- oder Ctenoidschuppen (Fig. 492, 1 u. 2),



seltener aus Stacheln oder ausgedehnten Knochenplatten; ausnahmsweise (*Silurus glanis*, *Cottus gobio*) fehlt jegliches Hautskelet.

Der Zungenbeinbogen trägt stets die Membrana branchiostega und den Kiemendeckel, dagegen keine Kiemendeckelkieme oder nur Rudimente derselben. Die functionirenden Kiemen, ächte Kammkiemen, sind auf die vier ersten Kiemenbögen beschränkt und sind demnach jederseits vier Doppelreihen, wenn nicht eine weitere Reduction auf  $3\frac{1}{2}$ , 3 oder  $2\frac{1}{2}$  Doppelreihen eingetreten ist. Anstatt des Conus arteriosus des Herzens (bei *Butrinus* vorhanden) findet sich der Bulbus arteriosus der Aorta; eine Spiralklappe ist im Darm nicht nachweisbar, dagegen häufig App. pyloricae. Bei den meisten Teleostiern existirt eine Schwimmblase, während der Schwimmblasengang häufig fehlt.

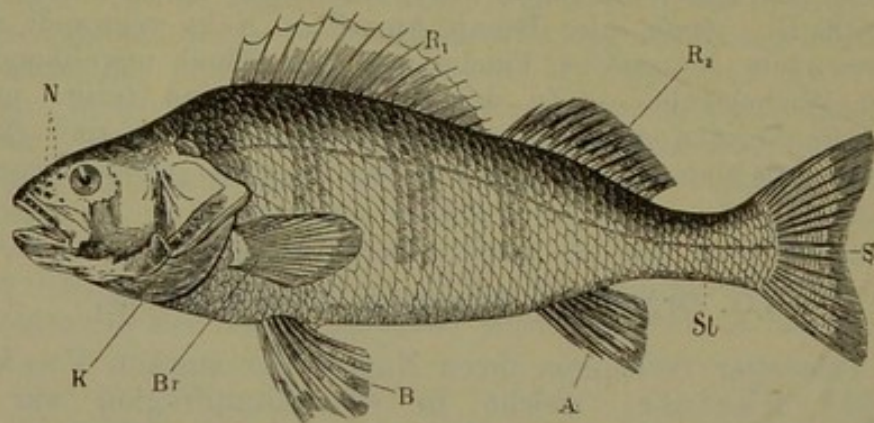


Fig. 505. *Perca fluviatilis* (aus Leunis-Ludwig). *N* vordere und hintere Nasenöffnung, *K* Kiemendeckel, *Br* Brustflossen, *B* Bauchflossen, *A* After-, *S* Schwanz-, *R2* zweite Rückenflosse (vorwiegend mit weichen Flossenstrahlen), *R1* erste Rückenflosse (Stachelflosse), *St* Seitenlinie.

Von allen Wirbelthieren — mit Ausnahme des *Amphioxus*, der *Cyclostomen* und vielleicht auch einiger *Ganoiden* — unterscheiden sich die Teleostier dadurch, dass die Geschlechtsproducte keinen Theil der Niere benutzen, um nach aussen zu gelangen. Entweder werden sie durch den Porus abdominalis entleert oder durch besondere, sackartige Canäle, die nichts Anderes als abgekapselte Theile der Leibeshöhle sind. Eine Begattung findet nur bei einigen wenigen, lebendig gebärenden Arten (*Zoarces viviparus*) statt. Die Regel ist vielmehr, dass Männchen und Weibchen zur Laichzeit, während deren sie oft besonders lebhaft Farben, manche auch merkwürdige Hautauswüchse (Perlorgane) erhalten, zusammen schwimmen und es dadurch ermöglichen, dass die Geschlechtsproducte gleich nach der Entleerung im Wasser zusammentreffen. So erklären sich die colossalen Schwärme, in denen manche Fische, wie *Häringe* und *Thunfische*, alljährlich zu bestimmten Zeiten ihre Laichplätze aufsuchen. Diese Verhältnisse sind ferner der Grund, weshalb bei fast allen Knochenfischen die künstliche Befruchtung so leicht gelingt. Durch vorsichtiges Drücken und Streichen der Bauchdecken von vorn nach hinten entleert man in eine Schüssel aus dem Weibchen die Eier, in eine zweite Schüssel aus dem Männchen den Samen und mischt beide durch schonendes Umrühren. Die befruchteten Eier werden in besondere Brutkästen in durchfliessendes Wasser gebracht und täglich die etwa sterbenden ausgesucht und entfernt. Wenn die jungen Fischchen aus den Eihüllen ausschlüpfen, haben sie einen ansehn-



lichen Dottersack; bevor die letzten Reste des eingeschlossenen Dotters aufgebraucht sind, müssen sie in das freie Wasser ausgesetzt oder gefüttert werden.

Die Sorge für die junge Brut übernehmen in seltenen Fällen die Fische selbst, und zwar merkwürdiger Weise meistens die Männchen. Die männlichen *Stichlinge* und *Macropoden* z. B. bauen Nester, in welche die Weibchen die Eier ablegen, und vertheidigen die Eier gegen alle Angriffe; die Männchen der *Lophobranchier* (Fig. 506, *Seepferdchen* und *Seenadeln*) haben zur Aufnahme der Eier eine Tasche auf der Bauchseite, aus der die junge Brut nach beendeter Embryonalentwicklung ausschlüpft. — Eine Metamorphose kennt man nur von den aalartigen Fischen, deren Larven früher als besondere Arten, *Leptocephaliden*, beschrieben wurden. Die *Leptocephaliden* sind durchsichtige Fischchen, mit farblosem Blut, mächtigem Schwanz und äusserst kleinem Rumpf; sie leben normaler Weise am Grund des Meeres 500 m tief. Auch unser Flusssaal wandert, um sich fortzupflanzen, in's Meer und bekommt die für Tiefseefische charakteristischen riesigen Augen. Seine Larven (*L. brevirostris*) kehren nach beendigter Metamorphose in grossen Schwärmen (Montée) zurück. Die Männchen steigen im Allgemeinen nicht mit in die Flussläufe auf.

Systematik. Da ungefähr dreissigmal so viel Arten von Knochenfischen existiren, als Selachier und Ganoiden zusammengenommen, ist ihre Eintheilung verwickelter. Die Gruppierung nach dem Bau der Schuppen hat sich als unausführbar erwiesen, da Cycloid- und Ctenoidschuppen bei nahe verwandten Fischen, selbst in gewissen Arten bei einem und demselben Thier vorkommen. Man muss überhaupt mehrere Merkmale zugleich berücksichtigen: ob ein Schwimmblasengang vorhanden ist (*Physostomen*) oder fehlt (*Physoclisten*), ob die Flossen weiche oder harte Strahlen haben (*Malacopteren* und *Acanthopteren*), ob die Bauchflossen abdominal (*P. abdominales*) oder thoracal (*P. thoracici*) oder jugular (*P. jugulares*) liegen. Dazu kommen Besonderheiten der Kiefer, der Kiemen und der Ossa pharyngaea inferiora, um einige kleinere Gruppen zu umschreiben.

I. Unterordnung. *Physostomen*. Das wichtigste, im Namen ausgedrückte Merkmal der Gruppe, die Anwesenheit des Schwimmblasengangs, ist nur durch Präparation festzustellen; vielfach lässt es im Stich, wenn die Schwimmblase wie bei *Symbranchus*, einem aalartigen Fisch, rückgebildet ist. Daher ist es für die Systematik von Werth, dass sich zwei äusserlich leicht wahrnehmbare Charaktere hinzugesellen: abdominale Lage der Bauchflossen und weiche, gegliederte Beschaffenheit aller oder fast sämtlicher Flossenstrahlen. Die *Physostomen* verdienen besondere Beachtung, weil mehr als zwei Drittel aller essbaren Fische, namentlich fast alle Süsswasserfische hierher gehören.

Die bekanntesten Süsswasserfamilien sind: 1) die *Cyprinoiden*, *C. carpio* L., Karpfen, *Barbus fluviatilis* Ag., Barbe, *Carassius vulgaris* Nilss., Karausche, *C. auratus* L., Goldfisch, *Tinca vulgaris* Cuv., Schleie, *Abramis brama* L., Brachsen, ferner zahlreiche Weissfische. 2) *Esociden*; *Esox lucius* L., Hecht. 3) *Salmoniden* oder Edelfische, leicht kenntlich an der Fettflosse, einem dorsalen, von Fett erfüllten Hautlappen ohne Knochenstrahlen: *Salmo salvelinus* L., Saibling, *S. hucho* L., Huchen, *Trutta salar* L., Lachs (zur Fortpflanzung in die Flüsse aufsteigend, sonst im Meer), *Trutta fario* L., Forelle, *Coregonus Wartmanni* Bl., Renke, *C. hiemalis* Jnr., Kilch, *C. maraena* Bl., *Thymallus vulgaris* Nils., Aesche. 4) *Siluroiden*, Welse: *Silurus glanis* L., der grösste Süsswasserteleostier Europas, Wels oder Waller. *Malapterurus electricus* L., Zitterwels im Nil, mit mächtigem elektrischen Organ; tropische



Formen sind die mit Knochenplatten und Hautzähnen bedeckten Panzerwelse. 5) *Clupeiden*, grätenreiche, marine Fische: *Clupea harengus* L., Haring. *Clupea sprattus* L., Sprotte. *Alosa vulgaris* C. V., Maifisch, in die Flüsse zur Fortpflanzung aufsteigend. *Alosa pilchardus* Bl., Sardine. Durch Rückbildung der Bauchflossen und schlangenartige Gestalt zeichnen sich aus die *Apodes*: *Anguilla vulgaris* L., Aal, *Gymnotus electricus* L., Zitteraal in Südamerika, mit grossem elektrischen Organ im Schwanz.

II. Unterordnung. *Anacanthinen*. Die Anacanthinen sind ebenfalls Weichflosser, haben aber keinen Schwimmblasengang (*Physoclisten*); ihre Bauchflossen liegen vor den Brustflossen an den Kehlen (*P. jugulares*). Mit wenigen Ausnahmen (*Lota vulgaris* L., Quappe) sind die Anacanthinen marin. Volkswirtschaftlich sind am wichtigsten: 1) die *Gadiden*: *Gadus morrhua* L., Dorsch oder Kabeljau, gesalzen Laberdan, getrocknet Stockfisch; die Leber liefert den Leberthran. *G. aeglefinus* L., Schellfisch. 2) Von links nach rechts stark abgeplattet sind die *Pleuronectiden*. Die in der Jugend symmetrischen Fische werden asymmetrisch, weil sie entweder mit der linken oder rechten Seite des blattförmigen Körpers auf dem Boden liegen. Die aufwärts gewandte Seite wird dunkler gefärbt; auf sie rückt auch das Auge der unteren helleren Seite hinüber. *Pleuronectes platessa* L., Scholle. *Pl. flesus* L., Flunder. *Rhombus maximus* L., Steinbutt. *Hippoglossus vulgaris* Flem., Heilbutt. *Solea vulgaris* Quensel, Seezunge. Rückgebildete Bauchflossen haben die *Ophididen*: *Fierasfer acus* Kaup, kriecht in die Kloake von Holothuriern.

III Unterordnung. *Pharyngognathen*. Bei vielen Fischen, sowohl bei Weichflossern wie Hartflossern, verwachsen die Ossa pharyngaea inferiora, d. h. die letzten rudimentären Kiemenbögen zu einem unpaaren Stück. — Weichflosser mit bauchständigen Bauchflossen sind die *Scomberesociden*, zu denen ein Theil der „fliegenden“ Fische gehört. *Exocoetus exiliens* L. Die Thiere fliegen nicht, sondern steigen wahrscheinlich gegen den Wind mit ihren mächtigen, ausgebreiteten Brustflossen wie Papierdrachen auf. — Hartflosser mit kehlständigen Bauchflossen sind die mit den Papageien an Bunttheit der Farben rivalisirenden Lippfische, *Labriden*. *Crenilabrus pavo* Brunn.

IV. Unterordnung. *Acanthopteren*. Die an Artenzahl umfangreichste Gruppe der Fische, die Unterordnung der Acanthopteren, gehört zu den Fischen ohne Schwimmblasengang; sie haben meist brustständige Bauchflossen. Das wichtigste Merkmal, der Stachelcharakter der Flossenstrahlen, betrifft nie sämtliche Flossenstrahlen; es genügt, dass mehr als 3 Strahlen der Rücken-, After- und Bauchflosse stachelartig sind.

Unter den wenigen Süßwasser-Acanthopteren sind am bekanntesten die *Perciden*: *Perca fluviatilis* L. (Fig. 505), der Barsch; *Lucioperca Sandra* Cuv., Zander, Amaal; *Gasterosteus aculeatus* L., der durch den Nestbau des Männchens bekannte Stichling. Den Perciden stehen sehr nahe die Seebarsche, *Serraniden*: *Serranus scriba* L., stets hermaphrodit, andere Arten mehr oder minder häufig. Die *Scomberiden* sind die wichtigsten Essfische der Gruppe: *Scomber scombrus* L., die Makrele, *Thynnus vulgaris* Cuv. Val., der Thunfisch, der zur Laichzeit ähnlich den Häringen in mächtigen Schaaren an die Küste zu seinen Laichplätzen wandert, verfolgt von dem nahe verwandten *Xiphias gladius* L., dem Schwertfisch. Zu den *Blenniiden* gehört der lebendig gebärende *Zoarcis viviparus* Cuv. Weitere Familien sind: *Trigliden*, Panzerwangen: *Trigla gunardus* L., *Dactylopterus volitans* L., ebenfalls ein fliegender Fisch; *Pediculaten*: *Lophius piscatorius* L.; die schön gefärbten *Squamipennes* etc.



V. Unterordnung. *Plectognathen*. Eine kleine Gruppe höchst eigenthümlicher, gedrungener Fische ist daran zu erkennen, dass die Oberkiefer mit dem Schädel verwachsen. Einige derselben sind mit parketartig zusammengefügten Knochenplatten gepanzert, *Sclerodermen*: *Ostracion quadricornis* L., Kofferfisch, *Balistes capricus* Gmel, andere sind mit langen Stacheln bewehrt; *Gymnodonten*: *Diodon histrix* L., Igelfisch, mit einem weiten Kehlsack, der, mit Luft gefüllt, den Fischen zum Schwimmen dient. Das Fleisch der Thiere soll giftig sein.

VI. Unterordnung. *Lophobranchier*. Der gemeinsame Charakter dieser kleinen Gruppe mariner, in Bau und Lebensweise (Brutpflege des Männchens) sehr übereinstimmender Thiere ist in der Beschaffenheit der Kiemen gegeben, deren Blättchen zu blumenkohlartigen Knöpfen eingeschrumpft sind (Fig. 506 b). Durch den wie ein Pferdekopf aussehenden Kopf und einen langen, beweglichen Schwanz, mit dem sie sich um Wasserpflanzen festranken, sind ausgezeichnet die *Hippocampiden*: *Hippocampus antiquorum* L., Seepferdchen (Fig. 506), durch langgestreckten Körper die *Syngnathiden*: *Syngnathus acus* L., die Seenadel.

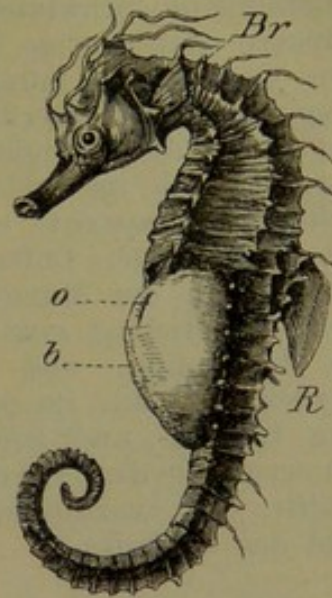


Fig. 506. *Hippocampus antiquorum*, Männchen (aus Schmarda). *b* Bruttasche, *o* Mündung derselben, *Br* Brustflosse, *R* Rückenflosse.

#### IV. Ordnung. Dipneusten.

Die Dipneusten haben noch die Gestalt ächter Fische (Fig. 507), sie sind wie Fische beschuppt und besitzen paarige Flossen, welche von einem einfach oder doppelt gefiederten Archipterygium gestützt werden. Ein einheitlicher, nicht in Rücken-, Schwanz- und Afterflosse gesonderter diphycerker Kamm umgiebt das hintere Ende der Wirbelsäule. Das Skelet ist sehr primitiv, indem es vorwiegend aus Knorpel besteht, indem ferner die Chorda dorsalis sich in grosser Ausdehnung erhält. Auch leben die Thiere gewöhnlich im Wasser und



Fig. 507. *Protopterus annectens* (aus Boas).

athmen mit Kiemen, die von einer Kiemendeckelfalte geborgen werden. Indessen schon im Bau der Kiemen treten Besonderheiten hervor, welche an *Amphibien* erinnern, insofern wenigstens *Protopterus* und junge *Lepidosiren* ausser inneren Kiemen äussere Kiemenbüschel besitzen, wie sie vielen *Amphibien* zukommen. Die Aehnlichkeit wird erhöht durch



das periodische Auftreten von Lungenathmung. Die Dipneusten leben in den Tropen in Flüssen und Sümpfen, welche während der heissen Zeit ganz oder theilweise austrocknen. Wird dabei das Wasser zu trüb und faulig, um die Kiemenathmung zu gestatten, so benutzen sie zur Athmung die Schwimmblasen oder, wenn man will, die Lungen, weite unpaare oder paarige Säcke, die mit einem kurzen, häutigen Gang in den Oesophagus münden, deren Innenwand zur Vergrösserung der respiratorischen Oberfläche einen fächerigen Bau besitzt. *Protopterus* hat sogar die Fähigkeit, ganz ausserhalb des Wassers zu leben; er vergräbt sich im Schlamm, baut sich daselbst ein Nest, das er mit Schleim austapeziert, und verfällt in einen schlafartigen Zustand. — Zum Zweck der Luftzufuhr ist die Nase mit einer Choane, einer inneren, in die Mundhöhle führenden Oeffnung versehen. Ein besonderer Arterienast geht bei den Dipneumones vom letzten Aortenbogen an die Lunge, und ebenso führen besondere Venen zum Herzen zurück, so dass im peripheren Abschnitt sich schon eine Sonderung von Lungen- und Körperkreislauf entwickelt hat. Auch beginnt die Trennung des Herzens in eine linke arterielle und rechte venöse Hälfte sich auszubilden, besonders im Bereich des Conus arteriosus und des Vorhofes.

Die wenigen Arten, welche noch existiren, sind wahrscheinlich die Reste einer früher reicher entwickelten Gruppe und leben demgemäss über die Welt zerstreut. *Monopneumones*, mit einem Lungensack, in den Flüssen Australiens vertreten durch den *Ceratodus Forsteri* Krefft. — *Dipneumones* mit paariger Lunge, in Südamerika: *Lepidosiren paradoxa* Fitz., in Afrika: *Protopterus annectens* Ow. mit 3 Paar Kiemenbüscheln (Fig. 507).

#### IV. Classe.

#### Amphibien, Lurche.

Der bei den *Dipneusten* angebahnte Uebergang zum Landleben wird bei den *Amphibien* vollkommen durchgeführt. Während er aber dort nur unter dem Zwange äusserer Verhältnisse erfolgt, ist er hier das nothwendige Endresultat einer im Wesen des Organismus selbst begründeten Entwicklung. Daher werden bei den Amphibien fast sämtliche Organe von der veränderten Lebensweise betroffen, die Organe der Athmung und der Circulation in viel intensiverer Weise als bei den Dipneusten, ausserdem aber auch die übrigen Organe, die Sinneswerkzeuge, die Extremitäten und im Zusammenhang mit diesen das Skelet und die Körpergestalt.

Extremitäten.

Die Amphibien unterscheiden sich auf den ersten Blick von den Fischen durch den Mangel der Flossen. Der unpaare Flossensaum erhält sich zwar noch während des Larvenlebens und in einigen Fällen (*Perennibranchiaten*, *Tritonen*) auch noch beim erwachsenen Thier als eine den Schwanz umsäumende Hautfalte, aber er ist nicht in Rücken-, Schwanz- und Afterflosse abgetheilt und auch von keinem eigenen Skelet gestützt (Fig. 4, 5). Die paarigen Flossen haben „pentadactylen Extremitäten“ Platz gemacht (vergl. S. 473); diese dienen oft noch zum Schwimmen, indem die Zehen untereinander durch Schwimmhäute verbunden sind, daneben aber werden sie auch zum Kriechen und



Springen verwandt und besitzen demgemäss eine grosse Gelenkigkeit in der Verbindung der einzelnen Skeletstücke (Fig. 508). Zu den bei Fischen allein vorhandenen Schulter- und Hüftgelenken gesellen sich Ellbogen- und Kniegelenke zwischen Humerus (bez. Femur *Fe*) einerseits, Radius und Ulna (bez. Tibia *T* und Fibula *F*) andererseits, Hand- und Sprunggelenke zwischen den letztgenannten Stücken und den Carpalien (bez. den Tarsalien *t, i, f*), endlich gelenkige Verbindungen der Endstücke der 5 Skeletstrahlen, der Phalangen unter einander und mit den Metacarpalien (bez. Metatarsalien). Die Fünfzahl der Zehen wird nicht immer beibehalten, da häufig eine Reduction auf 4, 3, selbst 2 eintritt.

Für die Extremitätengürtel ist die bei den Fischen noch fehlende, bei den höheren Wirbelthieren vorhandene Verbindung mit bestimmten Theilen des Axenskelets von Wichtigkeit. Der Beckengürtel verbindet sich mit der Wirbelsäule, indem sein dorsal vom Hüftgelenk liegender Abschnitt, das Ileum oder Darmbein, sich an eine Rippe oder beim Mangel derselben an einen Querfortsatz anlegt, während der ventrale Abschnitt, das noch einheitliche Schamsitzbein (*Os ischiopubicum*), mit dem der anderen Seite die Symphyse erzeugt. In den so zu Stande kommenden Knochenring des Beckens ist bei den Amphibien nur ein Wirbel, der Sacralwirbel, eingeschlossen. Der durch den Landaufenthalt bedingte festere Anschluss der Extremität an die Wirbelsäule tritt uns somit noch auf einer niederen Entwicklungsstufe entgegen. — Noch unvollständiger ist die Befestigung der vorderen Extremität (Fig. 469 A). — Der dorsale Abschnitt, die Scapula, endet frei in Muskeln; der ventrale, in Coracoid (*co*) und Clavicula (*cl*) differenzirte Abschnitt verbindet sich zwar oft mit einem Sternum, dieses aber hat keine Beziehungen zur Wirbelsäule, da die sonst den Anschluss vermittelnden Rippen zu kurz sind, um das Sternum zu erreichen (*Urodelen*) oder gänzlich fehlen, weil ihre Anlagen mit den Processus transversi verschmelzen (*Anuren*). Häufig ist die Clavicula mit einem Episternum verbunden (*ept*). Die Wirbelsäule erinnert vielfach (*Perennibranchiaten*, *Derotremen*, *Gymnophionen*, manche *Stegocephalen*) durch Amphicölie der Wirbelkörper und Persistenz der Chorda an Fische. Doch kann auch die Chorda ganz oder zum grössten Theil schwinden; dann bilden sich opisthocöle (*Salamandrinen*) oder procöle Wirbelkörper (die meisten *Anuren*). Bei den *Amphibien* tritt auch die bei *Fischen* nur selten vorhandene, für Landbewohner charakteristische gelenkige Verbindung von Wirbelsäule und Schädel ein, durch welche sich der erste Wirbel (Atlas) von den folgenden unterscheidet.

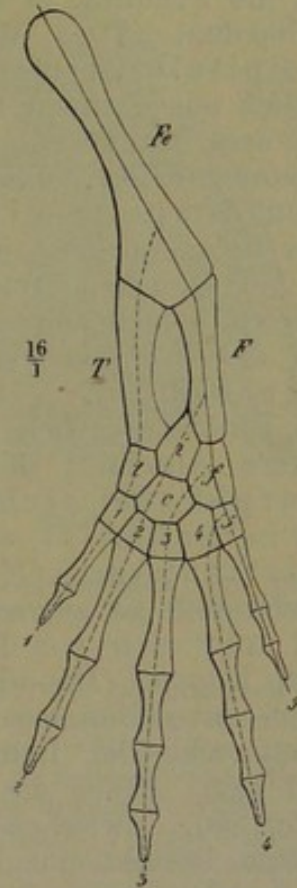


Fig. 508. Skelet der hinteren Extremität von *Salamandra maculosa* (Larve). *Fe* Femur, *T* Tibia, *F* Fibula, *t* Tibiale, *i* Intermedium, *f* Fibulare, *c* Centrale, 1—5 Carpalia der zweiten Reihe, 1—5 Metacarpalia und Phalangen der 5 Zehen (aus Gegenbaur).



Schädel.

Der Schädel der Amphibien ist meist ausgezeichnet durch die ausgedehnte Erhaltung des Chondrocraniums und die damit zusammenhängende geringe Zahl primärer Knochen (Fig. 509). Die Knochen der Augen- und Nasengegend sind durch das Sphenethmoid gegeben, einen paarigen Knochen bei *Urodelen*, der bei *Anuren* zu einem Knochenring (os en ceinture) geschlossen ist; in der Gehörgegend sind meist nur die Prootica, in der Hinterhauptsgegend stets nur die Exoccipitalia vorhanden. Der Mangel des Basioccipitale und Supraoccipitale ist für die Unterscheidung der Amphibien von den oft ähnlich aussehenden Reptilien von der grössten Bedeutung, zumal da mit dem Mangel des Basioccipitale der weitere wichtige Unterschied zusammenhängt, dass die Gelenkverbindung mit dem Atlas durch einen doppelten Condylus occipitalis (*co*) vermittelt wird. — Von Belegknochen sind zu nennen: dorsal die Nasalia (*na*), Frontalia — bei manchen Arten von Praefrontalia begleitet — und Parietalia, letztere beiden bei *Anuren* zu Frontoparietalia (*fp*) verwachsen, ventral das bei den Amphibien zum letzten Mal gut entwickelte Parasphenoid (*ps*).

Visceral-  
skelet.

Eine wesentliche Vergrösserung erfährt der Schädel, indem der hintere Abschnitt des Palatoquadratum, der ansehnliche Quadratknorpel, (*Qu*), sich an die Gehörkapsel anlegt und meist mit ihr verschmilzt, während der vordere Abschnitt als dünne Palatinspange (*P*) bis zur Geruchskapsel reicht. Der Quadratknorpel (Kieferstiel) ist auf seiner Aussenseite vom Squamosum (*sq*) bedeckt und trägt den von Belegknochen (Dentale etc.) umschiedenen Meckelschen Knorpel (Mandibulare), dessen Gelenktheil wie auch das Quadratum selten unvollkommen verknöchert. Auf der Palatinspange entsteht die Palatinreihe der Belegknochen: Vomer (*vo*), Palatinum (*pal*), Pterygoid (*pt*); davor die Maxillarreihe: Zwischenkiefer (*pmx*) und Oberkiefer (*m*). Zwischen dem hinteren Ende des Maxillare und dem Quadratum besteht eine Lücke, oder dieselbe ist durch den vom Maxillare bis zum Quadratum und Squamosum reichenden Jochbogen (Os jugale *yg*) überbrückt. Da durch die Verwendung des Quadratum als Kieferstiel das Hyomandibulare functionslos geworden ist, wird dasselbe rudimentär; wahrscheinlich ist es in einer Reihe kleiner Skeletstücke erhalten, die als Hilfsapparate des Gehörorgans functioniren und die wir in ihrer Gesamtheit Columella (*col*) nennen wollen. — Die Beschaffenheit des übrigen Visceralskelets hängt von der Art der Athmung ab (Fig. 510 A). So lange die Kiemenathmung anhält, finden sich ausser unpaaren, das Corpus hyoideum repräsentirenden Copulae noch paarige Hyoidea, die vorderen Zungenbeinhörner und 4 Paar Kiemenbögen. Beim Uebergang zur Luftathmung schwinden die Kiemenbögen bis auf Reste, die in den Hinterhörnern enthalten sind (Hyoid-Vorderhorn).

Nerven-  
system und  
Sinnesorgane.

Die durch den Landaufenthalt bedingte Umgestaltung der Sinnesorgane ist fast für jedes derselben nachweisbar. Die Organe der Seitenlinie, welche bei den im Wasser lebenden Perennibranchiaten und allen Larven noch erhalten sind, schwinden: die Augen werden gegen den eintrocknenden Einfluss der Luft bei den *Salamandrin*en durch obere und untere Augenlider, bei den *Fröschen* durch ein als Nickhaut zu deutendes unteres Augenlid geschützt; die Nase wird zugleich Respirationsorgan und demgemäss mit einer inneren, in die Mundhöhle leitenden Oeffnung, der Choane, versehen. Vor Allem vervollkommnet sich das Gehör bei den *Anuren* durch



die Ausbildung schallleitender Apparate. Aus dem Spritzloch der Selachier entsteht ein Luftcanal, dessen eines Ende als Tuba Eustachii in den Rachen mündet, dessen anderes Ende, die Trommelhöhle, durch das in den knorpeligen Annulus tympanicus eingespannte

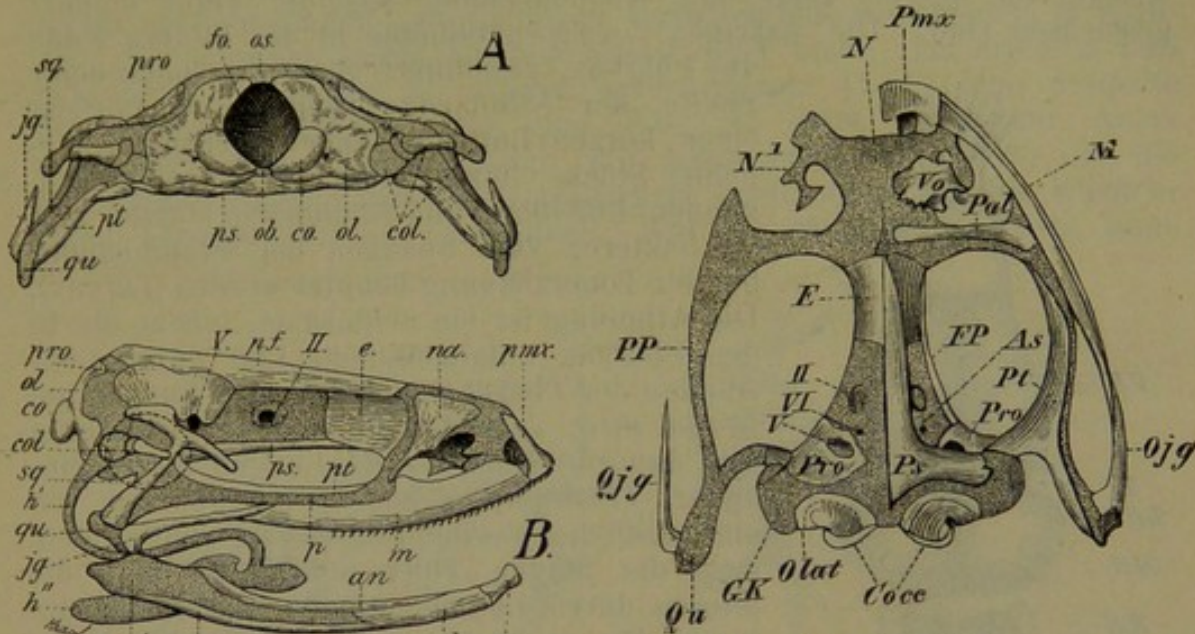


Fig. 509. Froschschädel A von hinten, B von der Seite (im Anschluss an Parker).

Fig. 509. Froschschädel von unten links nach Entfernung der Belegknochen (aus Wiedersheim).

Chondrocranium: *Gk* Gehörkapsel, *N*, *N¹* Nasenkapsel, *PP* (*p*) Palatinspange, *As* Alisphenoidknorpel, *Qu* (*qu*) Quadratknorpel, *ob*, *os* Knorpel, aus dem sonst Basisoccipitale und Supraoccipitale hervorgehen. Primäre Knochen: *O lat* (*ol*) Exoccipitale mit Condylus occipitalis (*Cocce*, *co*), *Pro* (*pro*) Prooticum, *E* (*e*) Sphenethmoid. Belegknochen: *Pmx* (*pmx*) Praemaxillare, *M* (*m*) Maxillare, *jg* (*Qjg*) Jugale, *Vo* Vomer, *Pal* Palatinum, *Pt* (*pt*) Pterygoid, *Fp* (*pf*) Parietofrontale, *na* Nasale, *Ps* (*ps*) Parasphenoid, *sq* Squamosum; Unterkiefer: *mk* Meckel'scher Knorpel mit seinem verknöcherten vorderen Ende *m*, *d* Dentale, *an* Angulare; Zungenbeinbogen: *col* Columella, *h'*, *h''* Hyoid und Copula; Nervenlöcher: *II* Opticus, *V* Trigeminus, *VI* Abducens, *fo* Foramen magnum. Der Knorpel durch Punktirung deutlich gemacht.

Trommelfell geschlossen wird. Die Beziehung des Labyrinths zum Luftcanal wird eine innigere durch das Auftreten der Fenestra ovalis, einer Oeffnung in dem das häutige Labyrinth bergenden Petrosium. In der Fenestra ovalis liegt die Steigbügelplatte (ein abgelöstes Stück der knorpeligen Gehörkapsel?). An sie setzt sich die Columella (Hyomandibulare), welche sich am anderen Ende mit dem Trommelfell verbindet und die Schwingungen desselben auf das häutige Labyrinth überträgt. Die Skelettheile erhalten sich auch dann, wenn bei kriechenden Formen (Urodelen, Gymnophionen) der übrige Schallleitungsapparat rückgebildet wird. — Das Hirn der Amphibien übertrifft das der Fische durch eine stärkere Entwicklung des Grosshirns (Fig. 511 *VH*), steht ihm aber nach, indem das Kleinhirn nur eine dünne Marklamelle bildet.

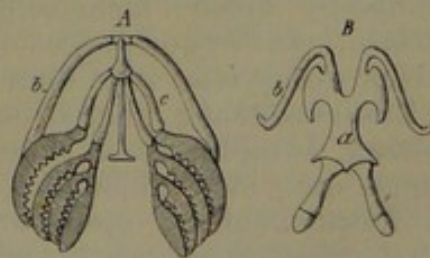


Fig. 510. Hinteres Visceralskelet A einer kiemenathmenden Larve vom Landsalamander, B einer Kröte (aus Gegenbaur). *a* Zungenbeinkörper, *b* Vorderhorn (Hyoid), *c* Reste der Kiemenbögen.



## Athmung.

Am wichtigsten für die systematische Charakteristik der Amphibien sind die Athmungsorgane: dass sowohl Kiemen- als Lungen vorkommen. Die Kiemen sind im Gegensatz zu den inneren Kiemen der Fische äussere Kiemen, drei blutgefässreiche, verästelte Büschel, welche am oberen Ende der Kiemenspalten aus der Haut emporgewachsen sind. Die paarigen Lungen münden in das hintere Ende

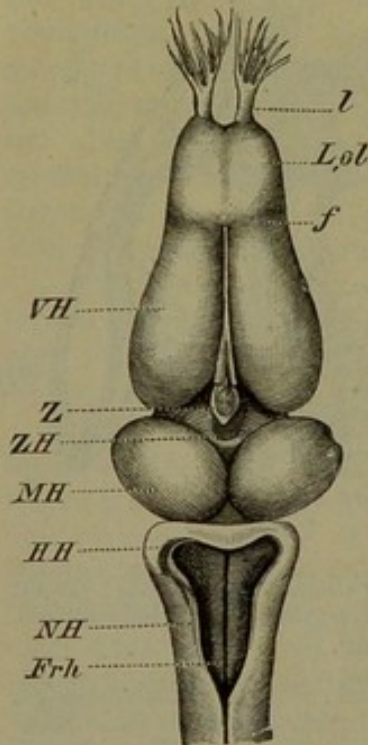


Fig. 511. Hirn vom Frosch. *l* Riechnerven, *L, ol* Lobus olfactorius, *f* Trennungsfurche gegen *VH* Grosshirnhemisphären, *ZH* Zwischenhirn, *Z* Zirbeldrüse, *MH* Mittelhirn, *HH* Kleinhirn, *NH* Medulla oblongata, *Frh* Rautengrube.

des Pharynx, gewöhnlich direct vermöge einer Spalte, der Stimmritze, seltener vermittelt einer kurzen Luftröhre, der Trachea. Knorpelige Stücke, letzte Reste der Kiemenbögen, können Luftröhre und Stimmritze stützen und an letzterer zum Spannen der Stimmbänder bei der Tonerzeugung benutzt werden (Larynx). Die Athmung ist ein Schluckact, indem die in den Pharynx aufgenommene Luft durch Contraction der Pharynxmuskeln in die Lungen gepresst wird. — Selten findet man gleichzeitig und dauernd Kiemen und Lungen neben einander (*Perennibranchiaten*); gewöhnlich ist eine zeitliche Vertheilung derart eingetreten, dass die jungen Thiere durch Kiemen, die älteren durch Lungen athmen, was Ausgangspunkt für die später zu besprechende Metamorphose ist. — Ausser den Kiemen und Lungen besitzt auch die Haut der Amphibien eine grosse respiratorische Bedeutung, ferner Mundhöhle und Pharynx, in denen vermöge des Athmungsmechanismus die Luft lange verweilen muss, häufig auch der Oesophagus. So erklärt es sich, dass manche *Salamandrin*en (*Spelerpes*, *Desmognathus*, *Plethodon*, *Gyrinophilus*, *Salamandrina*) weder Kiemen noch Lungen haben und ausschliesslich auf Haut- und Darmathmung angewiesen sind. Die Capillarnetze der betreffenden Darmabschnitte und der Haut sind demgemäss enorm ent-

wickelt und können sogar in das Epithel eindringen. Mit der Hautathmung hängt es auch zusammen, dass bei *Anuren* die Lungenarterie einen ebenso starken Ast an die Haut wie die Lunge abgiebt (Fig. 513). Die Haut ist dünn und von zahlreichen Drüsen schlüpfrig, welche nicht selten auch giftige Secrete produciren (sogen. Parotis, ein Drüsenpacket in der Ohrgegend). Das Epithel ist nach aussen durch eine sehr dünne Hornschicht abgeschlossen, die zeitweilig in Zusammenhang abgeworfen wird (Häutung); die Lederhaut ist von grossen Lymphräumen unterminirt, deren Anwesenheit es mit sich bringt, dass man namentlich bei *Fröschen* das ganze Integument leicht im Zusammenhang abziehen kann. Verknöcherungen der Haut, bei den fossilen *Stegocephalen* enorm entwickelt, kommen bei den recenten Amphibien selten vor (*Gymnophionen*); dagegen ist bemerkenswerth der Reichthum an Chromatophoren, die unter dem Einfluss von Nerven ihre Gestalt verändern und dadurch den Farbenwechsel vieler Amphibien bedingen.



Das Herz der Amphibien (Fig. 512, 513) hat zwei bei *Anuren* scharf getrennte Vorkammern, eine rechte mit venösem Blut ( $a^1$ ), eine linke, welche zur Zeit der Lungenathmung arterielles Blut ( $a^2$ ) führt; dagegen findet sich nur eine Kammer ( $v$ ) und ein äusserlich wenigstens noch einheitlich erscheinender Arterienstamm ( $aa$ ). Die 3—4 von letzterem entspringenden Arterienbögen verhalten sich verschieden, je nachdem die Athmung durch Kiemen erfolgt oder nicht. Im ersteren Fall (Fig. 512) ist an den 3 vorderen Arterienbögen (1—3) eine doppelte Schliessung vorhanden; der eine Weg ( $b$ ) führt direct zur Aorta descendens, der andere durch die Kiemenarterien ( $1'-3'$ ) in die Kiemenbüschel und aus dem Capillarnetz derselben durch die Kiemenvenen ebenfalls zur Ao. descendens. Nur der vierte Bogen giebt keine

Blutgefäßsystem.

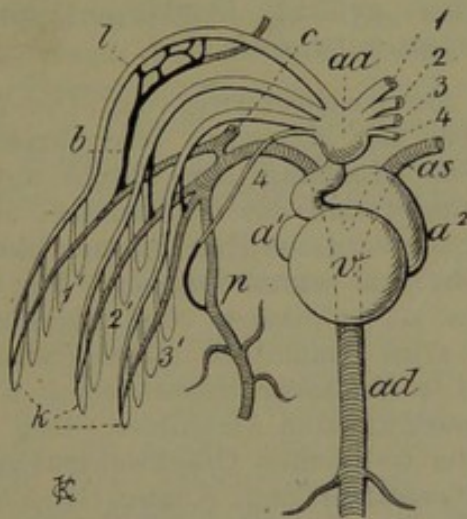


Fig. 512.

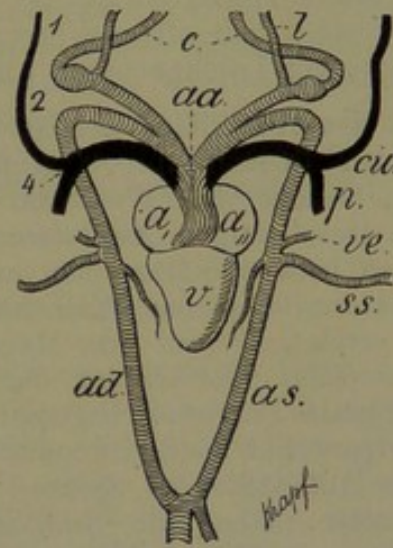


Fig. 513.

Fig. 512. Herz und Arterienbögen einer Salamanderlarve (nach Boas).  $a^1$  rechte,  $a^2$  linke Vorkammer,  $v$  Kammer,  $aa$  Arterienstiel,  $ad$  Aorta descendens,  $as$  linker Aortenbogen, 1—4 Arterienbögen,  $b$  directe Schliessung derselben,  $l$  Kiemenschliessung,  $1'-3'$  Kiemenkreislauf,  $p$  Art. pulmonalis,  $c$  Carotis,  $k$  Kiemen.

Fig. 513. Herz und Arterienbögen des Frosches (etwas schematisirt).  $a^1$  rechte,  $a^2$  linke Vorkammer,  $v$  Ventrikel,  $aa$  Arterienstiel,  $ad$ ,  $as$  rechter und linker Bogen der Aorta descendens,  $c$  Carotiden,  $l$  Lingualis,  $ve$  Vertebralis,  $ss$  Subclavia,  $cu$  Cutanea,  $p$  Pulmonalis, 1, 2, 4, die drei erhaltenen Arterienbögen.

Gefässe an die Kiemen ab, dagegen die Arteriae pulmonales ( $p$ ) an die Lungen. Wenn die Kiemen verloren gehen (Fig. 513), schwindet der dritte Arterienbogen bei vielen Amphibien (namentlich den *Anuren*) gänzlich, von den übrigen 3 wenigstens die zu den Kiemen tretenden Gefässe, während die directen Verbindungen erhalten bleiben und neue Verwendung finden. Der erste Bogen (1) liefert die den Kopf versorgenden Carotiden ( $c$ ), der zweite vereinigt sich mit dem der anderen Seite zur Aorta descendens ( $ad$ ), der vierte Arterienbogen (4) versorgt als A. pulmonalis ( $p$ ) die Lunge; bei *Anuren* giebt er einen zweiten Ast, A. cutanea ( $cu$ ), zur Haut. Eine Längsfalte im Arterienstiel bringt es mit sich, dass das dem Körper entstammende venöse Blut des rechten Vorhofs der Hauptmasse nach durch den respiratorischen vierten Gefässbogen in die A. pulmonales, resp. A. cutaneae geleitet wird, während das aus der Lunge durch besondere Venen dem linken Vorhof zuströmende arterielle Blut den Weg zum ersten und zweiten Bogen



(Carotiden und Aortenbogen) einschlägt. So wird eine leidliche Sonderung des Lungen- und Körperkreislaufs bewerkstelligt, obwohl beiderlei Blutströme noch ein gemeinsames Bett (Herzkammer) zu passiren haben.

Urogenital-  
system.

Für den Geschlechtsapparat (Fig. 484) gilt Aehnliches wie bei den *Haien*. Die Eier gelangen aus dem traubigen Eierstock in die weiten Mündungen der Müller'schen Gänge (Oviducte) und werden in Ausweitungen derselben (Uterus) mit Gallerthüllen umgeben. Die Spermatozoen dagegen passiren den oberen Abschnitt der Nieren und werden durch die Harnleiter entleert. Die Unterschiede zu den *Selachiern* bestehen vornehmlich darin, dass die Nieren als compacte, häufig bohnenförmige Körper innerhalb der Leibeshöhle liegen und dass eine Harnblase vorhanden ist, welche vor dem Darm angebracht ist und entfernt von den in die Rückwand einmündenden Urogenitalcanälen sich in die Vorderwand der Cloake öffnet. Neben den Geschlechtsdrüsen finden sich oft mehrere intensiv gefärbte Fettkörperlappen, die zwischen zwei Laichperioden am besten entwickelt sind.

Bei den Amphibien kommt eine Art Begattung vor. Die *Tritonen* schwimmen spielend mit einander, bis das Männchen eine Samenkapsel entleert, welche das Weibchen in die Mündung der Cloake aufnimmt. Bei den froschartigen *Amphibien* klammert sich das oft kleinere, auf dem Weibchen hockende Männchen mit seinen vorderen Extremitäten hinter den Vorderextremitäten des Weibchens fest und wartet tagelang, bis die Eiablage erfolgt, worauf das Männchen seinen Samen über die Eier ausspritzt, welche bald darauf die bei allen Amphibien herrschende totale, aber inäquale Furchung beginnen. Alle *Batrachier* müssen somit ovipar sein; ovipar sind auch die meisten geschwänzten Amphibien, doch ermöglicht die Aufnahme des Sperma in die weiblichen Geschlechtswege, dass einige unter ihnen, wie *Salamandra maculosa* und *S. atra*, lebendig gebären. Brutpflege findet sich hie und da und wird bald vom Männchen, bald vom Weibchen ausgeübt. Das Männchen der Geburtshelferkröte (*Alytes obstetricans*) wickelt nach der Befruchtung die Eischnüre um seine Beine und verkriecht sich in Erdlöcher, bis die jungen Thiere zum Auskriechen reif sind. Das Männchen von *Rhinoderma Darwini* hat einen weiten, von dem Pharynx ausgestülpten Kehlsack, in welchem es die jungen Thiere bis zur Beendigung der Metamorphose beherbergt. Bei *Pipa americana* werden die befruchteten Eier vom Männchen dem Weibchen auf den Rücken gestrichen, wo sie durch Wucherung der Haut in dicht an einander grenzende Zellen, die in ihrer Gesamtheit an eine Bienenwabe erinnern (wahrscheinlich modificirte Hautdrüsen), eingeschlossen werden. Auch bei den Gattungen *Nototrema* und *Notodelphys* besorgen die Weibchen das Brutgeschäft, indem sie die Eier in einen auf dem Rücken gelagerten Sack aufnehmen.

Entwicklung.

Die Entwicklung der Amphibien hat von jeher in den weitesten Kreisen Interesse erweckt als das einzige leicht zu beobachtende Beispiel von Metamorphose bei den Wirbelthieren. Die Metamorphose ist um so deutlicher ausgeprägt, je mehr sich der Bau des ausgebildeten Thieres vom Bau der Fische und damit auch vom Bau der fischähnlichen Larven entfernt. Dies gilt für die *Batrachier*; aus dem Ei schlüpft die Kaulquappe (Fig. 4), welche keine Lunge, dafür aber 3 Kiemenbüschel, keine paarigen Extremitäten, dafür aber einen dem Frosch fehlenden Ruderschwanz, d. h. einen mit einem unpaaren Flossensaum eingefassten Schwanz besitzt. Bei der Metamorphose gehen die



Kiemen und der Ruderschwanz als Larvenorgane verloren, während dafür die Lungen und die paarigen Extremitäten hervorsprossen. Eine Complication der Metamorphose wird dadurch herbeigeführt, dass die beim Verlassen des Eies vorhandenen äusseren Kiemenbüschel nach kurzem Bestand durch innere, in den Kiemenspalten selbst liegende Kiemen ersetzt werden; diese sind äusserlich nicht sichtbar, weil sie von einer Hautfalte überdeckt werden, welche über den Kiemen einen geschlossenen Sack, die Kiemenhöhle, erzeugt. In die Kiemenhöhle führt von aussen entweder jederseits eine besondere Oeffnung, oder eine unpaare Oeffnung dient für beide Seiten. — Bei allen *geschwänzten Amphibien* vereinfacht sich die Metamorphose, indem gewöhnlich nur die 3 Kiemenbüschel schwinden und in ihrer Function durch Lungen ersetzt werden. Manchmal kommen dazu noch Gestaltsveränderungen, Veränderungen der Bezahnung und Umwandlung des Ruderschwanzes in einen drehrunden Schwanz. Der letzte Rest einer Metamorphose geht verloren, wenn die Kiemen neben den Lungen dauernd beibehalten werden (*Perennibranchiaten*). Noch in anderer Weise kann die Metamorphose in Wegfall kommen, wenn die ganze Entwicklung, wie bei *Hylodes Martinicensis*, in den Eihüllen abläuft, aus denen dann gleich die fertigen kleinen Frösche auskriechen.

#### I. Ordnung. Urodelen, Schwanzlurche.

Die Urodelen sind unter den Amphibien vermöge ihres langgestreckten, von niedrigen Beinen getragenen Körpers den Fischen noch am ähnlichsten. Ihre Wirbelsäule besteht aus zahlreichen Wirbeln, von denen ein ansehnlicher Theil hinter dem Kreuzbeinwirbel liegt und somit dem Schwanzabschnitt angehört. Rippen sind zwar vorhanden, aber so klein, dass sie das Sternum nicht erreichen. Letzteres ist im Allgemeinen schwach entwickelt oder fehlt ganz. Trommelfell, Trommelhöhle und Ohrtrompete (*Tuba Eustachii*) fehlen; ebenso fehlt mit den Stimmritzenknorpeln die Fähigkeit der Tonbildung.

I. Unterordnung. *Perennibranchiaten*. Dauernd sind 2—3 Paar Kiemenspalten, 3 äussere Kiemenbüschel und ein Ruderschwanz vorhanden. *Necturus maculatus* Rafin (*Menobrachius lateralis* Say) 2 Kiemenspalten. *Siren lacertina* L., 3 Kiemenspalten, Nordamerika. *Proteus anguinus* Laur., der Olm der Adelsberger Grotte und anderer Höhlen des Karsts, 2 Kiemenspalten, Lungen rudimentär; als Höhlenbewohner ist das Thier blind, indem es rückgebildete Augen hat, welche ausserdem von Muskeln bedeckt und daher functionsunfähig sind. Auffallend gross sind die Zellen der Gewebe, ganz besonders die Blutkörperchen.

II. Unterordnung. *Derotremen*. Die Kiemen schwinden, es erhält sich aber noch eine Kiemenspalte. *Cryptobranchus Alleghaniensis* Daud. (*Melopoma Alleghanense* Harl.). Durch Verlust des Kiemenlochs leitet zu den Salamandrinen über der fast 1 m lange *Megalobatrachus maximus* Schleg. (*Cryptobranchus japonicus* Hœv.), die grösste lebende Amphibie.

III. Unterordnung. *Salamandrinen*. Nach Verlust der Kiemen schliessen sich die Kiemenspalten. Der Ruderschwanz erhält sich bei der Gattung *Molge* (*Triton*): *M. cristata* Laur., *M. alpestris* Laur., *M. vulgaris* (*taeniata*) L., während bei der Gattung *Salamandra* die geschlechtsreifen Thiere drehrunde Schwänze haben. *Salamandra maculosa* Laur. und *S. atra* Laur. sind beide lebendig gebärend. *S. atra* führt sogar im Mutterleibe seine Meta-



morphose zu Ende, da die jungen Thiere genügend Nahrung finden, weil von zahlreichen Eiern immer nur 2—3 sich entwickeln und von dem Speisebrei leben, zu dem die übrigen Eier zerfallen.

Bei den Tritonen kommt es vor, dass die Larven, durch äussere Umstände an der Metamorphose verhindert, die Kiemen behalten und geschlechtsreif werden. Noch mehr trifft das Gesagte für manche Arten der Gattung *Amblystoma* zu. *Amblystoma tigrinum* Green (*mexicanum*) behält im Naturzustand unter normalen Verhältnissen die Kiemen dauernd bei und heisst dann *Siredon pisciformis* Shaw, Axolotl; wenn es durch ungünstige Wasserverhältnisse gezwungen wird, sich zum *Amblystoma* zu verwandeln, wird es nicht geschlechtsreif, ein Zeichen, dass das Verharren auf dem *Siredon*-Zustand die Norm ist, während für andere Arten, wie *A. opacum* Grav. und *A. punctatum* L., umgekehrt die Beendigung der Metamorphose die natürliche Entwicklungsweise darstellt. Nahe verwandte Arten würden, wenn man sich scharf an die systematischen Begriffe halten wollte, weit zu trennen und verschiedenen Unterordnungen einzureihen sein, das *A. tigrinum* als *S. pisciformis* den *Perennibranchiaten*, die beiden anderen *Amblystomen* den *Salamandrinen*.

Hier schliessen sich ausser ausgestorbenen grossen Salamandrinen (dem früher als Menschenskelet „*homo diluvii testis*“ beschriebenen tertiären *Andrias Scheuchzeri*), die im Carbon auftretenden und in der Trias schon wieder verschwindenden, z. Th. riesigen *Stegocephalen* an, die sich durch starke Beschuppung des Körpers und Knochenpanzerung des Kopfes von den Urodelen unterschieden, manche auch durch die labyrinthisch eingefaltete Schmelzoberfläche der Zähne (*Labyrinthodonten*) und ihre Doppelwirbel (rachimere und embolomere Wirbel).

## II. Ordnung. Anuren, Batrachier, Froschlurche.

Die Anuren haben sämmtlich den gedrungenen Körperbau unserer Kröten und Frösche. Derselbe ist durch die geringe Zahl (7—9) der Rumpfwirbel und das gänzliche Fehlen des Schwanzes bedingt. Hinter dem Sacralwirbel folgt als Repräsentant einer Schwanzwirbelsäule nur ein langer, säbelförmiger Knochen, das Os coccygis. Rippen sind selten in Resten vorhanden; meist scheinen sie ganz zu fehlen, da ihre Anlagen mit den Proc. transversi verschmelzen und die auffällige Grösse derselben bedingen. Um so stattlicher sind die vielfach zum Klettern und Springen dienenden Extremitäten. — Trommelfell und Trommelhöhle fehlen nur den *Pelobatiden*; ihre Anwesenheit steht damit in Zusammenhang, dass die *Anuren* eine Stimme besitzen. Metamorphose durch Kaulquappen.

I. Unterordnung. *Aglossen*. Krötenartige Batrachier mit rückgebildeter Zunge und unpaarer Mündung der Tubae Eustachii. *Pipa americana* Laur., wegen der Brutpflege Wabenkröte genannt. *Dactylethra capensis* Cuv.

II. Unterordnung. *Phaneroglossen*. Zunge vorhanden, Tuba Eustachii mündet jederseits getrennt. 1) *Raniden*, Frösche, Ober- und Zwischenkiefer bezahnt; hintere Extremitäten lang, zum Sprung geeignet. *Rana esculenta* L., grüner Wasserfrosch, laicht im Mai und Juni, Männchen mit Schallblasen ausgerüstet; *Rana temporaria* L., brauner Grasfrosch, laicht im März; letzterem ähnlich die selteneren *R. arvalis* Nils. und *R. agilis* Thom., in Amerika *R. catesbiana* Shaw (*mugiens* Daud.), Ochsenfrosch. 2) *Pelobatiden*, Knoblauchskröten, ähneln in der Bezahnung des Oberkiefers



den Fröschen, in der Fortbewegungsweise den Kröten: *Pelobates fuscus* Laur., mit besonders grossen Kaulquappen; *Bombinator igneus* Laur., Unke; *Alytes obstetricans* Laur., wegen der Brutpflege des Männchens Geburtshelferkröte benannt. — 3) *Bufoniden*, Kröten, mit zahnlosem Oberkiefer, ohne Sprungvermögen; reichliche Hautdrüsen, besonders hinter dem Ohr zu einem Packet vereint, liefern ein giftiges, die Schleimhäute (der Augen!) reizendes Secret. *Bufo vulgaris* Laur., *B. viridis* Laur., *B. calamita* Laur. — 4) *Hyliden* (*Discodactylen*). Zehen enden mit kleinen Haftscheiben, welche es den Thieren ermöglichen, an senkrechten Wänden emporzuklettern. Eine einheimische Form ist der durch besonders schönen Farbenwechsel ausgezeichnete Laubfrosch, *Hyla arborea* L.

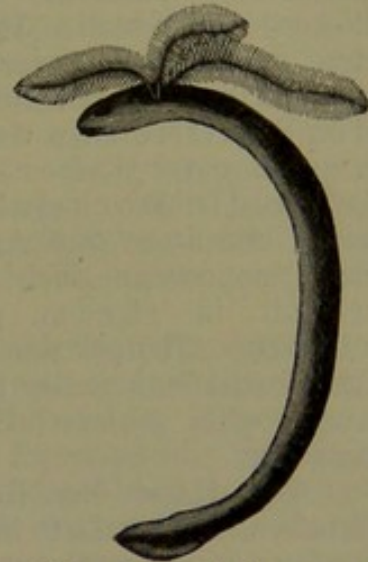


Fig. 514. Embryo von *Ichthyophis glutinosus* (aus Boas nach Sarasin).

### III. Ordnung. Gymnophionen, Blindwühlen.

Die ausschliesslich tropischen Blindwühlen bohren sich Gänge in feuchter Erde, um auf kleinere wirbellose Thiere Jagd zu machen. In Folge dieser unterirdischen Lebensweise sind die Augen klein und unter der Haut verborgen, die Extremitäten gänzlich rückgebildet, was den Thieren Aehnlichkeit mit Schlangen und Regenwürmern giebt. In der Haut sind fast stets kleine Knochenschuppen eingelagert; Trommelfell und Trommelhöhle fehlen. Die Wirbelkörper sind amphiöl. In der Jugend ist ein später schwindendes Kiemenloch vorhanden; innerhalb der Eischalen haben manche Arten 3 Paar wundervolle Kiemenbüschel (Fig. 514), ein Beweis der Zugehörigkeit zu den Amphibien. *Coeciliden*: *Ichthyophis glutinosus* L., Ceylon, *Coecilia gracilis* Shaw (*lumbricoides* Daud.), Amerika.

## II. Unterstamm.

### Amnioten.

Wirbelthiere, welche im Embryonalleben ein Amnion und eine Allantois haben, deren embryonales Nierensystem (Urniere, Urnieren-gang, Müller'scher Gang) in seiner Function durch die bleibende Niere abgelöst wird und dann nur so weit, als es zur Ausleitung der Geschlechtsproducte dient, erhalten bleibt, bei denen endlich zwar Kiemen-spalten als vorübergehende Bildungen zur Entwicklung kommen, Kiemen und Kiemenathmung dagegen gar nicht mehr auftreten.

## V. Classe.

### Reptilien oder Kriechthiere.

Die Reptilien wurden wegen der grossen Aehnlichkeit der Körpergestalt lange Zeit systematisch mit den Amphibien vereinigt, zu denen



sie in der That ihrer Erscheinungsweise nach eine vollkommene Parallelgruppe bilden. Der schlanke Habitus der *Salamandrinen* wiederholt sich unter den Reptilien bei den *Eidechsen*, die gedrungene Körperform der *Batrachier* bei den *Schildkröten* und manchen *Erdagamen*, die Wurmähnlichkeit der *Coecilien* bei *Blindschleichen*, *Ringelchsen* und *Schlangen*. Um so mehr müssen die unterscheidenden Merkmale betont werden, bei deren Besprechung wir 2 Gesichtspunkte im Auge behalten müssen: 1) dass die Reptilien zu den Amnioten gehören und daher im Embryonalleben die Merkmale derselben (Urniere, Allantois und Amnion) besitzen, 2) dass sie, wenn auch vielfach im Wasser lebend, in ihrem ganzen Bau, im gänzlichen Mangel der Kiemenathmung, in der Beschaffenheit der Haut und des Skelets sich wie ächte Landthiere verhalten.

Haut.

Die Haut der Reptilien ist, um der Trockenheit der Luft besser Widerstand zu leisten, stark verhornt, so dass man an der Epidermis ein vielschichtiges Stratum Malpighii und ein vielschichtiges Stratum corneum unterscheiden kann. Das Stratum corneum ist an den Zehenspitzen zu kräftigen Krallen entwickelt, Hornscheiden der Zehenden, deren dorsale Seite (Krallenplatte), stärker entwickelt ist als die ventrale (Krallensohle). Ein weiterer Schutz erwächst den Thieren durch die dicke, vielfach zu Leder gerbbare Cutis, in welcher gar nicht selten Knochenplatten eingelagert sind. Hautdrüsen sind äusserst selten, die wie Drüsenmündungen aussehenden Schenkelporen der Saurier sind durch die Enden verhornter Epithelzapfen hervorgerufen (Fig. 518 b). — Das Axenskelet, Schädel wie Wirbelsäule, besteht fast ganz aus Knochen; nur ausnahmsweise erhält sich — bei den *Hatterien* und den mit amphicölen Wirbeln ausgerüsteten *Ascalaboten* — die Chorda in ansehnlichen Resten. Meist sind die Wirbel procöl.

Kopfskelet

Was das Kopfskelet anlangt, so zeigen die *Reptilien* (wie die ihnen sehr nahe stehenden *Vögel*) viele Merkmale, welche sie mit den *Amphibien* theilen, durch die sie sich dagegen von den *Säugethieren* unterscheiden. Besonders gilt das vom Visceralskelet. Wie bei *Amphibien* befestigt sich das hintere Ende des Palatoquadratum an die Gehörkapsel; es verknöchert zum Quadratbein, dessen Gelenkfläche den aus vielen Knochen bestehenden Unterkiefer trägt. Auf der Basis des Quadratum, bei *Lepidosauriern* sogar zwischen dieselbe und den Schädel eingeschoben liegt das Squamosum. Auf seiner Hinterseite endet die in der Fenestra ovalis eingefügte Columella, das zu einem

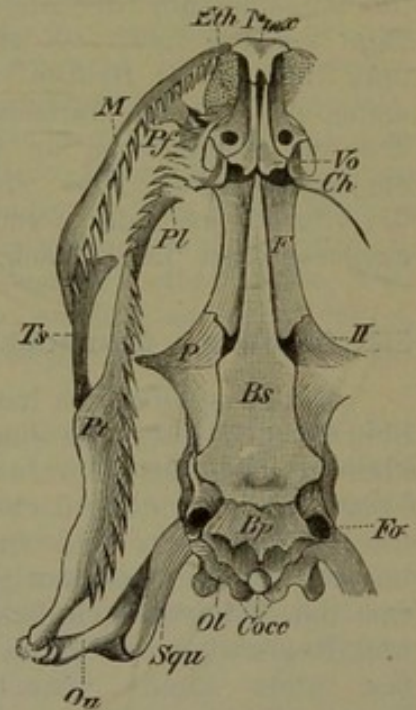


Fig. 515. Schädel der Natter von unten (aus Wiedersheim). Cranium: *Eth* Ethmoidalknorpel, *F* und *P* die von der Schädeldecke abwärts gewucherten Frontalia und Parietalia, *Bs* Basisphenoid (im vorderen Abschnitt auch Parasphenoid), *Bp* Basioccipitale, *Ol* Exoccipitale, *Cocc* Condylus occipitalis, *II* Opticusloch, *Fov* Fenestra ovalis, Visceralskelet: *Pmx* Praemaxillare, *M* Maxillare, *Ts* Transversum, *Vo* Vomer, *Pl* Palatinum, *Pt* Pterygoid, *Qu* Quadratum, *Squ* Squamosum, *Ch* Choane.



Gehörknöchelchen umgewandelte Hyomandibulare. Vom Quadratum aus nach vorn erstreckt sich die häufig bezahnte Palatinreihe, Pterygoid, Palatinum und Vomer. Vor der Palatinreihe wiederum, im Allgemeinen parallel zu ihr liegt die Kieferreihe, Maxillare und Praemaxillare. Ausserst charakteristisch für die *Reptilien* ist die Befestigung des hinteren Maxillarendes. Ausser dem bei Wirbelthieren weit verbreiteten Jochbogen (Fig. 523) findet sich hier das Os transversum, ein Knochen, welcher bei *Fischen*, *Amphibien*, *Vögeln* und *Säugethieren*, freilich auch bei *Schildkröten* vermisst wird; er bildet eine Brücke zwischen Maxillar- und Palatinreihe, indem er vom hinteren Ende des Maxillare an das Pterygoid herantritt. — Im Bereich des hinteren Visceralskelets erhält sich beim Mangel der Kiemen nur der Zungenbeinkörper mit Vorder- und Hinterhorn (Hyoid und erstem, manchmal auch zweitem Kiemenbogen), ferner ein zu den Larynxknorpeln verbrauchter Rest.

An der Schädelkapsel selbst ist die hintere, vollkommen verknöcherte Region besonders beachtenswerth. Ausser den Exoccipitalia sind Basi- und Supraoccipitalia vorhanden. Indem das Basioccipitale sich zwischen die beiden Gelenkflächen der Exoccipitalia mit einem ansehnlichen, den Haupttheil des Gelenks bildenden Fortsatz einschiebt, entsteht als ein äusserst wichtiges Merkmal zur Unterscheidung von *Reptilien* und *Amphibien* der unpaare Condylus occipitalis. Vor dem Basioccipitale liegt das Basisphenoid nach vorn in einen schnabelartigen Fortsatz (Rostrum) ausgezogen, der das rudimentäre Parasphenoid (oder die Anlage des Präsphenooids?) darstellt. Im vorderen Abschnitte überwiegen die Belegknochen, Parietalia (meist unter einander verschmolzen und vom Foramen parietale für das Scheitellaug durchbohrt), Frontalia, Nasalia, dazu Post- und Praefrontalia, Postorbitalia, meist auch Lacrymalia.

Die Ethmoidalgegend bleibt fast ganz knorpelig; Ali- und Orbitosphenoidea sind nie ansehnlich, ausserdem in den einzelnen Ordnungen variabel. In der Gehörregion ist nur das Prooticum (Petrosum) constant; Epioticum und Opisthoticum (Paroccipitale) verschmelzen gewöhnlich mit den Occipitalia. Nur bei den Schildkröten ist das Opisthoticum ein auffallend grosser und selbständiger Knochen. — Der Jochbogen der Reptilien (bei *Schlangen* rückgebildet) wird durch Jugale und Quadratojugale hergestellt; er kann doppelt sein, ausser dem gewöhnlichen unteren noch ein oberer. Letzterer entsteht, indem das Jugale von vorn, das Quadratojugale (Supratemporale) von rückwärts einen Fortsatz zum Postorbitale entsendet (*Hatteria*, *Crocodile*). Bei den *Sauriern* ist nur der obere, durch die Verbindung mit dem Postorbitale ausgezeichnete Jochbogen vorhanden (Fig. 519).

Der convexe Condylus occipitalis bildet mit einer concaven Gelenkfläche des ersten Halswirbels ein Gelenk für die Nickbewegungen des Kopfes. Die Drehbewegungen dagegen (die Drehungen um die Längsaxe) werden durch eine Verschiebung der beiden ersten Halswirbel gegen einander bewirkt, wobei dieselben zum Atlas und Epistropheus werden. Der erste Halswirbel, der Atlas, ist ein ziemlich gleichmässig dicker Knochenring. Der Körper des Wirbels, welcher in dem Ring eine Anschwellung bilden sollte, ist selbständig geworden und beginnt bei den Reptilien mit dem Körper des zweiten Halswirbels, des Epistropheus, zu verwachsen: er bildet den Zahnfortsatz desselben, um welchen sich der Atlasring



samt dem aufruhenden Schädel bei den Drehungen des Kopfes bewegt. — Auch sonst wird die Wirbelsäule reicher gegliedert. Da 2 Sacralwirbel sich mit dem Beckengürtel verbinden, werden Lenden-, Kreuzbein- und Schwanzwirbel noch schärfer als bei den Amphibien geschieden. Ferner kommt es zur Sonderung von Hals- und Brustwirbeln, weil nur die langen Rippen der Brustwirbel, dagegen nicht die kurzen Halsrippen sich mit dem Sternum verbinden (Fig. 469 C). Da die reichere Gliederung der Wirbelsäule durch die Verbindung mit den Extremitäten veranlasst wird, schwindet sie, wenn die letzteren durch Rückbildung verloren gehen, wie *Schlangen*, *Blindschleichen* und *Ringelechsen* lehren.

Wenn Extremitäten vorhanden sind, schwankt die Zahl der Zehen zwischen drei bis fünf (meist vier oder fünf). Am Beckengürtel sind Scham- und Sitzbeine durch das Foramen obturatum geschieden und mit den entsprechenden Knochen der anderen Seite in einer doppelten Symphyse verbunden. Am Schultergürtel sind nur Scapula und Coracoid constant; eine Clavicula findet sich bei Schildkröten und Sauriern, bei letzteren auch ein Episternum (Fig. 469). Systematisch am wichtigsten ist an der hinteren Extremität die Verlegung des Sprunggelenks mitten in den Tarsus hinein, so dass bei der Bewegung die Tarsalien der ersten Reihe mit Tibia und Fibula, die der zweiten Reihe mit den Metatarsen fest verbunden bleiben (Intertarsalgelenk, Fig. 530 C).

Respirations-  
organe.

Da bei keinem Reptil auch nur vorübergehend Kiemen vorhanden sind, werden die embryonal sich anlegenden Kiemenspalten noch vor dem Verlassen der Eihüllen vollkommen rückgebildet. Auch die Hautathmung spielt nicht mehr die wichtige Rolle wie bei den Amphibien, und so werden die Lungen die Träger der Athmung, wie sie es bei Vögeln und Säugethieren sind. Man kann daher bei *Reptilien* eine allmählig fortschreitende Vervollkommnung der Athmungsorgane verfolgen. Zum Larynx gesellt sich stets eine von Knorpeln gestützte Trachea, die sich entweder direct in die zwei Lungensäcke öffnet oder zuvor sich in zwei Bronchien gabelt, die bei *Varanus* sogar in der Lunge sich abermals theilen können. Die Lunge selbst ist bei primitiven Formen nur in ihren peripheren Theilen gefächert; bei den höheren Reptilien wird aber auch der einheitliche Binnenraum abgetheilt, indem Scheidewände von der Peripherie bis an den intrapulmonalen Bronchus herantreten (Fig. 516). Die ausschliessliche Lungenathmung führt zu wichtigen Fortschritten in der Theilung des Herzens in eine linke arterielle und eine rechte venöse Hälfte und in der Sonderung der Gefässe in Körper- und Lungengefässe (Fig. 517). Die beiden Vorkammern ( $a^1$ ,  $a^2$ ) lassen schon durch die tiefe Einschnürung der Oberfläche die vollkommene Trennung erkennen; in der Kammer ( $v^1$ ,  $v^2$ ) bildet sich ebenfalls eine Scheidewand aus; dieselbe ist aber bei *Schildkröten*, *Eidechsen* und *Schlangen* unvollständig; selbst bei den *Crocodilen*, bei denen die Trennung innerlich vollkommen durchgeführt ist, sieht die Kammer äusserlich wie ein einheitlicher Abschnitt aus. Auch kommt es bei den *Crocodilen* noch zu einer Mischung von arteriellem und venösem Blut, indem zwischen den grossen, von den beiden Kammern aufsteigenden Aortenbögen eine Communication, das Foramen Panizzae, bestehen bleibt. Eine weitere Mischung der Blutsorten wird durch die Art und Weise, in

Blutgefäss-  
system.



welcher sich die Arterienbögen auf die Herzkammern vertheilen, herbeigeführt. Der bei *Fischen* und *Amphibien* noch einheitliche aufsteigende Arterienstamm ist durch innere Scheidewände, die sich aber nur selten oberflächlich bemerkbar machen, in 3 Gefässe zerlegt. Eines derselben entspringt aus dem rechten Kammerabschnitt, führt somit venöses Blut und übernimmt den letzten, die Lungengefässe abgebenden Arterienbogen; es ist die A. pulmonalis (*p*). Ein zweites Gefäss entspringt aus dem linken Herzen, ist da-

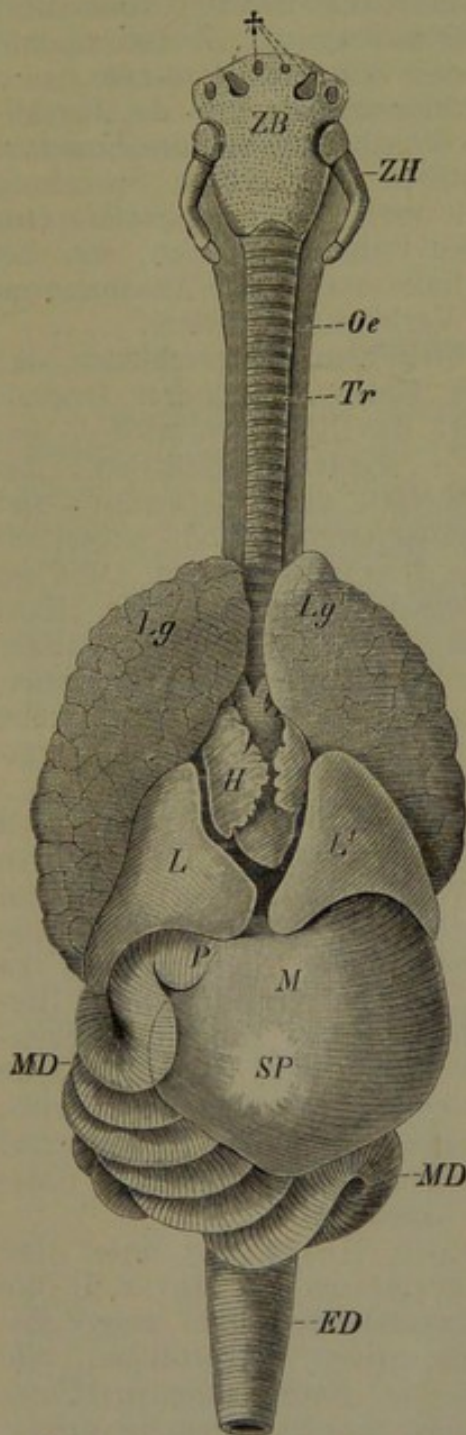


Fig. 516. Eingeweide eines Alligators. ZB Zungenbeinkörper (bei † perforirt), ZH Zungenbeinhörner, Oe Oesophagus, Tr Trachea, Lg, Lg' Lungen, H Herz, L, L' Leber, M Magen, Sp sehnige Stelle desselben, P Pylorus, Md, Ed Mittel- und Enddarm (aus Wiedersheim).

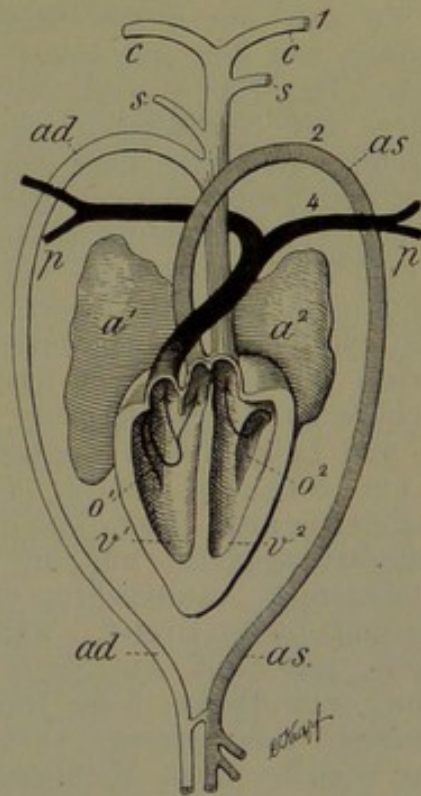


Fig. 517. Herz des Crocodils mit abgehenden Arterien, schematisirt; *a'* rechte, *a''* linke Vorkammer, *v'* rechte, *v''* linke Kammer, *o'* rechtes, *o''* linkes Ostium atrio-ventriculare. Die aufsteigende Arterie ist in 3 Aeste gespalten, von denen zwei, Arteria pulmonalis *p* und linker Aortenbogen *as* aus der rechten, einer aus der linken Kammer entspringt. Letzterer Stamm hängt mit dem linken Aortenbogen durch das Foramen Panizzae zusammen und giebt ab: *ad* den rechten arteriellen Aortenbogen, *s* die Subclavien, *c* die Carotiden; 1, 2, 4 die Zahlen der mit den Amphibien vergleichbaren Arterienbögen; die Pfeile geben die Richtungen des arteriellen und venösen Blutstromes an.

her rein arteriell und übernimmt den grössten Theil der übrigen Arterienbögen, den Theil, der zu den Carotiden (*c*) (I. Bogen) und zum rechten Aortenbogen (*ad*) (rechte Seite des II. Bogens) wird. So bleibt



für das dritte Gefäss nur der linke Aortenbogen (*as*) übrig (linke Seite des II. Bogens), der mit dem correspondirenden rechten zur Aorta descendens verschmilzt. Dieser linke Arterienbogen entspringt merkwürdigerweise aus dem rechten Herzen und mischt daher venöses Blut dem arteriellen Hauptstrom der Aorta descendens bei. Zwischen ihm und dem rechten Aortenbogen findet sich das Foramen Panizzæ.

Der venöse Charakter des linken Arterienbogens und die Unvollständigkeit der Kammerscheidewand (resp. die Anwesenheit des Foramen Panizzæ) verhindern, dass bei den Reptilien eine völlige Scheidung eines Lungen- und Körperkreislaufs erzielt wird. Bei den *Schildkröten* kommt dazu ein drittes Moment: dass die Pulmonalarterien, wie bei manchen *Urodelen* (Fig. 483 II *dB*), durch linke und rechte Anastomosen (Ductus Botalli) mit den Aortenbögen in Verbindung bleiben.

Nerven-  
system.  
Sinnesorgane.

Zu den durch den Landaufenthalt bedingten Unterschieden der *Reptilien* von den *Amphibien* gesellen sich Merkmale höherer Organisation. Das Hirn zeigt zwei Fortschritte: das Kleinhirn wird — besonders bei *Schildkröten* und *Crocodilen* — wieder ansehnlicher; das Grosshirn umwächst nach rückwärts und abwärts das Zwischenhirn und bildet den Schläfenlappen der Grosshirnhemisphären. Wohl entwickelt wie bei keinem anderen Wirbelthier ist das Parietalorgan, welches bei manchen *Sauriern* als ein unpaares, dorsales Auge unter der Haut im Foramen parietale lagert. Die paarigen Augen besitzen Augenlider (meist ein oberes und ein unteres, sowie eine Nickhaut), häufig (*Chelonier*, *Saurier*) einen Ring von Knochenplättchen in der Sclera. Eine neue Durchbrechung des Petrosus, das Fenestra rotunda, bringt Cavum tympani und Labyrinth in Contact.

Urogenital-  
system.

Im Nierensystem finden wir die bei Vögeln und Säugethieren herrschenden Verhältnisse. Im Embryo functionirt zunächst nur die Urniere (Wolff'scher Körper) mit dem Urnierengang; caudalwärts von ihr entsteht erst später die bleibende Niere mit dem Ureter, während der embryonale Nierenapparat zu Grunde geht mit Ausnahme der Theile, welche vermöge ihrer Beziehung zum Hoden beim Männchen erhalten bleiben und zum Nebenhoden und Vas deferens werden. Beim Weibchen wird der Müller'sche Gang, welcher beim Männchen auch angelegt, aber rückgebildet wird, zum Eileiter. Meist münden die Urogenitalcanäle in die Rückenwand des Darms (Cloake), selten in die Verlängerung der Harnblase (*Chelonier*). Letztere fehlt bei *Schlangen* und *Crocodilen*.

Entwicklung.

Fast sämtliche Reptilien legen Eier; nur unter den *Lepidosauriern* giebt es Formen, welche normalerweise, wie z. B. die *Kreuzottern*, viele *Riesenschlangen*, die *Blindschleichen* und einige *Eidechsen*, lebendig gebären oder unter ungünstigen Verhältnissen, wie manche *Nattern*, die Eier fast bis zu Ende der Embryonalentwicklung bei sich behalten. Die Eier sind den Vogeleiern ähnlich, indem die grosse dotterreiche Eizelle von einer Eiweisschicht und nach aussen davon von einer fibrösen, häufig verkalkenden Schale umhüllt wird. Zum Öffnen der Schale besitzen die Embryonen einen Eizahn, welcher bei *Lepidosauriern* aus Dentin, sonst wie bei den Vögeln aus Horn besteht. Auch darin herrscht Uebereinstimmung, dass die Eier, bevor sie abgesetzt werden, im Innern der mütterlichen Ausführgänge schon befruchtet worden sind und die discoidale Furchung begonnen haben. Um die innere Befruchtung zu ermöglichen, finden sich Begattungsorgane, welche systematisch von Interesse sind, da sie in ihrem Bau bei den



*Schlangen* und *Sauriern* einerseits, bei den *Schildkröten* und *Crocodilen* andererseits einen besonderen Charakter tragen. Die Unterschiede treffen mit Unterschieden in der Gestalt der Cloakenspalte und in dem Bau des Schädels und der Haut zusammen, so dass man nach allen diesen Merkmalen die Reptilien in 2 Unterclassen trennen kann, in *Lepidosaurier* und *Hydrosaurier*, von denen die eine Unterklasse von den *Eidechsen*, *Schlangen* und *Rhynchocephalen*, die andere von den *Schildkröten* und *Crocodilen* gebildet wird.

### I. Unterklasse.

#### Lepidosaurier, Plagiotremen.

Das gemeinsame Merkmal der *Saurier* und *Ophidier*, welches den Namen Plagiotremen veranlasst hat, ist die quere Form der Cloakenspalte (Fig. 518 a), hinter welcher beim Männchen paarige Copulationsorgane liegen. Jeder Penis ist ein Schlauch, der für gewöhnlich in einem Sack eingeschlossen liegt, bei der Begattung aber wie ein Handschuhfinger umgestülpt wird und auf der so zu Tage tretenden Oberfläche mit Widerhaken bewaffnet sein kann. — Der Name Lepidosaurier bezieht sich auf die Beschuppung der Haut. Was man bei Reptilien Schuppen nennt, sind Horngebilde und somit etwas Anderes als die knöchernen Schuppen der Fische. Die bindegewebige Lederhaut bildet abgeplattete Papillen, welche sich insofern an die Fische schuppen anschliessen lassen, als sie bei manchen Arten (*Anguis*, *Pseudopus*) noch Knochenplatten enthalten. Durch sie wird die Beschaffenheit der Oberhaut bestimmt. Indem die Hornschicht auf der Höhe der Papillen besonders dick ist und an den Grenzen derselben sich verdünnt, entstehen rhombische und ovale Hornblätter, die entweder parketartig neben einander liegen: Schilder, oder sich dachziegelförmig von vorn nach hinten decken: Schuppen. Die Regel ist, dass der Kopf mit regelmässig angeordneten und daher auch besonders benannten Schildern bedeckt ist, der Rumpf dagegen mit Schuppen, die in Quer-, Schräg- und Längsreihen stehen. Die gesamte Hornschicht der Lepidosaurier ist nach aussen durch eine Lage fest an einander schliessender, verhornter Zellen zusammengehalten, die Pseudocuticula, welche, obwohl sie nicht ein Ausscheidungsproduct von Epithelzellen ist, sondern selbst aus Zellen besteht, vielfach Cuticula genannt wird. Sie ist nach aussen von einer ächten, aber sehr unscheinbaren Cuticula überzogen. Da nun alle verhornten Zellen abgestorben sind und einer periodischen Erneuerung bedürfen, wird die Hornschicht im Zusammenhang (Natternhemd) alljährlich abgeworfen und durch eine neue ersetzt. Während der Dauer dieser periodischen Häutungen, welche denen der *Arthropoden* sehr ähnlich sind, kränkeln die Thiere und sterben namentlich in der Gefangenschaft leicht ab.

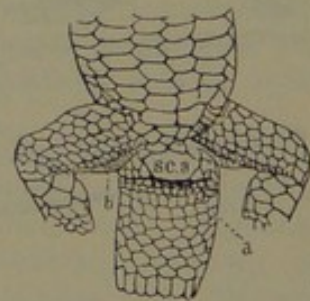


Fig. 518. Hinteres Rumpfende mit hinteren Extremitäten und Schwanzbasis einer Eidechse (aus Leunis-Ludwig). a Cloakenspalte, b Schenkelporen, scs Analschild.



Alle *Lepidosaurier* sind im Skelet an der schlanken Beschaffenheit der Schädelknochen (Fig. 515, 519, 520) zu erkennen, welche namentlich bei den *Sauriern* einen nur unvollkommenen Abschluss der Schädelkapsel bewirken. Das Quadratbein ist beweglich am Schädel befestigt, das Squamosum zwischen Schädelkapsel und Quadratum eingeschoben. Ein harter Gaumen fehlt, weshalb die innere Choane wie bei Amphibien weit vorn an der Schädelbasis liegt (Fig. 515 Ch). In der Scheidewand der Herzkammer ist eine weite Communication zwischen linkem und rechtem Abschnitt vorhanden. — Die 3 Ordnungen der *Lepidosaurier* sind einander nahe verwandt und durch so viele Uebergangsformen verbunden, dass eine scharfe Scheidung kaum möglich ist.

### I. Ordnung. Saurier, Echsen.

Die Saurier oder eidechsenartigen Reptilien unterscheidet man von den *Schlangen* meist an den 4 gut entwickelten Extremitäten; allein es giebt einige wenige Formen, welche, obwohl unzweifelhafte Saurier, wie die *Blindschleichen* und *Ringelechsen*, vollkommen extremitätenlos und daher schlangenähnlich sind. Zum Erkennen dieser rückgebildeten Saurier kann dann dienen, dass Reste des Extremitätenskelets, das Schulterblatt und das an der Wirbelsäule festsitzende Darmbein, vor Allem aber das bei Schlangen nie auftretende Sternum er-

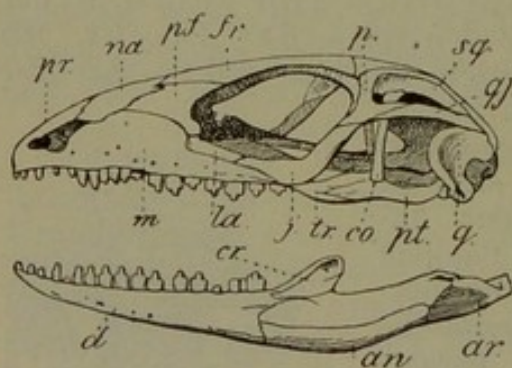


Fig. 519. Schädel von *Ameiva vulgaris*. pr Praemaxillare, na Nasale, pf Praefrontale, fr Frontale, p Postorbitale (darüber und darunter das Parietale), sq Squamosum, qj Quadratojugale, q Quadratum, pt Pterygoid, co Columella (Epipterygoid), tr Transversum, j Jugale, la Lacrymale, m Maxillare, ar Articulare, an Angulare, d Dentale, cr Coronoideum.

halten sind. — Im Schädel treffen wir einen eigenthümlichen Knochen, der nur bei Sauriern vorkommt, hier aber mit Ausnahme der *Amphisbaenen* und *Chamäleons* allgemein verbreitet ist (Fig. 519 co). Er steigt senkrecht vom Pterygoid zum Parietale des Schädeldaches auf und heisst wegen seiner schlanken Gestalt „Columella“, besser Epipterygoid, da jener Name in der Reptilienanatomie schon für das gleichfalls schlanke Hyomandibulare vergeben ist. — Die Knochen der Kieferreihe sind fest unter einander verbunden, so dass die von ihnen umschlossene Mundspalte keiner besonderen Erweiterung fähig ist; sie werden durch einen oberen Jochbogen — der aus Jugale und Quadratojugale besteht und in den oft das Postfrontale eingeschaltet ist — an das Quadratbein angeschlossen. In der äusseren Erscheinung der Saurier ist bemerkenswerth die Anwesenheit von Augenlidern, besonders der Nickhaut, und das Vorkommen des Trommelfells, welches die durch die Ohrtrumpete in den Pharynx mündende Trommelhöhle nach aussen abschliesst. Nur die *Amphisbaenen* machen eine Ausnahme, indem Augenlider, Trommelfell und Trommelhöhle fehlen; Verwachsung der



Augenlider zu einer durchsichtigen Membran nach Art der Schlangen findet sich bei den *Ascaloboten*.

I. Unterordnung. *Ascaloboten*. Eidechsen mit unvollkommen verknöchertem Skelet, mit persistenter Chorda und amphicölen Wirbeln; die Haut mehr gekörnelt als beschuppt. Die meisten Arten haben an den Enden der Zehen rauhe Haftlappen, welche es ihnen ermöglichen, an senkrechten Wänden oder sogar an der Unterseite von Zimmerdecken zu laufen. *Tarentola mauritanica* L. (*Ascalobotes fascicularis* Daud.) Gecko.

II. Unterordnung. *Crassilinguien*. Zwei im Bau des Skelets und der Lungen übereinstimmende Familien, *Iguaniden* und *Agamiden*, haben ein weiteres gemeinsames Merkmal in der dicken, fleischigen, aus dem Mund gar nicht oder kaum vorstreckbaren Zunge. Die *Iguaniden* oder *Leguane*, auf Amerika beschränkt, mit abenteuerlichen Rückenkämmen und Halssäcken ausgerüstet, sind pleurodont, d. h. ihre Zähne sind auf der inneren Seite des Kiefers festgewachsen. *Basiliscus americanus* Laur. Die altweltlichen *Agamiden* sind acrodont, d. h. die Zähne sitzen auf der Kieferkante: *Draco volans* L., ein kleiner Saurier mit seitlichen, von Rippen gestützten Hautfalten, welche durch Spreizen der Rippen zu einem Fallschirm ausgebreitet werden können.

III. Unterordnung. *Fissilinguien*. Die dünne und lange, am freien Ende in zwei Zipfel gespaltene Zunge kann weit aus dem Munde hervorgestreckt und bei *Varanus* in eine besondere Scheide zurückgezogen werden. — Amerikanisch sind die *Tejiden* (*Ameividen*): *Ameiva surinamensis* Laur.; Bewohner der alten Welt sind die *Lacertiden*: die in Deutschland einheimischen *Lacerta agilis* L. und die lebendig gebärende *L. vivipara* Jacq., am Südsüdhang der Alpen die viel grössere smaragdgrüne *L. viridis* Laur. Die ebenfalls der alten Welt angehörenden grössten lebenden Saurier, die *Varaniden*, stehen den übrigen *Fissilinguiern* anatomisch sehr entfernt. *Varanus niloticus* L., welcher den Crocodileiern nachstellen soll. Verkümmern der Extremitäten findet sich bei *Scinciden*: *Scincus officinalis* Laur.

IV. Unterordnung. *Brevilinguien*. Die kurze Zunge ist am Ende eingekerbt, das Innere der Hornschuppen von Knochenschuppen gestützt. Es besteht eine Neigung zur Rückbildung der Extremitäten. *Anguiden*: *Anguis fragilis* L., die schlangenähnliche, extremitätenlose, lebendig gebärende *Blindschleiche*, *Ophisaurus apus* P. (*Pseudopus Pallasii* Cuv.), Scheltopusik mit rudimentären Beinen.

V. Unterordnung. *Annulaten*. Die *Ringelegesen* oder *Amphisbaeniden* sind sowohl in Gestalt als auch manchen anatomischen Merkmalen schlangenähnlich. Columella (Epipterygoid) und Extremitäten fehlen, wenn auch das Becken, bei *Chirotes* sogar Sternum und kleine Vorderbeine erhalten bleiben. Trommelfell und bewegliche Augenlider fehlen. Die rechte Lunge ist rückgebildet, die linke langgestreckt. Die Augen sind rudimentär, da die Thiere, in der Erde vergraben, meist in Ameisenhaufen leben. Ein sehr charakteristisches Merkmal ist die durch Quer- und Längsfurchen in viereckige Tafeln abgetheilte Haut. *Blanus* (*Amphisbaena*) *cinereus* Vand., Südeuropa.

VI. Unterordnung. *Vermilinguien*. Die *Chamaeleontiden*, die einzige Familie der Gruppe, haben eine lange, fleischige Zunge, welche am Boden der Mundhöhle zusammengerollt liegt, zeitweilig aber hervorgeschleudert wird, um mit dem äussersten, verbreiterten, schleimbedeckten Ende Insecten zu fangen. Weitere Merkmale sind die irisartig functionirenden, ringförmigen Augenlider, die Kletterfüsse, an denen die 3 Mittelzehen ver-



wachsen sind, die 2 Aussenzehen nach rückwärts gedreht werden können, der Mangel des Epipterygoids, der Clavicula, des Episternum, des Trommelfells. Am bekanntesten sind die Chamäleons wegen des lebhaften Spieles ihrer Chromatophoren, deren wechselnde Contractionszustände den sprichwörtlich gewordenen Farbenwechsel verursachen. *Chamaeleon vulgaris* Daud. in Südspanien und Nordafrika.

## II. Ordnung. Ophidier, Schlangen.

Die Schlangen unterscheiden sich von der Mehrzahl der Saurier durch den Mangel der Extremitäten und die damit zusammenhängende gleichförmige Beschaffenheit der langgestreckten Wirbelsäule, an welcher man nur noch Rumpf- und Schwanzwirbel auseinanderhalten kann. Den Schwanzwirbeln fehlen die Rippen, dagegen sind die Rippen der Rumpfwirbel sehr lang und beweglich und dienen zur Fortbewegung, indem sie den Körper auf ihren distalen, durch ein Ligament verbundenen Enden balanciren. Da es nun Saurier ohne Gliedmaassen giebt, so ist weiter zu beachten, dass bei den Schlangen auch Extremitätengürtel: Scapula, Ileum und namentlich das Sternum, verloren gegangen sind; nur die *Riesenschlangen* haben noch Reste der hinteren mit einer Klaue endenden Extremität und des Beckens, welches aber die Wirbelsäule nicht mehr erreicht.

Zur weiteren Unterscheidung fussloser Saurier und ächter Schlangen kann die Beschaffenheit der Sinnesorgane und der Kiefer benutzt werden. Von den Hilfsapparaten des Gehörs ist die Columella zwar vorhanden, dagegen fehlen Trommelfell, Paukenhöhle und Ohrtrompete. Auch die Augenlider scheinen zu fehlen; eine genauere Untersuchung lehrt jedoch, dass sie vor der Cornea, von ihr durch den Thränensack getrennt, zu einer uhrglasartigen, durchsichtigen Membran (vordere Cornea) verwachsen sind, welche dem Auge der Schlangen den starren, gläsernen Blick verleiht. — Der Kieferapparat (Fig. 515, 520) zeichnet sich durch seine enorme Dehnbarkeit aus, welche es den Schlangen gestattet, ganze Thiere, die einen grösseren Durchmesser haben als sie selbst, zu verschlucken, nachdem sie dieselben

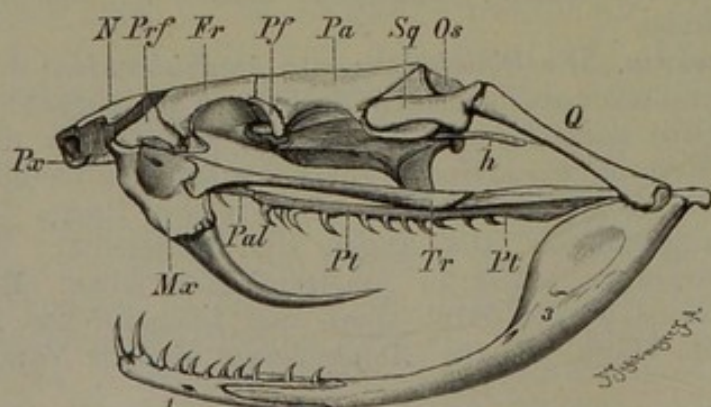


Fig. 520. Schädel der Grubenotter (aus Boas). Px Praemaxillare, N Nasale, Prf Praefrontale, Fr Frontale, Pf Postfrontale, Pa Parietale, Sq Squamosum, Os Occipitale superius, Q Quadratum, h Hyomandibulare (Columella), Pt Pterygoid, Tr Transversum, Pal Palatinum, Mx Maxillare, 1 Dentale, 3 Articulare.

— *Riesenschlangen* z. B. kleine Wiederkäuer, wie junge Rehe — umringelt und zermalmt haben. Die Dehnbarkeit hat zum Theil ihre Ursache darin, dass die Unterkiefer in der Symphyse nur durch elastische Bänder verbunden und dass die Kiefer- und Gaumenknochen (mit Ausnahme des kleinen Zwischenkiefers) am Schädel beweglich angebracht sind. Ferner sind fast alle in Betracht kommenden



Knochen, die Squamosa (*Sq*), Quadrata (*Q*) und Transversa (*Tr*), langgestreckt und schlank. Ganz besonders aber wird die freie Beweglichkeit des Kieferapparates gewährleistet für den Oberkiefer durch den gänzlichen Mangel des Jochbogens, für den Unterkiefer dadurch, dass sein Träger, das Quadratum, durch Einschalten des Squamosum vom Schädel weit abgerückt ist. Um den Bissen durch die Mundspalte in den Schlund und die Speiseröhre hinunterzuschieben, sind die Knochen der Gaumenreihe mit hakenförmigen, sich in das Opfer einschlagenden Zähnen bewaffnet. Eine weite Ausdehnung des Darms endlich wird ermöglicht durch die Nachgiebigkeit seiner Wand und die grosse Beweglichkeit der ventral durch kein Sternum zusammengehaltenen Rippen.

Die Bezaahnung ist bei den nicht giftigen Schlangen eine gleichförmige auf Kiefer- und Gaumenknochen (Fig. 515); Vomer und meist auch Praemaxillare sind von der Bezaahnung ausgeschlossen. Bei den giftigen Arten (Fig. 520) dagegen treten im Oberkiefer die Giftzähne auf, die sich von den übrigen Zähnen durch ihre besondere Grösse und ihre Verbindung mit einer umfangreichen Giftdrüse unterscheiden. Der Ausführgang der Drüse mündet an der Basis des Zahns; das Gift, welches aus ihm beim Biss in Folge des durch die Kaumuskeln auf die Drüse ausgeübten Drucks hervorquillt, wird auf der vorderen Seite des Zahns entweder durch eine Rinne (Furchenzähne) bis zur Spitze fortgeleitet (Fig. 521 *A*) oder, wenn die Ränder der Rinne mit einander verwachsen (Fig. 521 *B*), durch einen an Basis und Spitze geöffneten Canal (Röhrenzähne). Bei Schlangen mit Furchenzähnen finden sich vor oder hinter denselben noch gewöhnliche Zähne; hat sich der Giftzahn dagegen zum Röhrenzahn vervollkommen, so ist er der einzige funktionirende Zahn des kleinen, ihm als Sockel dienenden Oberkiefers (Fig. 520), während einige an Grösse abnehmende Zähne, welche hinter ihm stehen können, nur zum Ersatz bestimmt sind.

Aus der inneren Anatomie verdient die asymmetrische Beschaffenheit der Lungen Beachtung. Schon bei den *Riesenschlangen* ist eine Lunge (wahrscheinlich die linke) erheblich kleiner als die andere; sie ist bei *Nattern* und *Giftschlangen* rudimentär oder ganz geschwunden. Bei den *Typhlopiden* scheint umgekehrt die rechte rückgebildet zu werden. Die bei *Sauriern* stets vorhandene Harnblase fehlt. Die Excrete, vorwiegend Harnsäure, gelangen als feste Masse in die Cloake und bilden den Haupttheil der Schlangenexcremente, da bei der ausserordentlich verdauenden Kraft des Schlangensmagens nur spärliche Faeces entleert werden.

I. Unterordnung. *Angiostomen*. Bei einer Reihe kleiner, in der Erde wühlender blinder Schlangen, *Typhlopiden*, ist die Mundspalte noch nicht dehnbar, da die Thiere von kleinen Insecten leben; Transversum fehlt, Reste vom Becken sind vorhanden. *Typhlops vermicularis* Merr.

II. Unterordnung. *Peropoden*. Die *Riesenschlangen* stehen den *Sauriern* am nächsten, da sie noch paarige Lungen und Stummeln von hinteren Ex-

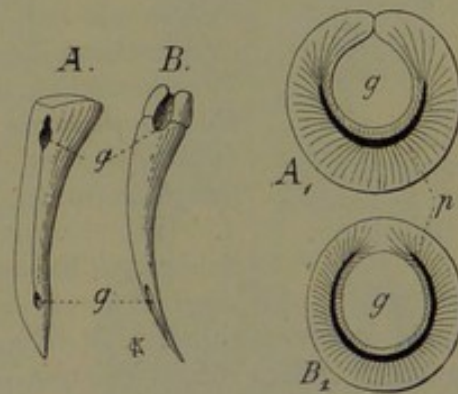


Fig. 521. Giftzähne. *A* Furchenzahn einer Brillenschlange, *B* Röhrenzahn einer Klapperschlange, *A*<sup>1</sup> *B*<sup>2</sup> die zugehörigen Querschnitte, *g* Giftcanal, *p* Pulpahöhle (nach Boas).



tremitäten, dagegen keine Giftzähne haben; sie erwürgen ihre Beutethiere durch ihre enorme Muskelkraft. *Python reticulatus* Schn., 6—9 m lang; *Boa constrictor* L., 4 m lang.

III. Unterordnung. *Colubriformien*. Natterartige Schlangen mit reichlicher Bezahnung des Oberkiefers, aber ohne Extremitätenstummeln. Die Thiere sind für den Menschen theils ungiftig, theils giftig, ohne dass es möglich wäre, zwischen beiden eine scharfe Grenze zu ziehen. Ungiftig sind die *Aglyphen*, bei denen keine Furchenzähne vorhanden sind: *Tropidonotus natrix* L., Ringelnatter, *Coronella austriaca* Laur., glatte Natter, *Coluber longissimus* Laur., Aesculapsschlange. Giftig sind die *Proteroglyphen*, da Furchenzähne vorhanden sind, die in der Nähe der Mündung der Giftdrüse am vorderen Ende des Oberkiefers stehen, gefolgt von einer Reihe gewöhnlicher Zähne. *Elapiden*: *Naja haje* L., Cleopatraschlange, *N. tripudians* Merr., Brillenschlange mit der Zeichnung eines Pincenez's auf dem Nacken. *N. bungarus* Schleg. (*Ophiophagus elaps*), die grösste, 4 m lange Giftschlange. *Hydrophiden*, Wasserschlangen mit ruderartig abgeplattetem Schwanz. *Hydrus platurus* L. Verdächtig giftiger Wirkung sind die *Opisthoglyphen*, bei denen einige der hintersten Oberkieferzähne gefurcht sind. *Dipsadiden*: *Dryophis prasinus* Boie.



Fig. 522. Kopf der Kreuzotter (n. Blanchard).

IV. Unterordnung. *Solenoglyphen*. Die giftigsten Schlangen haben einen starken, verkürzten, sockelförmigen Oberkiefer, auf dem nur ein einziger functionirender Röhrenzahn nebst einigen Reservezähnen sitzt (Fig. 520). *Viperiden*: *Vipera* (*Pelias*) *berus* L., Kreuzotter (Fig. 522), *V. aspis* L., *V. ammodytes* L., Sandvipere. *Crotaliden*, Grubenottern: *Crotalus durissus* L., von einer Anzahl raschelnder Hornanhänge am Schwanz Klapperschlange genannt.

### III. Ordnung. Rhynchocephalen.

Die *Rhynchocephalen* gleichen den Eidechsen nicht nur in ihrer gesammten Körperform (4 fünfzehige Extremitäten) und in der Beschuppung ihrer Haut, sondern auch in wichtigen anatomischen Merkmalen: Bau des Schultergürtels, Anordnung des Squamosum und der Palatinreihe (kein harter Gaumen), Anwesenheit der Columella (Epipterygoid), quere Cloakenspalte, Bau der Lunge. Zugleich leiten sie aber auch zu den *Hydrosauriern*, besonders den *Crocodilen* über, da ein doppelter Jochbogen vorhanden ist und das Quadratum am Schädel fest verwächst. Merkwürdig ist das mächtige Bauchsternum mit Bauchrippen und die Processus uncinati der ächten Rippen. Die Chorda ist sehr unvollkommen verdrängt. Da die *Rhynchocephalen* schon in den paläozoischen Formationen (*Proterosaurier* und *Mesosaurier* im Perm) auftreten und somit zu den ältesten Reptilien gehören, betrachtet man sie als die Stammformen sowohl der Eidechsen, als auch der Crocodile, vielleicht auch Schildkröten. Der einzige lebende Vertreter der Gruppe ist *Sphenodon* (*Hatteria*) *punctata* Gray auf kleinen Inseln bei Neu-Seeland.

Den Eidechsen stehen ferner sehr nahe die *Pythonomorphen* der Kreide, langgestreckte Meeresreptilien mit kräftigem Ruderschwanz und flossenartigen vorderen und hinteren Extremitäten.



## II. Unterklasse.

**Hydrosaurier.**

Die mit Vorliebe das Wasser aufsuchenden oder ausschliesslich daselbst lebenden *Crocodile* und *Schildkröten* werden unter dem Namen „Hydrosaurier“ vereint, weil sie in vielen wichtigen anatomischen Merkmalen übereinstimmen. Sie besitzen eine längsovale Cloakenspalte, an deren vorderem Ende ein unpaarer, erectiler, zur Begattung dienender Höcker liegt. Der Hautpanzer ist von ganz aussergewöhnlicher Festigkeit und sowohl aus Knochenplatten wie dicken Hornschildern gebildet. Auch der Schädel hat einen massiven Charakter, da die Knochen zu breiten Lamellen geworden und fest zusammengefügt sind, was besonders für das vollkommen unbewegliche Quadratbein gilt (Fig. 523). Weitere gemeinsame Merkmale des Schädels sind endlich der Jochbogen und der harte Gaumen, letzterer eine knöcherne Scheidewand, durch welche von der primitiven Mundhöhle eine die Nasenhöhle vergrössernde obere Etage abgetrennt wird. Die Scheidewand entsteht, indem die Praemaxillaria und Maxillaria von links und rechts horizontale, in der Mittellinie zusammenstossende Fortsätze (Gaumenfortsätze) aussenden. Bei den *Schildkröten* ist häufig zwischen die Maxillaria der Vomer in das Gaumendach eingefügt. Bei den *Crocodilen* wird die Scheidewand durch Fortsätze der Palatina und Pterygoidea nach rückwärts verlängert, so dass die Choanen weit hinten an der Schädelbasis münden.

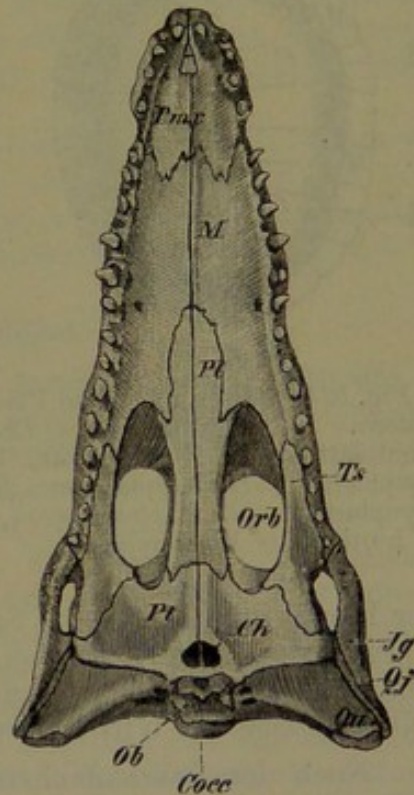


Fig. 523. Schädel eines *Crocodils*, von unten gesehen. *Pmx* Praemaxillare, *M* Maxillare, *Pl* Palatinum, *Ts* Transversum, *Pt* Pterygoid, *Jg* Jugale, *Qj* Quadrato-jugale, *Qu* Quadratum, *Ob* Basioccipitale, *Cocc* Condylus occipitalis, *Orb* Orbita, *Ch* Choane (aus Wiedersheim).

## IV. Ordnung. Chelonier, Schildkröten.

Die Schildkröten bilden eine schon durch ihre äussere Erscheinung scharf umschriebene Gruppe, da ihr auffallend gedrungener Körper in eine feste Skeletkapsel (Fig. 524, 525) eingeschlossen ist, aus welcher nur der Kopf, der Schwanz und die vier Beine hervorschauen. Die Kapsel besteht aus einer dorsalen, stark gewölbten und einer flacheren, ventralen Platte, die meist seitlich fest verbunden sind und Carapax (*A*) und Plastron (*B*) heissen. Die Grundlage beider Platten sind Knochentafeln, die in Längsreihen hinter einander stehen. Am Carapax unterscheidet man 5 Längsreihen, die medianen unpaaren Neuralplatten (*N*), so genannt, weil mit ihnen die Dornfortsätze verbunden sind, links und rechts die mit den Rippen zusammenhängenden Costalplatten (*C*), zu äusserst die selten fehlenden Marginalplatten (*M*). Das Plastron besteht aus



2 Knochenreihen, zwischen welche sich vorn ein unpaares Stück (als Episternum gedeutet) einschiebt; es steht mit dem inneren Skelet in keinem Zusammenhang, da ein Sternum fehlt, der Beckengürtel nur selten mit dem Plastron verwächst. Ueberzogen werden die Knochen-

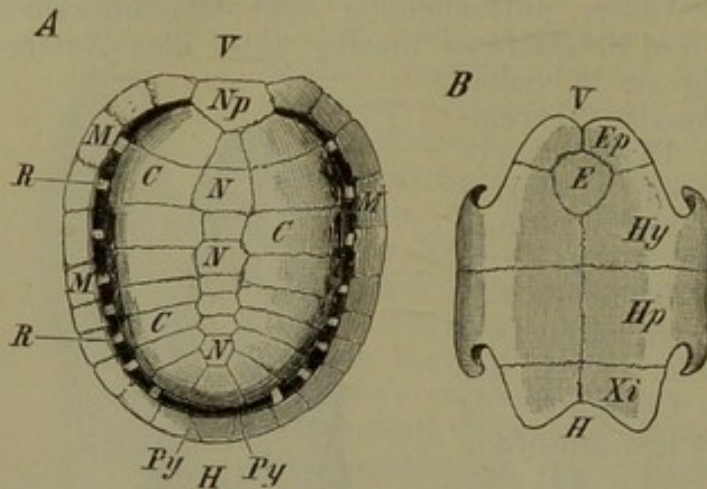


Fig. 524. Carapax (A) und Plastron (B) von *Testudo graeca*. N Neuralplatten, C Costalplatten, M Marginalplatten, Np Nuchalplatte, Py Pygalplatten, Ep Epiplastron, E Entoplastron, Hy Hyoplastron, Hp Hypoplastron, Xi Xiphoplastron, R Rippen, V vorn, H hinten (aus Wiedersheim).

reihen bei den meisten Schildkröten von Längsreihen von Hornschildern, deren Zahl und Anordnung im Allgemeinen mit der Zahl und Anordnung der Knochentafeln übereinstimmt, ohne dass jedoch die Grenzconturen beider zusammenfielen. Am knöchernen Panzer gewahrt man daher zweierlei Linien, die Nahtlinien der Knochentafeln, und dieselben schneidend, andere Linien, welche durch den Abdruck der Conturen der Hornplatten, „des Schildpatts“, hervorgerufen sind. — Nächst

der Panzerung ist für die Schildkröten am charakteristischsten die Rückbildung der Zähne; wie bei den *Vögeln* sind Oberkiefer und Unterkiefer von scharfen Hornscheiden umschlossen, welche bei manchen Formen selbst grösseren Wirbelthieren gefährlich werden können.

Nach der Beschaffenheit des Hautpanzers und der Beine stehen sich 2 Extreme gegenüber, *Land-* und *Seeschildkröten*; erstere haben plumpe Füße mit vorn 5, hinten 4 Krallen tragenden Zehen, letztere haben Ruder-

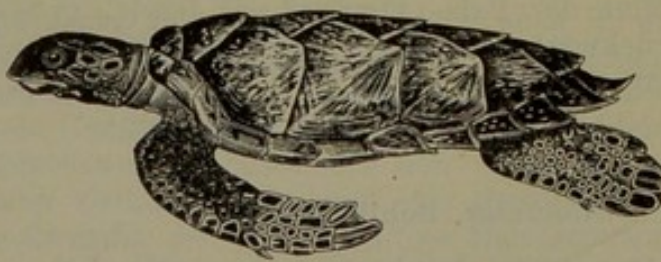


Fig. 525. *Chelone imbricata* (aus Hajek).

platten, an denen meist die Krallen fehlen; erstere zeigen Carapax und Plastron zu einer hochgewölbten Kapsel vereint, in welche Kopf, Schwanz und Beine zurückgezogen werden können; bei letzteren sind Carapax und Plastron schwach oder gar nicht verwachsen, flach gewölbt und unzu-

reichend, um Kopf und Beine zu bergen. Zwischen beiden Extremen vermitteln die Süsswasserschildkröten. Die ältere auf diese Unterschiede basirende Eintheilung ist in der Neuzeit durch ein anatomisches System ersetzt worden.

I. Unterordnung. *Trionychoideen*, in Flüssen lebende, äusserst räuberische Schildkröten mit weichen Lippen, deren Integument noch weichhäutig (kein Schildplatt) ist, deren Kiefer keine Hornscheiden besitzen; Carapax und Plastron sind nicht verwachsen; die Marginalia des Carapax fehlen. Die Füße sind Ruderplatten mit 3 Krallen. *Trionyx ferox* Sch.



II. Unterordnung. *Pleurodiren*. Becken mit Plastron und Carapax verwachsen; die Thiere schützen den Kopf, indem sie den Hals seitlich einbiegen. *Podocnemis expansa* Schw., *Chelys fimbriata* Schn.

III. Unterordnung. *Cryptodiren*. Die Extremitätengürtel verwachsen nicht mit der Kapsel, der Kopf wird durch eine S-förmige verticale Einkrümmung des Halses zurückgezogen. *Testudiniden* mit plumpen Füßen, Land- oder Sumpfbewohner: *Testudo graeca* L. *T. elephantina* D. B., gehört zu den mehrere Centner schweren Riesenschildkröten; *Emys orbicularis* L. (*Iutaria* Schn.), Sumpfschildkröte. *Cheloniden*, Meerschildkröten mit Ruderplatten. *Thalassochelys caretta* L. und *Chelone Midas* L., wegen ihres wohl-schmeckenden Fleisches und ihrer Eier gejagt; *Chelone imbricata* L. liefert allein das technisch verwerthbare Schildpatt.

IV. Unterordnung. *Atheca*. Eine Meerschildkröte, die 2 m grosse, bis zu 600 kg schwere *Dermochelys coriacea* L., unterscheidet sich von allen Schildkröten dadurch, dass der Carapax aus zahlreichen mosaikartigen Platten besteht und mit dem Axenskelet nicht verschmilzt; Haut lederartig.

## V. Ordnung. Crocodilier.

Die Crocodilier stehen vermöge ihres langgestreckten Körpers zu den gedrungenen Schildkröten in einem ausgesprochenen Gegensatz. Ihre Haut ist ebenfalls stellenweise von Knochentafeln fest gepanzert, welche aber nicht unter einander verschmelzen und von Hornschildern, die ihnen in der Abgrenzung entsprechen, überzogen werden. Die Ohröffnungen können durch Hautklappen, die Nasen durch wulstige Ränder geschlossen werden. Ein mit Rippen verbundenes Sternum ist vorhanden: an dasselbe schliesst sich nach rückwärts ein mit Abdominalrippen verbundenes Abdominalsternum an. Die zu einer langen Schnauze ausgezogenen Kiefer tragen zahlreiche kegelförmige Zähne, welche im Gegensatz zu den meisten übrigen Reptilien den Knochen nicht aufgewachsen, sondern in besonderen Alveolen eingekeilt sind (thecodont). — Ueber die Beschaffenheit des Geschlechtsapparats, Gaumens (Fig. 523) und des Herzens (Fig. 517) wurde schon oben das Nöthige gesagt.

Die Crocodile bewegen sich langsam auf dem Land, sind dagegen vermöge ihrer durch Schwimmhäute verbundenen Hinterzehen und eines kräftigen Ruderschwanzes vortreffliche Schwimmer. In die Cloake und am Unterkiefer münden paarige Hautsäcke (Moschusdrüsen). Die 3 recenten Familien *Crocodyliden* (*Crocodylus niloticus* Laur.), *Alligatoriden* (*Alligator mississippiensis* Daud.) und *Gavialiden* (*Gavialis gangeticus* Gm.) bilden nur ein Ueberbleibsel einer in früheren Perioden der Erdgeschichte formenreichen Gruppe.

## Anhang.

Eine wesentliche Bereicherung hat die Kenntniss der Reptilien durch paläontologische Funde erfahren, welche uns zum Theil mit ganz neuen, nicht mehr existirenden Ordnungen, zum Theil mit Bindegliedern zwischen den recenten Ordnungen bekannt gemacht haben. Den Sauriern schliessen sich an die in Jura und Kreide häufigen *Pterosaurier* oder *Flugsaurier* (*Pterodactylus elegans* A. Wagn.), welche durch ihr Flugvermögen, die pneumatische Beschaffenheit der Knochen und die Gestalt ihres Schädels an die Vögel erinnerten, sich aber von ihnen dadurch wesentlich unterschieden, dass sie keine Federn hatten und nach Art der Fledermäuse mit einer Flughaut flogen, welche sich zwischen dem Rumpf und den



vorderen und hinteren Extremitäten ausdehnte und durch den enorm langen, fünften Finger der Hand gespannt wurde.

Durch schnauzenartig ausgezogene Kiefer, in denen die Zähne in Alveolen oder Rinnen eingekeilt waren, feste Verbindung des Quadratbeins mit dem Schädel, massiven Charakter der Schädelknochen erinnerten die häufig riesigen *Plesiosaurier* und *Ichthyosaurier* an die Crocodile; beide in Trias, Lias und Jura besonders ausgebildeten Gruppen bestanden aus räuberischen Meeresbewohnern mit flossenartig gestalteten Extremitäten nach Art der *Cetaceen*; die *Plesiosaurier* waren schlank mit langer Halswirbelsäule, die *Ichthyosaurier* von gedrungener Körperform mit senkrechter Rücken- und Schwanzflosse, zum Theil sicher vivipar. (*Plesiosaurus macrocephalus* Ow., *Ichthyosaurus communis* Conyb.) Einen besonders massiven Charakter endlich erreichte das Reptilienskelet bei den theils paläozoischen, theils mesozoischen *Theromorphen* und den ausschliesslich mesozoischen *Dinosauriern*. In beiden Gruppen war die Zahl der Sacralwirbel gewöhnlich auf 3–6 (selten 10) vermehrt. Unter den *Theromorphen*, bei denen sich noch Anklänge an *labyrinthodonte* Amphibien ergeben, stehen die *Anomodontien* den Schildkröten sehr nahe, indem die Bezahnung ganz (*Oudenodon*) oder bis auf 2 Zähne im Oberkiefer (*Dicynodon pardiceps* Owen) rückgebildet und wahrscheinlich durch Hornscheiden ersetzt war; auch besaßen sie einen harten Gaumen, gebildet von Praemaxillaria, Maxillaria, Palatina und Vomer und plumpe Extremitäten wie die Schildkröten. Andere Formen (*Theriodontien*) entwickelten ein heterodontes Gebiss ähnlich den *Säugethieren*, mit denen sie auch sonst viel Aehnlichkeit besitzen. Die *Dinosaurier* waren die riesigsten Landthiere, welche je gelebt haben; manche von ihnen waren 12–30 m lang und 4–6 m hoch (*Brontosaurus excelsus* Marsh, *Triceratops flabellatus* Marsh, *Iguanodon Bernissartensis* Boul.); gewisse Dinosaurier (*Theropoden*, *Ornithopoden*) gelten für Vorläufer der Vögel nicht nur wegen der Pneumaticität der Knochen, sondern auch wegen des nach rückwärts gerichteten, dem Os ischii parallelen Os pubis und der beginnenden Verschmelzung der Tarsalia mit der Tibia und den Metatarsen (Intertarsalgelenk von *Compsognathus longipes* A. Wagn.).

## VI. Classe.

### Aves, Vögel.

Die Vögel stehen den *Reptilien* besonders im Bau ihres Skelets so nahe und sind mit ihnen durch so manche ausgestorbene Zwischenformen verbunden, dass von vielen Seiten eine Vereinigung beider Classen unter dem Namen „*Sauropsiden*“ befürwortet worden ist. Bei aller Anerkennung dieser nahen Verwandtschaft müssen wir jedoch daran festhalten, dass die Classe vermöge der eigenthümlichen Ausbildung ihrer Flugorgane und der Befiederung der Haut einen scharf umschriebenen, einheitlichen Charakter gewonnen hat, welcher eine gesonderte Behandlung nöthig macht.

Die Haut der Vögel ist an manchen Stellen, wie z. B. am unteren Ab-  
 Integument. schnitt der hinteren Extremitäten, noch nach Art der *Reptilien* mit Hornschuppen und Schildern, an den Spitzen der Zehen auch mit Krallen, welche aber an den Flügeln in der Regel fehlen, bewehrt; an den meisten Stellen der Körperoberfläche ist sie aber zart und dünn, da die Lederhaut und das Stratum corneum schwach entwickelt sind. Periodische Häutungen



finden nicht mehr statt, indem die Hornschicht wie bei *Säugethieren* eine allmähliche Erneuerung erfährt. Diese Beschaffenheit der Haut steht in Zusammenhang mit dem Auftreten des schützenden Federkleids.

Die Vogelfeder ist wie das Haar der Säugethiere ein ausschliessliches Horngebilde, nur von viel complicirterem Bau. Die Hornsubstanz bildet eine feste Axe, den Federkiel oder Scapus, von welchem links und rechts seitliche Fortsätze, die Aeste oder Rami, ausgehen. Der Federkiel ist solid, soweit er die Aeste trägt (Rhachis oder Schaft), am unteren Abschnitt dagegen ist er hohl (Calamus oder Spule). Der Calamus ist tief in die Lederhaut eingelassen, in den Federbalg, und mit Muskelchen versehen, die die Bewegungen der Feder (Sträuben des Gefieders, Ausbreiten der Schwung- und Steuerfedern an Flügel und Schwanz) veranlassen. Sein Hohlraum ist bei vielen ausgebildeten Federn bis auf trockene Gewebsüberreste (die „Federseele“) leer; bei jungen, noch wachsenden Federn ist er ausgefüllt von einem blutgefässreichen Bindegewebe, der Federpapille, welche zum Zwecke der Ernährung von der Lederhaut aus in das basale Ende des Scapus eindringt. Man kann daher die Feder auffassen als einen langen Hornauswuchs der Haut, welcher auf einer Papille der Lederhaut sich entwickelt hat und von der Oberfläche aus eine Strecke weit in die Lederhaut eingesenkt worden ist, eine Auffassung, die vollkommen der Entwicklung der Federn entspricht und die Gleichartigkeit derselben mit den Schuppen darthut. — Bei manchen Vögeln (*Casuar*) kommen aus demselben Federbalg zwei gleich gut entwickelte Federn. Rückbildung der einen macht es verständlich, dass bei vielen Vögeln das Rudiment einer zweiten Feder, der Afterschaft oder die Hyporhachis, der Federaxe von unten angefügt ist.

Federn.

Bei den Contourfedern (*Pennae*) schliessen die Aeste (*Rami*) grösstentheils zur Federfahne (*Vexillum*) dicht zusammen; sie liegen links und rechts vom Schaft einander genau parallel und wiederholen — ein jeder einzelne für sich — im Kleinen das Bild, welches die gesammte Feder ergiebt; wie diese mit den Aesten, sind die Aeste in fiederiger Anordnung links und rechts mit den Radien ausgerüstet. Die Radien bedingen den festen Zusammenschluss des *Vexillum*, da bei der grossen Nähe benachbarter Aeste die zugewandten Radien sich in ihrem Verlauf kreuzen und decken; dabei greifen die hinteren mit gebogenen Zähnen (*Radioli*) oder Häkchen von oben zwischen die vorderen ein. — Von den Contourfedern unterscheiden sich die Dunen (*Plumae*) durch den Mangel der *Radioli* und die lockere Anordnung der Aeste. — Da die Federn aus Hornsubstanz bestehen, deren Zellen fest zusammenhalten und sich nur bei den Puderdunen allmählig abschilfern, unterliegen sie denselben Bedingungen wie das Schuppenkleid der *Lepidosaurier*; alljährlich müssen die Federn abgeworfen und durch neu entstehende ersetzt werden (*Mauser*).

Junge Vögel oder Vogelebryonen besitzen zunächst nur Dunen; erst später entstehen die Contourfedern in regelmässiger Anordnung in den Federfluren oder *Pterylen*, zwischen denen die *Raine* oder *Apterien* übrig bleiben, in welchen keine Contourfedern auftreten (Fig. 526). Die meisten Contourfedern bilden, indem sie sich dachziegelartig über einander legen, die feste Decke des Gefieders, unter welcher die Dunen oder Uebergänge zu Contourfedern, die Halbdunen, als ein wärmendes Futter liegen (Fig. 527). Ausser diesen Deckfedern oder *Tectrices* (*D, D*) unterscheidet man noch die grossen, zum Flug dienenden Contourfedern



des Flügels, die Remiges oder Schwungfedern, und die den Flug steuernden Schwanzfedern, Rectrices oder Steuerfedern (*Sz*). Die grossen Schwungfedern bilden die Grundlage des Flügels und entspringen von dem der Hand correspondirenden Abschnitt der vorderen Extremität (Carpus, Metacarpus, Phalangen) — Handschwingen (*HS*) — und vom Unterarm

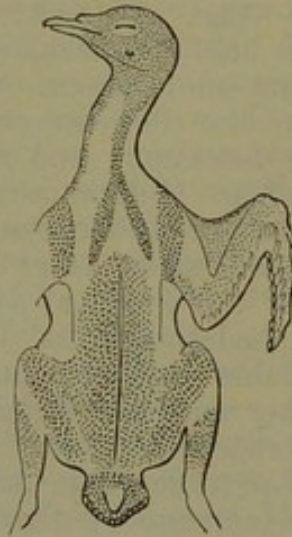


Fig. 526.

Fig. 526. Federfluren und Raine der Taube vom Rücken (aus Leunis-Ludwig).



Fig. 527.

Fig. 527. Das Gefieder von *Falco lanarius* (aus Schmarda). *HS* Handschwingen, *AS* Armschwingen, *EF* Eckflügel (Alula), *SF* Schulterfittich (Parapterum), *D*, *D'*, *D''*, Deckfedern, *Sz* Steuerfedern (Rectrices), *Bz* Bürzel, *L* Lauf, *Zh* Zehen, *N* Nacken, *Br* Brust, *Ba* Bauch, *K* Kehle, *W* Wange, *H* Hinterhaupt, *Sch* Scheitel, *St* Stirn, *WH* Wachshaut mit Nasenlöchern *F* Firste des Oberschnabls, *Di* Dillenkaute des Unterschnabls.

— Armschwingen (*AS*). — Sie sind an ihrer Basis von Deckfedern (*D*, *D'*, *D''*) und den vom Oberarm entspringenden Contourfedern, dem Parapterum oder Schulterfittich (*SF*), zugedeckt. Ein kleiner Schopf von Federn, welcher am ersten Finger ansitzt, bleibt von den Handschwingen getrennt als Eckflügel (*EF*) oder Alula. Besonders bei Wasservögeln werden die Federn mit dem öligen Secret einer besonderen, am Grund des Schwanzes über dem Steissbein liegenden paarigen Drüse, der Bürzeldrüse, eingölt.

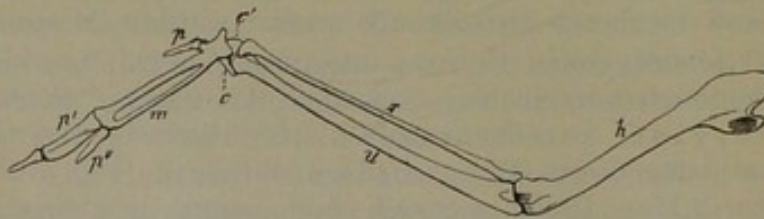


Fig. 528. Flügelskelet des *Storches* (nach Gegenbaur). *h* Humerus, *r* Radius, *u* Ulna, *c*, *c'* Carpalia der ersten Reihe, *m* verschmolzene Carpalia der zweiten Reihe und Metacarpus, *p*, *p'*, *p''* Phalangen der 3 ersten Finger.

Indem die Federn nicht nur Schutzorgane sind, sondern auch gewöhnlich den Vogel zu andauerndem Flug befähigen, vermitteln sie eine ganz besondere Lebensweise, unter deren Einfluss fast sämtliche übrigen Or-



gane stehen. Mit dem Flugvermögen ist die Beschaffenheit des Skelets, der Athmungsorgane, ja zum Theil selbst der Sinnesorgane und des Hirns in Zusammenhang zu bringen.

Da die Federn der Flügel ähnlich den Flossen ein einheitlich wirkendes Ruder darstellen, vereinfacht sich das Skelet der vorderen Extremität (Fig. 528): 1) durch Rückbildung der Finger, von denen nur drei mit äusserst reducirter Phalangenzahl ( $p$ ,  $p'$ ,  $p''$ ) übrig bleiben; 2) durch Verschmelzung der zugehörigen Metacarpen ( $m$ ) unter einander und mit den anschliessenden Handwurzelknochen. Dagegen wird, um die nöthige Energie der Bewegungen und die möglichst vollkommene Uebertragung derselben auf den Körper herbeizuführen, die Befestigung an die Skeletaxe erhöht durch besondere Ausbildung aller hierbei in Betracht kommenden Theile. Im Schultergürtel (Fig. 529) sind alle drei Knochen von grosser Festigkeit, eine säbelförmige Scapula ( $s$ ), ein säulenförmiges Coracoid ( $c$ ) und endlich eine Clavicula, welche gewöhnlich mit der der anderen Seite am sternalen Ende verschmilzt und den für die meisten Vögel so charakteristischen Gabelknochen, die Furcula ( $f$ ), liefert. Clavicula und Coracoid verbinden sich mittelst Bänder oder direct mit dem breiten Sternum ( $st$ ), dessen Vorderfläche sich zu einem longitudinalen Knochenkamm, der Carina oder Crista sterni ( $crs$ ), erhebt, um den Flugmuskeln, namentlich dem grossen Brustmuskel möglichst viel Ursprungspunkte zu liefern. Je entwickelter das Flugvermögen, desto ansehnlicher ist daher im Allgemeinen die Crista sterni; doch kann für mangelhafte Entwicklung der Carina eine Compensation auch durch enorme Verbreiterung der Sternalplatte erzielt werden (*Albatross*). Den Laufvögeln fehlt die Crista gänzlich. — Für die Festigkeit des Brustkorbs und seiner Verbindung mit der Wirbelsäule ist es von Wichtigkeit, dass die aus einem sternalen und vertebrale Stück bestehenden Rippen am vertebrale Stück die Processus uncinati tragen, welche sich über die folgende Rippe hinüberschieben.

Da die vorderen Extremitäten nicht mehr zum Gehen dienen, fällt das Tragen der Körperlast beim Gehen ausschliesslich den hinteren Extremitäten zu. Dadurch werden abermals zwei auffällige Charaktere des Vogelskelets veranlasst, die breite Verbindung des Beckens mit der Wirbelsäule und die Vereinfachung des Skelets der freien Extremität. Das Darmbein ( $il$ ) steht bei den Embryonen der Vögel nur mit den zwei schon bei den *Reptilien* vorhandenen Sacralwirbeln in Verbindung, dehnt sich aber später nach vorn in die

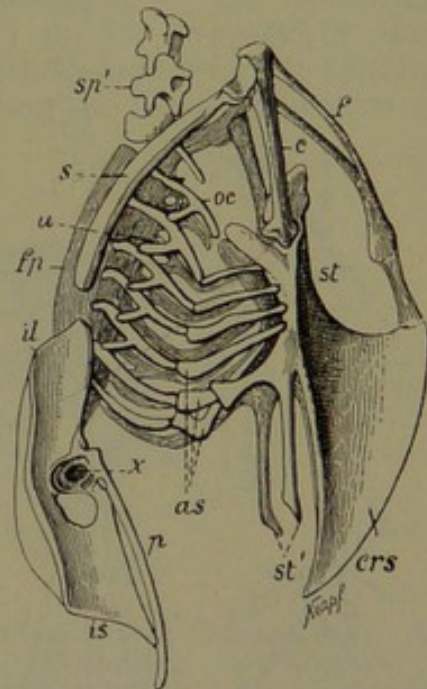


Fig. 529. Brustkorb, Schultergürtel und Becken vom Storch (nach Gegenbaur).  $st$  Brustbein,  $st'$  Abdominalfortsätze desselben,  $crs$  Crista sterni,  $f$  Furcula (verschmolzene Schlüsselbeine),  $c$  Coracoid,  $s$  Scapula,  $os$  sternale,  $co$  vertebrale Theile der Rippen,  $u$  Processus uncinati der vertebrale Theile,  $sp$  Dornfortsatz des ersten Brustwirbels,  $fp'$  verschmolzene Dornfortsätze der übrigen Brustwirbel,  $il$  Darmbein,  $is$  Sitzbein,  $p$  Schambein,  $x$  Hüftgelenk.



Lenden-, selbst in die Brustregion, nach hinten in die Caudalregion aus, mit immer neuen Wirbeln verwachsend, so dass insgesamt 9 bis 22 Wirbel in die Verbindung eintreten können; linke und rechte Darmbeine treffen häufig dorsal von der Wirbelsäule noch zusammen. Diese ausgedehnte Verwachsung des Beckens mit dem Axenskelet wird verständlich, wenn wir bedenken, dass die Wirbelsäule der Vögel, trotzdem sie beim Gehen ausschliesslich auf den Beinen ruht, nicht wie beim Menschen zur senkrechten Haltung aufgerichtet wird, sondern stets zum Boden geneigt bleibt; sie trägt sich daher nicht in sich, sondern kann nur durch starke Befestigung an dem Beckengürtel ihre Stellung beibehalten. Die unteren Theile des Beckens, Scham- und Sitzbein (*p* und *is*), sind dadurch ausgezeichnet, dass beide von der Gelenkpfanne aus rückwärts und einander parallel stehen, und dass linke und rechte Stücke nur ausnahmsweise (zweizehiger *Strauss*) ventral in einer Symphyse verwachsen.

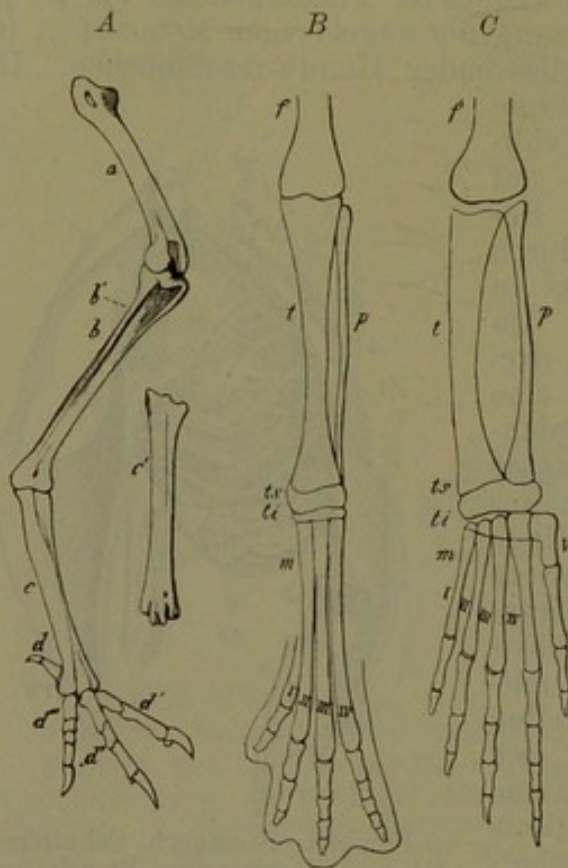


Fig. 530. A Hintere Extremität von *Buteo vulgaris*; *a* Femur, *b* Tibiotarsus, *b'* Rest der Fibula, *c* Tarsometatarsus, *d*, *d'*, *d''*, *d'''* die Zehen, *c'* getrennte Darstellung des Tarsometatarsus. B und C Unterschenkel und Fuss eines Vogel-embryo (B) und einer Eidechse (C), um die Entstehung des Intertarsalgelenks zu erklären: *f* Femur, *t* Tibia, *p* Fibula, *ts* Tarsale der ersten Reihe (Talus), *ti* Tarsalia der zweiten Reihe, *m* Metatarsus, I—V die einzelnen Stücke desselben (aus Gegenbaur).

heitlich fortleitenden Knochen ersetzt wird (Fig. 530). Daher bildet sich die im Embryo (B) vorhandene Fibula bis auf unbedeutende Reste zurück; es verschmelzen die im Embryo (B) getrennten Metatarsen unter einander zum Laufknochen (A, *c*), der so viele Gelenkflächen hat, als er Zehen trägt (da die 5. sich nur noch embryonal anlegt, höchstens 4, oft nur 3, selbst 2) (*d*—*d'''*); schliesslich verschwinden die Tarsalien und zwar ebenfalls durch Verschmelzung mit benachbarten Skeletttheilen. Da schon bei den *Reptilien* (Fig. 530 C) ein Theil der Tarsalien (*ts*) bei der Bewegung dem Unterschenkel, ein anderer Theil (*ti*) dem Fuss folgt, vollzieht sich die Verschmelzung bei den von den *Reptilien* abstammenden Vögeln in der Weise, dass von den beiden embryonalen Tarsalstücken das proximale (B, *ts*) mit der Tibia zum Tibiotarsus, das

Im Bau der hinteren Extremität begegnen wir ähnlichen Erscheinungen, wie wir sie bei *Hufthieren* wiederfinden werden. Der Druck der Körperlast begünstigt es, dass der einheitliche Charakter, welcher dem Skelet des Oberschenkels zukommt, sich auch auf Unterschenkel und Fuss überträgt, und dass die in diesen Abschnitten herrschende Vielzahl der Knochen durch einen einzigen, den Druck ein-

heitlich fortleitenden Knochen ersetzt wird (Fig. 530). Daher bildet sich die im Embryo (B) vorhandene Fibula bis auf unbedeutende Reste zurück; es verschmelzen die im Embryo (B) getrennten Metatarsen unter einander zum Laufknochen (A, *c*), der so viele Gelenkflächen hat, als er Zehen trägt (da die 5. sich nur noch embryonal anlegt, höchstens 4, oft nur 3, selbst 2) (*d*—*d'''*); schliesslich verschwinden die Tarsalien und zwar ebenfalls durch Verschmelzung mit benachbarten Skeletttheilen. Da schon bei den *Reptilien* (Fig. 530 C) ein Theil der Tarsalien (*ts*) bei der Bewegung dem Unterschenkel, ein anderer Theil (*ti*) dem Fuss folgt, vollzieht sich die Verschmelzung bei den von den *Reptilien* abstammenden Vögeln in der Weise, dass von den beiden embryonalen Tarsalstücken das proximale (B, *ts*) mit der Tibia zum Tibiotarsus, das



distale (*ti*) mit dem Laufknochen zum Tarsometatarsus verwächst. So entsteht das für die *Vögel* so charakteristische Intertarsalgelenk.

Rücksichtlich der Wirbelsäule ist noch nachzutragen, dass die Wirbel mit einander sogenannte Sattelgelenke bilden, dass hinter dem Becken nur wenige Caudalwirbel übrig bleiben, welche theilweise zu dem die Steuerfedern tragenden Pygostyl verschmelzen, dass sich entsprechend der gut entwickelten Halsregion viele Halswirbel (darunter Atlas und Epistropheus) finden, welche mit Ausnahme der letzten zwei mit den zugehörigen Halsrippen verschmelzen. — Der Schädel (Fig. 531) ähnelt sehr dem Eidechsenschädel in der Anwesenheit eines unpaaren Condylus occipitalis, in der beweglichen Anfügung des Quadratum an die Schädelkapsel und der Umbildung des Hyomandibulare zu

Schädel- und  
Wirbelsäule

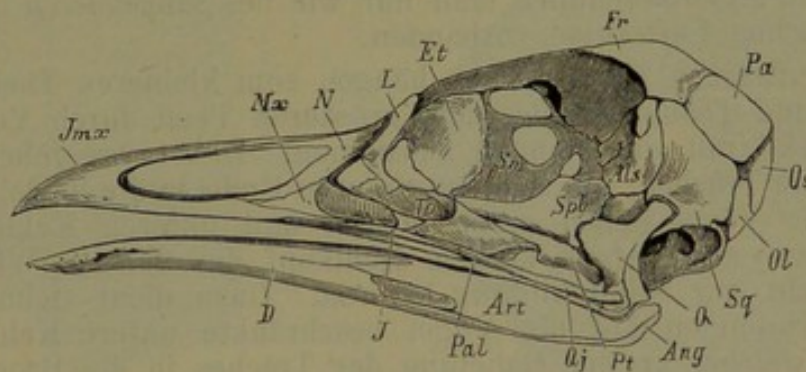


Fig. 531. Schädel einer jungen *Trappe* (aus Claus'. *Imx* Praemaxillare, *Mx* Maxillare, *N* Nasale, *L* Lacrymale, *Et* Mesethmoid, *Fr* Frontale, *Pa* Parietale, *Os* Supraoccipitale, *Ol* Exoccipitale, *Sq* Squamosum, *Q* Quadratum, *Als* Alisphenoid, *Spb* Basisphenoid und Praesphenoid, *Sm* Interorbitalseptum, *Ang* Angular, *Pt* Pterygoid, *Qj* Quadratojugale, *Art* Articulare, *Pal* Palatinum, *J* Jugale, *D* Dentale.

einem schlanken Hörknochen (Columella). Dagegen fehlt das Transversum; die Schädelkapsel ist, dem Wachsthum des Hirnes folgend, geräumiger geworden, vollkommener durch frühzeitig verschmelzende Knochen abgeschlossen und durch Verlagerung des Gelenkhöckers auf die untere Seite fast rechtwinklig zur Axe der Wirbelsäule gestellt. Zähne fehlen bei den lebenden Vögeln, finden sich aber bei den fossilen *Odontornithes* und *Saururen*; für den Zahnmangel sind Ober- und Unterkiefer durch harte, schneidende Hornscheiden entschädigt. Die Hornscheide des Oberkiefers verlängert sich häufig auf der Aussen-seite in einen weichen Hornüberzug, die Wachshaut oder das Ceroma (Fig. 528 *WH*).

Die Hirnkapsel der Vögel besteht aus den 4 Occipitalia, ferner an der Basis aus Basi- und Präsphenoïd (letzteres wird auch sammt 2 verschmelzenden Basitemporalia als Parasphenoid gedeutet), dorsal aus den Parietalia und Frontalia, seitlich den Prootica, den Alisphenoidea und Orbitosphenoidea. Auch das breite Squamosum ist der Hirnkapsel eingefügt. Im Interorbitalseptum liegt ein mächtiges Mesethmoid, auf der Nasenkapsel die Nasalia, an sie anschliessend die Lacrymalia. Das Quadratbein articulirt am Squamosum. Von ihm erstreckt sich nach vorn 1) die Palatinreihe (Pterygoid, Palatinum, Vomer), 2) der Jochbogen, Quadratojugale und



Jugale zur Kieferreihe (Maxillare und Praemaxillare). Letztere sind der Ethmoidalregion beweglich angeschlossen, so dass beim Oeffnen des Schnabels nicht nur der Unterkiefer abwärts, sondern auch der Oberkiefer aufwärts bewegt wird.

## Pneumaticität.

Ein wichtiger Gesamtcharakter des Vogelskelets ist die pneumatische Beschaffenheit desselben. An Stelle von Knochenmark und Knochengewebe füllen namentlich bei gut fliegenden Formen Lufträume das Innere der Knochen mehr oder minder aus, so dass nur die den Markraum umgebenden Rindenschichten, auf denen die Trag- und Stützkraft des Knochens beruht, erhalten bleiben. So werden grösstmögliche Festigkeit und Leichtigkeit des Knochengerüsts vereinigt. Bei *Buceros* und *Palamedea* sind sämtliche Knochen pneumatisch; bei anderen, beim *Pelecan*, *Sula*, *Tachypetes* etc. sind nur die Phalangen der Zehen markhaltig. Bei *Pinguin* und *Apteryx* endlich sind nur wie bei *Säugethieren* in manchen Schädelknochen Lufträume vorhanden.

## Eingeweide.

Die Lufträume der Knochen hängen zum kleineren Theil (Schädel) mit Nase und Trommelhöhle, zum grösseren Theil durch Vermittelung der Luftsäcke mit den Lungen zusammen. In letztere führt eine auffallend lange Trachea, die sich am unteren Ende in die beiden Bronchen gabelt. Die Vögel haben einen oberen und unteren Kehlkopf. Der erstere (*Larynx*) entspricht dem Kehlkopf der übrigen Wirbelthiere; er wird nicht zur Stimmbildung benutzt. Dazu dient vielmehr der in seinem Vorkommen auf die Vögel beschränkte untere Kehlkopf oder *Syrinx*, welcher an der Gabelung der Trachea in die Bronchen liegt und gewöhnlich von Trachea und Bronchen gemeinsam, seltener nur von der Trachea oder nur von den Bronchen gebildet wird. Seine Stimmbänder werden von besonderen Muskeln gespannt, welche bei Singvögeln eine besonders complicirte Anordnung haben. Die unverhältnissmässig kleinen Lungen treiben auf ihrer Oberfläche, wie das besonders bei Embryonen gut zu sehen ist (Fig. 532), Aussackungen, die Luftsäcke, welche später gewaltige, dünnwandige Luftreservoirs werden und bei der Präparation leicht abreißen, so dass dann auf der Oberfläche der Lungen grosse Oeffnungen entstehen (Fig. 533 1–5). Meist sind 5 Paar Luftsäcke vorhanden, die hauptsächlich im Cölon liegen, mit Aussackungen aber auch zwischen die Muskeln (Brust und Achselregion) dringen und schliesslich auch in die Knochen hineingelangen.

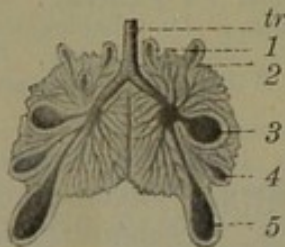


Fig. 532. Entwicklung von Trachea, Lungen und Luftsäcken des Hühnchens (nach Selenka). *tr* Trachea, 1–5 die Luftsäcke (vgl. Fig. 533).

Die schwammig aussehenden Lungen der Vögel liegen beiderseits der Wirbelsäule zwischen die Rippen eingefalzt und mit ihnen fest verbunden. Beim Eintritt in die Lunge verliert der Bronchus (Fig. 533 *br*) seine Knorpelstützen und erweitert sich zum Vestibulum (*v*), geht dann als Mesobronchus (*mb*) in die Tiefe nach rückwärts und endet in den abdominalen Luftsack (5). Ein Seitenzweig versorgt den hinteren subcostalen Luftsack (4). Vom Vestibulum wie vom Mesobronchus gehen secundäre Bronchen aus: a) 3–5 Entobronchen (I–IV), welche die übrigen Luftsäcke versorgen; b) 6 oder mehr Ektobronchen. Von den secundären Bronchen, zum Theil aber auch vom Mesobronchus entspringen die ter-



tiären Bronchen oder „Lungenpfeifen“, dicht neben einander und vorwiegend rechtwinklig zu jenen; sie verlaufen parallel und anastomosiren vielfach unter einander. Jede Lungenpfeife hat eine dicke spongiöse Wand, weil (Fig. 534) in dieselbe von dem centralen Luftraum reichliche Aussackungen, die luftführenden, dicht von Capillaren umspinnenen Lungenbläschen, ausgestülpt sind.

Das Einathmen der Vögel erfolgt durch Heben des Brustkorbes, bei welchem die winklig eingeknickten Rippen mehr gestreckt werden und der Sterno-Vertebraldurchmesser sich vergrößert (active Inspiration), das Ausathmen durch Senken des Brustkorbes (active Expiration). Dadurch

Fig. 533.

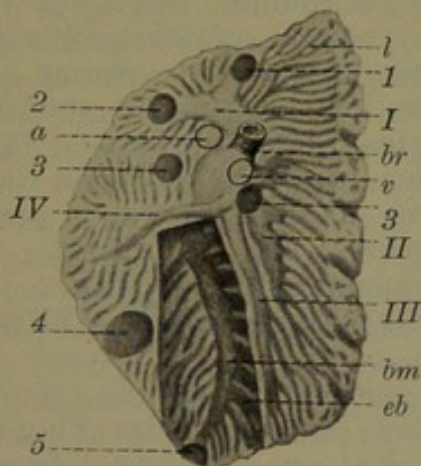


Fig. 534.

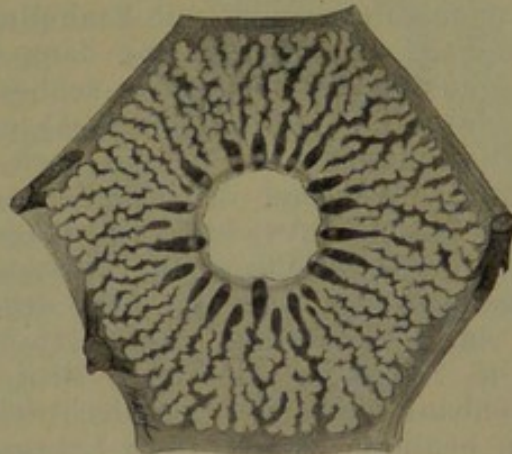


Fig. 533. Rechte Lunge des Huhns, etwas schematisirt. Die Darstellung ist so gedacht, als ob ein Fenster herausgeschnitten wäre, um den Mesobronchus mit seiner Verästelung sichtbar zu machen. *br* Bronchus, der sich zum Vestibulum erweitert, *mb* der in der Verlängerung gelegene Mesobronchus mit den davon ausgehenden Ekto-bronchien (*eb*). I–IV die aus dem Vestibulum entspringenden Entobronchen (der zweite ist nicht bezeichnet), *l* Lungenpfeifen, 1–6 Eingänge in die Luftsäcke, 1 cervical, 2 interclavicular, 3 vorderer subcostaler, 4 hinterer subcostaler, 5 abdominaler Luftsack. *a* Arteria, *v* Vena pulmonalis.

Fig. 534. Querschnitt durch eine Lungenpfeife (nach F. E. Schulze).

werden die mit den Rippen fest verbundenen Lungen, trotz ihrer geringen Elasticität abwechselnd ausgedehnt und verkleinert, sicherlich zugleich auch die Lungensäcke, welche wegen ihrer schlechten Blutversorgung nicht selbst respiratorisch, sondern nur wie anhängende Blasebälge wirken können. Es ist wahrscheinlich, dass bei den Flugbewegungen der Vögel besonders die subpectoralen und axillaren Luftsäcke beim Flügelschlag diese Blasebälgbewegungen ausüben, anderweitige Respirationsbewegungen überflüssig machen und die für den Flug wichtige Ruhestellung des Thorax in Inspirationsstellung ermöglichen. Schliesst man die Trachea und öffnet man den Luftcanal des Oberarmbeins, so kann der Vogel durch letzteren athmen.

Der Blutkreislauf der Vögel ist aus dem der *Reptilien* durch völlige Scheidung von Lungen und Körperkreislauf entstanden. Von den dort vorhandenen 3 grossen Arterienstämmen ist die Pulmonalis und der rechte aus der linken Kammer kommende Aortenbogen erhalten, der linke venöse Bogen rückgebildet. Die Scheidewand zwischen den Herzkammern ist vollständig. — Am Darm (Fig. 57) fällt die Anwesenheit



eines Kropfes (*b*), welcher indessen nicht immer vorhanden ist, eines drüsigen Vormagens (*c*) und eines muskulösen Kaumagens (*d*), sowie zweier, langer selten rudimentärer Blindschläuche am Uebergang von Dünn- und Dickdarm (*k*) auf. Leber (*e*) mit Gallenblase (*f*), Pankreas (*g*) und Milz sind vorhanden. In den Enddarm (Cloake) münden von hinten: ein Blindsack, die Bursa Fabricii, die paarigen Ureteren (*m*) und die Geschlechtswege (*n*). Letztere zeigen im weiblichen Geschlecht das Eigenthümliche, dass der rechte Oviduct sammt dem zugehörigen Ovar rückgebildet wird, während die entsprechenden linken Theile sich um so kräftiger entwickeln. Da bei den Vögeln eine Begattung stattfindet, werden die grossen dotterreichen Eier (das „Gelbei“ des „Vogeleies“) schon in den Eileitern befruchtet (Fig. 96). Indem sie langsam die letzteren passiren, werden sie durch Drüsen der ausweiteten Eileiterwand mit Umhüllungen versehen, zunächst mit einer dicken Lage von Eiweiss (*w*), dann mit der Schalenhaut (*ism* und *sm*), welche aus zwei auf einander schliessenden und nur am abgerundeten Eipol durch die Luftkammer (*ach*) getrennten Blättern besteht. Dazu kommt schliesslich im Uterus noch die den Abschluss bildende Kalkschale (*s*). Während der Wanderung durch die Ausführwege spielen sich die ersten Entwicklungsvorgänge, Furchung und Gastrulation, ab, welche bei der Eiablage in Stillstand gerathen und erst wieder von Neuem beginnen, wenn die Eier der zur Entwicklung nöthigen Wärme, meist durch Bebrütung, ausgesetzt werden.

Hirn- und  
Sinnesorgane.

Die Sorge für die junge Brut, das mit der Begattung im Zusammenhang stehende Geschlechtsleben und die durch das Flugvermögen bedingte complicirtere Lebensweise haben bei den Vögeln zu einer den *Reptilien* weit überlegenen Intelligenz geführt, die in der besseren Ausbildung des Hirnes und der Sinnes-

organe ihren Ausdruck findet. Am Hirn (Fig. 535) ist das Kleinhirn (*HH*) als das Centralorgan für die Coordination, das harmonische Ineinandergreifen der Körperbewegungen, ganz auffallend stark ausgebildet. Entsprechend gross sind auch die Grosshirnhemisphären (*VH*), deren Stirnlappen den Lobus olfactorius (*Lol*), deren Schläfenlappen ausser dem Zwischenhirn auch das Mittelhirn zu bedecken beginnen. Dem complicirten Stimmapparat entspricht ein ausgezeichnetes Gehör, weil am Labyrinth die Schnecke eine bedeutende Vergrösserung erfahren hat und weil der schallleitende Apparat (Trommelhöhle, Ohrtrompete, Columella und Trommelfell) vorzüglich ausgebildet ist; auch die ersten Andeutungen einer Ohrmuschel und eines äusseren Gehörganges durch Versenken des Trommelfells in die Tiefe sind schon gegeben. Um den durch das Flugvermögen bedingten weiten Entfernungen gewachsen zu sein, ist die Sehschärfe der meisten Vögel eine ganz aussergewöhnliche und das Auge (Fig. 536) im Allgemeinen für die Ferne eingestellt.

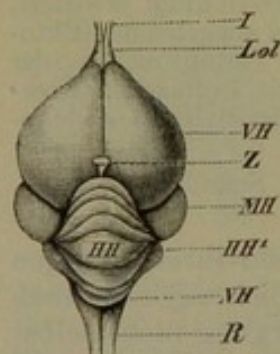


Fig. 535. Hirn der Taube (aus Wiedersheim). *I* Riechnerv, *Lol* Lobus olfactorius, *VH* Vorderhirn, *Z* Zirbeldrüse, *MH* Mittelhirn, *HH* Kleinhirn (Wurm), *HH'* Kleinhirnhemisphären, *NH* Nachhirn, *R* Rückenmark.

Eigenthümlichkeiten des Vogelauges, welche schon bei den meisten Reptilien schwach entwickelt sind, sind der Kamm oder Pecten (*P*), eine mit kammzinkenartigen Falten bedeckte Wucherung der Chorioidea in den Glaskörper hinein, und der Scleralring, ein Knochenring, welcher im vorderen Abschnitt des Auges die Sclera (*Sc*) stützt.



Warum die geschlechtlichen Vorgänge und die Brutpflege für die Intelligenzentwicklung eine so wichtige Rolle spielen, lehrt ein genaueres Eingehen auf die einschlägigen Verhältnisse. Bei den Vögeln herrscht ein lebhafter Wettbewerb um die Weibchen, besonders bei den polygamen Arten. Zur Zeit der Fortpflanzung suchen die Männchen die Gunst der Weibchen zu gewinnen, sei es durch auffallende Bewegungen (Balzen des *Auerhahns*), sei es durch Gesang (*Singvögel*), sei es endlich durch Pracht des Gefieders (*Paradiesvögel*) (Fig. 15 a). Alle diese Eigenthümlichkeiten sind auf das männliche Geschlecht beschränkt und führen meist zu einem auffallenden Dimorphismus von Männchen und Weibchen (Fig. 15). Die Unterschiede der Befiederung steigern sich gewöhnlich beim Eintritt der Geschlechtsthätigkeit, indem das Männchen das brillanter gefärbte Hochzeitskleid erhält. Man spricht dann von einer Frühjahrsmauser, obwohl nur eine Verfärbung und nur ausnahmsweise eine Erneuerung des Gefieders vorliegt. Nur die Rückkehr zum Alltagskleid wird durch einen Wechsel der Federn, durch die allen Vögeln nach Beendigung der Fortpflanzung zukommende Herbstmauser bewirkt.

Wenn im Allgemeinen beim Weibchen die Färbungen des Gefieders schlicht und unscheinbar sind, so hat das seinen besonderen Grund noch in der vom Weibchen geübten Brutpflege, während deren die Thiere durch unauffällige Färbung vor Störungen durch Feinde möglichst geschützt sein müssen. Nur selten wird die Erwärmung, welche die abgelegten Eier zur Weiterentwicklung bedürfen, äusseren Einflüssen überlassen, den Sonnenstrahlen, welche den Sand, in dem die Eier vergraben sind, erwärmen, oder der Temperatursteigerung, welche in faulenden Misthaufen durch Gährung entsteht (*Scharrhühner*). Regel ist, dass beide Geschlechter gemeinsam ein Nest bauen, welches bei den *Webervögeln* mit besonderer Kunstfertigkeit — ab und zu bei socialen Formen unter einem gemeinsam erbauten Dach — errichtet wird. Wenn genügend Eier zusammen sind, bebrütet sie das Weibchen, seltener auch das Männchen, zu welchem Zweck sich oft durch Ausfallen der Federn nackte, zur Erwärmung geeignete Hautstellen, die Brutflecken, ausbilden. Beim Verlassen der Eischalen sind viele Vögel, wie *Hühner* und *Enten*, so weit entwickelt, dass sie frei herumlaufen und unter Leitung der Mutter sich ihr Futter selbst suchen können. Man nennt dieselben *Nestflüchter* (*Autophagen*) im Gegensatz zu den *Nesthockern* (*Insessores*), welche fast nackt mit unvollkommenem Federkleid aus dem Ei auskriechen und daher auf die Wärme des Nestes, auf Schutz und Fütterung durch die Eltern angewiesen sind.

Von grossem Interesse in den Lebensverhältnissen der Vögel sind schliesslich ihre periodischen Wanderungen. Man unterscheidet Standvögel, welche dauernd auf die engste Umgebung sich beschränken,

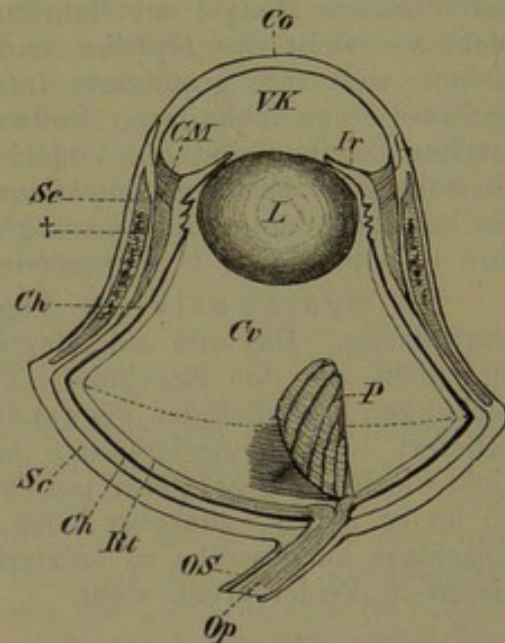


Fig. 536. Auge einer *Eule* (aus Wiedersheim). Co Cornea, VK vordere Augenkammer, Cm Ciliarmuskel, Ir Iris, Sc Sclera, + Scleralknochen, L Linse, Ch Chorioidea, Cv Glaskörper, P Pecten, Rt Retina, Op Opticus, Os Scheide desselben.



Strichvögel, welche, um sich zu ernähren, ausgedehnte Beutezüge unternehmen, Wander- oder Zugvögel, welche beim Herannahen des Winters in Schaaren meist auf bestimmten Zugstrassen weite Wanderungen nach Süden antreten und ein wärmeres Klima aufsuchen. Die bei uns einheimischen Arten ziehen dann nach den Mittelmeerländern, vielfach sogar in das Innere von Afrika, dafür können ihren Platz bei uns nordische Formen einnehmen. Auch zu diesen Massenwanderungen ist die Nahrungssuche Veranlassung. Die Vögel können sich dem während des Winters herrschenden Mangel an Nahrung (namentlich an Insecten und Früchten) nicht so leicht wie *Reptilien* und *Amphibien* durch den Winterschlaf entziehen, weil ihre gesteigerte Intelligenz und ihre energischeren Lebensprocesse einen lebhafteren Stoffwechsel und fortlaufende Ernährung nöthig machen. Daher sind die Vögel wie die *Säugethiere* im Gegensatz zu den „kaltblütigen“ *Reptilien*, *Amphibien* und *Fischen* ausschliesslich Warmblüter; sie bewahren unter dem mannigfachsten Wechsel der äusseren Temperatur ihre 38—40 (44?)° C betragende Körperwärme.

Die Systematik der Vögel befindet sich in einem Stadium der Umwälzung. Das alte auf adaptive Merkmale begründete System harmonirt nicht mit den Ergebnissen, welche ausgedehnte anatomische Untersuchungen bezüglich der Verwandtschaftsbeziehungen der einzelnen Familien geliefert haben. Andererseits haben diese Untersuchungen noch immer nicht die Bildung grösserer, gut charakterisirbarer Hauptgruppen ermöglicht. So ist es nöthig, zunächst noch das alte System beizubehalten und im Anschluss an dasselbe zu erörtern, in wie fern es mit den neueren Ergebnissen in Widerspruch steht.

## I. Unterclasse.

### I. Ordnung. Ratiten, Cursores, Laufvögel.

Unter dem Namen „Ratiten“ fasst man mehrere, anatomisch sehr verschiedenartige Familien zusammen, welche darin übereinstimmen, dass die Federn noch nicht die gesetzmässige Anordnung der Federfluren besitzen und dass mit dem Mangel des Flugvermögens auch viele, durch dasselbe bedingte Einrichtungen fehlen. Die Knochen sind nur wenig pneumatisch; die Thiere haben keine *Crista sterni* und keine *Furcula*, da die Schlüsselbeine rudimentär (*Dromaeus*) oder gar nicht mehr als selbständige Knochen vorhanden sind (die übrigen *Ratiten*); die vorderen Extremitäten sind klein und tragen keine zum Fluge brauchbaren Schwungfedern, wie denn überhaupt typische Contourfedern mit geschlossenem Vexillum, desgleichen aber auch typische Dunen vermisst werden. Um so kräftiger sind die Laufbeine (Fig. 533 f), welche eine rasche und ausdauernde Fortbewegung auf der Erde ermöglichen. — Da sich immerhin noch manche durch das Flugvermögen bedingte Einrichtungen (Verwachsung der Handknochen und öfters auch der Schwanzwirbel, Anordnung der Flügelmuskeln) erhalten haben, ist es sehr wahrscheinlich, dass die Ratiten aus den Carinaten durch Rückbildung des Flugvermögens hervorgegangen sind. Die anatomischen Unterschiede der einzelnen Familien lassen sogar vermuthen, dass dieselben sich an verschiedenen Stellen vom Grundstock der Carinaten abgezweigt haben und somit keineswegs eine einheitliche Gruppe darstellen.



I. Gruppe. Straussartige Vögel (mit langem Humerus): *Struthioniden*, zweizehige Strausse, *Struthio camelus* L., afrikanischer Strauss; *Rheiden*, dreizehige Strausse, *Rhea americana* Lm., Nandu. — II. Gruppe. Casuarartige, dreizehige Vögel (mit kurzem Humerus): *Dromaeiden* ohne helmartigen Knochenaufsatz des Schädels, *Dromaeus Novae Hollandiae* Gray, neuholländischer Strauss. *Casuariden* mit Helmaufsatz, *Casuarus galeatus* Vieill., Helmcasuar Neuguineas. — III. Gruppe. Apteryxartige Vögel: *Apterygiden* mit langem Schnepfenschnabel, rudimentärem Armskelet, mit 4 Zehen. *Apteryx Oweni* Gould, Kiwi, Neuseeland. *Dinornithiden*, dreizehig, ohne Armskelet; riesige, 3 m hohe, schwerfällige Vögel Neuseelands, die jetzt ausgestorben zu sein scheinen, jedenfalls aber noch mit dem Menschen gleichzeitig gelebt haben. *Dinornis giganteus* Ow., Moa. Vielleicht reihen sich hier auch die Riesenvögel von Madagascar, die *Aepyornithiden*, an (Knochenreste und 8 Liter fassende Eier wurden im Schwemmland gefunden).

## II. Unterclasse.

### Carinaten.

Der Name der zweiten Unterclasse bezieht sich auf die Anwesenheit der Carina oder Crista sterni, deren Ausbildung mit dem die meisten Carinaten auszeichnenden Flugvermögen zusammenhängt. Dazu kommen als weitere Merkmale der Unterclasse die kräftigen Schwung- und Steuerfedern im Flügel und im Schwanz und die Verwachsung der Schlüsselbeine zur Furcula. Indessen giebt es vorzügliche Flieger, deren Crista nur wenig hervorragt, wie grössere Raubvögel und Sturm- vögel erkennen lassen; bei manchen schlecht fliegenden „Carinaten“ schwindet die Carina fast ganz (*Strigops*). Ebenso ist die Furcula nicht immer ausgebildet, sei es dass die Schlüsselbeine nicht verwachsen (viele *Papageien* und *Tucane*), sei es dass sie ganz fehlen (*Mesites*). Die Schwungfedern der Flügel können endlich bei manchen Carinaten ebenfalls rückgebildet sein, wie sie z. B. bei den nicht fliegenden gleichwohl mit starker Carina ausgerüsteten *Pinguinen* die Gestalt kleiner Schuppen angenommen haben, so dass sich die Grenzen von Ratiten und Carinaten stellenweise verwischen.

**II. Ordnung. Gallinaceen, Hühner.** Die hühnerartigen Vögel sind Nestflüchter von gedrungenem Körper und mit gut, aber nicht in einseitiger Weise ausgebildeten vorderen und hinteren Extremitäten, so dass die Thiere gut laufen und leidlich fliegen können, ohne aber nach der einen oder anderen Richtung Aussergewöhnliches zu leisten. An den Füßen sind 3 Zehen nach vorn gewandt und an der Basis meist durch eine Bindehaut verbunden (Sitz- und Wandelfüsse, Fig. 533 c); die nach rückwärts stehende erste Zehe ist etwas höher eingelenkt. Ueber ihr findet sich beim Männchen häufig der Sporn, ein hornbedeckter Fortsatz des Laufknochens. Der Oberschnabel greift mit seinen Rändern über den Unterschnabel über, ist an seiner Spitze nach abwärts gebogen und ungefähr gleich lang wie der Kopf. Nackte, blutgefässreiche Stellen sind meist am Kopf vorhanden und zu Lappen ausgewachsen, die bei dem durch stattlicheres Gefieder ausgezeichneten Männchen besonders gross sind.

Polygam sind die *Phasianiden*: *Phasianus colchicus* L., Fasan, *Pavo cristatus* L., Pfau, *Gallus bankiva* Temm., von den Sunda-Inseln stammend,



Stammform des Haushuhns, *Meleagris gallopavo* L., Truthuhn. Theils poly-, theils monogam sind die *Tetraoniden* oder Feldhühner: *Tetrao urogallus* L., Auerhuhn, *T. tetrix* L., Birkhuhn, *Perdix cinerea* Briss., Rebhuhn, *Lagopus alpinus* Nilss., Alpenschneehuhn. In zusammengescharrten Misthaufen verbergen ihre Eier die *Megapodiden*: *Megapodius Duperreyi* Less., Neuguinea.

**III. Ordnung. Columbinen, Tauben.** Von den Hühnern unterscheiden sich die Tauben leicht durch schlankeren Körperbau, kürzere Beine, deren Zehen der Bindehaut entbehren (Spaltfüsse), und längere, einen vorzüglichen Flug ermöglichende Flügel. Vor Allem aber sind sie Nesthocker. Ihr Schnabel besitzt ein auffallendes Merkmal in zwei basalen, die Nase bergenden Auftreibungen. Der an der Speiseröhre vorhandene Kropf liefert ein milchiges Secret, welches zum Atzen der Jungen dient.

Am verbreitetsten sind die *Columbiden*, welche besonders in den Tropen durch zahlreiche, prächtig gefärbte Arten vertreten sind: Die Rassen unserer Haustaube stammen nach Darwin von der *Columba livia* L., der blaugrauen Felstaube. Verwandte der Tauben sind die Zahntauben (*Didunculus strigirostris* Gould). In die Nähe der Tauben werden gewöhnlich die *Dronten* gestellt, Vögel, welche, der eine gegen Ende des 17., der andere im 18. Jahrhundert ausgerottet worden sind: *Didus ineptus* L. auf St. Mauritius und *D. solitarius* Strickl. auf Rodriguez. Ferner die *Steppen- hühner*, *Pteroclididen*: *Syrnhaptes paradoxus* Illig.

**IV. Ordnung Natatores, Schwimmvögel.** Durch ihre Neigung zum Wasseraufenthalt stimmen zahlreiche, im Bau sehr erheblich unterschiedene Familien überein. Man nennt sie Schwimmvögel, weil sie mit Hilfe ihrer durch Schwimmhäute verbundenen Zehen geschickt schwimmen und tauchen. Entweder sind alle 4 Zehen durch Schwimmhäute verbunden — Ruderfuss (Fig. 537 l) — oder nur die 3 vorderen — Schwimmfuss (Fig. 537 k) — oder die 3 vorderen Zehen sind einzeln für sich von Schwimmhäuten eingefasst — Spaltschwimmfuss (Fig. 537 h). Ergeben sich somit schon im Bau der Füße Unterschiede, welche einer näheren Verwandtschaft der Familien widersprechen, so wird letztere weiterhin zweifelhaft gemacht durch die verschiedene Beschaffenheit von Flügel und Schnabel.

1) *Lamellirostres* (*Anseriformes*). Die 3 Vorderzehen durch eine Schwimmhaut verbunden (Schwimmfuss); Schnabel bis auf die harte Spitze („Nagel“) weichhäutig, seine Ränder mit queren, hinter einander gestellten Hornblättchen bedeckt; die Thiere „grundeln“ und nähren sich von Pflanzen und kleineren Thieren. *Anas boschas* L., Wildente, Stammform der Hausente *A. domestica* L.; *A. mollissima* L., Eiderente; *Anser feras* Naum., Wildgans, Stammform von *Anser domesticus* L.; *Cygnus olor* L., Höcker- schwan.

2) *Longipennes* (*Tubinares*), räuberische Vögel mit kräftigem Schnabel, Schwimmfüssen und langen, einen schnellen Flug ermöglichenden Flügeln. *Procellariden*, Sturmvögel: *Diomedea exulans* L., Albatros. *Lariden*, Möven: *Larus ridibundus* L., Lachmöve, *L. canis* L., Sturmmöve, *Sterna hirundo* L., Seeschwalbe.

3) *Urinatores*. Vögel mit kleinen, zum Theil zu Rudern rückgebildeten Flügeln und aufrechter Körperhaltung, welche durch die Verlagerung der Beine nach rückwärts bedingt ist. Mit Schwimmfüssen ausgerüstet, im inneren Bau aber von einander sehr verschieden sind die ausschliesslich arktischen den Möven verwandten *Alciden* (*Alca impennis* L., im Laufe dieses Jahrhunderts auf Island ausgerottet) und die ebenso ausschliesslich antarktischen *Impennes* (*Aptenodytes patagonica* Forst., Pinguin, Fig. 538).



Die *Colymbiformes* haben zum Theil Schwimmfüsse (*Colymbus arcticus* L.), zum Theil Spaltschwimmfüsse (*Podiceps cristatus* L.).

4) *Steganopodes*, alle 4 Zehen nach vorn gewandt und durch Schwimmhäute verbunden (Ruderfüsse): *Pelecanus onocratulus* L., *Phalarocorax carbo* Dumont, Cormoran, *Tachypetes aquila* L., Fregattvogel. Die Gruppe zeigt

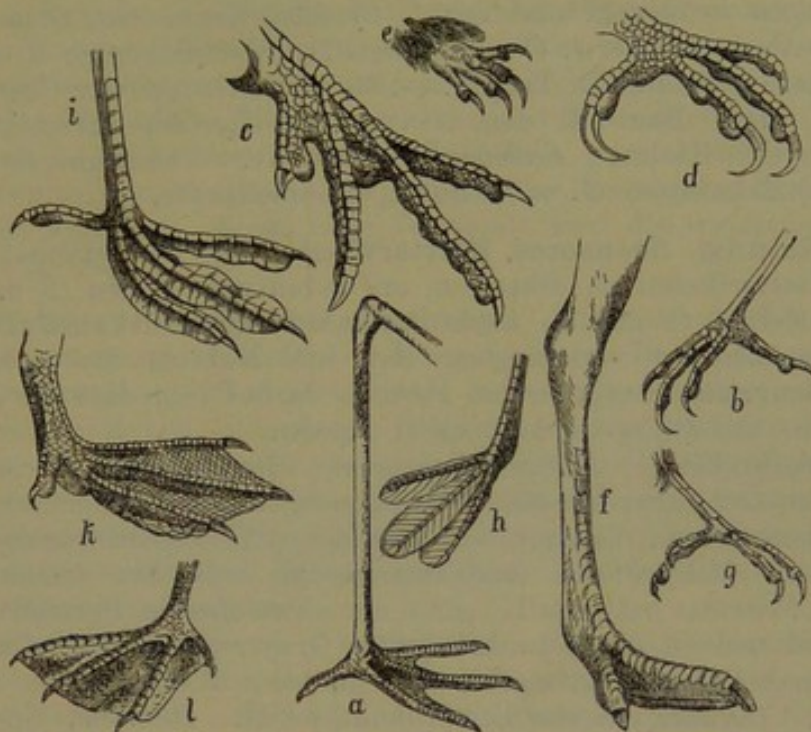


Fig. 537. Verschiedene Fussformen der Vögel (aus Schmarda). *a* Watbein mit doppelt geheftetem Fuss eines Storches, *b* Spaltfuß der Drossel, *c* Wandelfuss eines Fasans, *d* Sitzfuß eines Falken, *e* Klammerfuß der Mauerschwalbe, *f* Lauffuß des Strausses, *g* Kletterfuß eines Spechts, *h* Spaltschwimmfuß vom Steissfuß, *i* Watbein und Lappenfuß eines Wasserhuhns, *k* Schwimmfuß der Ente, *l* Ruderfuß des Tropikvogels.

einerseits zu den *Colymbiformes*, andererseits zu den *Ciconiiformes* Verwandtschaft.

**V. Ordnung. Grallatores, Watvögel.** Die Watvögel sind ihrem Aufenthaltsort, sumpfigen Gegenden und Ufern von Seen, Teichen und Flüssen vortrefflich angepasst, indem die Laufknochen an ihren Beinen stark verlängert und die Federn weit bis auf die Unterschenkel aufwärts durch Hornschienen ersetzt sind (Stelzbeine, Fig. 537 *a*). In Correlation damit steht die auffallende Verlängerung von Hals und Schnabel.

Derselbe Habitus scheint sich bei drei anatomisch sehr verschiedenen Gruppen ausgebildet zu haben. Die eine Gruppe (*Ciconiiformes*) ausge-



Fig. 538. *Aptenodytes patagonica* (aus Brehm).



zeichnet durch Schnäbel mit starker Hornbekleidung, wird gebildet von den *Ardeiden*, Reiher: *Ardea cinerea* L., Fischreiher, *A. stellaris* L., Rohrdommel, *Ibis religiosa* Cuv., und *Ciconiiden*, *Ciconia alba* L., Storch. *Leptoptilus argala* Temm., Marabu. Hier schliesst sich an zu den *Lamellirostres* überleitend *Phoenicopterus ruber* L., Flamingo. — Die zweite Gruppe (*Gruiformes*) — Schnabel stets an der Basis, oft auch nach der Spitze zu von weicher Haut überzogen — besteht aus den: 1) *Gruiden*, Kranichen: *Grus cinereus* L. 2) *Ralliden*, Wasserhühnern: *Orex pratensis* L., Wachtelkönig; 3) *Allectoriden*, Hühnerstelzen: *Otis tarda* L., Trappe. — Die dritte Gruppe der *Charadriiformes* wird nach ihrem Bau mit den *Alciden* und *Lariden* vereinigt: *Vanellus cristatus* Meyer, Kiebitz, *Scolopax rusticola* L., Waldschnepfe, *Gallinago media* Gray, Bekassine, *G. gallinula* L., Moorschnepfe.

**VI. Ordnung. Scansores, Klettervögel.** Alle Klettervögel sind leicht an ihren Kletterfüssen zu erkennen, an denen zwei Zehen (2 und 3) nach vorn, zwei Zehen (1 und 4) nach rückwärts gewandt sind (Fig. 533 g). Trotzdem weisen der verschiedene Bau und Habitus der unter gemeinsamem Namen zusammengefassten Formen darauf hin, dass die Zusammenfassung nicht auf Blutsverwandtschaft beruht.

I. *Cuculiformes* 1) *Psittaci*, *Papageien*. Buntgefärbte, meist tropische Vögel mit kurzem, aber hohem, gedrungenem, stark gekrümmtem Schnabel, mit fleischiger Zunge. Ausser den *Cacacus* (*Ptilolophus leucolophus* Less.), den Sittichen (*Melopsittacus undulatus* Gould) und den kurzschwänzigen Papageien (*Psittacus erithacus* L.) sind als abweichende Formen die Nachtpapageien zu nennen (*Strigops habroptilus* Gray). 2) *Cuculi*, *Coccyges*, Kuckue. Schnabel leicht gebogen oder gerade, äussere Zehe meist eine Wendezehe. *Cuculus canorus* L., Kuckuk. — II. *Picarien*, Spechte. Mit geradem, conischem, langem Schnabel und langer, vorstreckbarer Zunge. *Picus viridis* L., Grünspecht, *P. major*, *medius* und *minor*, Buntspechte, *P. martius* L., Schwarzspecht. Den Spechten sind nahe verwandt die *Ramphastiden*, die Tukane der Tropen.

**VII. Ordnung. Passeres.** Die Ordnung der Passeres ist die umfangreichste Gruppe des Vogelsystems; sie enthält ausschliesslich Nesthocker, meist von geringer Körpergrösse, mit zierlichen, bis auf die Fersen hinab befiederten Beinen, mit stark verhorntem Schnabel ohne Wachshaut. Von den drei nach vorn gewandten Zehen sind die beiden äussern mit einander verwachsen (Wandelfüsse), oder sie sind bis an den Grund getrennt (Spaltfüsse, Fig. 533 b). Bei einem Theil der Arten, welche dann meist, wenn auch nicht immer, durch grosse Sangeskunst im männlichen Geschlecht ausgezeichnet sind, finden sich besondere Muskeln des Syrinx, welche sonst bei Vögeln nicht vorkommen. Man nennt sie daher Singvögel oder *Oscines*, im Gegensatz zu den übrigen Passeres, den Schreivögeln oder *Clamatores*. Beide Gruppen unterscheiden sich ferner dadurch, dass die Singvögel eine grosse, freibewegliche Hinterzehe haben, während bei den Schreivögeln die Hinterzehe nicht frei bewegt werden kann.

I. Unterordnung. *Oscines*. Alle unsere Singvögel gehören hierher: die *Fringilliden*, Finken: *Fringilla coelebs* L., Buchfink, *F. carduelis* L., Stieglitz, *F. cannabina* L., Hänfling, *Passer domesticus* L., Sperling; *Alaudiden*, Lerchen: *Alauda arvensis* L.; *Sylviden*, Sänger: *Sylvia atricapilla* Lath., Mönch; *Turdiden*, Drosseln, *Luscinia philomela* L., Nachtigall, *L. major* Brehm, Sprosser; *Hirundiniden*, ächte Schwalben: *Hirundo rustica* L.; *Pariden*, Meisen, *Motacilliden* Bachstelzen, ausserdem aber auch die rabenartigen



Vögel, *Corviden*: *Corvus corone* Kaup, Krähe, denen die durch Geschlechtsdimorphismus ausgezeichneten Paradiesvögel, *Paradiseiden*, sehr nahe stehen, *Paradisea apoda* L. (Fig. 15).

II. Unterordnung. *Clamatores*, Schreivögel. Vielfach werden hierher nur einige vorwiegend in Südamerika entwickelte Gruppen gestellt, die *Cotingiden* und *Tyranniden*, ferner die *Menuriden* oder Leierschwänze Australiens. Früher dagegen fanden unter den Clamatores noch zahlreiche einheimische Formen Platz, welche jetzt abgelöst werden und als *Cypselomorphen* oder *Coraciformes* zusammengefasst und mit den *Eulen* und *Spechten* vereint werden: *Cypseliden*, Mauerschwalben, mit Klammerfüssen (Fig. 537 c): *Cypselus apus* L. (nahe verwandt die *Trochiliden* oder *Kolibris*); *Caprimulgiden*, Nachtschwalben, Ziegenmelker; *Alcediniden*, Eisevögel: *Alcedo ispida* L., der Fischbrut schädlich (ihnen nahe verwandt sind die tropischen *Bucerontiden*, Nashornvögel).

**VIII. Ordnung. Raptatores, Raubvögel.** Die Raubvögel sind muskelstarke Vögel von meist ansehnlicher Körpergrösse. Ihre bis an das untere Ende der Laufknochen befiederten Füsse haben vier kräftige, mit starken Krallen bewehrte Zehen, von denen drei nach vorn gewandt und an der Basis durch eine kurze Bindehaut verbunden sind (Sitzfüsse, Fig. 533 d). Am kräftigen Schnabel springt der Oberschnabel mit hakenförmig gekrümmter Spitze über den Unterschnabel hervor. Nach ihrem Bau setzen sich die Raubvögel aus zwei in keiner näheren Verwandtschaft zu einander stehenden Gruppen zusammen.

I. Unterordnung. *Diurni*, *Falconiformes*, *Tagraubvögel*, schlanke, den *Ardeiden* nahe verwandte Thiere mit dicht anliegendem Gefieder, von aussergewöhnlicher Sehschärfe. *Cathartae*, mit weichen Lappen am Kopf, Westgeier C., *Sarkorhamphus gryphus* Geoffr., Condor. *Vulturiden* mit kahlen Stellen an Hals und Kopf und langem Schnabel: *Vultur cinereus* L., Mönchsgeier, *Neophron percnopterus* Sav., egypt. Aasgeier, *Gypaëtes barbatus* Cuv., Lämmergeier, durch Mangel der kahlen Stellen zu den Adlern überleitend. *Falconiden* mit kurzem Schnabel: *Aquila chrysaëtus* Bp., Steinadler, *A. imperialis* Behst., Königsadler, *Buteo vulgaris* Behst., Bussard, *Falco gyrfalco* L., Edelfalk, *Astur palumbarius* Behst., Habicht.

II. Unterordnung. *Nocturni*, *Nachtraubvögel*. Gedrungene Thiere mit weichem, locker abstehendem Gefieder, grossen, von einem Kreis von Federn (Schleier) umstellten Augen; sie stehen anatomisch den *Caprimulgiden* (*Coraciformes*) näher als den Tagraubvögeln. *Bubo maximus* Sibb., Uhu; *Syrnium aluco* L., Käuzchen, *Athene noctua* Gray, Steinkauz, *Strix flammea* L., Schleiereule.

### III. und IV. Unterklasse.

#### Saururen und Odontornithen.

Die Beziehungen der Vögel zu den Reptilien haben durch paläontologische Funde wesentliche Klärung erfahren, indem durch sie zwei jetzt nicht mehr existirende Gruppen, die zahntragenden Vögel oder *Odontornithes* und die *Saururen*, entdeckt wurden. Die aus der Kreideformation stammenden *Odontornithes* haben im Ober- und Unterkiefer Zähne, welche in einer gemeinsamen Rinne oder in Alveolen eingepflanzt sind; sie müssen in zwei Gruppen aufgelöst werden: die *Hesperornithiden* oder *Odontolcen* (*Hesperornis regalis* Marsh), welche



sich den Ratiten einfügen, und die mit einer Carina ausgerüsteten *Ichthyornithiden* oder *Odontotormen* (*Ichthyornis dispar* Marsh). Noch wichtiger als die zahntragenden Vögel ist die in zwei Exemplaren aus dem Solenhofener Schiefer (Jura) bekannte, ebenfalls bezahnte *Archaeopteryx lithographica* v. Meyer, bei welcher die Carpalien und Metacarpalien der Flügel noch nicht verwachsen, die 3 Finger wohl entwickelt und mit Krallen bewaffnet sind und die Schwanzwirbelsäule, trotzdem sie Federn trägt, wie bei einer Eidechse aus zahlreichen Wirbeln besteht (Fig. 2).

## VII. Classe.

### Mammalien, Säugethiere.

Unter den Wirbelthieren und demgemäss im gesammten Thierreich nehmen die Säugethiere die höchste Stufe der Entwicklung ein; sie verdienen weiterhin unser besonderes Interesse, weil zu ihnen nach Bau und Entwicklung der *Mensch* gehört, wenn er auch seiner Intelligenz nach selbst von den höchst organisirten Arten durch eine weite Kluft getrennt wird.

Integument,  
Haare.

Die auffälligsten Merkmale zur Charakteristik der Classe liefert auch hier wieder die Beschaffenheit der Haut. Man kann mit Oken die Säugethiere Haarthiere nennen, weil für sie die Haare ebenso charakteristisch sind wie für die Vögel die Federn. Die Haare (Fig. 539 *H*) sind Horngebilde, welche auf Papillen der Lederhaut sitzen und von den Blutgefässen derselben ernährt werden; sie sind mit ihrem unteren Ende, der Haarwurzel, in eine Einsenkung der Haut, den Haarbalg, eingelassen und sind hier von einer doppelten Umhüllung umgeben,

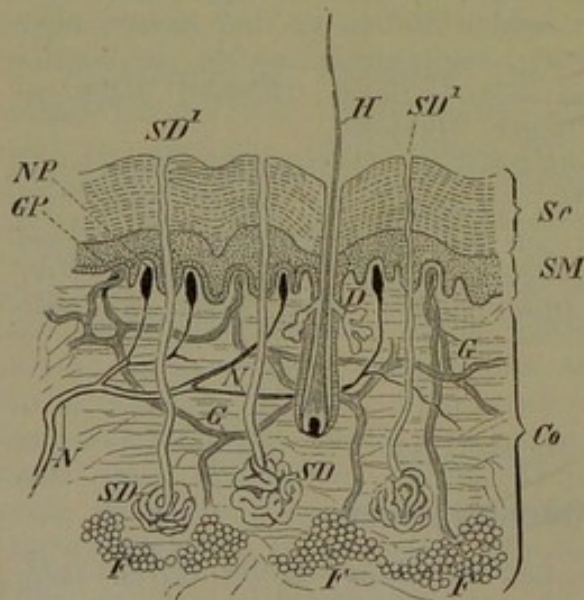


Fig. 539. Schnitt durch die Haut des Menschen (aus Wiedersheim). *Sc* Stratum corneum, *SM* Stratum Malpighii, *Co* Corium, *F* subcutanes Fett, *NP* Nervenpapillen, *GP* Gefässpapillen, *N* und *G* Nerven und Gefässe des Corium, *SD* Schweissdrüsen, *SD¹* Ausführgänge derselben, *H* Haar mit Talgdrüsen *D*.

der epithelialen Wurzelscheide, einer Einsenkung der Epidermis, und einer bindegewebigen Lage, der Balgscheide. Kleine Muskelchen können sich an die Basis der grösseren Haare befestigen und dieselben aufrichten. Da Seitenäste fehlen, ist der Aufbau des Haares einfacher als der der Feder und ebenso die Verschiedenartigkeit der Formen geringer. Durch spirale Einrollung ausgezeichnet sind die dünneren Wollhaare, gerade gestreckt die Stichelhaare; letztere werden bei zunehmender Dicke Schnurrhaare (an der Oberlippe vieler Säugethiere), Borsten (Schweine) und Stacheln (Igel und Stachelschweine) genannt. Im Pelz vieler Säugethiere findet man zweierlei Haare, feine den dichten Untergrund bildende Woll- und darüber liegende Stichelhaare. Histo-



logisch bestehen die Haare aus verhornten Zellen, welche öfters in die Zellen der Mark- und Rindensubstanz geschieden sind; nach aussen werden sie von einem Oberhäutchen, der uns von den Reptilien her schon bekannten Pseudocuticula, überzogen. Die Anwesenheit des Oberhäutchens bedingt bei den meisten Säugethieren eine periodische Erneuerung des Haares, bei welcher das alte Haar ausfällt und durch ein aus dem alten Balg (? ob auch von der alten Papille) hervorsprossendes neues Haar ersetzt wird. Gewöhnlich findet nur ein einmaliger Haarwechsel im Frühjahr statt. — Ausser den Haaren finden sich bei manchen Säugethieren noch ächte Schuppen. Constante Horngebilde dagegen sind die Bewaffnungen der Zehenspitzen; sie werden hier nach ihrer Gestalt als Krallen (Ungues), Hufe (Ungulae) und Nägel (Plattnägel, Lamnae) unterschieden.

Die alte Ansicht, das die Haare der *Säugethiere* wie die Federn der *Vögel* den Schuppen der *Reptilien* entsprechen, hat in der Neuzeit viele Gegner gefunden, welche vielmehr annehmen, dass sie aus den Nervenendhügeln Wasser bewohnender Wirbelthiere, welche beim Uebergang zum Landleben verhornten, hervorgegangen sind. — Die Krallen der *Säugethiere* müssen wie die der *Reptilien* und *Vögel* aus Hornschuppen abgeleitet werden, welche schon bei manchen *Amphibien* als Hohlkegel das Ende der letzten Phalanx überziehen. Der dorsale Theil dieser Schuppe, die Krallenplatte, entwickelt sich besonders stark, ihre Bildung wird auf die Basis, auf den „Krallenwall“ beschränkt, von wo aus sie über das an der Bildung nicht mehr betheiligte „sterile“ Krallenbett herübergeschoben wird. Der ventrale Theil der Schuppe, die Krallensohle (Sohlenhorn), ist bei ächten Krallen stets schwächer entwickelt, da ihr Bezirk durch die starke Krümmung der Krallenplatte sowohl in querer wie longitudinaler Richtung beschränkt worden ist. Sie ist ansehnlicher bei den Hufen, da die Krallenplatte hier nur in querer Richtung gebogen ist. Rudimentäre Entwicklung oder gänzliche Rückbildung der Krallensohle findet sich bei den Nägeln von *Mensch* und *Affen*.

Ein weiteres Merkmal der Säugethierhaut ist ihr Drüsenreichtum. Mit seltenen Ausnahmen finden sich zweierlei Drüsen, Talg- und Schweissdrüsen. Erstere sind acinöse Drüsen, welche mit Vorliebe in den Haarbalg münden und dem Haar die nöthige Geschmeidigkeit verleihen (Fig. 539 D); letztere erhalten sich mit Ausnahme der *Monotremen* vom Haar unabhängig und sind einfache, tubulöse Drüsen mit aufgeknäultem hinterem Ende, welche ein flüssiges Secret, den Schweiss, erzeugen (SD) und, indem sie Abkühlung durch Verdunstung ermöglichen, für das Behaupten einer bestimmten Körpertemperatur (Homoiothermie) von grosser Bedeutung sind. Unter dem Einfluss des Geschlechtslebens entwickeln sich die Drüsen, speciell die Talgdrüsen, an gewissen Stellen zu besonders energischer Thätigkeit und bilden ansehnliche Drüsenpackete und Drüsenbeutel: Violdrüsen am Schwanz mancher *Carnivoren*, Klauendrüsen der *Wiederkäuer*, Brunstfeige am Kopf der *Gemsen*, Moschusdrüsen und Bibergeildrüsen an der Vorhaut von *Moschusthier* und *Biber* (Fig. 548). Die wichtigsten Modificationen der Hautdrüsen sind jedoch vermöge ihrer allgemeinen Verbreitung und ihrer grossen physiologischen Bedeutung die Milchdrüsen, welche das am meisten charakteristische Merkmal der Säugethiere bilden und daher auch den deutschen und den wissenschaftlichen Namen der Classe veranlasst haben. Gewöhnlich sind es stark ver-

Hautdrüsen.



grösserte Talgdrüsen, seltener Schweissdrüsen (*Monotremen*), welche in grösserer Zahl auf einem eng umgrenzten Feld der Haut münden, dem Mammarfeld (*Ornithorhynchus*). Dieses mit Drüsenmündungen bedeckte Feld (*Areola mammae*) kann sich entweder direct zu einer Papille erheben, der ächten Zitze oder Brustwarze (Fig. 541 A, Mehrzahl der Säugethiere); dann fehlt ein einheitlicher Ausführweg für die Milchdrüsen;

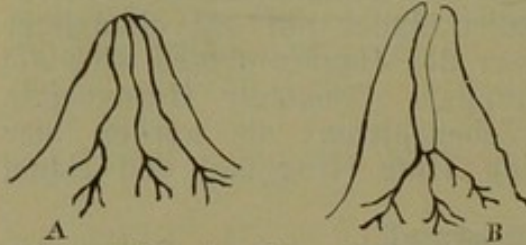


Fig. 540. A wahre, B falsche Zitze (aus Wiedersheim nach Gegenbaur).

— oder das Mammarfeld kann sich zur Mammartasche einsenken (*Echidna*). Wenn nun weiter die Umgebung der Mammartasche ebenfalls zu einer Papille ausgezogen wird, so entsteht die Pseudozitze (B), in deren Innern ein gemeinsamer Ausführungsgang für alle Drüsen eines Packets (Strichcanal der Kühe) liegt. Stets sind die Brustwarzen auf der ven-

tralen Seite symmetrisch zur Mittellinie angebracht, in der Brust- oder Achselgegend, oder, was häufiger ist, in der Bauch- oder Inguinalregion. Ihre Zahl ist mindestens 2, steigt aber bei manchen Thieren (*Centetes*) auf 22; im Allgemeinen entspricht sie der Maximalzahl von jungen Thieren, welche das Weibchen erzeugt. Obwohl in beiden Geschlechtern vorhanden, treten die Milchdrüsen doch nur im weiblichen Geschlecht in Thätigkeit, und auch hier nur nach der Geburt der Nachkommenschaft, wenn zur Ernährung derselben das Drüsensecret, die Milch, nöthig ist.

Skelet.  
Schädel.

Ein Hautskelet ist nur bei wenigen Arten vorhanden, wie z. B. in Form festgefügtter Knochenplatten bei den *Gürtelthieren*; dagegen zeigt das Axenskelet zahlreiche, nur bei Säugethieren vorkommende Merkmale. Am Schädel treten die bisher besprochenen Knochen vielfach nur noch als Knochenkerne auf, welche frühzeitig mit benachbarten Kernen zu grösseren Knochen verschmelzen. Wie das Schläfenbein lehrt, können hierbei sogar Theile von ganz verschiedener Herkunft, Theile des Visceralskelets und der Schädelkapsel, vereinigt werden, so dass eine scharfe Trennung von Schädel und Visceralskelet nicht mehr durchführbar ist, wenn auch im Allgemeinen die Unterscheidung von Hirn- und Gesichtsschädel dieser Trennung entspricht. Wir sind daher gezwungen, um nicht eng Verbundenes auseinanderzureissen, bei der Schilderung des Schädels eine andere Eintheilung als bisher zu Grunde zu legen, die Eintheilung, welche uns die menschliche Anatomie an die Hand giebt.

Im hinteren Abschnitt des Säugethierschädels (Fig. 466, 467) begegnen wir einem grossen Knochen, dem *Os occipitis*, welcher durch einen doppelten *Condylus occipitalis* mit dem Atlas gelenkig verbunden ist und die 4 uns von früher her bekannten, verschmolzenen, primären Knochen, die *Occipitalia*, ausserdem aber gewöhnlich noch einen bei Säugethieren allein auftretenden Belegknochen, das *Interparietale*, enthält. Das *Interparietale* (*Ip*), streng genommen ein Knochenpaar, entsteht im Winkel zwischen den *Parietalia* und dem *Supraoccipitale* und liefert den obersten Theil der Hinterhauptschuppe. Nach vorn von ihm liegen in der Schädeldecke wie bei den übrigen Wirbelthieren: die *Parietalia* (bei manchen *Wiederkäuern* und *Nagern* mit dem *Interparietale* verwachsen), die *Frontalia* und die *Nasalia*, wozu sich stets



noch die Lacrymalia gesellen (Fig. 466, 467, 541 *pa, fr, na, la*). An der Schädelbasis setzt sich vorn an das Basioccipitale des Hinterhauptbeins das Keilbein, Os sphenoidum, an, welches bei vielen Säugethieren dauernd (Fig. 467), beim Menschen wenigstens embryonal in 2 Stücke getrennt ist, das vordere und das hintere Keilbein. Jedes dieser Stücke lässt sich entwicklungsgeschichtlich wieder in 3 Theile zerlegen. Das hintere Keilbein besteht aus dem unpaaren Basisphenoid (*Spb*) (Körper) und den paarigen Alisphenoidea (*Als*) (den grossen Keilbeinflügeln, Alae temporales), das vordere aus dem Praesphenoid (*Ps*) (Körper) und den Orbitosphenoidea (*Ors*) (Alae orbitales, den kleinen Keilbeinflügeln). Vor dem vorderen Keilbein liegt ebenfalls dreitheilig das Ethmoid (*Eth*); das unpaare Mesethmoid bildet zwischen den beiden tief in den Knochen eindringenden Nasenhöhlen eine knöcherne Scheidewand; die paarigen Exethmoidea liefern die Seitenwand der Nasenkapsel und

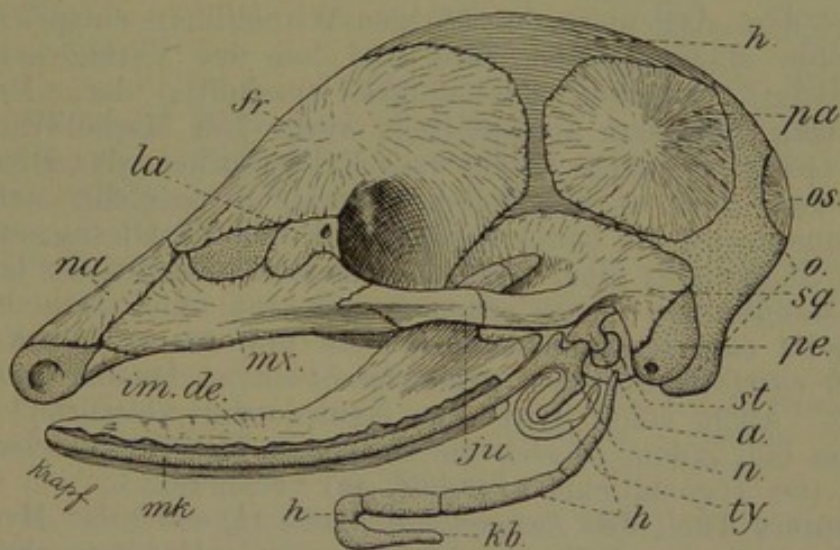


Fig. 541. Kopfskelet eines Embryo von *Tatusia hybrida* (nach Parker und Wiedersheim); knorpeliges Primordialcranium punktirt, häutiges schraffirt (*h*). 1. Belegknochen: *na* Nasale (davor Nasenkapsel mit Nasenöffnung), *la* Lacrymale, *fr* Frontale, *pa* Parietale, *im* Intermaxillare, *mx* Maxillare, *ju* Jugale, *sq* Squamosum, *de* Dentale. 2. Knorpel und primäre Knochen: *os* Occipitale superius, *o* Occipitalknorpel, *pe* Petrosum (Gehörkapsel), *a* Ambos (Quadratum), *n* Hammer (Articulare), *mk* Meckel'scher Knorpel, *st* Steigbügel (Hyomandibulare), *h* Zungenbeinbogen, *kb* Rest der Kiemenbögen, *ty* Tympanicum.

durch complicirte Faltungen ihrer Innenseite behufs Vergrösserung der Geruchsschleimhaut die den Riechwülsten zu Grunde liegenden Muscheln oder Conchae, zu denen sich als ein selbständiger Knochen das Os turbinale, die „untere Muschel“, gesellt.

Das zwischen die Knochen der Schädeldecke und der Schädelbasis seitlich eingekeilte Schläfenbein kann nur verstanden werden, wenn man es im Zusammenhang mit dem ersten und zweiten Visceralbogen betrachtet und zugleich von embryonalen Verhältnissen ausgeht (Fig. 541). Man findet dann als Grundlage des Knochens die knorpelige Gehörkapsel, die Anlage des Petrosum (Schläfenbeinpyramide *pe*), und, wie bei den übrigen Wirbelthieren an derselben befestigt, 1) den knorpeligen Kieferbogen: das Quadratum (*a*) und das Mandibulare (*n* + *mk*), 2) den knorpeligen Zungenbeinbogen: Hyomandibulare (*st*) und Hyoid



(*h*) (vergl. damit das Visceralskelet der Selachier, Fig. 493). Hierzu kommt der Belegknochen an der Basis des Quadratum, das Squamosum (*sq*), welches sich proportional der Reduction des Quadratum vergrößert hat, und schliesslich unterhalb des Squamosum die Anlage des Annulus tympanicus (*ty*). Wenn nun Verknöcherung der knorpeligen Theile eintritt, so entsteht aus mehreren Knochenkernen ein einheitliches Petrosom: dasselbe verschmilzt mit dem Squamosum und häufig auch mit dem in manchen Ordnungen zu einer ansehnlichen Knochenkapsel (Bulla ossea) anwachsenden Tympanicum. Petrosom und Squamosum einerseits, Tympanicum andererseits erzeugen einen Raum, die Trommelhöhle, in welchen die oberen Stücke der beiden Visceralbögen hineingerathen, um durch Verknöcherung zu den Hörknöchelchen zu werden, das Hyomandibulare zum Stapes, das Quadratum zum Ambos (Fig. 480, 481). Die Art, wie nun der vordere Rand des Annulus tympanicus bei der Vereinigung mit dem Squamosum (die Glaser'sche Spalte bildend) auf den Kieferbogen trifft, bringt es mit sich, dass auch das obere Ende des Mandibulare (*n*), welches dem Articulare der übrigen Wirbelthiere entspricht, in die Trommelhöhle eingeschlossen wird und bei der Verknöcherung den Hammer liefert, während der untere Abschnitt, der „Meckel'sche Knorpel“ (*mk*), gleichsam abgequetscht wird. Der Meckel'sche Knorpel schwindet später, dagegen wächst sein Belegknochen, das Dentale (*de*), so sehr heran, dass es allein den Unterkiefer darstellt, welcher nun mit dem Squamosum ein neues Kiefergelenk bildet. Dieses neue Kiefergelenk der Säugethiere liegt zwischen den Belegknochen des Quadratum und des Mandibulare — zwischen Squamosum und Dentale — wie das alte, jetzt zum Hammer-Ambosgelenk gewordene Gelenk zwischen den beiden correspondirenden primären Stücken: Quadratknochen und Articulare. Auch sonst tritt das Squamosum vicariirend für das Quadratbein ein, indem es sich mit dem vom Maxillare herkommenden Jochbogen (*Os zygomaticum* s. *jugale*, *ju*) verbindet.

Der untere Theil des Zungenbeinbogens (*h*) oder das Hyoid bleibt ausserhalb der Trommelhöhle und verschmilzt an seinem oberen Ende öfters mit dem Petrosom. Das obere Ende (*Processus styloideus*) kann dann von dem unteren, an der Copula (*Corpus hyoideum*) ansitzenden Stück (vorderem Zungenbeinhorn) ganz getrennt werden, indem die verbindende Knorpelstrecke zu einem Ligament (*L. stylohyoideum*) atrophirt. Im Zungenbein der Säugethiere erhält sich schliesslich noch ein Rest der Kiemenbögen in den Hinterhörnern (*Cornua majora* des Menschen).

Wie das Quadratum (Ambos) im Vergleich zum gleichnamigen Knochen der übrigen Wirbelthiere an Grösse ganz auffallend reducirt ist, so ist auch der vordere Abschnitt des Palatoquadratum, welcher die Knochen der Gaumenreihe, Vomer, Palatinum, Pterygoid, umfasst, schwach entwickelt, besonders im Vergleich zu den davor liegenden, mächtigen Maxillarknochen. Zwischenkiefer (*Praemaxillare* oder *Intermaxillare*, *im*) und Oberkiefer (*Maxillare mx*) — beide beim Menschen zu einem einheitlichen Oberkiefer verwachsen — bilden vermöge ihrer Ausdehnung einen ansehnlichen Theil des Gesichtsschädels und schicken nach rückwärts und einwärts die Gaumenfortsätze (*Processus palatini*) aus. Durch letztere werden die Knochen der Gaumenreihe eingengt; die Vomeres der beiden Seiten werden zu einem unpaaren, die Nasenscheidewand vervollständigenden, senkrecht gestellten Knochen zusammengepresst, Palatina und Pterygoidea werden rückwärts verlagert.



Das Palatinum theiligt sich noch am harten Gaumen, das Pterygoid nur ausnahmsweise (*Cetaceen*, manche *Edentaten*): letzteres verliert sogar gewöhnlich seine Selbständigkeit und schliesst sich dem ihm am meisten benachbarten Knochen der Schädelbasis, dem Basisphenoid, an; genauer gesagt: es verschmilzt mit einem Fortsatz desselben (Lamina externa des Processus pterygoideus) als die Lamina interna. Im hinteren Keilbein sind somit, ganz wie im Schläfenbein, craniale und viscerele Theile vereint.

In der Wirbelsäule sind die Halswirbel und die Rippen tragenden Brustwirbel stets von einander unterschieden, meist auch — mit Ausnahme der *Cetaceen* — Lendenwirbel, Sacralwirbel (bei allen Embryonen und dauernd bei Marsupialiern 1, sonst

2—5, selten, wie bei *Edentaten*, 13) und Schwanzwirbel. Auch ist die Variabilität in den für die einzelnen Regionen giltigen Zahlen eine beschränkere. Namentlich haben alle Säugethiere 7 Halswirbel (darunter Atlas und Epistropheus); nur ganz ausnahmsweise kommen 9 (*Bradypus tridactylus*) oder 6 (*Choloepus Hoffmanni*, alle *Manatus*-Arten) vor. — Vom Gliedmaassenskelet interessieren uns am meisten Schulter- und Beckengürtel. Das Coracoid, welches bei *Monotremen* noch das Sternum erreicht, ist bei allen übrigen Mammalien zu einem Fortsatz der Scapula, dem Processus coracoideus, eingeschrumpft. Seltener (bei schnell laufenden Thieren) fehlt die Clavicula; dieselbe tritt bei den *Monotremen* (Fig. 542 *Cl*)

noch an ein gut entwickeltes Episternum (*Ep*), sonst scheint sie mit dem Sternum zu articuliren; thatsächlich ist sie aber von ihm getrennt durch die Cartilagine interarticulares (früher als Reste des Episternum, jetzt als „Praeclavia“ gedeutet). Am Becken sind Darm-, Sitz- und Schambeine zum Hüftbein verwachsen; Sitz- und Schambeine derselben Seite sind ventral unter einander vereinigt und umschliessen gemeinsam das Foramen obturatum (Fig. 551). Die Schambeine der linken und rechten Seite treffen in einer Symphyse zusammen, welche sich auch auf die Sitzbeine ausdehnen kann.

Da sich die Säugethiere im Allgemeinen durch ihre Intelligenz von den übrigen Wirbelthieren unterscheiden, ist auch ihr Hirn durch die Grösse von Grosshirn und Kleinhirn ausgezeichnet (Fig. 543 bis 545). Das Kleinhirn ist im Gegensatz zu Vögeln und Fischen in seitliche Kleinhirnhemisphären (*IV*) und den medianen Wurm differenzirt. Beim Grosshirn kommt in erster Linie der Manteltheil der Hemisphären in Betracht. Die Stirnlappen desselben wachsen nach vorn über die Lobi olfactorii herüber, welche daher von dem vorderen Ende des Hirns mehr und mehr auf die Unterseite verlagert werden. Die Schläfenlappen dehnen sich links und rechts über die Sehhügel bis an die Schädelbasis aus. Die Hinterhauptslappen endlich decken nach rückwärts successive Mittelhirn, Kleinhirn und Medulla oblongata zu. Da nun die Hauptzunahme der geistigen Fähigkeiten sich innerhalb der Classe selbst vollzieht, so ergibt uns das Grosshirn eine aufsteigende Reihe, welche

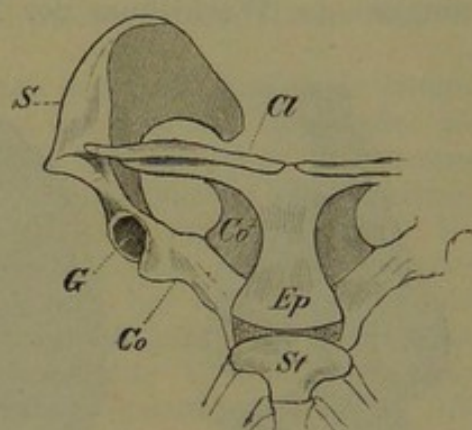


Fig. 542. Sternum und Schultergürtel von *Ornithorhynchus anatinus*, linke Hälfte nur zum Theil dargestellt (aus Wiedersheim). *St* Manubrium sterni (oberes Ende des Brustbeins), *Ep* Episternum, *Cl* Clavicula, *S* Scapula, *G* Gelenkfläche, für den Oberarm, *Co* *Co*<sup>1</sup> Coracoid.

Wirbelsäule  
und Extre-  
mitäten.



folgende Zusammenstellung erläutern möge. Bei *Monotremen*, *Beutelthieren*, *Insectenfressern* und *Nagern* (Fig. 543) kommt vorn der Lobus olfactorius (*lo*), hinten vielfach noch das Mittelhirn (*III*) zum Vorschein; bei *Halbaffen*, *Carnivoren* (Fig. 544) und *Ungulaten* ist vorn der Lobus olfactorius, hinten das Kleinhirn (*IV*) zum grösseren Theil zugedeckt; bei *Menschen* und anthropoiden *Affen* (Fig. 545) endlich sieht man beim Abtragen des Schädeldaches nur die beiden Grosshirnhemisphären, welche alle übrigen Hirntheile mehr oder minder vollkommen von oben verdecken. Weiter ist zu beachten, dass bei den Wirbelthieren der ersten Gruppe die Oberfläche des Hirns meist glatt ist, dass bei den übrigen das Wachsthum der Hirnrinde zur Einfaltung und Bildung von

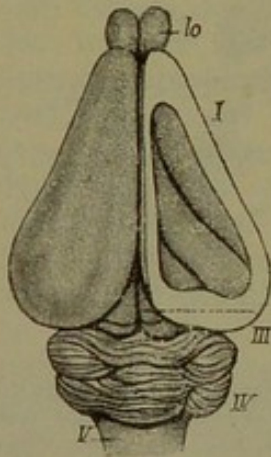


Fig. 543. Gehirn des Kaninchens (nach Gegenbaur).

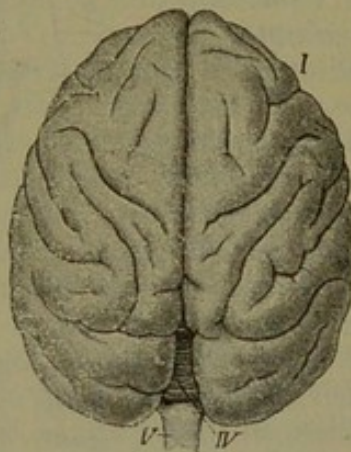


Fig. 544. Gehirn der Fischotter.

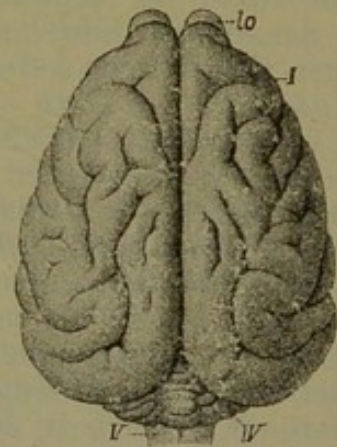


Fig. 545. Gehirn des Pavian.

(Fig. 544, 545 nach Leuret und Gratiolet.)

*I* Grosshirn, *III* Mittelhirn (Corpora quadrigemina), *IV* Kleinhirn, *V* Nachhirn (Medulla oblongata), *lo* Lobus olfactorius.

Gyri und Sulci (Hirnwindungen) führt, welche bei den menschenähnlichen Affen, besonders aber beim Menschen, die grösste Complication erreichen. Eine nothwendige Folge der Massenzunahme des Hirnmantels ist die Vergrösserung der die einzelnen Regionen verbindenden Nervenstränge, der Commissuren, die sich mehr und mehr als besondere Hirntheile hervorheben. So werden innerhalb der Säugethierclasse zwei quere Commissuren zwischen linker und rechter Grosshirnhemisphäre (Hirnbalken und Hirngewölbe, Corpus callosum und Fornix) deutlich, ferner 2 derbe Stränge vom Grosshirn nach den rückwärts gelegenen Hirntheilen, die Crura cerebri, endlich ein queres Commissurensystem unter dem Kleinhirn, der Pons Varoli, Verbindungen, welche in anderen Wirbelthierclassen noch nicht mächtig genug sind, um besonders benannt zu werden, und auch bei niederen Säugethieren, wie *Monotremen* und *Beutelthieren*, noch wenig zur Geltung kommen.

Das Anwachsen des Grosshirns und Kleinhirns und zwar vorwiegend in ihren dorsalen Abschnitten führt zu einer mehrfachen Knickung der Hirnaxe, die sich schon bei *Reptilien* bemerkbar macht, bei den *Vögeln* fortschreitet und bei den *Säugethieren* ihr Maximum erreicht (Hirnbeuge). Anstatt in der Richtung des Rückenmarks zu verlaufen, biegt sich in der Gegend der Medulla oblongata die Hirnaxe ventralwärts (Nackenbeuge),



dann in der Gegend der Varolsbrücke wieder nach dem Rücken zu (Brückenbeuge), um auf der Höhe der Corpora quadrigemina zum zweiten Mal ventralwärts eingeknickt zu werden (Scheitelbeuge). — Durch sein Wachsthum übt ferner das Hirn einen äusserst interessanten Einfluss auf die Beschaffenheit des Schädels aus, indem es — bei den Vögeln meist noch auf die Gegend hinter den Augen beschränkt — bei den höheren Säugethiere bis in die Geruchsgegend vordringt. So kommt es zu einem Anwachsen des Hirnschädels auf Kosten des Gesichtsschädels. Das Grössenverhältniss beider hat schon Camper als Maassstab der Intelligenz angesehen und durch den „Camper'schen Gesichtswinkel“ zu bestimmen gesucht, eine Bestimmungsmethode, welche in der Neuzeit wesentliche Verbesserungen erfahren hat.

Unter den Sinnesorganen ist die Nase durch 3 Merkmale ausgezeichnet. Es bildet sich die äussere Nase als ein von Knorpeln gestütztes, oft zu einem Rüssel ausgezogenes Organ. Ihr Binnenraum wird vergrössert, indem durch Ausbildung eines harten und weichen Gaumens ein Theil der primitiven Mundhöhle ihr zugefügt wird. Ihr oberer Abschnitt, die Regio olfactoria, erfährt in seinen Seitenwandungen eine complicirte Ausgestaltung durch Bildung der Riechwülste, der oberen Muscheln, welche zu der schon bei *Amphibien* vorhandenen unteren Muschel (Os turbinale) hinzutreten. Zur Vergrösserung der Schleimhautflächen dienen weiterhin sinuöse Ausstülpungen in die benachbarten Knochen, in die Stirnbeine, Keilbeine und Oberkiefer (Sinus frontales, S. sphenoidales, S. maxillares). — Bei Auge und Ohr sind die äusseren Hilfsapparate für die Erscheinungsweise der Säugethiere wichtig, am Auge die oberen und unteren Augenlider, neben denen die Nickhaut in mehr oder minder rudimentärem Zustand fortbesteht, am Ohr die von Knorpel gestützte nur bei *Cetaceen*, *Monotremen* und *Sirenen* unvollkommen entwickelte Ohrmuschel und der äussere Gehörgang. Das Gehörorgan ist zugleich in seinen inneren Theilen wesentlich umgestaltet; die Säugethiere sind die einzigen Wirbelthiere, bei denen die 3 Gehörknöchelchen, Hammer, Ambos und Steigbügel, vorhanden sind (Fig. 481) und der Schneckenblindsack des Labyrinths, der Ductus cochlearis, in 2–4 Spiralwindungen nach Art eines Schneckenhauses eingewunden ist (Fig. 77, 480).

Bei der Besprechung des Säugethierdarms verdient vor Allem die auf Unterkiefer, Zwischen- und Oberkiefer beschränkte Bezahlung Beachtung, weil sie sowohl zur Unterscheidung der gesammten Classe von anderen Wirbelthierclassen als auch innerhalb der Classe zur Charakteristik der einzelnen Ordnungen benutzt wird. Wenn wir *Monotremen*, *Edentaten* und *Cetaceen*, bei welchen die Bezahlung in offenkundiger Rückbildung begriffen ist, ausser Acht lassen, so sind vier Merkmale hervorzuheben, welche sämmtlich darauf hinweisen, dass das Gebiss der Säugethiere höher entwickelt und daher einer grösseren Gesetzmässigkeit unterworfen ist als das Gebiss der übrigen Wirbelthiere (Fig. 546): 1) Die Zahl der Zähne ist mindestens für jede Art, meist sogar für die Gattung, vielfach auch für die Familie constant. Wie die Menschen nor-

Bezahlung.

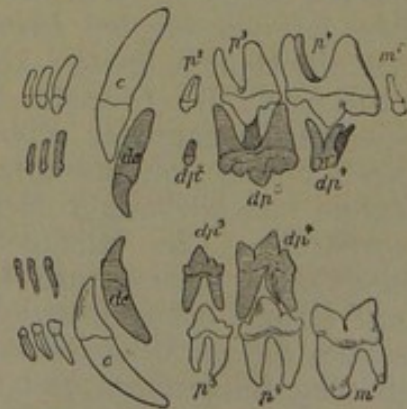


Fig. 546. Gebiss und Milchgebiss der Katze. *c* Eckzähne, *p²–p⁴* Prämolarkzähne, *m¹* Molarkzahn. Schneidezähne ohne Nummern, *d* bedeutet das Milchgebiss (aus Boas).



malerweise 32 Zähne haben, so die Hunde 42, die anthropoiden Affen 32, die plattnasigen Affen 36 u. s. w. 2) Die Zähne sind besser befestigt. Ihr Dentinkörper wird durch eine leichte Einschnürung in die mit Schmelz bedeckte Krone und die von Cement (Knochengewebe) umhüllte Wurzel abgetheilt. Die Wurzeln sind in besondere Höhlungen der Kiefer, die Zahnalveolen, eingekeilt und entstehen zuletzt, wenn das Wachsthum des Zahns seinem Ende entgegengeht, so dass Zähne, bei denen die Wurzelbildung unterbleibt, wie die Schneidezähne der *Nager*, die Stosszähne der *Elephanten* oder die Eckzähne der *Schweine* etc., unbegrenzt fortwachsen. Aus dem Einfluss der Wurzelbildung auf das Wachsthum des Zahns erklärt sich ferner der Unterschied von brachyodonten und hypsodonten Zähnen, Zähnen mit kurzen und langen Kronen. Erstere sind durch frühzeitige, letztere durch verspätete Bewurzelung ausgezeichnet. 3) Infolge ihrer besseren Befestigung nutzen sich die Zähne nicht so schnell ab und bedürfen nicht des raschen Ersatzes; es findet nur ein einmaliger Wechsel statt, indem das bei der Geburt vorhandene oder bald darauf sich entwickelnde „Milchgebiss“ oder „lacteale Gebiss“ — besser Zähne der „ersten Dentition“ genannt — nach einiger Zeit vom bleibenden Gebiss — Zähnen der zweiten Dentition — ersetzt wird (diphyodonte Säugethiere); in einigen Fällen unterbleibt der Zahnwechsel ganz, sei es, dass die zuerst angelegten Zähne sich dauernd erhalten (*Beutelthiere*, vielleicht auch *Zahnwale*), sei es, dass die erste Dentition mehr oder minder rudimentär wird (*Edentaten*, manche *Nager*, *Fledermäuse*, *Pinnipieder*, theilweis auch *Insectenfresser*) (monophyodonte S.). Ausser den 2 typischen Dentitionen können noch Reste von einer, selbst 2 weiteren Dentitionen vorkommen. Eine niemals functionirende, aus verkalkten Anlagen bestehende prälacteale Dentition ist am besten bei *Marsupialiern* zu beobachten, seltener und dann nur in Keimrudimenten bei *Placentaliern*. Eine dritte, den bleibenden Zähnen folgende Dentition wird nur bei manchen *Placentaliern* angelegt; einige Zähne derselben können ausnahmsweise auch in Function treten. 4) Innerhalb der Zahnreihe hat sich eine Arbeitstheilung vollzogen und zu Unterschieden in der Gestalt und der Bewurzelung der Zähne geführt (Anisodontie oder Heterodontie); die Zähne des Zwischenkiefers und ihre Antagonisten im Unterkiefer sind einwurzelig, haben meist Meisselgestalt und heissen daher Schneidezähne, *Dentes incisivi*, ein Namen, den sie beibehalten, auch wenn ihre Kronen wie bei Insectivoren (Fig. 567) nadelartig zugespitzt sind. An die *Dentes incisivi* schliesst jederseits oben und unten der *Dens caninus*, der Eckzahn (*c*) an, ein ebenfalls einwurzeliger, gewöhnlich conisch zugespitzter Zahn (wahrscheinlich ein modificirter Prämolare). Nach hinten von ihm folgen die Backzähne, breite, meist mehrwurzelige Zähne mit höckeriger Mahlfäche: sie sind stets nur zum Theil — die vorderen — im Milchgebiss angelegt, während die hinteren erst im bleibenden Gebiss auftreten und daher gar nicht gewechselt werden. Auf Grund dieser Entwicklungsweise unterscheidet man zweierlei Backzähne, die im Milchgebiss vorgebildeten *Praemolares* oder Lückzähne (falsche Backzähne) und die nicht vorgebildeten *Molares* oder ächten Backzähne. — Aus dem Gesagten folgt mit Nothwendigkeit, dass man eine jede Säugethierart nach der Beschaffenheit ihres Gebisses wird charakterisiren und diese Charakteristik in eine kurze Zahlenformel wird zusammenfassen können. Man hat nur nöthig, die Zahlen der vier oben



genannten Zahnformen — die des Oberkiefers und Unterkiefers durch einen horizontalen Strich getrennt — in ihrer natürlichen Reihenfolge aufzuführen. Bei der Symmetrie beider Körperseiten bedarf es nur der Angabe für eine Seite, wobei man mit den Schneidezähnen beginnt und im Fall, dass eine Zahnsorte fehlen sollte, den Defect mit einer 0 bezeichnet. Die Zahnformel des Menschen würde demnach lauten:  $\frac{2}{2}1\frac{2}{2}\frac{3}{3}$ , die der Rinder, denen im Oberkiefer die Schneide- und Eckzähne fehlen:  $\frac{0}{3}0\frac{0}{3}\frac{3}{3}$ . — Die verschiedenen Zahnformeln der Säugethiere (mit Ausnahme der *Monotremen* und *Marsupialier*) lassen sich auf eine Grundformel, aus der sie der Hauptsache nach durch Rückbildung entstanden sind, zurückführen. Dieselbe lautet wahrscheinlich:  $\frac{4}{4}1\frac{4}{4}4$ .

Die Backzähne unterliegen je nach der Nahrung am meisten einem Wechsel der Form. Als Ausgangsform wollen wir das Gebiss omnivorer Thiere wählen, bei denen die Krone mehrere stumpfe Höcker besitzt (*bunodontes* Gebiss). Bei animalischer Nahrung (Fig. 546, 553) sind die Höcker der Krone zugespitzt und schneidend (*secodontes* G. der *Insectivoren* und *Carnivoren*); ist die schneidende Kante aussergewöhnlich scharf und auf ihrer Innenseite noch ein besonderer Höcker vorhanden, so spricht man von einem Reisszahn (D. lacerans der *Carnivoren*). Bei pflanzlicher Kost werden die Höcker durch quere Kämme (Joche) verbunden oder sie sind halbmondförmig (*lophodontes* und *selenodontes* G.). Indem die Höcker und Joche theilweise abgeschliffen und die Furchen zwischen ihnen mit Cement ausgefüllt werden, entstehen breite Mahlflächen, deren Festigkeit hauptsächlich durch die der Abnutzung am meisten Widerstand leistenden Schmelzüberzüge der Höcker und Joche bedingt wird. Diese dringen von der äusseren Schmelzmauer des Zahns als Falten nach innen vor; indem die Falten sich abschnüren, können auf der Mahlfläche Schmelzinseln entstehen (Dentes complicati der *Hufthiere*). Wenn die Schmelzfalten in regelmässigen Abständen von innen und aussen in den Zahn vordringen und in der Mitte zusammentreffen, so zerlegen sie ihn in zahlreiche auf einander folgende, durch Cement verbundene Blätter (zusammengesetzte Zähne der *Elephanten* [Fig. 565] und mancher *Nager*).

Paläontologische Untersuchungen, mit denen auch neuere entwicklungsgeschichtliche Erfahrungen übereinstimmen, haben zu dem Resultat geführt, dass in der Bildung der Höcker bei den Backzähnen eine grosse Gesetzmässigkeit herrscht. Man unterscheidet triconodonte und trituberculare Zähne, je nachdem 3 Höcker in einer Reihe oder in Form eines Dreiecks gestellt sind, endlich multituberculare Zähne mit zahlreichen regellosen Höckern. Die triconodonten Zähne entwickelten sich weiter, indem zu den 3 vorhandenen secundäre Höcker hinzutraten. Die Bildung der Höcker erfolgt bei den Prämolaren in anderer Weise als bei den Molaren. Da erstere meist auch einfacher gebaut sind, gründet sich die Unterscheidung der beiden Formen der Backzähne nicht ausschliesslich auf ihre Entwicklungsgeschichte, sondern auch auf ihren Bau. Dies ist wichtig, weil es vorkommt, dass Prämolaren nicht gewechselt werden (*Beuteltiere*, manche *Insectivoren* und *Nager*) und dass andererseits hinter den Molaren Anlagen von Ersatzzähnen auftreten. Letzteres beweist, dass die Molaren, streng genommen, nicht der zweiten, sondern gemeinsam mit dem Milchgebiss der ersten Dentition angehören. Sie sind verspätet angelegte und daher in das bleibende Gebiss übernommene Theile der ersten Dentition.

Von der die Zunge und Zähne umschliessenden Mundhöhle ist der folgende Abschnitt des Darmrohrs, der Pharynx, durch das Gaumen-

Darm.



segel getrennt; derselbe verjüngt sich nach rückwärts in den Oesophagus, dessen Grenze gegen den Magen durch die verschliessbare Cardia bezeichnet wird. An seinem anderen Ende kann der Magen durch den Pylorus gegen den Darm (im engeren Sinn) abgeschlossen werden. Am Darm unterscheidet man nach dem Durchmesser des Lumens stets Dünndarm und Dickdarm (bestehend aus Colon und Rectum). Indem der Dünndarm in den Dickdarm seitlich einmündet, markirt sich an letzterem ein besonderes blind geschlossenes Ende, der Blinddarm, welcher bei Säugethieren mit animaler Kost klein ist oder fehlt, bei den Herbivoren (besonders den *Nagethieren*) dagegen stets gross ist und sogar der ansehnlichste Darmabschnitt sein kann. Verkümmert das hintere blinde Ende des Blinddarms, so entsteht der Wurmfortsatz oder Processus vermiformis (*Primaten, Nager*). In die Mundhöhle münden 3 Paar Speicheldrüsen, in den Dünndarm (Duodenum) Leber und Pancreas.

Respirations-  
organe.

Für den Athmungsapparat ist am wichtigsten die Anwesenheit eines kräftigen, bei anderen Wirbelthieren (vielleicht schon bei *Amphibien*) nur in seinen Anfängen erkennbaren Zwerchfells oder Diaphragma, welches die Leibeshöhle in eine Brust- und Bauchhöhle sondert. In der Brusthöhle liegen Oesophagus, Herz mit Herzbeutel, vor Allem Trachea, Bronchien und Lungen, in der Leibeshöhle alle übrigen vegetativen Organe. Die Scheidewand ist muskulös und in die Brusthöhle hinein kuppelförmig gewölbt; bei der Contraction des Zwerchfells muss sich seine Wölbung abflachen und der Raum der Brusthöhle sich erweitern. Das führt zur Ausdehnung der an der Brustwand luftdicht anschliessenden Lunge und damit zur „Inspiration“, während bei Erschlaffen des Zwerchfells die Lungen, ihrer Elasticität folgend, sich zusammenziehen und einen Theil der Luft austreiben (Expiration). Ausserdem kann Heben des Brustkorbs die Inspiration, Senken die Expiration unterstützen. — Die Athmungswege (Fig. 482) beginnen mit dem zur Stimmbildung dienenden Kehlkopf, der durch den Kehldeckel (Epiglottis) gegen den Pharynx geschlossen werden kann; auf ihn folgt die Trachea, welche sich in einen linken und rechten Bronchus gabelt; jeder Bronchus verästelt sich fortgesetzt, bis die kleinsten Bronchien entstehen, welche mit Aussackungen, den zur Athmung dienenden Lungenbläschen, bedeckt sind. — Das Herz der Säugethiere (2 *Blutgefässsystem*-Kammern und 2 Vorkammern) ist in eine linke und rechte Hälfte getrennt; ebenso wird frühzeitig im Embryonalleben der anfänglich einfache Arterienstiel in eine venöse, aus dem rechten Herzen entspringende A. pulmonalis und in eine arterielle Aorta ascendens zerlegt, welche aus der linken Herzkammer entspringt. Zum Unterschiede von Reptilien und Vögeln wird der linke Arterienbogen zum arteriellen Aortenbogen, während der rechte verloren geht.

Urogenital-  
system.

Für die systematische Eintheilung der Säugethiere hat das Urogenitalsystem die allergrösste Bedeutung gewonnen (Fig. 547). Dasselbe besteht auf frühen Stadien des Embryonallebens in beiden Geschlechtern überall im Wesentlichen aus denselben Theilen: aus der zuerst sich anlegenden Urniere (Wolff'schem Körper, *W*) und der später auftretenden, bleibenden Niere (im Schema nicht eingezeichnet), aus der als Allantois sich in die Embryonalhäute erstreckenden Harnblase (4 und 5) und aus 3 Ausführgängen, Müllerschen oder Vornierengängen (*m*), Wolff'schen oder Urnierengängen (*w*), und den Gängen der bleibenden Nieren oder den Ureteren (3).



Die Ausführungsgänge münden sämtlich nicht mehr in den Darm, sondern in die Harnblase im weiteren Sinne, der Ureter (mit Ausnahme der *Monotremen*) in den Grund (Fundus) der Harnblase, Wolff'sche und Müller'sche Gänge in die Sinus urogenitalis genannte untere Verlängerung (*ug*) der Blase. Auf dem Wolff'schen Körper lagert in der Leibeshöhle die Geschlechtsdrüse (*ot*). In der vorderen Wand des Sinus urogenitalis liegt ein Körper aus schwellbarem Gewebe, der Geschlechtshöcker (*cp*), welcher beim weiblichen Geschlecht klein bleibt (Clitoris), beim männlichen Geschlecht sich vergrößert und die Grundlage des Penis liefert. Da der Sinus urogenitalis von vorn in den Enddarm (*i*) mündet, ist embryonal stets eine Cloake (*cl*) vorhanden, welche sich bei den *Monotremen*, andeutungsweise auch bei weiblichen *Beuteltieren* dauernd erhält, sonst aber durch Ausbildung einer Scheidewand, des Dammes, in den vorderen Sinus urogenitalis und den hinteren Afterdarm zerlegt wird.

Aus dieser indifferenten Anlage lässt sich leicht der männliche Apparat ableiten, der sich ziemlich gleichförmig bei den meisten Säugethieren verhält (Fig. 548). Geschlechtshöcker und Sinus urogenitalis wachsen gemeinsam aus und erzeugen den von der Harnröhre

Männliche  
Geschlechts-  
organe.

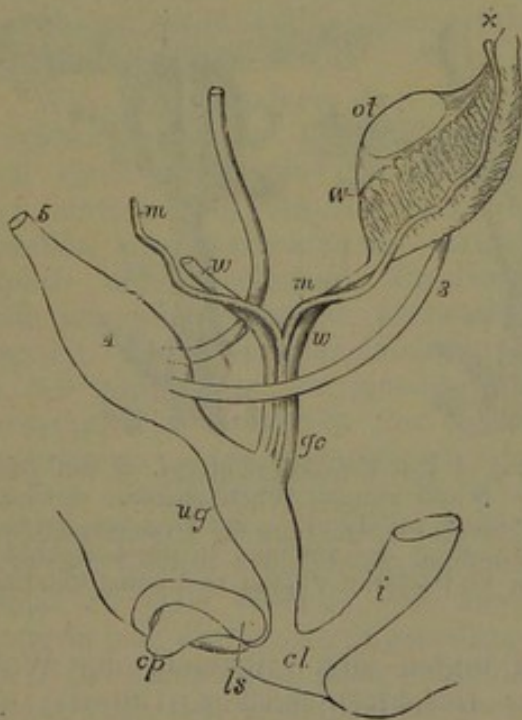


Fig. 547. Schema des Urogenitalsystems eines Säugethiers auf frühem Stadium (aus Balfour nach Thomson). Ventrale Ansicht, nur Harnblase, Cloake und Genitalhöcker in Profilstellung gebracht. 3 Ureter, 4 Harnblase, 5 Verlängerung der letzteren zur Allantois (Urachus), *ug* Sinus urogenitalis, *cl* Cloake, *i* Enddarm, *cp* Genitalhöcker, *ls* Anlage des Hodensacks (der grossen Schamlippen), *ot* Geschlechtsdrüse, *w* Wolff'scher Körper, *x* dessen oberes Ende, *w* Wolff'sche Gänge, *m* Müller'sche Gänge, *go* Vereinigung beider zum Genitalstrang.

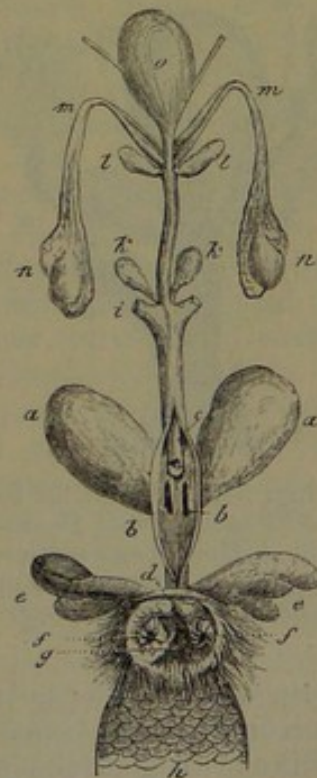


Fig. 548. Urogenitalsystem des männlichen Bibers (aus Blanchard). *o* Harnblase mit Ureteren, *n* Hoden, *m* Samenleiter, *l* Samenbläschen, *k* Cowper'sche Drüsen, *i* Corpora cavernosa des Penis, *c* Eichel des Penis, *a* Bibergeißelsäcke, *b* deren Mündung in den aufgeschnittenen Vorhautcanal, *d* Mündung des Vorhautcanals, *e* Analdrüsen, *f* deren Mündung, *g* After, *h* Schwanzwurzel.



durchbohrten Penis. Die Müller'schen Gänge schwinden, und aus Wolff'schem Gang und Wolff'schem Körper entsteht der Ausführweg des Hodens: Vas deferens und Nebenhoden. Mit Ausnahme der *Monotremen* tritt eine Verlagerung der Hoden von ihrer der Lendengegend angehörigen Ursprungsstätte ein; sie erfolgt nach abwärts längs eines zur Haut der Leistengegend ziehenden Bandes (Gubernaculum Hunteri); sie ist unbedeutend bei den *Cetaceen*, *Elephanten* und manchen *Edentaten*; vielfach aber erreicht sie einen solchen Grad, dass die Hoden die Bauchhöhle verlassen und in peritoneale Bruchsäcke zu liegen kommen, welche in die Umgebung des Penis, in die Genitalwülste (Fig. 547 ls) oder den Hodensack, ausgestülpt werden. So lange der Bruchsack (Scheidencanal) sich nicht abgeschnürt hat, kann der Hoden zur Zeit der Geschlechtsthätigkeit (der Brunst) in die Leibeshöhle zurückgleiten (*Nager*, *Insectenfresser* etc.), was durch Verwachsung der Wände des Scheidencanals bei sehr vielen Säugethieren wie dem Menschen unmöglich gemacht wird. Anhänge des männlichen Geschlechtsapparats sind die Samenbläschen (an den Samengängen), ein Rest des Müller'schen Ganges (Uterus masculinus) und die Prostata, ein reichlicher Drüsenbesatz am Sinus urogenitalis.

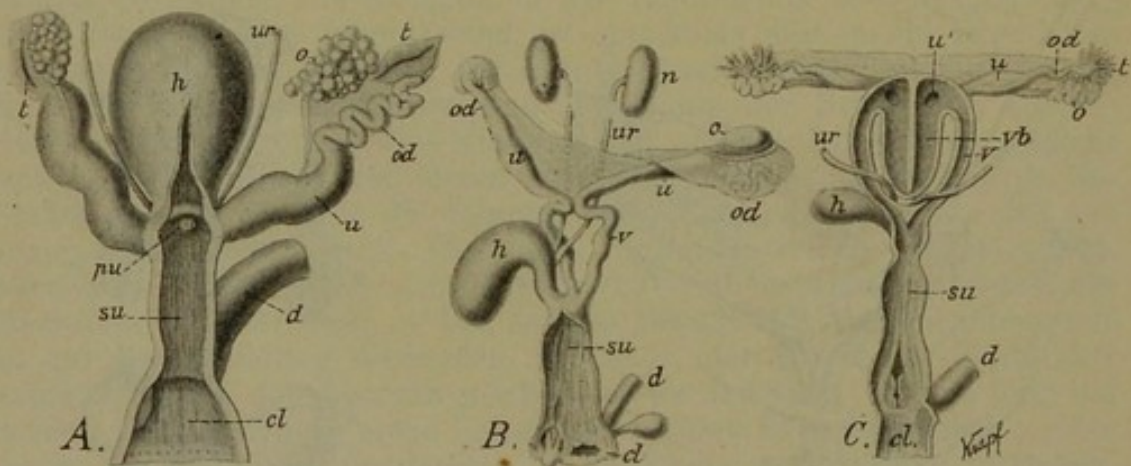


Fig. 549. Weiblicher Geschlechtsapparat A von *Echidna aculeata*, B von *Didelphys dorsigera*, C von *Phascolomys Wombat* (B und C nach Wiedersheim). cl Cloake, d Darm, h Harnblase, n Niere, o Ovar, od Oviduct, pu Mündung der Ureteren, su Sinus urogenitalis, t Ostium abdominale tubae (Mündung des Eileiters in die Leibeshöhle), u Uterus, u' Mündung desselben in die Vagina, ur Ureter, v Vagina, vb Vaginalblindsack.

Weibliche  
Geschlechts-  
organe.

Im weiblichen Geschlecht bilden sich allgemein der Wolff'sche Körper und Gang zurück; der Geschlechtshöcker (Clitoris) und der Sinus urogenitalis wachsen nicht in die Länge; die Ovarien erfahren eine geringe Verlagerung und treten nicht aus der Leibeshöhle heraus, die Müller'schen Gänge endlich werden zu den Ausführwegen. In der Art, wie letzteres geschieht, ergeben sich grosse systematische Unterschiede. Bei den *Monotremen* münden beide Gänge völlig von einander getrennt in den Sinus urogenitalis; sie sind nur in 2 Theile differenzirt (Fig. 549 A), in die durch weite Oeffnungen mit der Leibeshöhle in Verbindung stehenden Eileiter (od) und die Scheiden (u). Zwischen den beiden Scheiden münden ebenfalls noch in den Sinus urogenitalis (nicht wie sonst in den Blasengrund) die Ureteren (ur). Bei den *Beutelthieren* (B u. C) unterscheidet man 3 Abschnitte, ausser Eileiter (od) und Uterus (u) noch die Scheide (v); ferner bahnt sich bei



ihnen eine Verschmelzung der Müller'schen Gänge der linken und rechten Seite an. Die oberen, an den Uterus angrenzenden Enden der beiden Scheiden nähern sich (*B*) und verwachsen bei einem Theil der Arten (*C*) zu einem unpaaren Blindsack (*vb*), der sogar als eine dritte unpaare Scheide in den Sinus urogenitalis münden kann; von da aus trennen sich die henkelartig gestalteten unteren Enden (*v*) von Neuem und bleiben bis zum Sinus urogenitalis getrennt. Die bei den Beuteltieren vorbereitete Verschmelzung beider Scheiden ist bei allen placentalen Säugethieren zu Ende durchgeführt, und sind dadurch Scheide und Sinus urogenitalis ein einheitlicher Canal geworden (Fig. 550). Dagegen kann der Uterinabschnitt der Müller'schen Gänge noch getrennt sein (*A*. Uterus duplex vieler *Nagethiere*) oder er ist theilweise verschmolzen (*B*. Uterus bicornis der *Insectenfresser*, *Wale*, *Huf-* und *Raubthiere*) oder vollkommen einheitlich (*C*. Uterus simplex bei *Affen* und *Menschen*).

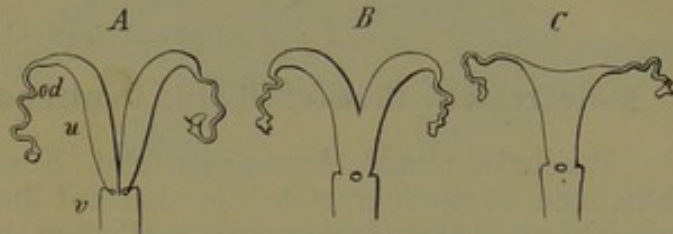


Fig. 550. *A* Uterus duplex, *B* Uterus bicornis, *C* Uterus simplex (aus Gegenbaur). *od* Oviduct, *u* Uterus, *v* oberes Ende der Vagina.

Wir haben soeben drei verschiedene Grundformen des weiblichen Entwicklung. Geschlechtsapparats kennen gelernt, insofern die Scheide entweder noch nicht differenzirt ist (*Ornithodelphier*) oder doppelt (*Didelphier*) oder einfach und unpaar ist (*Monodelphier*). Diesen drei Typen entsprechen drei verschiedene Arten der Fortpflanzung. Die *Ornithodelphier* sind eierlegend, die *Didelphier* und *Monodelphier* sind zwar beide lebendig gebärend, unterscheiden sich aber durch die Dauer der Tragzeit. Die Eier aller lebendig gebärenden Säugethiere sind so klein (ca. 0,2 mm), dass sie eine totale, nahezu äquale Furchung erleiden. Derartige Eier bedürfen der Ernährung durch die Mutter, um einen Organismus von dem complicirten Bau eines Säugethieres zu liefern. Da nun bei den *Didelphiern* die Ernährung im Uterus gewöhnlich eine sehr unvollkommene ist, ist auch die Tragezeit eine sehr kurze; sie beträgt, wenn wir Thiere von gleichem Körpergewicht in Vergleich stellen, nicht einmal so viele Wochen, wie Monate bei den *Monodelphiern*, weil bei letzteren sich die Ernährungsbedingungen für den Embryo durch Bildung der Placenta wesentlich vervollkommen haben. Dementsprechend werden bei den *Didelphiern*, den „*Aplacentalien*“, die Embryonen in einem ausserordentlich viel unvollkommeneren, hilfsbedürftigeren Zustand geboren und sind von viel geringerer Körpergrösse als bei den *Monodelphiern*, den „*Placentalien*“.

Die Sorge für die Nachkommenschaft ist allen Säugethieren gemein und wird vorwiegend oder ausschliesslich vom Weibchen ausgeübt, welches seine Jungen nicht nur mit dem Secret der Milchdrüsen säugt, sondern auch gegen Angriffe vertheidigt und in warmen, wenn auch meist wenig kunstvollen Nestern unterbringt. Die meisten Säugethiere sind monogam, andere sind polygam, bei dritten kommt es überhaupt nicht zum dauernden Zusammenleben der Geschlechter. — Die Körpertemperatur ist eine constante (Homoeothermie, Warmblüter) und beträgt circa 36—41° C (bei



*Echidna* nur 26—34 %). Um sie aufrecht zu erhalten, bedürfen die meisten Säugethiere einer andauernden Ernährung. Von dieser Regel machen nur wenige eine Ausnahme, wie *Bären*, *Dachse*, *Siebenschläfer*, *Murmelthiere* etc., die in der kalten Jahreszeit in einen Winterschlaf verfallen und dann keine Nahrung mehr zu sich nehmen. In diesem Falle tritt stets in Folge des herabgesetzten Stoffwechsels eine Abnahme der Körpertemperatur ein.

## I. Unterlasse und Ordnung.

### Monotremen, Cloakenthiere, Ornithodelphier, Ovomammalien.

Beschränkt auf Australien und Neuguinea leben wenige eigenthümliche Säugethierarten, die sich auf die 3 Gattungen *Echidna*, *Proechidna* und *Ornithorhynchus* vertheilen und sich schon dadurch von allen übrigen Säugethiern unterscheiden, dass sie dotterreiche, etwa 1—1,5 cm lange, weichschalige Eier legen. Letztere erfahren schon im Uterus des Weibchens die discoidale Furchung, werden dann aber weiter ausgebrütet, von *Ornithorhynchus* in einem Nest, von *Echidna* in einem zur Zeit der Fortpflanzung sich bildenden Brutbeutel (Marsupium) am Bauch. Die jungen Thiere werden beim Verlassen der Eischalen von der Mutter gesäugt und zwar mit dem Secret enorm vergrößerter Schweissdrüsen, die links und rechts von der Mittellinie des Bauches zwei Drüsenpakete bilden und Mammarydrüsen heißen, zum Unterschied von den Milchdrüsen der übrigen Säugethiere, welche modificirte Balgdrüsen sind. Jedes Drüsenpaket mündet auf einem besonderen Bezirk der Bauchhaut, der bei *Ornithorhynchus* ein wenig schlitzartig vertieft ist, bei *Echidna* die flache Mammartasche bildet. Unterschiede zu den übrigen Säugethiern, welche zugleich Aehnlichkeiten zum Theil mit den Reptilien,

zum Theil mit den Vögeln darstellen, sind die starke Ausbildung des Episternum und der das Sternum erreichenden Coracoidea (Fig. 542), die Einmündung der Ureteren in den Sinus urogenitalis (nicht in den Fundus der Harnblase), die Cloakenbildung in beiden Geschlechtern und die specifisch vogelähnliche Beschaffenheit der weiblichen Geschlechtsorgane (*Ornithodelphia*), an denen das kräftigere linke Ovar allein functionirt, und ein Unterschied von Uterus und Scheide noch fehlt. Alles das darf uns nicht vergessen lassen, dass die *Monotremen* das Haarkleid, die Schädelbeschaffenheit und den Sinus urogenitalis ächter Säugethiere haben und in der Anwesenheit der Beutelknochen auf dem Becken (Fig. 551) sogar eine nähere Verwandtschaft mit den Beutelthieren be-

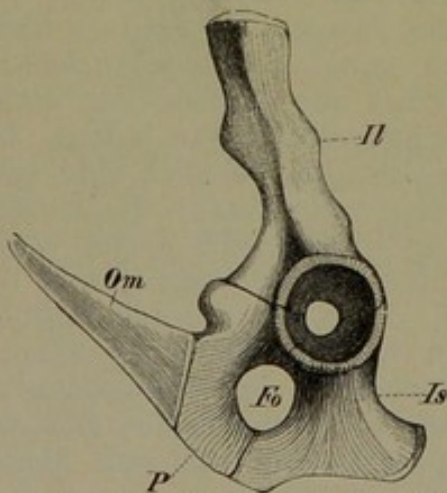


Fig. 551. Linksseitige Ansicht des Beckens von *Ornithorhynchus anatinus* (aus Wiedersheim). *Il* Ileum, *Is* Os ischii, *P* Os pubis, *Om* Os marsupiale, *Fo* Foramen obturatorium.

kunden. Die oberen Enden der Hyoide sind ligamentös oder direct mit dem knorpeligen Gehörgang verbunden, der sich in eine kaum sichtbare Ohrmuschel erweitert. — Die Kiefer sind zahnlos und von Hornscheiden umschlossen; doch finden sich bei jungen *Ornithorhynchen*



in jedem Kiefer 3 Paar vielhöckerige Backzähne (insgesamt 12), welche später von 4 breiten Hornplatten ersetzt werden.

1) *Echidniden*, Ameisenigel; Körper mit Stacheln bedeckt, Schnauze mit wurmförmiger Zunge, die zum Insectenfang dient; Füße mit starken Scharrkrallen, fünfzehig. *Echidna aculeata* Cuv., Australien und Vandiemensland. *Proechidna bruijii*

Pet. und Dor., Neuguinea, dreizehig. — 2) *Ornithorhynchiden*, Schnabelthiere; zahnlose, im Wasser „grundelnde“, dicht behaarte Thiere mit Hornscheiden an den Kiefern, welche an einen Entenschnabel erinnern; die fünfzehigen Füße mit



Fig. 552. *Ornithorhynchus paradoxus* (aus Schmarda).

breiter, besonders an den Vorderfüßen gut entwickelter Schwimmhaut. *Ornithorhynchus anatinus* Shaw, in Südaustralien (Fig. 552). — Die Männchen besitzen einen Sporn mit einer Drüse an den Hinterfüßen, der in eine correspondirende Vertiefung am Schenkel des Weibchens passt und wahrscheinlich bei der Begattung eine Rolle spielt.

Den *Monotremen* sind wahrscheinlich die ältesten fossilen Säugethierreste zuzurechnen, die schon in der Trias auftretenden, leider sehr unvollkommen bekannten *Allotherien* (*Tritylodon*, *Microlestes*, *Plagiaulax*). Ihre multitubercularen Zähne erinnern an die hinfälligen Zähne von *Ornithorhynchus*; auch existiren Andeutungen, dass das Coracoid noch als besonderer Knochen erhalten war.

## II. Unterklasse.

### Marsupialier, Didelphier, Beutelthiere.

Die Beutelthiere sind wie die übrigen Säugethiere lebendig gebärend. Ihre Eier sind klein, haben meist eine totale Furchung und entwickeln sich im Uterus der Mutter, indem sie durch Ausscheidungen von der Wand desselben ernährt werden. Bei wenigen Arten bildet sich eine Placenta, die bei *Perameles* sicher von der Allantois ausgeht, bei *Dasyurus viverrinus* möglicherweise auch vom Dottersack. In der Regel kommt es jedoch zu gar keiner Placentarbildung. In allen Fällen ist die Ernährung ungenügend und werden die jungen Thiere in völlig hilflosem Zustand geboren. Sie werden daher von der Mutter noch längere Zeit getragen, meist im Marsupium, einem durch eine Hautfalte gebildeten Beutel in der unteren Bauchgegend, an dessen Grund die Zitzen der Milchdrüsen münden. Zur Stütze der Bauchdecken dienen die Beutelknochen, schlanke Knochenstäbe, welche links und rechts von der Symphyse auf dem Schambein aufsitzen. Weitere Merkmale des Beutelthierskelets sind der Winkel des Unterkiefers, welcher fast stets hakenartig nach innen eingebogen ist (Fig. 553 a), und der rudimentäre Zahnwechsel. Bei den Beutelthieren bleiben die Zähne der ersten Dentition (Milchgebiss und Molares) im Wesentlichen erhalten. Nur Prämolare 3 wird gewechselt



und durch einen Zahn ersetzt, über den gestritten wird, ob er der zweiten Dentition angehört oder ein verspätet zum Durchbruch kommender Zahn der ersten Dentition ist. — In Folge mangelhafter Ausbildung des Damms ist die Cloake bei weiblichen Thieren durch eine



Fig. 553. Unterkiefer von *Thylacinus cynocephalus* von innen, *a* der für die Beutelthiere charakteristische Unterkieferfortsatz; *cd* Gelenkfläche (nach Flower).

(*Didelphier*). Mit der paarigen Beschaffenheit der Scheide hängt es zusammen, dass auch der Penis des Männchens am Ende häufig (bei multiparen Arten) zweigetheilt ist.

Aus der Secundär- und Tertiärzeit sind Beutelthiere aus Europa, Nord- und Südamerika bekannt; wahrscheinlich waren sie damals über den ganzen Erdball verbreitet, wurden aber von den placentalen Säugethieren verdrängt und erhielten sich nur in Resten (Familie der *Beutelratten*, Gattung *Caenolestes*) in Amerika und in reichlicher Entfaltung in Australien. In Australien konnten sie fortexistiren, weil in diesem frühzeitig von den übrigen Continenten abgelösten Erdtheil die Ausbildung placentaler Säugethiere unterblieb. Letztere fehlen in Australien mit Ausnahme der von dem Menschen eingeführten Formen und von solchen Arten, welche, wie *Mäuse*, *Fledermäuse*, *Robben*, leicht von Insel auf Insel überwandern. In ihrem jetzigen Verbreitungsgebiet haben die Beutelthiere in Anpassung an ähnliche Existenzbedingungen eine völlig analoge Entwicklung genommen wie die placentalen Säugethiere auf dem übrigen Erdball, so dass man zu den Ordnungen der letzteren (*Raubthieren*, *Nagethieren*, *Insectenfressern*, *Hufthieren*) vollkommene Parallelgruppen aufstellen kann.

## II. Ordnung. Zoophagen, Fleischbeutler, Polyprotodontien.

Zahlreiche Beutelthiere — darunter die ältesten Formen — haben ein auf thierische Nahrung eingerichtetes Gebiss: zahlreiche Schneidezähne (bis zu 5 in jeder Kieferhälfte), stark entwickelte Eckzähne und spitzhöckerige Backzähne (Fig. 553). Genauer betrachtet, erinnern die Zähne und so auch das ganze Aeussere der Thiere bald mehr an Raubthiere, bald mehr an Insectenfresser.

1) Raubbeutler sind die *Dasyuriden*: *Dasyurus viverrinus* Geoffr., der Beutelmarder, und die selbst grösseren Säugethieren gefährlichen Beutelbären, *Sarcophilus ursinus* Geoffr., und Beutelwölfe, *Thylacinus cynocephalus* A. Wagn. — 2) Insectivorenähnlich sind die *Perameliden*: *Perameles nasutus* Geoffr. — 3) Dem Gebiss nach den Raubbeutlern ähnlicher als den Insectivoren sind die auf Amerika (vorwiegend Südamerika) beschränkten *Didelphyiden* oder Beutelratten, charakterisirt durch den Greiffuss, welcher mit seinem opponirbaren Daumen an den Greiffuss der Affen erinnert. *Didelphys virginiana* Shaw, Opossum, über Nord- und Südamerika verbreitet.



## III. Ordnung. Phytophagen, Pflanzenbeutler, Diprotodontien.

Die herbivore Ernährungsweise spricht sich bei den Pflanzenbeutlern vor Allem in der Rückbildung der Eckzähne aus, welche im Unterkiefer gewöhnlich fehlen und im Oberkiefer mindestens sehr klein bleiben. Ferner trägt der Unterkiefer nur 2 Schneidezähne von ganz auffallender Grösse. Auch im Oberkiefer übertrifft jederseits der mittlere Schneidezahn die 1—2 anderen, welche noch vorhanden sein können, an Grösse.

1) Die Stelle unserer Nagethiere nehmen die *Phascolomyiden* ein; *Phascolomys Wombat* Pér. et Les., keine Eckzähne, jederseits im Ober- und Unterkiefer nur 1 langer Schneidezahn (vergl. *Rodentien*). — An die Hufthiere erinnern die herdenweise auf Wiesen weidenden *Macropodiden*, Springbeutler, bei denen jederseits 3 Schneidezähne und 1 kleiner Eckzahn im Oberkiefer stehen. Bei der Kleinheit der Vorderextremitäten sind die Thiere gezwungen, mit Hülfe ihres kräftigen Schwanzes und der starken Hinterbeine zu springen. *Macropus giganteus* Shaw, Riesenkänguruh. — Am wenigsten ausgesprochen ist das herbivore Gebiss bei den *Phalangi- stiden*, welche nach Art der Eichhörnchen vorwiegend von Früchten leben. *Petaurus sciureus* Desm., Beuteleichenhorn, mit einer Flughaut, welche vordere und hintere Extremitäten verbindet. Die Diprotodonten scheinen sich in Australien entwickelt zu haben, da sie bisher aus anderen Gegenden paläontologisch nicht bekannt sind, mit Ausnahme der südamerikanischen Gattung *Caenolestes*.

### III. Unterclasse.

### Placentalier.

Der Grund, weshalb wir die Säugethiere der alten Welt und die überwiegende Mehrzahl der in Amerika lebenden Formen als „Placentalier“ zusammenfassen, ist zunächst ein entwicklungsgeschichtlicher, die Anwesenheit der Placenta. Wenn sich beim Embryo Serosa, Amnion und Allantois entwickelt haben, breiten sich die Gefässe der letzteren in der äusseren Hülle unter der Serosa aus und bilden mit dieser das Chorion, welches in die ausserordentlich blutgefässreich gewordene Uterusschleimhaut der Mutter verästelte Zotten treibt, um aus ihr Nahrung zu saugen, wie ein Baum mit seinen Wurzeln Nahrung aus der Erde saugt. Diese Zotten können über den grössten Theil der Oberfläche verbreitet sein; dann entsteht das Chorion frondosum, die diffuse Placenta (Fig. 554), welche den *Cetomorphen*, *Perissodactylen* und manchen *Artiodactylen* (Schwein) zukommt. Andererseits können die Gefässzotten sich auf bestimmte Stellen beschränken, hier aber besonders kräftig werden; dann entstehen die eigentlichen Placenten, die Pl. cotyledonaria, Pl. discoi-

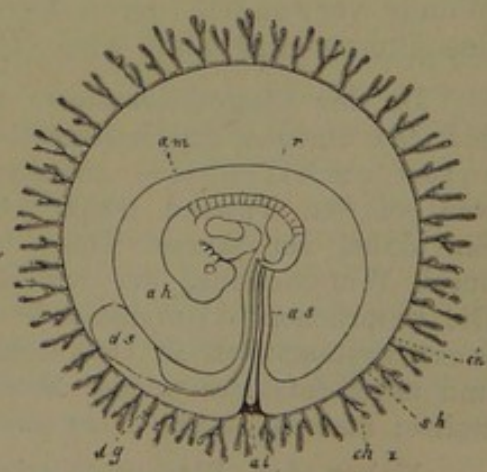


Fig. 554. Schema einer jungen Säugethierfrucht mit Chorion frondosum; *am* Amnion, *ah* Amnionhöhle, *as* Nabelschnur, *r* Raum zwischen Chorion und Amnion, *ch* Chorion, *sh* Serosa, *chx* Chorionzotten, *al* Allantois, *ds* Dottersack, *dq* Dottergang.



dalis und Pl. zonaria. Diesen zottenreichen Stellen (Pl. foetalis) entsprechen Stellen der Uterinschleimhaut, die durch ihren enormen Blutgefässreichtum von der Umgebung abstechen (Pl. uterina). Die Placenta cotyledonaria (die meisten *Wiederkäuer*) besteht aus vielen kleinen derartigen Placentarstellen, den Cotyledonen (Fig. 555), die Pl. zonaria und discoidalis jedesmal aus einem einzigen Herd, welcher

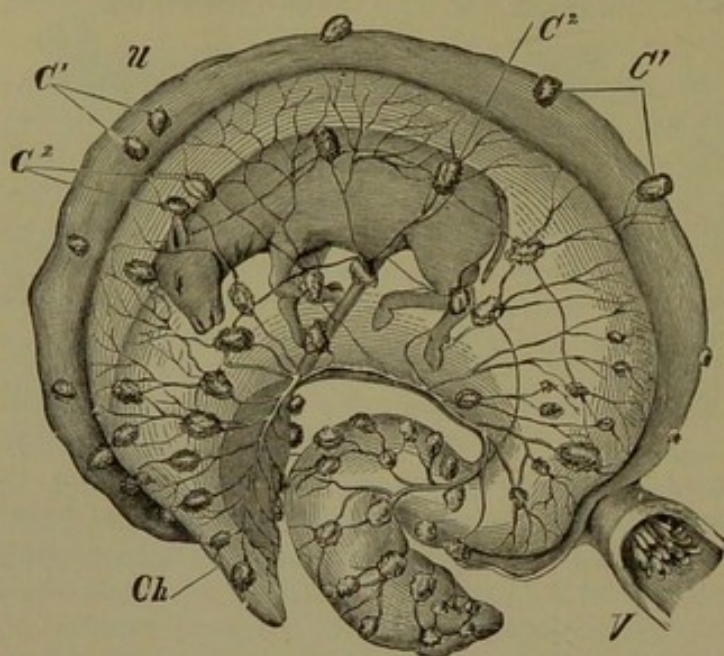


Fig. 555. Trächtige Gebärmutter einer *Kuh* geöffnet (aus Balfour nach Colin). V Vagina, U Uterus, Ch Chorion, C¹ Cotyledonen der Uterinplacenta, C² Cotyledonen der Föetalplacenta.

im ersteren Falle (*Raubthiere*, *Sirenen*) wie ein breiter Gürtel die tonnenförmige Frucht umgiebt, im zweiten Fall (Rest der Säugethiere) die Form von 1 oder 2 Scheiben hat (P. discoidalis simplex und duplex) hat. Durch die Beschränkung der Nährvorrichtungen auf einen eng begrenzten Bezirk wird die correspondirende Partie des Uterus, die ebenfalls ring- oder scheibenförmige Placenta uterina, viel intensiver umgeändert, als bei der Pl. diffusa oder selbst der Pl. cotyledonaria. Während bei letzteren beiden zum Schluss des Ge-

bäracts sich die Placentarzotten aus der Uterinschleimhaut herausziehen lassen, ohne dass diese dabei verletzt wird (*Indeciduaten*), wird bei der Ring- und Scheibenplacenta gewöhnlich der oberflächlichste Theil der Schleimhaut, die hinfällige Haut oder Decidua, mit abgelöst und die Placenta uterina durch die Verletzung in eine grosse, blutende Wunde verwandelt, deren Verschluss durch die energische Contraction des Uterus angebahnt wird (*Deciduaten*).

Da der Säugethierembryo bei der Geburt mit der Placenta foetalis und den übrigen Abschnitten der Eihäute durch die Nabelschnur (*Funiculus umbilicalis*) zusammenhängt, muss er von ihr gelöst werden, was bei den Thieren durch Abbeissen von Seiten der Mutter geschieht. Ein dabei am jungen Thier verbleibender Rest der Nabelschnur wird durch Wundheilung, die zur Bildung des Nabels führt, abgestossen. — Die besprochenen Unterschiede in der Bildung der Placenta hat man versucht, systematisch zu verwerthen, indem man *Indeciduaten* und *Deciduaten* und unter letzteren wieder *Zono-* und *Discoplacentaler* einander gegenüberstellte; man ist davon mehr und mehr wieder zurückgekommen.

Neben den Placentaleinrichtungen verdienen bei der Charakteristik der höheren Säugethiere noch einige anatomische Merkmale Beachtung: völliger Schwund der Cloakenbucht, unpaare Beschaffenheit der Scheide, Mangel der Beutelknochen und meist auch des Fortsatzes am Unterkieferwinkel. Das Gebiss ist Gegenstand einer fortschreitenden, divergenten Entwicklung geworden, so dass die Unterschiede in den Arten



der Bezahnung viel ausgesprochener sind als bei den Beutelthieren und daher auch in erster Linie zur Abgrenzung der Ordnungen verwandt werden.

#### IV. Ordnung. Edentaten, Zahnlücken.

Einige wenige, artenarme Familien werden unter dem Namen Edentaten, Zahnlücken zusammengefasst, weil die Bezahnung fehlt oder — was viel häufiger zutrifft — in offenkundiger Rückbildung begriffen ist. Nie treten dauernd functionirende Schneidezähne, selten (*Bradypus*) Eckzähne auf; Backzähne können zwar in grosser Zahl vorhanden sein — *Dasypus (Priodon) gigas* besitzt nahe an 100 Backzähne —, aber sie sind schlecht bewurzelt, gleichförmig prismatisch, schmelzlos und entbehren meist des Zahnwechsels (monophyodont). Da das Capschwein (*Orycteropus*) und ein Gürtelthier (*Tatusia*) im Embryonal-leben noch ein heterodontes Milchgebiss, im welchem sogar Schneidezähne vertreten sind, besitzen, da ferner fossile Faulthiere mit completem Gebiss (*Entelops*) bekannt sind, kann der Mangel des Zahnwechsels nur durch Rückbildung erklärt werden, wie denn überhaupt Rückbildung vielfach wohl Ursache der niederen Organisation ist, was die Beurtheilung der systematischen Stellung der Thiere erschwert. — Auffällig ist die grosse Zahl der Sacralwirbel, 5—8 bei Faulthieren, 8—13 bei Gürtelthieren, 3—6 bei Scharrthieren.

I. Unterordnung. *Manitherien (Nomarthra)*, Edentaten der alten Welt. *Effodientien*, Thiere mit kräftigen Scharrkrallen, langem Schwanz und langer, wurmförmiger, klebriger Zunge, mit welcher sie Ameisen und Termiten aus ihren zerstörten Bauten fangen. *Manis laticaudata* Shaw, Schuppenthier, Indien, vollkommen zahnlos, wenn auch eine Zahnleiste vorhanden ist, mit dachziegelartigen Hornschuppen. *Orycteropus capensis* Geoff., Capschwein, mit langer Schnauze, borstigem, spärlichem Haar, mit kleinen Backzähnen und rudimentärem Milchgebiss, Afrika.

II. Unterordnung. *Bradytherien (Xenarthra)*, Edentaten der neuen Welt. a) *Cingulaten*, Gürtelthiere, ausschliesslich südamerikanisch, insectenfressend; Rücken mit fest gefügten Knochenplatten gepanzert; zahlreiche Backzähne. *Dasypus gigas* Cuv., *Tatusia hybrida* Desm. Nahe verwandt die riesigen, diluvialen *Glyptodonten* (waren vielleicht früher auch in Europa vertreten). b) *Myrmecophagiden*, Ameisenbären, gleichen den Schuppenthieren durch ihre zahnlosen Kiefer, ihre lange, auf Ameisenkost eingerichtete Zunge und ihre mächtigen Scharrkrallen, stehen aber anatomisch wie thiergeographisch den *Bradytherien* näher. *Myrmecophaga jubata* L. c) *Bradypoden*, Faulthiere, mit spärlichen Zähnen, rauhem, langhaarigem Fell, kleinem, rundem Kopf, rudimentärem Schwanz, in der Gestalt an Affen erinnernd. Die Thiere hängen sich mit ihren langen, sichelförmigen Krallen an Baumästen fest, das Laub fressend; sie sind wie die diluvialen Riesenfaulthiere (*Megatherium Cuvieri* Desm.) auf Südamerika beschränkt. *Bradypus tridactylus* Cuv., mit 9 Halswirbeln, *Choloepus didactylus* Ill., mit 6 Halswirbeln.

#### V. Ordnung. Cetomorphen, Walthiere. Meersäugethiere.

Zwei im Bau erheblich unterschiedene, daher in keiner näheren Verwandtschaft stehende Gruppen der Säugethiere, die *Seekühe* und die *Walische*, haben sich dem Aufenthalt im Wasser so vollkommen an-



gepasst, dass sie auf dem Land nur vorübergehend oder überhaupt nicht mehr zu leben vermögen. Dabei sind die Tiere so fischähnlich geworden, dass die *Walfische* von Laien vielfach noch jetzt, wie früher von den Fachzoologen, für ächte Fische gehalten werden. Kopf und Rumpf sind gegen einander kaum abgesetzt, da sich die Halsregion in Folge von Verkürzung und oft auch Verschmelzung der Halswirbel äusserlich nicht mehr bemerkbar macht. Die hinteren Extremitäten und das Becken mit Ausnahme kleiner Darmbeinrudimente fehlen, weshalb auch Sacral- und Lumbalwirbel nicht mehr unterschieden sind. Die vorderen Extremitäten sind flossenförmig und dienen vorwiegend zum Steuern; zum Schwimmen dient die Schwanzflosse, welche horizontal gestellt und nur von fibrösem Gewebe gestützt ist und daher anatomisch mit der Schwanzflosse der Fische nicht verglichen werden darf. Die Haut enthält nur spärliche Haare; bei den ächten Walfischen ist sie sogar vollkommen haarlos; doch existiren bei den Bartenwalen embryonal noch Reste des Haarkleides, bei den Embryonen der Zahnwale noch einige Spürhaare, bei Narwal und Weisswal auch diese nicht mehr.

I. Unterordnung. *Sirenen, Seekühe*. Die Sirenen bewohnen das flache Wasser des Meeres — seltener das Flussufer — und grasen hier die Tangwälder mit ihren gewaltigen, von Hornplatten bedeckten Kiefern ab. Die Bezeichnung (bei dem fossilen *Prorostomus* noch  $\frac{3}{1}\frac{4}{4}$ ) kann ganz fehlen oder ist mangelhaft. Am häufigsten erhalten sich die schmelzfaltigen, an das Gebiss der Ungulaten erinnernden Backzähne, während die Schneidezähne fehlen oder wenigstens functionsunfähig sind und nur beim männlichen *Dugong* sich als ein Paar kräftiger, beim Weibchen rudimentärer Hauer im Zwischenkiefer entwickeln. Die Flossen haben öfters noch Nagelrudimente und stets ein bewegliches Ellenbogengelenk. Die Zweizahl der Milchdrüsen und ihre Lage an der Brust erklärt es, wie man die ungeschlachteten Thiere für Mischwesen zwischen Mensch und Fisch halten können. *Manatus americanus* Desm. mit nur 6 Halswirbeln, *Halicore Dugong* Quoy et Gaim., Männchen hat zwei grosse Stosszähne im Zwischenkiefer. *Rhytina Stelleri* Cuv., zahn- und haarlos, ganz ausgerottet.

II. Unterordnung. *Cetaceen, Walfische*. Die Fischähnlichkeit der meist riesigen Thiere wird dadurch gesteigert, daß dieselben das freie Meer bewohnen — *Inia boliviensis* d'Orb und *Platanista gangetica* Cuv. die Flüsse —, dass ihre von vielen nahezu gleichförmigen Knochenstücken gestützten Flossen nur noch im Schultergelenk bewegt werden können und dass zur Schwanzflosse meist noch eine Rückenflosse tritt. Für den Mangel der Haare bieten die dicken, subcutanen Fettschichten (Thran) einen Ersatz; sie erleichtern zugleich das specifische Gewicht des Körpers ebenso wie die Fettmassen, welche die schwammigen Knochen durchsetzen. Um den Thieren, während sie Nahrung aufnehmen, das Luftathmen zu ermöglichen, erhebt sich der Kehlkopf thurmartig in den Rachen und legt sich, umschlossen vom muskulösen Gaumensegel, an die Choanen an, von denen die Nasengänge fast senkrecht zur paarigen (*Mysticete*) oder unpaaren (*Denticete*) äusseren Nasenöffnung aufsteigen. Indem die wasserreiche, mit Gewalt herausgepresste Athemluft beim Ausathmen („Blasen“) sich abkühlt, entsteht eine Fontaine feinsten Wassertheilchen, die früher für einen Wasserstrahl gehalten wurde. — Da die Riechschleimhaut, meist auch die Riechmuscheln rückgebildet, die Lobi olfactorii rudimentär sind, ist die Nase ausschliessliches Athemorgan. — Die Augen sind klein, Ohrmuscheln fehlen, die Milchdrüsen liegen dicht an der Geschlechtsöffnung. Die Zähne sind entweder in sehr großer Zahl vorhanden, gleichartig,



kegelförmig und, da die zweite Dentition vollkommen rudimentär bleibt, monophyodont (Denticete), oder sie werden zwar angelegt, frühzeitig aber wieder resorbiert und durch die das Fischbein liefernden Barteln ersetzt (Mysticete). Diese sind mächtige, bei grossen Thieren bis zu 4 m lange Hornplatten (Fig. 556 *ba*), die mehrere hundert an Zahl hintereinander in einer linken und rechten Reihe vom Gaumen entspringen und bis zur dicken Zunge (*tu*) herunterreichen. Sie entsprechen den queren Gaumenfalten, wie sie auch sonst bei Säugethiere vorkommen. Am Innenrand ausgefranst, bilden sie eine Reuse zum Zurückhalten kleiner Meeresthiere (*Clio borealis*, Pteropode, und *Cetochilus septentrionalis*, Copepode). Der Schlund ist zu eng, als dass eine Ernährung durch grössere Thiere möglich wäre.

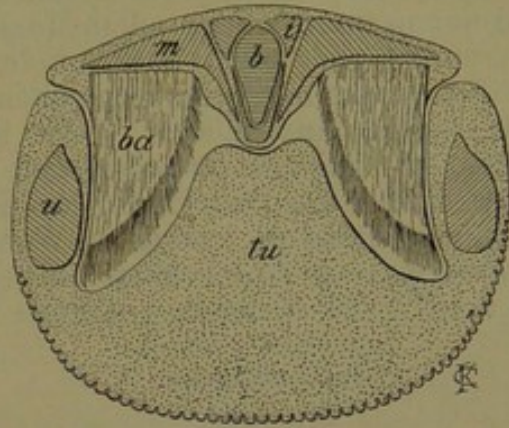


Fig. 556. Querschnitt durch den Vorderkopf eines Bartenwals (Schema nach Delage). *b* knorpeliges Septum narium mit Vomer, *i* hinteres Ende des Zwischenkiefers, *m* Oberkiefer, *u* Unterkiefer, *ba* Barteln, *tu* Zunge.

1) *Zeuglodonten*, tertiäre ausgestorbene Thiere mit heterodonter Bezahnung. 2) *Denticeten*, Zahnwale: *Delphinus delphis* L., Delphin, *Monodon monocerus* L., Narwal mit einem ca. 2 m langen Stosszahn (Veranlassung zur Sage vom Einhorn), *Physeter macrocephalus* Lac., Pottwal, 20 m lang, liefert das Walrat, eine öltartige Masse, die besonders in einem Hohlraum oberhalb des Schädels lagert, ferner das Ambra, welches sich im Darm bildet. 3) *Mysticeten*, Bartenwale, wegen des Fischbeins und des Thrans gejagt: *Balaena mysticetus* 15 m lang, *Balaenoptera musculus* 20 m lang.

## VI. Ordnung. Ungulaten, Hufthiere.

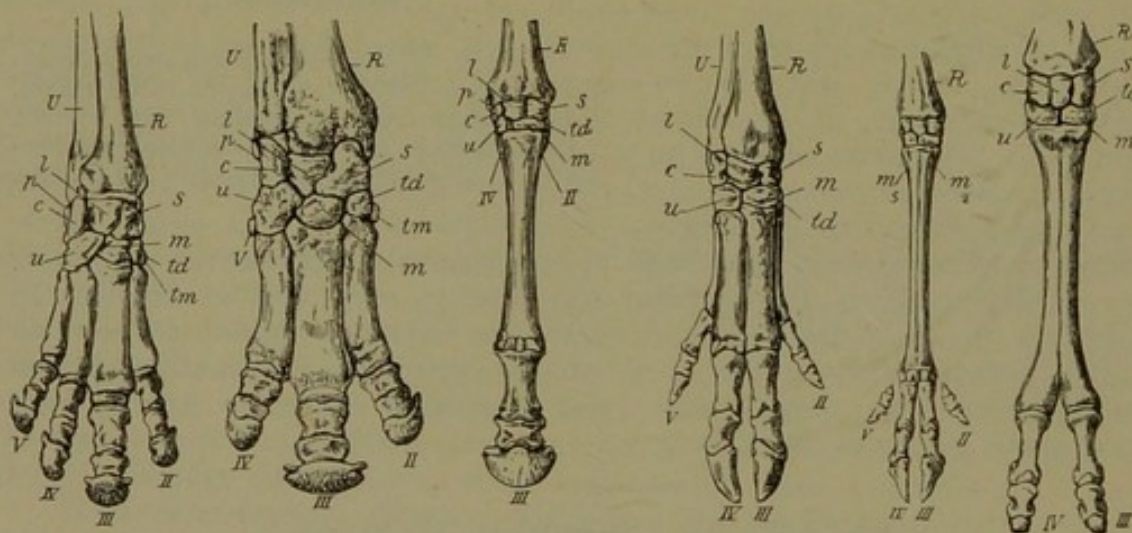
Unter dem Namen „Ungulaten“ oder „Hufthiere“ sollen hier zwei Gruppen von Säugethiere vereint werden, welche viele Zoologen als selbständige Ordnungen neben einander aufführen, die *Perissodactylen* und die *Artiodactylen*. Sie stammen von gemeinsamen Urformen, den *Condylarthren*, ab und besitzen eine grössere Summe gemeinsamer Merkmale. *Perissodactylen* und *Artiodactylen* sind vorwiegend Pflanzenfresser; ihre Eckzähne sind selten gut entwickelt, ihre Backzähne zahlreich, zum Zermahlen der Nahrung eingerichtet, mehr oder minder abgeflacht und vielfach schmelzfaltig. Die Milchdrüsen sind inuinal; der Uterus ist zweihörnig, die Placenta eine diffuse, die sich nur bei manchen *Artiodactylen* (den meisten *Wiederkäuern*) zur Cotyledonenplacenta höher entwickelt. Die Extremitäten dienen fast ausschliesslich zum meist schnellen Lauf, weshalb das Schlüsselbein im Interesse einer freieren Beweglichkeit der vorderen Extremität fehlt und die Füsse vorwiegend nur mit den in Hufen steckenden Zehenspitzen den Boden berühren (Zehenspitzenengänger, unguligrad). Indem die Metacarpen und Metatarsen ganz auffallend verlängert werden, rücken Hand- und Fussgelenk so weit vom Boden weg, dass sie leicht mit Ellbogen- und Kniegelenk verwechselt werden. Die Extremitäten sind



ferner vorzüglich eingerichtete Trageapparate des Körpers und zeigen als solche im Vorderarm und Unterschenkel dieselbe Tendenz zu einheitlicher Gestaltung der Knochen, welche wir schon oben (S. 556) für die hintere Extremität der Vögel besprochen haben. Immer mehr werden sowohl bei *Artiodactylen*, als bei *Perissodactylen* Radius und Tibia die Hauptstützen der Extremität, die Fibula dagegen rudimentär; die Ulna erhält sich zwar leidlich gut, bald in ganzer Ausdehnung, bald nur in ihrem oberen, dem Muskelansatz dienenden Ende (Olecranon), verschmilzt aber mehr oder minder mit dem Radius. Dieselbe Tendenz zur Vereinfachung beherrscht auch das Hand- und Fuss skelet, äussert sich aber in ganz anderer Weise bei den *Perissodactylen*, den Unpaarhufern, als bei den *Artiodactylen*, den Paarhufern. Bei den *Perissodactylen* fällt die Drucklinie des Körpers genau auf die Mittelzehe und veranlasst diese zu kräftigem Wachsthum, während die übrigen Zehen symmetrisch zu dieser Mittellinie verschwinden. Da schon frühzeitig die erste Zehe verloren gegangen ist (Fig. 557), wird zunächst Zehe V

## A. Perissodactylen.

## B. Artiodactylen.

Fig. 557.  
Tapir.Fig. 558.  
Nashorn.Fig. 559.  
Pferd.Fig. 560.  
Schwein.Fig. 561.  
Hirsch.Fig. 562.  
Kameel.

Fuss skelet der vorderen Extremität. *U* Ulna, *R* Radius, *s* Scaphoid (Radiale), *l* Lunatum (Intermedium), *c* Triquetrum (Ulnare), *p* Pisiforme; *tm* Trapezium, *td* Trapezoid, *m* Capitulum, *u* Hamatum, *m*<sup>2</sup>, *m*<sup>5</sup> Rudimente des Metacarpus *II* und *V*; *II*—*V* die zweiten bis fünften Finger (nach Flower).

(Fig. 558), dann Zehe *II* und *IV* rückgebildet, so dass schliesslich nur das Skelet und der Huf der Mittelzehe (Pferd, Fig. 559) erhalten bleibt, vom Skelet der übrigen Zehen nur Reste (die Griffelbeine *II* und *IV*). — Bei den *Artiodactylen* fällt die Drucklinie zwischen die Zehen *III* und *IV* (Fig. 560), welche gemeinsam den Körper tragen, daher gleich stark werden und zum Zeichen ihrer einheitlichen Function verschmelzen wenn auch nicht die Zehen selbst, so doch die zugehörigen Metacarpen und Metatarsen (Fig. 561 und 562). Die Figuren 560—562 zeigen, wie die Zehen *II* und *V* (Zehe *I* ist auch hier schon früher verloren gegangen) successive schwinden. Da die Last des Körpers mehr auf der hinteren als auf der vorderen Extremität ruht, ist erstere in der Umgestaltung voraus. — Indem man nun unter Benutzung eines reichlichen paläontologischen Materials im Einzelnen genauer verfolgte, in



welcher Weise sich die *Artiodactylen* und *Perissodactylen* phylogenetisch entwickelt haben, ist man zu dem Resultat gelangt, dass beide Gruppen eine divergente Reihe bilden, welche sich schon an der Wurzel von einander getrennt haben. In jeder Reihe sind die meisten der oben erläuterten gemeinsamen Merkmale selbständig entstanden, so dass man sagen kann, dass der so einheitlich erscheinende Habitus der Ungulaten von *Perissodactylen* wie *Artiodactylen* unabhängig erworben wurde und somit zum grössten Theil nur eine Folge convergenter Züchtung ist.

I. Unterordnung. *Perissodactylen*, *Unpaarhufer*. Das Gebiss zeichnet sich dadurch aus, dass die mehr oder minder stark schmelzfaltigen Prämolaren und Molaren von gleicher Grösse sind. Das zweite wichtigere Merkmal der Gruppe ist die dominirende Entwicklung der Mittelzehe unter Rückbildung der beim Tragen minder betheiligten übrigen Zehen, ein Process, der bei den 3 hierher gehörigen Familien verschieden weit gediehen ist. 1) *Tapiriden*: 4 Zehen am Vorderfuss, 3 am Hinterfuss; Zähne  $\frac{3}{3} \frac{1}{1} \frac{4}{4} \frac{3}{3}$ , Nase rüsselartig verlängert. *Tapirus americanus*, *T. indicus* Desm. — 2) *Rhinocerotiden*: 3 Zehen an Vorder- und Hinterfüssen, Zähne  $\frac{2}{2} \frac{0}{0} \frac{4}{4} \frac{3}{3}$ ; auf den Nasenbeinen sitzen 1—2 mächtige, nur aus Horn bestehende Aufsätze, Haut haarlos, gewaltig verdickt. Daher wurden die Thiere früher als *Pachydermen* mit Elephant und Nilpferd vereint. *Rhinoceros bicornis* L. (africanus) Nashorn, *R. unicornis* L. (indicus); *R. tichorhinus* Cuv., behaart, diluvial. — 3) *Equiden*: vorn und hinten nur 1 Zehe, Reste von Zehe 2 und 4 als Griffelbeine, Zähne  $\frac{3}{3} \frac{1}{1} \frac{3}{3} \frac{3}{3}$ . *Equus caballus* L., Pferd; *E. asinus* L., Esel, letzterem verwandt *E. quagga* Gmel., *E. zebra* L.; Bastarde von Pferd und Esel sind *E. mulus*, Maulthier (Stute und Eselhengst), und *E. hinnus*, Maulesel (Hengst und Eselin).

II. Unterordnung. *Artiodactylen*, *Paarhufer*. Abgesehen von der paarigen Beschaffenheit der Zehen stimmen die Artiodactylen darin überein, daß die 3—4 Prämolaren kleiner sind als die 3 Molaren und auch nicht mehr überall vollzählig ausgebildet werden. Die Unterordnung ist viel mannichfaltiger als die der Unpaarhufer, so dass man in ihr 2 Gruppen unterscheiden muss: die ursprünglicher gebauten schweineartigen Thiere (*Non-Ruminantien*) und die mehr specialisirten Wiederkäuer (*Ruminantien*).

I. *Non-Ruminantien* (*Bunodontien*). Die Thiere sind omnivor und haben daher ein vollkommen entwickeltes bunodontes Gebiss  $\frac{2-3}{1-3} \frac{1}{1} \frac{4}{4} \frac{3}{3}$ ; besonders sind die Eckzähne oft zu Hauern entwickelt; der Magen ist meist einfach, seltener ist er schon (*Dicotyles*, *Hippopotamus*) in 3 Abtheilungen zerlegt, obwohl kein Wiederkäuen stattfindet. Das Extremitätenskelet ist noch wenig modificirt, 4 Zehen vorhanden, Ulna und Fibula nicht rückgebildet, Metacarpen und Metatarsen nicht verwachsen. 1) *Hippopotamiden*, alle 4 Zehen berühren den Boden, „pachyderme Haut“, schwerfälliger Körperbau: *Hippopotamus amphibius* L., Nilpferd. 2) *Suiden*, 2 tragende Zehen, 2 Afterzehen, Haut mit Borsten, Schnauze rüsselartig verlängert; *Sus scrofa* L., Schwein, z. Th. noch in wildem, z. Th. in domesticirtem Zustand (*S. domesticus*) lebend.

II. *Ruminantien* (*Selenodontien*). Der ausschliesslich pflanzlichen Nahrung ist Magen und Gebiss vorzüglich angepasst. Der Magen (Fig. 563) zerfällt in 2 Abschnitte, von denen ein jeder wieder zweigetheilt ist. Der erste Abschnitt nimmt das mit den Schneidezähnen des Unterkiefers und der Zunge abgerissene Gras in Empfang; es ist der Rumen oder Pansen (1) mit dem ansitzenden Reticulum oder Netzmagen (2). Während der



Ruhe des Thieres steigt die eingeweichte Kost in die Mundhöhle zurück, um „wiedergekaut“ zu werden. So zerkleinert, gelangt die Speise durch eine Rinne, die mittelst einer Falte zur Röhre abgeschlossen wird (c), in den zweiten Hauptabschnitt, zunächst in eine Art Filter, in den mit hohen Längsfalten ausgerüsteten Omasus, Blättermagen oder Psalterium (3), dann erst in den die Labdrüsen enthaltenden Labmagen, Abomasus (4). Im Gebiss sind meistens nicht nur die oberen Eckzähne, sondern auch die oberen Schneidezähne rückgebildet, während im Unterkiefer die Schneidezähne sehr kräftig sind und die Eckzähne die Form und Stellung von

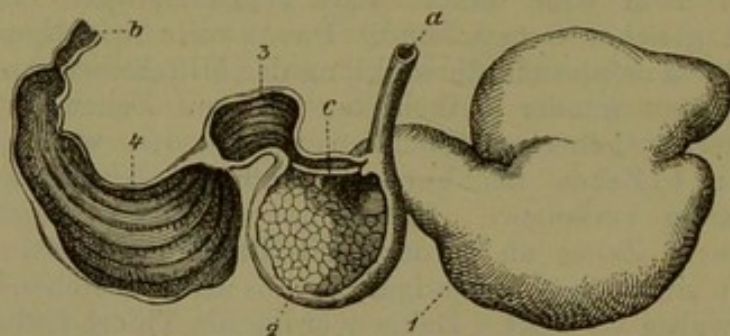


Fig. 563. Magen des Schafes (aus Leunis-Ludwig). a Speiseröhre, b Dünndarm, c Klappe, welche die Speise aus der Speiseröhre direct in den zweiten Hauptabschnitt des Magens überleitet. 1 Pansen, Rumen, 2 Netzmagen, Reticulum, 3 Blättermagen, Omasus, Psalterium, 4 Labmagen, Abomasus.

Schneidezähnen angenommen haben; die Backzähne sind selodont, d. h. mit halbmondförmigen Höckern. — Mit wenigen Ausnahmen haben die Wiederkäuer auffallend grosse, mit Aufsätzen bewehrte Stirnbeine. Die Aufsätze — ausschliesslich oder doch am kräftigsten im männlichen Geschlecht entwickelt — sind im einfachsten Fall (*Giraffen*) mit Fell

bedeckte von den Stirnbeinen getrennt bleibende Knochenzapfen — oder es sind Knochenzapfen, welche mit den Stirnbeinen secundär verschmelzen und durch feste Hornscheiden (Hörner der *Cavicornier*) umhüllt und verlängert werden — oder endlich es sind Knochenauswüchse der Stirnbeine, welche Geweihe tragen (*Cerviden*). Geweihe sind verästelte Knochenwucherungen, die sich gegen den tragenden Knochenzapfen (Rosenstock) mittelst einer Verbreiterung (Rose) absetzen; anfänglich von Haut überzogen, streifen sie die schützende Hülle (den trocken gewordenen „Bast“) ab, trocknen in Folge dessen selbst aus und müssen daher alljährlich erneuert werden, wobei sich meist die Zahl der Endäste um eine Spitze vermehrt. A. Noch kein Blättermagen, keine Stirnaufsätze. 1) *Tylopoden*, Kameele Zähne  $\frac{11}{3} \frac{8}{1} \frac{3}{2} \frac{3}{3}$ : *Camelus bactrianus* Erxl., zweihöckeriges Kameel; *C. Dromedarius* Erxl., Dromedar, einhöckerig; *Auchenia lama* Desm., Lama. — 2) *Traguliden*, sehr primitive Wiederkäuer mit hauerartigen Eckzähnen im Oberkiefer, Gebiss  $\frac{0}{3} \frac{1}{1} \frac{3}{3} \frac{3}{3}$ . *Tragulus javanicus* Pall. — B. Blättermagen und Stirnaufsätze vorhanden, typische Wiederkäuer (*Pecora*). 3) *Camelopardaliden* mit hautbedeckten Stirnhöckern,  $\frac{0}{3} \frac{0}{1} \frac{3}{3} \frac{3}{3}$ : *Camelopardalis giraffa* Schreb., Giraffe. — 4) *Cavicornier* mit Hörnern,  $\frac{0}{3} \frac{0}{1} \frac{3}{3} \frac{3}{3}$ : a) *Bovinen*: *Bos taurus* L., Rind (Urformen: *B. primigenius* Auerochs, *B. longifrons*, *B. frontosus*): *Bison europaeus* Ow., Wisent (fälschlich auch Auerochs genannt); *B. americanus* Gm., der im Aussterben begriffene Büffel Nordamerika's; *Bubalus buffelus* L., asiatischer Büffel, auch in Italien gezüchtet, *B. caffer*, Kaffernbüffel; b) *Ovinen*: *Ovis aries* L., Schaf; *Capra hircus* L., Hausziege; *C. ibex* L., Steinbock; *Ovibos moschatus* Blainv., Moschusochse; c) *Antilopinen*: *Antilope rupicapra* Sund., Gemse; *A. dorcas* Licht., Gazelle; *Antilocapra americana* Ow., Gabelgemse. — 5) *Cerviden* mit Geweihen im männlichen Geschlecht, wel-



ches meist auch den oberen Eckzahn bewahrt: *Cervus elaphus* L., Edelhirsch; *C. capreolus* L., Reh; *C. alces* L., Elch; *Rangifer tarandus* H. Sm. Renthier, Geweih in beiden Geschlechtern. — 6) *Moschiden*, den Hirschen verwandt, ohne Geweih: *Moschus moschiferus* L., rehartig, Männchen mit grossen Eckzähnen des Oberkiefers und mit Moschusbeutel zwischen Nabel und Praeputium.

### Paläontologie der Ungulaten.

Reiche paläontologische Funde aus dem Tertiär, besonders aus Amerika, haben die Stammesgeschichte der Hufthiere aufgehell't und es sehr wahrscheinlich gemacht, daß die plantigraden fünfzehigen, mit gut ausgebildeter Ulna und Fibula und einem omnivoren Gebiss versehenen *Condylarthren* des älteren Tertiärs (Eocän) die gemeinsamen Ausgangsformen für die *Artiodactylen* und *Perissodactylen* gewesen sind. Speciell von den Ausgangs-

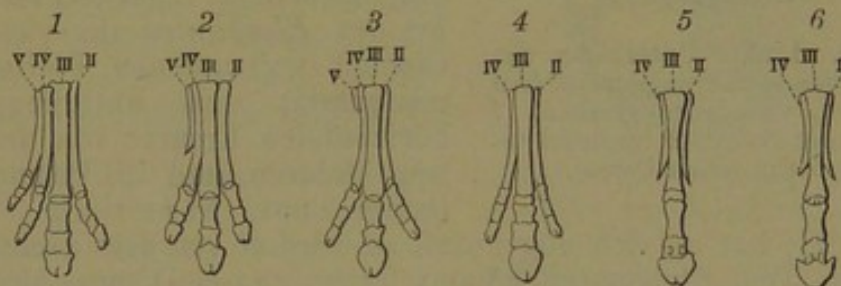


Fig. 564. Vorderfuss der Stammform des Pferdes. 1 Orohippus (Eocän), 2 Mesohippus (unteres Miocän), 3 Miohippus (Miocän), 4 Protohippus (oberes Pliocän), 5 Pliohippus (Pleistocän), 6 Equus. II–V zweiter bis fünfter Finger (nach Wiedersheim).

formen der *Perissodactylen*, den *Phenacodonten*, lassen sich die *Nashörner* und *Tapire* herleiten, vor Allem aber in fast lückenloser Reihenfolge die *Equiden*. Vierzehige Vorderfüsse besaßen die *Hyracotherien* des Eocän (*Orohippus* und *Orohippus*, Fig. 564 1); dreizehig, zum Theil aber mit Rudimenten der fünften Zehe waren die *Palaeotherien* der Miocänschichten (*Mesohippus* und *Miohippus* oder *Anchitherium*, 2, 3) und die im Gebiss dem Pferde sehr nahestehenden *Meryhippus* und *Hipparion* des Pliocän (*Protohippus*, 4). Im Pleistocän beginnen dann die einzeihigen Pferdearten, zunächst die noch mit grossen Griffelbeinen ausgerüstete Gattung *Pliohippus*, dann die Repräsentanten der Gattung *Equus* selbst. Auffallend ist, daß die Pferde in Amerika in historischer Zeit fehlten und erst durch die spanischen Eroberer wieder eingeführt wurden, obwohl der Hauptabschnitt ihrer Stammesgeschichte sich dort abgespielt hat. Die europäischen Formen *Anchitherium* und *Hipparion* werden in der Neuzeit als Seitenzweige der Stammreihe aufgefasst. — Für die beiden Hauptgruppen der *Artiodactylen* wurde eine vermittelnde Ausgangsgruppe in den *Anoplotherien* (*Dichobune*) gefunden. Grosse Abteilungen der *Ungulaten* sind ausgestorben, ohne sich in recente Thierformen umzuwandeln, so die *Toxodonten* und *Amblypoden*, grosse, an Elephanten erinnernde schwerfällige Thiere.

### VII. Ordnung. Proboscider.

Den Ungulaten schliessen sich die ebenfalls mit herbivorem Gebiss und mit Hufen versehenen *Elephanten* oder *Proboscider* an. Die Thiere sind charakterisirt durch die „Pachydermie“, durch die schwerfälligen,



massiven, fünfzehigen Extremitäten und vor Allem durch die zu einem langen Rüssel verlängerte, mit einem fingerartigen Fortsatz endende Nase, endlich durch die Bezahnung. Eckzähne fehlen vollkommen, dagegen sind die durch kleine bewurzelte Milchzähne vorbereiteten Schneidezähne zu gewaltigen, unbewurzelten und daher das ganze Leben hindurch fortwachsenden Stosszähnen geworden. Bei den lebenden *Elephanten*-Arten findet sich 1 Paar Stosszähne im Zwischenkiefer; bei

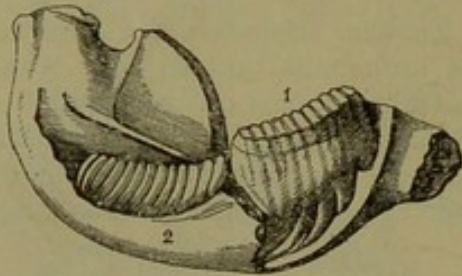


Fig. 565. Linker Unterkiefer von *Elephas indicus* mit aufgemeisselten Zahnalveolen, von innen gesehen. 1 functionirender Zahn, 2 nachrückender nächster Zahn (nach Owen).

(Fig. 565 1); hat er sich abgenutzt, so wird er von dem nächst hinteren (2) ersetzt. Den Elephanten kommt ferner zu: ein Uterus bicornis, eine Gürtelplacenta ohne Decidua, 2 brustständige Milchdrüsen.

1) *Elephantiden*: *Elephas indicus* Cuv., kleine Ohren; *E. africanus* Blum.; *E. primigenius* Blum., Mammuth, behaart, diluvial, im Eis von Sibirien gefunden; *Mastodon giganteum* Cuv., diluvial. 2) *Dinothieriden*: *Dinotherium giganteum* Kaup., Miocän. — Im Anschluss an die Proboscider seien hier noch die sehr eigenthümlich gebauten *Subungulaten* oder *Hyracoiden* (*Hyrax syriacus* Schrebl., Klippschliefer) genannt, deren 4- resp. 3-zehigen Extremitäten hufthierähnlich sind, deren Gebiss durch die meisselförmigen Schneidezähne und den Mangel der Eckzähne an die Nager erinnert.

### VIII. Ordnung. Rodentien, Glires, Nagethiere.

Bei den Nagethieren vereint sich grosse Uebereinstimmung in der äusseren Erscheinung mit einer äusserst charakteristischen Beschaffenheit des Gebisses. Da Eckzähne nicht mehr angelegt werden, sind die Backzähne und Schneidezähne durch eine weite Lücke getrennt (Fig. 566). Die sehr kräftigen, meisselartigen Schneidezähne entwickeln keine Wurzeln und wachsen daher in gleichem Maasse fort, als sie beim Nagen abgenutzt werden; sie erhalten scharf schneidende Kanten, weil sie nur auf der vorderen Seite mit Schmelz bedeckt sind und hier der Abnutzung besser widerstehen. Gewöhnlich findet sich jederseits ein Schneidezahn im Zwischenkiefer und Unterkiefer; nur bei wenigen Arten (*Duplicidentaten*) ist noch ein weiteres Paar kleinerer Schneidezähne im Zwischenkiefer vorhanden. Auch die bald höckerigen, bald schmelzfaltigen Backzähne sind häufig in ihrem Wachsthum nicht beschränkt, da es nicht zur Wurzelbildung kommt. Ihre Zahl ist in verschiedenem Maasse reducirt, so dass die gesammte Zahnformel zwischen 2 Extremen schwankt:  $\frac{2033}{1023}$  und  $\frac{1002}{1002}$ . Bei vielen Arten ist



der Unterkieferwinkel wie bei den *Marsupialiern* nach einwärts gebogen. Eine sehr auffällige Bildung ist der Infraorbitalcanal der *Muriden* und *Hystriciden*; eine grosse Oeffnung vor der Orbita, in welcher ein Theil des Kaumuskels entspringt (Fig. 566 o).

Von den Ungulaten, mit denen sie in ihrer herbivoren Ernährung übereinstimmen, unterscheiden sich die Nager ausserdem noch durch ihre durchschnittlich geringe Körpergrösse, den Besitz von Krallen, die selten auf 3 reducirte Fünzfzahl der Zehen, das Vorkommen einer Clavicula und die discoidale Placenta; sie theilen mit ihnen den Uterus bicornis (häufig sogar U. duplex) und die inguinale Lage der Milchdrüsen, deren Zahl entsprechend der grossen Fruchtbarkeit der Thiere eine sehr grosse ist. Sehr verbreitet sind stark riechende Drüsensäcke, die in das Praeputium oder in der Nähe des Afters münden (Fig. 548).

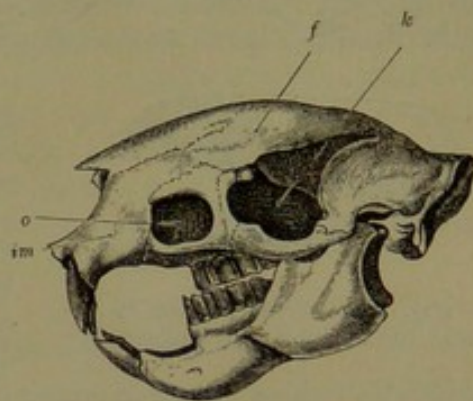


Fig. 566. Schädel eines *Stachelschweins* (aus Schmarda). *f* Stirnbein, *im* Zwischenkiefer, *o* Foramen infra-orbitale, welches durch eine in ihm verlaufende Portion des Kaumuskels (Masseter) enorm ausgedehnt ist, *k* Schläfengrube, welche nach vorn continuirlich in die Orbita übergeht.

Die etwa 900 Arten der Nager zerfallen in zwei nicht unbeträchtlich unterschiedene Gruppen. Duplicidentat sind die *Leporiden*: *Lepus timidus* L., Hase; *L. cuniculus* Kaninchen; *L. variabilis* L., der im Winter sich weiss verfärbende Alpenhase. — Alle übrigen werden als Simplicidentaten zusammengefasst.

a) *Sciurognathen*: Durch weichen Pelz und buschigen Schwanz zeichnen sich aus die *Sciuriden*: *Sciurus vulgaris* L., Eichhörnchen; *Pteromys volans* L., Flugeichhörnchen, durch weichen Pelz und beschuppten Ruderschwanz die *Castoriden*: *Castor fiber* L., der wegen des Bibergeils und seines Felles viel gejagte, in Deutschland bis auf das Gebiet der Elbe zwischen Magdeburg und Wittenberg ausgerottete Biber. — *Muriden*: *Mus musculus* L., Maus; *Mus rattus* L., Hausratte, bei uns nahezu vollkommen durch die Wanderratte *Mus decumanus* Pall. verdrängt. b) *Hystricognathen*: Hufe anstatt Krallen kommen den *Subungulaten* zu: *Cavia cobaya* Schreb., Meerschweinchen. Mit Stacheln bewaffnet sind die *Hystriciden*: *Hystrix cristata* L., Stachelschwein. — Im Gebiss, besonders im Bau der Schneidezähne, ähnelten den Nagern die zum Teil ansehnlich grossen *Tillodontien* (Eocän); sie sind vielleicht die Ausgangsformen der Rodentien gewesen.

#### IX. Ordnung. Insectivoren, Insectenfresser.

Im Gegensatz zum Gebiss der Nagethiere zeigen die Zähne der Insectenfresser einen auffallend gleichartigen Charakter. Alle Arten der Zähne sind vorhanden, wenn auch in variabler Zahl; sie sind frühzeitig bewurzelt und bleiben demgemäss klein. Indem sie mit scharfen Spitzen enden, welche sich zum Zerfetzen von Insecten eignen, gewinnt das Gebiss eine grosse Aehnlichkeit mit dem Gebiss der Raubthiere, von dem es sich jedoch durch die rudimentäre Beschaffenheit des manchmal ganz fehlenden Eckzahns unterscheidet (manche Maulwürfe  $\frac{3143}{3143}$ , manche Spitzmäuse  $\frac{4123}{2013}$ ). Im Zahnwechsel herrscht grosse



Variabilität, bei der Spitzmaus z. B. ist das Milchgebiss unterdrückt, und die zweite Dentition kommt allein zur Function, während beim Igel 1 Schneide- und 1 Prämolargzahn des Ober- und Unterkiefers, 1 weiterer Prämolargzahn und der Eckzahn des Unterkiefers im Milchgebiss nicht vorgebildet sind, sich daher verfrüht anlegen und in beiden Gebissen functioniren. — In manchen anatomischen Merkmalen und in der Entwicklungsweise stehen die Insectivoren den Nagern nahe; eine Clavicula ist vorhanden, die Zehen finden sich meist in Fünffzahl und sind mit Krallen versehen, der Uterus ist zweihörnig, oft fast in ganzer Länge getheilt, die Placenta scheibenförmig.



Fig. 567. Schädel der Spitzmaus (aus Leunis-Ludwig).

Abgesehen von ihrer rüsselartig verlängerten Schnauze gleichen die Insectivoren im äusseren Habitus den Nagern, zu denen sie eine vollkommene Parallelgruppe bilden. Den Hystriciden entsprechen die *Erinaceiden*: *Erinaceus europaeus* L., der Igel, den echten Mäusen die Spitzmäuse, *Soriciden*; *Sorex vulgaris* L.; letzteren sind nahe verwandt die *Talpiden*, Maulwürfe: *Talpa europaea* L., in der Erde wühlend, daher mit rudimentären, functionslos gewordenen Augen. An die fliegenden Eichhörnchen erinnert der früher zu den Prosimien gerechnete *Galeopithecus volans* Pall., dessen vordere und hintere Extremität jederseits durch eine als Fallschirm dienende Hautfalte verbunden sind. *Galeopithecus* leitet durch die Anwesenheit des „Patagium“ und von 2 Paar Zitzen in der Nähe der Brust zu den Fledermäusen über.

#### X. Ordnung. Chiropteren, Fledermäuse.

Die Fledermäuse sind als die einzigen Säugethiere, welche wirklich fliegen und sich nicht nur mit einem ausgespannten Fallschirm durch die Luft fallen lassen, zur Genüge charakterisirt (Fig. 568). Die Flughaut (Patagium), eine dünne, nervenreiche Hautfalte, beginnt am Schwanz, fasst die hintere Extremität bis an die Fusswurzel und die vordere Extremität in ganzer Ausdehnung bis an die Fingerspitzen ein, wobei sie nur den Daumen frei lässt. Die Finger 2–5 sind enorm verlängert und dienen zum Spannen der Flughaut. Da das Fliegen

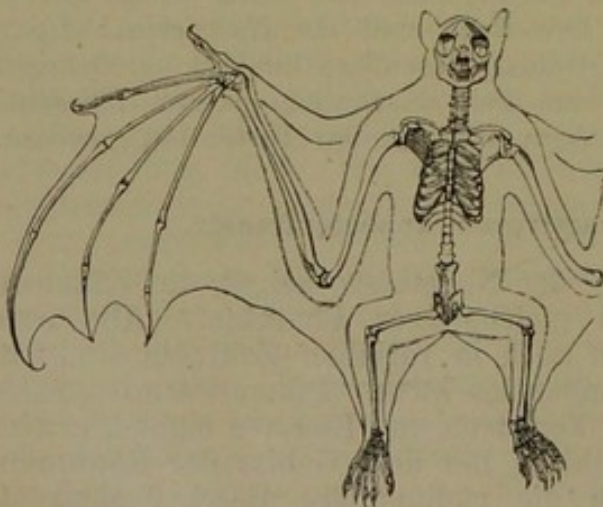


Fig. 568. Skelet und Flughaut eines fliegenden Hundes (nach Huxley).

einen kräftigen Flugmuskel nöthig macht, erhebt sich das Sternum ähnlich wie bei den Vögeln zu einer dem *Musculus pectoralis* neue Ursprungspunkte liefernden, allerdings viel kleineren *Crista sterni*. Mit dem Flugvermögen hängt auch die kräftige Ausbildung der Schlüsselbeine zusammen. Die Flughaut ist Sitz eines äusserst feinen Tastvermögens, weshalb geblendete Fledermäuse durch gespannte Netze fliegen können, ohne sie zu berühren. Beim Tasten werden auch die häufig enor-



men Ohrmuscheln und ein merkwürdiger, blattartiger Nasenaufsatz mitwirken, der bei Fledermäusen sehr verbreitet ist. Auffallend ist die Lage der Milchdrüsen an der Brust; diese sowie der einheitliche Uterus und die discoidale Placenta erinnern an die Primaten. In Gegenden mit gemässigtem Klima verbringen die Fledermäuse die kalte Jahreszeit, verkrochen in Höhlen, im Winterschlaf. Das Gebiss ist variabel, öfters  $\frac{2}{3}1\frac{3}{3}3$ .

I. Unterordnung. *Microchiropteren* mit Insectivorengebiss, nur der Daumen der vorderen Extremität mit einer Kralle versehen. Hierher gehören alle unsere einheimischen Arten. *Gymnorhinen*, ohne Nasenaufsatz: *Vespertilio murinus* Schreb. — *Phyllorhinen*, mit blattartigem Nasenaufsatz: *Rhinolophus ferrum equinum* Schreb.; ferner der amerikanische Vampyr, *Vampyrus spectrum* L., mit Unrecht als Blutsauger gefürchtet.

II. Unterordnung. *Macrochiropteren* (Frugivoren), fliegende Hunde, haben stumpfhöckerige Backzähne und an den zwei ersten Fingern Krallen (Fig. 568): *Pteropus edulis* Geoffr.

### XI. Ordnung. Carnivoren, Raubtiere.

Die Raubthiere leben vorwiegend vom Fleisch und vom Blut anderer Wirbelthiere, die sie durch List, schnellen Lauf oder kräftigen Sprung erreichen und mit ihren muskelstarken, scharfkralligen Extremitäten und ihren schneidenden Zähnen überwältigen. Aus dieser Lebensweise erklärt sich die hohe Entwicklungsstufe ihres Hirns (Fig. 544) und ihrer Sinnesorgane, sowie der Bau ihrer Extremitäten und ihrer Zähne. Da der Raubthiercharakter innerhalb der Gruppe, von den Bären bis zu den Katzenarten aufsteigend, eine Fortbildung erfährt und bei den Wasserraubthieren sich wieder verwischt, können wir auch in der Bildung der genannten anatomischen Merkmale keine Constanz erwarten, sondern müssen von vornherein auf eine grosse Variationsbreite gefasst sein. — Im Interesse der grösseren Beweglichkeit der zum Lauf und Angriff dienenden Vorderextremitäten ist wie bei den Ungulaten das Schlüsselbein ganz verloren gegangen oder unvollkommen entwickelt (Ulna und Fibula sind dagegen gut ausgebildet). Ein allmählicher Uebergang vollzieht sich vom Sohlengang der Bären, bei denen Hand und Fuss in ganzer Länge den Boden berühren, zum Zehengang der Katzenarten. Bei letzteren werden die allen Raubthieren zukommenden Krallen vor der Gefahr, beim Gang abgenutzt zu werden, geschützt, indem sie vermöge eines elastischen Bandes sammt der tragenden Endphalanx in Taschen auf dem Rücken der vorletzten Zehenglieder zurückfedern, aus welchen sie beim Schlagen mit den Tatzen durch die starke Thätigkeit der Beugemuskeln hervorgezogen werden. Im Gebiss (Fig. 546) ist nahezu constant die Dreizahl der Schneidezähne und die auffallende Grösse der gut bewurzelten Eckzähne; die Backzähne dagegen, deren Höcker mehr und mehr scharf schneidende Kanten (secodonte Zähne) erhalten, variiren nach den einzelnen Familien. Der letzte Prämolare des Oberkiefers und der erste Molare des Unterkiefers werden zu Reisszähnen, D. lacerantes od. D. sectorii (S. 577), und gewinnen zunehmend eine dominirende Stellung, während zu ihren Gunsten die übrigen Backzähne kleiner werden und am vorderen und hinteren Ende der Reihe schwinden. (Formeln der Backzähne, Bär:  $\frac{p^1 p^2 p^3 p^4(l), m^1 m^2}{p^1 p^2 p^3 p^4 m^1(l) m^2 m^3}$ , Löwe:  $\frac{p^2 p^3 p^4(l), m^1}{p^2 p^4, m^1(l)}$ . Der Dens



lacerans ist durch ein zugefügtes l, die relative Grösse durch Abstufung der Schrift ausgedrückt, die fehlenden Zähne sind weggelassen). — Weitere Merkmale der Carnivoren sind beim Männchen der Penisknochen, im weiblichen Geschlecht die abdominale Lage der Milchdrüsen und der Uterus bicornis; dazu kommt die Placenta zonaria. Sehr verbreitet sind Analdrüsen, welche ein stinkiges Secret bereiten.

I. Unterordnung. *Fissipedier*, Landraubthiere. — Sie sind die typischen Vertreter der Raubthiere und als vorwiegend landbewohnende Thiere mit wohl entwickelten, meist bis zum Grund getrennten Zehen ausgerüstet; die Zahl der letzteren ist vielfach noch an beiden Extremitäten 5, erfährt häufig an den Hinterfüssen (*Feliden*, *Caniden*), selten auch an den Vorderfüssen (*Hyaeniden*) eine Reduction auf 4, dabei können Rudimente der 1. Zehe oft sogar (*Haushunde*) mit Krallen erhalten sein. 1) *Ursiden*, fünfzehige Sohlengänger: *Ursus arctos* L., brauner Bär; *U. maritimus* Desm., Eisbär, *Procyon lotar* Desm., Waschbär. 2) *Musteliden*: *Mustela martes* L., Edelmarder; *Putorius vulgaris* L., Wiesel; *P. ermineus* L., Hermelin; *Lutra vulgaris* Erxl., Fischotter mit Schwimmhäuten an den Zehen; *Meles taxus* Pall., Dachs; *Gulo borealis* Briss., Vielfrass; *Mephitis mesomelas* Licht., Stinkthier. 3) *Caniden*, Zehen vorn 5, hinten 4, Krallen nicht retractil: *Canis familiaris* L., Hund; *C. lupus* L., Wolf; *C. vulpes* L., Fuchs. 4) *Feliden*, Zehen vorn 5, hinten 4, Krallen retractil; *Felis domestica* Briss., Katze; *F. catus*, Wildkatze; *F. leo* L., Löwe; *F. tigris* L., Tiger; *F. lynx* L., Luchs. 5) *Hyaeniden*, Zehen vorn und hinten 4: *Hyaena striata* L.

II. Unterordnung. *Pinnipedier*, Flossenraubthiere. Alle 4 Extremitäten zu breiten Flossen abgeplattet; die 5 Zehen und Finger lang und durch Schwimmhäute verbunden, Nägel häufig rudimentär; das Gebiss unterscheidet sich vom echten Carnivorengabiss durch die gleichartige Beschaffenheit der Prämolaren und Molaren (kein Reisszahn); indem das höher differenzirte Milchgebiss sich frühzeitig, ohne in Function zu treten, rückbildet, wird Monophyodontie angebahnt. — 1) *Phociden*, Robben ohne Ohrmuscheln: *Phoca vitulina* L., Seehund. — 2) *Otariden*, Ohrenrobber: *Otaria Stelleri* Less., Seelöwe. — 3) *Trichechiden*, Walrosse, Schneidezähne verkümmert, Eckzähne des Oberkiefers zu langen Hauern umgewandelt: *Trichechus rosmarus* L.

Im Eocän wurden die Carnivoren vorbereitet durch die Urraubthiere oder *Creodonten*, Sohlengänger mit wenig differenzirtem Fleischfressergebiss (keine Reisszähne); sie leiten sowohl zu den *Raubthieren* als auch zu den *Insectivoren* über und wahrscheinlich auch zu den *Condylarthren*, den Stammformen der Hufthiere. Echte Raubthiere treten im oberen Eocän, häufiger im Miocän auf; dem Diluvium gehörten die grossen Höhlenthiere: *Felis spelaea* Goldf., Höhlentiger, und *Ursus spelaeus* L., Höhlenbär, an.

## XII. Ordnung. Prosimien, Halbaffen.

Mit den echten Affen wurde von Linné eine kleine Gruppe auf Indien und die benachbarten Inselgruppen, Südafrika und vor Allem Madagascar beschränkter Thiere vereinigt, weil sie ihnen in der Körperform und der Gewandtheit des Kletterns gleichen, weil sie Greifhände und Greiffüsse haben und häufig wenigstens Plattnägel an Zehen und Fingern tragen. Heutzutage werden die Thiere, wenn man auch nach wie vor an der Verwandtschaft mit Affen festhält, als Prosimien oder Lemuroideen in einer besonderen Ordnung vereint, und zwar mit Rücksicht auf ihre niedere Organisation, die sich in der geringen



Entwicklung des Grosshirns, dem Uterus bicornis und der Placenta diffusa ausspricht. Weitere Unterschiede sind die abweichende und variable Beschaffenheit des Gebisses (*Chiromys*  $\frac{10.13}{10.03}$ , *Lemur*  $\frac{21.13}{21.13}$ ) und das Vorkommen von Krallen, welche stets an der zweiten, häufig auch an der dritten Hinterzehe, bei *Chiromys* sogar an allen Fingern und Zehen mit Ausnahme der Grosszehe die Nägel ersetzen. Ein sehr auffälliges Gepräge erhalten die Nachts auf Raub (Insecten, kleine Wirbelthiere) ausgehenden Thiere durch die besonders grossen Augen (Fig. 569); im Unterschied zu den *Primaten* hängen Orbital- und Temporalhöhlen unterhalb des knöchernen Postorbitalringes zusammen. Gewöhnlich findet sich ein Paar brustständiger Milchdrüsen, zu denen bei manchen Arten ein Paar abdominaler oder inguinaler hinzutreten können. Letztere sind bei *Chiromys* allein vorhanden.



Fig. 569. *Stenops gracilis* (aus Brehm).

1) *Chiromyiden*, die langen Zehen beider Extremitätenpaare tragen mit Ausnahme der Grosszehe sämtlich Krallen: *Chiromys madagascariensis* Desm., Fingerthier. 2) *Tarsiden*, nur die zweite und dritte Hinterzehe mit Krallen: *Tarsius spectrum* Geoffr., macht von allen *Prosimien* eine Ausnahme, indem er eine sich ganz wie die menschliche Placenta entwickelnde Scheibenplacenta besitzt, sowie eine gut entwickelte Orbita. 3) *Lemuriden*, nur die zweite Hinterzehe trägt eine Kralle: *Lemur makako* L., Maki; *Stenops gracilis*, Hoev. Lori (Fig. 569).

Die alttertiären *Pachylemuriden* stehen den ursprünglichen Säugethiern, daher auch den *Creodonten* und *Insectivoren* sehr nahe durch die grosse Zahl der Zähne, besonders der Schneidezähne *Pelycodus*  $\frac{3.14.3}{3.14.3}$  *Adapis*  $\frac{2.14.3}{2.14.3}$ .

### XIII. Ordnung. Primaten, Herrenthiere.

Die höchst organisirten Säugethiere, die Affen und die Menschen, werden unter dem Namen *Primaten* oder *Herrenthiere* in einer gemeinsamen Ordnung zusammengefasst, weil zwischen beiden eine grosse Uebereinstimmung in den systematisch wichtigen Merkmalen besteht. Wenn wir, wie sonst in der systematischen Zoologie, die verschiedenen Grade der Intelligenz unberücksichtigt lassen und allein die grössere oder geringere anatomische Verwandtschaft als maassgebend betrachten, kommen wir sogar zu dem Resultat, dass die anthropoiden Affen dem Menschen näher stehen als den sehr primitiven Krallenaffen.

Den *Primaten* ist gemeinsam, dass die Zehen und Finger sämtlich — mit Ausnahme der Krallenaffen — Plattnägeln tragen, dass die Augenhöhlen von der Schläfengrube durch eine knöcherne Scheidewand getrennt werden, dass das reich gewundene Grosshirn die übrigen Hirntheile bedeckt (Fig. 545), dass nur ein Paar brustständiger Milchdrüsen



vorkommt, dass der Uterus einfach ist, die Placenta discoidal (beim *Menschen* und den *Anthropoiden* eine völlig gleich gebaute Pl. simplex, bei den übrigen *Katarhinen* eine Pl. duplex) und dass die Schleimhaut des Uterus als Decidua abgestossen wird. Vor Allem hat das Gebiss im Wesentlichen denselben Bau. Bei den *Platyrrhinen* hat es die Formel  $\frac{2}{3}\frac{1}{1}\frac{3}{3}\frac{3}{3}$ ; daraus lässt sich durch Rückbildung eines Molaren das Gebiss der *Krallenaffen*  $\frac{2}{3}\frac{1}{1}\frac{3}{3}\frac{2}{2}$ , durch Rückbildung eines Prämolaren das Gebiss der *Katarhinen* und des *Menschen*  $\frac{2}{3}\frac{1}{1}\frac{2}{2}\frac{3}{3}$  ableiten. Doch besteht eine Tendenz zur Variabilität, welche darin zum Ausdruck kommt, dass beim *Menschen* und *Chimpanse* der dritte Molar (Weisheitszahn) in Rückbildung ist, während beim *Orang* oft ein vierter hinzutritt. Ueberall tragen die Backzähne auf der Mahlfläche stumpfe Höcker (Bunodontie). — Bei der Charakteristik der Primaten hat schliesslich die Beschaffen-

heit des Hand- und Fuss skelets eine wichtige Rolle gespielt. Wie bei den *Halbaffen* und den *Beuteltaschen* können Daumen und grosse Zehe den übrigen Fingern und Zehen opponirt werden, wodurch es den Affen ermöglicht wird, Gegenstände zu umgreifen. Beim Menschen ist die Opponirbarkeit des Daumens weiter entwickelt, die Opponirbarkeit der grossen Zehe dagegen infolge des aufrechten Ganges selbst bei Kindern und wilden Völkern nur sehr mangelhaft erhalten. Daher rührt die selbst jetzt noch vielfach beibehaltene Bezeichnung *Quadrumanen* für die Affen, *Bimanen* für die Men-

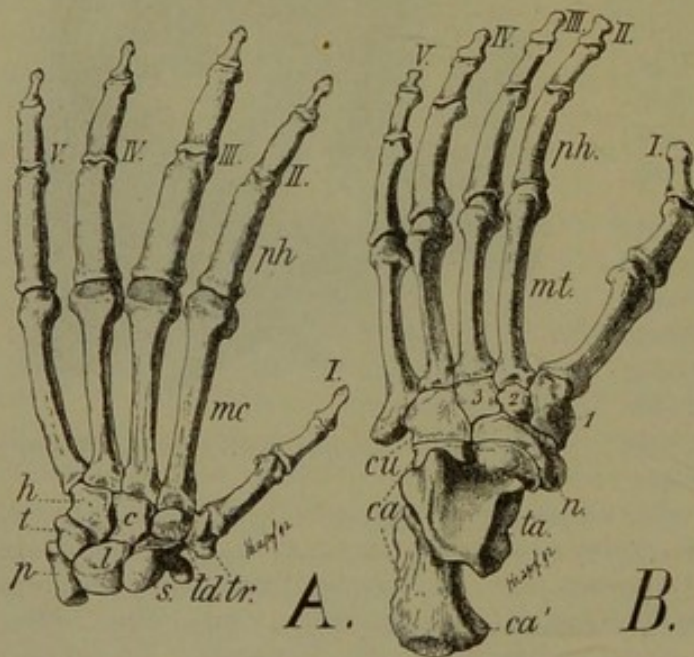


Fig. 570. Hand- (A) und Greiffuss (B) des Gorilla. I—V die 5 Finger und Zehen; ph die Phalangen, mc Metacarpen, mt Metatarsen. Carpus: tr Trapezium, td Trapezoid, c Capitatum, h Hamatum, s Scaphoid, l Lunatum, t Triquetrum, p Pisiforme. Tarsus: ta Talus, ca Calcaneus, ca' Calx desselben, n Naviculare, cu Cuboid, 1—3 die drei Cuneiformia.

schen. Dem gegenüber muss betont werden, dass die hintere Extremität der Affen nicht mit einer Hand, sondern mit einem Greiffuss endet. Im Greiffuss (Fig. 570 B) finden wir dieselben Knochen wie im Fuss des Menschen, sogar in derselben Anordnung und in sehr ähnlicher Gestalt; auch herrscht im Allgemeinen Uebereinstimmung in der Anordnung der Muskulatur. Dagegen sind dieselben Unterschiede, welche wir zwischen Hand und Fuss des Menschen nachweisen können, zwischen Hand (A) und Greiffuss (B) der Affen vorhanden. Der Unterscheidung von Quadrumanen und Bimanen fehlt somit die anatomische Basis; sie stützt sich nur auf functionelle Eigenthümlichkeiten.

I. Unterordnung. *Platyrrhinen*, Affen der neuen Welt; beide Nasenlöcher durch eine breite Scheidewand getrennt, so dass sie nach



aussen schauen, Gebiss  $\frac{2}{2}\frac{1}{1}\frac{3}{3}\frac{3}{3}$ ; das Tympanum verlängert sich nicht in einen äusseren knöchernen Gehörgang. *Cebiden*, Rollaffen, mit langem, meist einrollbarem Schwanz: *Myetes niger* Wagn., Brüllaffe. *Cebus Capucinus* L. — Eine sehr abweichende Gruppe bilden die *Hapaliden* oder Krallenaffen mit der Zahnformel  $\frac{2}{2}\frac{1}{1}\frac{3}{3}\frac{3}{3}$ , mit Krallen an allen Fingern und Zehen, nur die relativ kleine Grosszehe mit Plattnagel; Daumen nicht opponirbar. *Hapale penicillata* Kühl., Seidenäffchen.

II. Unterordnung. *Katarhinen*, Affen der alten Welt; schmales Septum internasale, so dass die Nasenöffnungen nach vorn und unten gewandt sind, Zähne  $\frac{2}{2}\frac{1}{1}\frac{2}{2}\frac{3}{3}$ ; da die grossen Eckzähne in die gegenüberstehende Zahnreihe eingreifen, entstehen mehr oder minder ansehnliche Lücken (Diastemma) in den Zahnreihen; das Tympanum ist wie beim Menschen zu einem knöchernen Gehörgang verlängert. 1) *Cynomorphen*, Thiere mit nackten Stellen am Gesäss (Gesässschwien), meist mit langem Schwanz und behaartem Gesicht, gewöhnlich nur mit 2 Sacralwirbeln. *Cynocephalus hamadryas* L., Pavian, *Cercopithecus sabaeus* Cuv., Meerkatze, *Inuus ecaudatus* Geoffr., der einzige in Europa (Gibraltar) vorkommende Affe, mit kurzem Stummelschwanz. — 2) *Anthropoiden*, menschenähnliche Affen, meist ohne Gesässschwien, mit unbehaartem Gesicht, unbehaarten Fingern und Zehen, ohne Schwanz, 5 (beim Gibbon nur 3) Wirbel zum Os sacrum verschmolzen. *Simia satyrus* L., Orang Utang, *Troglodytes niger* Geoffr., Schimpanse, *Gorilla engena* Geoffr., Gorilla. *Hylobates syndactylus* Wagn., Gibbon.

III. Unterordnung. *Anthropinen*, Menschen. Rückbildung der Behaarung an den meisten Körperstellen, aufrechter Gang und in Folge dessen geringe Beweglichkeit und Kürze der Grosszehe (kein Greiffuss), Entwicklung einer articulirten Sprache, hohe Intelligenz, starke Ausbildung des Grosshirns und demgemäss Vergrösserung des Hirnschädels auf Kosten des Gesichtsschädels sind die hervorstechendsten Merkmale des Menschengeschlechts. Das Gebiss ist dasselbe wie bei den Katarhinen, nur dass die Eckzähne kleiner und daher die Zahnreihen nicht unterbrochen sind (kein Diastemma). Ein seit langem sich hinziehender Streit ist es, ob die Menschen als eine Art (*Homo sapiens* L.) mit vielen Rassen aufgefasst oder in mehrere Arten abgetheilt werden müssen. Die bei Kreuzungen der Menschenrassen vorhandene Fruchtbarkeit spricht für die erste, die thatsächlich vorhandenen Unterschiede und die Constanz derselben für die zweite Auffassung. Die Erörterung dieser Frage, welche durch die Descendenztheorie wesentlich an Bedeutung verloren hat, und die Aufstellung bestimmter Menschenrassen, resp. Arten bildet den Gegenstand einer besonderen Wissenschaft, der Anthropologie. Ich gebe hier noch die Einteilung Flower's, welche 3 grosse Gruppen (jede mit mehreren Untergruppen) unterscheidet: 1) *Wollhaarige* oder *Neger* mit meist schwärzlicher Hautfarbe und stark gekräuselten Haaren, deren Querschnitte elliptisch sind — hierher die Untergruppen der *Papuas*, *Australneger*, *Hottentotten*, *Kaffern* und *Sudanneger*. — 2) *Schlichthaarige* oder *Mongolen* mit braungelblicher Hautfarbe und schlichten Haaren (Querschnitt kreisrund), hierher die Untergruppen der *Eskimos*, *Malayen*, *Mongolen* s. str. und *Indianer*. — 3) Die mit lockigen Haaren (Querschnitt rundlich-oval) ausgerüsteten *Kaukasier* mit heller Hautfarbe — hierher die Gruppen der *Hamosemiten*, *Indogermanen*, *Nubier*, *Dravidas* (Ureinwohner von Indien).

Da die Lebensweise auf Bäumen ungünstige Bedingungen für die Erhaltung in Versteinerungen bietet, ist die **paläontologische Ausbeute** an *Primaten* bisher eine wenig ergiebige gewesen. Am meisten Aufsehen hat



ein Fund im oberen Pliocän von Java gemacht. Es handelt sich um ein Schädeldach, einen Femur und 1 Backzahn, die in einiger Entfernung von einander in einer Weise gefunden wurden, welche ihre Zusammengehörigkeit in hohem Maass wahrscheinlich macht. Die Stücke wurden auf ein Bindeglied zwischen Mensch und Affen bezogen: *Anthropopithecus erectus* Dubois, von anderer Seite als Reste echter Affen, von dritter Seite als Reste echter Menschen gedeutet. Letztere Deutung ist jetzt wohl als ausgeschlossen zu betrachten. Am meisten hat die Ansicht für sich, dass die Skeletstücke einem Gibbon-artigen ausgestorbenen Affen angehörten, der eine ganz aussergewöhnliche Körpergrösse und ganz enorme Schädelcapacität und dementsprechend ein relativ sehr grosses Hirn besessen hatte. In dieser Hinsicht würde keiner der jetzt lebenden Anthropoiden dem *Anthropopithecus* gleichkommen.

### Zusammenfassung der Resultate über Wirbelthiere.

1) Die **Wirbelthiere** sind gegliederte Thiere ohne Ringelung des Körpers, aber mit metamerer Anordnung der inneren Organe (Myotome, Neurotome, Sclerotome).

2) Ein cuticulares Hautskelet fehlt, dagegen können Verhornungen des Epithels oder Verknöcherungen der Lederhaut (Schuppen der Fische etc.) vorhanden sein.

3) Stets ist ein **Axenskelet** vorhanden, bestehend entweder nur aus Chorda dorsalis, oder aus Schädel und Wirbelsäule, welche die Chorda mehr oder minder vollständig verdrängen.

4) Es finden sich zweierlei, von axialen Skeletbildungen gestützte Extremitäten, die nur bei Fischen und Amphibien vorkommenden unpaaren und die nahezu allgemein verbreiteten paarigen (vordere und hintere) Extremitäten.

5) Das Nervensystem (Hirn und Rückenmark) hat Röhrenform und eine rein dorsale Lage.

6) Von den Sinnesorganen sind Auge und Ohr besonders hoch entwickelt.

7) Die Athmungsorgane entstehen aus dem Darm, die Kiemen in den vom Pharynx nach aussen führenden Kiemenspalten, die Lungen als Ausstülpungen am hinteren Pharynxende.

8) Das Herz, bestehend aus Kammer und Vorkammer, liegt ventral eingeschlossen in dem Herzbeutel, enthält bei allen kienemathmenden Wirbelthieren venöses Blut, theilt sich aber beim Auftreten der Lungenathmung in eine linke arterielle und rechte venöse Hälfte. Das Blutgefässsystem ist geschlossen.

9) Die Geschlechtsorgane sind mit wenigen Ausnahmen



gonochoristisch; ihre Producte benutzen meist einen Theil des Nierensystems, um nach aussen zu gelangen (Urogenitalsystem).

10) Die Fortpflanzung ist streng geschlechtlich.

11) Die niedrigsten Wirbelthiere, die **Acranier** (*Amphioxus*), haben keinen Schädel, keine Wirbelsäule, kein Herz, kein Gehörorgan und nur Rudimente von Hirn und Auge, dagegen Chorda, Rückenmark, contractile Blutgefässe; sie athmen durch Kiemen.

12) Bei den **Cyclostomen** findet sich ein primitiver Schädel, dagegen keine Wirbelsäule, keine paarigen Flossen, keine ächten Schuppen und Zähne, ein aus Grosshirn, Zwischenhirn, Mittelhirn, Kleinhirn und Medulla oblongata bestehendes Hirn mit Augen und Gehörorganen, ein venöses Herz mit Kammer und Vorkammer, beutelförmige Kiemen, eine unpaare Nase.

13) Die ächten **Fische** unterscheiden sich von den Cyclostomen durch die Wirbelsäule (amphicöle Wirbel), durch die neben den unpaaren Extremitäten vorkommenden paarigen Brust- und Bauchflossen, die Beschuppung der Haut und die paarige Nase; sie athmen ebenfalls durch Kiemen und haben ein aus Kammer und Vorkammer bestehendes venöses Herz.

14) Die Fische werden in Selachier, Ganoiden, Teleostier, Dipneusten eingetheilt.

15) Die **Selachier** haben ein knorpeliges Skelet, meist eine heterocerke Schwanzflosse, Placoidschuppen der Haut, bedeckte Kiemen, den Conus arteriosus des Herzens, Spiralklappe des Darms, keine Schwimmblase.

16) Sie zerfallen in *Squali* (Haie), *Rajae* (Rochen) und *Holocephalen* (Meerkatzen).

17) Die **Teleostier** haben ein knöchernes Skelet, meist eine homocerke Schwanzflosse, meist Cycloid- oder Ctenoidschuppen, Kammkiemen mit Kiemendeckel, den Bulbus arteriosus, meist Appendices pyloricae und Schwimmblase, keine Spiralklappe.

18) Sie werden eingetheilt in *Physostomen*, *Anacanthinen*, *Acanthopteren*, *Pharyngognathen*, *Plectognathen*, *Lophobranchier*.

19) Die **Ganoiden** bilden eine Uebergangsgruppe; sie gleichen den Selachiern in der Anwesenheit des Conus arteriosus und der Spiralklappe des Darms, den Teleostiern vermöge der Kammkiemen, des Kiemendeckels, der Schwimmblase und der Appendices pyloricae. Sie haben meist Fulcren und Ganoidschuppen.

20) Die Ganoiden zerfallen in *Chondrostei* mit knorpeligem Skelet und *Euganoides* mit meist knöchernem Skelet.

21) Die **Dipneusten** sind Kiemenathmer, bei denen die Schwimmblase zeitweilig als Lunge in Function tritt; Herz mit beginnender Zweitheilung, Nase mit Choane.

22) Die **Amphibien** haben im Gegensatz zu den Fischen anstatt Flossen pentadactyle Extremitäten, im Gegensatz zu den Reptilien am Schädel einen doppelten Condylus occipitalis; sie besitzen büschelförmige Hautkiemen und Lungen, entweder dauernd neben einander oder zeitlich derart vertheilt, dass die jungen Thiere (Larven) durch Kiemen, die ausgebildeten durch Lungen athmen.



(Metamorphose!). Das Herz besteht aus einer Kammer und zwei Vorkammern.

23) Die Amphibien werden eingetheilt in Urodelen, Anuren (Batrachier) und Gymnophionen; dazu kommen die fossilen Stegocephalen (Labyrinthodonten).

24) Die **Urodelen** haben viele Wirbel und daher auch einen wohlentwickelten Schwanzabschnitt; entweder behalten sie dauernd die Kiemen (*Perennibranchiaten*) oder wenigstens eine Kiemenspalte (*Derotremen*) oder sie verlieren den Kiemenapparat im Lauf der Entwicklung vollkommen (*Salamandrinen*); die Metamorphose ist wenig ausgeprägt.

25) Die **Anuren** haben wenige Wirbel, daher keinen Schwanz, nie Kiemenreste im ausgebildeten Zustand, eine ausgeprägte Metamorphose (die Kaulquappen sind anfangs mit äusseren, später mit inneren Kiemen und Ruderschwanz ausgerüstet, aber anfangs ohne Lunge und ohne Extremitäten).

26) Die **Gymnophionen** haben die Extremitäten verloren und sind blind.

27) Acranier, Cyclostomen, Fische und Amphibien werden als **Anamnioten** zusammengefasst, weil ihre Embryonen kein Amnion und keine Allantois haben; sie sind poikilotherm (Kaltblüter).

28) **Amnioten** heissen die Reptilien, Vögel und Säugethiere wegen ihrer Embryonalorgane: Amnion und Allantois; sie besitzen nie mehr Kiemenathmung und haben stets als Grundform die pentadactyle Extremität.

29) Die **Reptilien** sind noch poikilotherm, haben ein stark verknöchertes Skelet mit unpaarem Condylus occipitalis und mit einem Os transversum am Schädel, eine stark verhornte Haut; das Herz hat eine doppelte Vorkammer und eine meist unvollkommen zweigetheilte Kammer.

30) Die recenten Reptilien werden eingetheilt in die Lepidosaurier oder Plagiotremen, mit den Ordnungen: Rhynchocephaliden, Saurier und Ophidier, und in die Hydrosaurier, mit den Ordnungen: Chelonier und Crocodilier; fossile Formen sind 1) Pythonomorphen, 2) Pterosaurier, 3) Ichthyopterygier (Ichthyosaurier und Plesiosaurier), 4) Dinosaurier, 5) Theromorphen.

31) Die **Lepidosaurier** haben ein durch Häutung sich erneuerndes Kleid von Hornschuppen, eine quere Cloakenspalte und hinter derselben paarige Begattungsorgane.

32) Die **Saurier** mit den Ordnungen: *Ascalaboten*, *Crassilinguien*, *Brevilinguien*, *Fissilinguien*, *Vermilinguien*, *Annulaten* haben meist bewegliche Augenlider, ein Trommelfell, vier Extremitäten oder Reste derselben, vor Allem fast stets ein Sternum. Die Mundspalte ist nicht dehnbar. Von den Sauriern unterscheiden sich die **Rhynchocephalen** vorwiegend durch ihr feststehendes Quadratum.

33) Die **Ophidier** mit den Ordnungen: *Angiostomen*, *Peropoden*, *Colubriformien*, *Solenoglyphen* haben keine Extremitäten, niemals ein Sternum, kein Trommelfell, Augenlider zu einer Art Cornea verschmolzen, fast stets eine dehnbare Mundspalte, häufig Giftzähne.

34) Die **Hydrosaurier** haben einen Knochen- und Hornpanzer der Haut, ein feststehendes Quadratum und meist einen harten Gaumen;



die Cloake ist eine Längsspalte mit unpaarem Penis am vorderen Ende.

35) Die **Chelonier** sind von gedrungenem Körperbau, haben eine aus Knochen und Schildpatt bestehende Skeletkapsel (Plastron + Carapax), keine Zähne, dafür Hornscheiden an den Kiefern (kein O. transversum).

36) Die **Crocodilier** sind langgestreckt, mit langem Ruderschwanz und kegelförmigen, in besonderen Alveolen steckenden Zähnen.

37) Die **Vögel** sind den Reptilien sehr nahe verwandt (Sauropsiden) und theilen mit ihnen den unpaaren Condylus occipitalis; sie unterscheiden sich von ihnen durch die Befiederung der Haut und die vollkommene Sonderung des Herzens in eine linke und rechte Hälfte.

38) Weitere Merkmale der Vögel sind: Homoiothermie (Warmblüter), Pneumaticität der Knochen, Verwachsung der Handknochen, Bildung von Tibiotarsus und Tarsometatarsus (Intertarsalgelenk).

39) Die Vögel werden eingetheilt in Cursores, welche keine Furcula (verwachsene Schlüsselbeine) und keine Carina haben, und in Carinaten meist mit Furcula und Carina.

40) Zu den **Cursores** gehören die *Strausse*, *Casuarie*, *Kiwis* etc., zu den **Carinaten** die *Gallinaceae*, *Columbinae*, *Natatores*, *Grallatores*, *Scansores*, *Passeres*, *Raptatores*.

41) Die **Säugethiere** haben einen doppelten Condylus occipitalis, eine behaarte Haut und Milchdrüsen, die beim Weibchen zum Säugen dienen.

42) Weitere Merkmale der Säugethiere sind die Homoiothermie, die vollkommene Scheidung des Herzens in eine linke und rechte Hälfte, die Umbildung von Theilen des Visceralskelets zu Hörknöchelchen (Quadratum = Ambos, Articulare = Hammer, Hyomandibulare = Stapes), hohe Entwicklung der Bezeichnung (Bewurzelung, meist heterodonte und diphyodonte Beschaffenheit).

43) Die Säugethiere werden eingetheilt in Monotremen, Marsupialier und Placentulier.

44) Die **Monotremen** (*Echidna*, *Ornithorhynchus*) sind eierlegende Säugethiere mit persistenter Cloake, völliger Trennung der Müller'schen Gänge beim Weibchen; sie besitzen ein Coracoid und ein Episternum.

45) Die **Marsupialier** sind lebendig gebärend, doch werden die Embryonen in Folge unvollkommener Ernährung (meist keine Placenta) früh geboren und meist in einem Marsupium (*Ossa marsupialia*) getragen.

46) Im Skelet ist ausser den *Ossa marsupialia* der Winkel des Unterkiefers charakteristisch. Der Urogenitalapparat ist durch den Damm vom After getrennt, Uterus und Scheide sind doppelt: Didelphier.

47) Die **Placentulier** erzeugen gut ausgetragene Junge, die im Uterus mittelst der Placenta ernährt werden; sie haben kein Marsupium und keine *Ossa marsupialia*. Die Vagina ist unpaar (Monodelphier), der Uterus paarig oder unpaar.

48) Eine rückgebildete Bezeichnung (fehlendes oder monophyodontes



Gebiss) haben die Krallen tragenden *Edentaten* und die mit Flossen ausgerüsteten *Cetomorphen* (*Sirenen* + *denticete* und *mysticete Cetaceen*).

49) Vorwiegend herbivor sind die huftragenden grossen *Ungulaten* (*Perissodactylen* und *Artiodactylen*) und *Proboscider*, die krallentragenden, meist kleinen *Rodentien*.

59) Theils herbivor, theils insectivor sind die mit Flughäuten (*Patagium*) ausgerüsteten *Chiropteren*.

51) Vorwiegend fleischfressend sind die kleinen *Insectivoren* (mit kleinem Eckzahn) und *Carnivoren* (mit starkem Eckzahn und starkem Reisszahn); letztere werden eingetheilt in die landbewohnenden *Fissipedier* und die wasserbewohnenden, Flossen tragenden *Pinnipedier*.

52) Ein mehr oder minder indifferentes Gebiss haben die vorwiegend oder ganz mit Nägeln anstatt Krallen und mit Greifhänden, meist auch Greiffüssen versehenen *Prosimien* und *Primaten*; erstere sind niedrig, diese sehr hoch organisirt.

53) Nach der Stellung der Nasenlöcher, der Ausbildung des Schwanzes und der Behaarung, ferner nach der Beschaffenheit des Gebisses und des Fusses werden die Primaten eingetheilt in Affen der neuen Welt (*Platyrrhinen*), Affen der alten Welt (*Katharinen*) und Menschen (*Anthropinen*).



## Register.

- |  |  |  |
|--|--|--|
| <p> Aale 525.<br/> Aasgeier 567.<br/> Abdomen 364.<br/> Abdominalia 388.<br/> Abramis 525.<br/> Abranchier 345.<br/> Abraxas 441.<br/> Acantharien 166.<br/> Acanthia 436.<br/> Acanthias 520.<br/> Acanthobdella 283.<br/> Acanthocephalen 269.<br/> Acanthocystis 162.<br/> Acanthoderus 40, 428.<br/> Acanthoden 521.<br/> Acanthometra 166.<br/> Acanthophracten 166.<br/> Acanthopteren 526.<br/> Acarinen 450.<br/> Acephalen 327.<br/> Acephalocysten 257.<br/> Achatina 350.<br/> Acherontia 441.<br/> Achromatin 54.<br/> Achtheres 30, 380.<br/> Acinetinen 181.<br/> Acipenser 522.<br/> Acontien 217.<br/> Acranier 499.<br/> Acraspede Meduse 210.<br/> Acrididen 429.<br/> Acrodonten 545.<br/> Actäon 346.<br/> Actiniarien 222.<br/> Actinophrys 162.<br/> Actinosphaerium 161.<br/> Aculeaten 434. </p> | <p> Aculeus 419, 433.<br/> Adamsia 222.<br/> Adapis 599.<br/> Adler 567.<br/> Aeginiden 208.<br/> Aeolidia 346.<br/> Aepyornis 563.<br/> Aequatorialplatte 58.<br/> Aequorea 208.<br/> Aesche 525.<br/> Aeschna 426.<br/> Aethalium 170.<br/> Aethiopische Region 147.<br/> Affen 600.<br/> Afterscorpione 447.<br/> Afterspinnen 447.<br/> Agamiden 545.<br/> Agassiz 17.<br/> Aglossen 536.<br/> Aglyphen 548.<br/> Alauda 566.<br/> Albatros 564.<br/> Alca 564.<br/> Alcedo 567.<br/> Alciopiden 277.<br/> Alcippe 388.<br/> Alcyonarien 221.<br/> Alcyonella 295.<br/> Alcyonium 221.<br/> Aldrovandi 11.<br/> Allectoriden 566.<br/> Alima 397.<br/> Allgemeine Zoologie 47.<br/> Allantois 497.<br/> Alligator 551.<br/> Allotherien 583.<br/> Alluvium 151.<br/> Alosa 526. </p> | <p> Alytes 537.<br/> Amaul 526.<br/> Amblypoden 593.<br/> Amblystoma 536.<br/> Ambulacralgefäßsystem 302.<br/> Ameisen 434.<br/> Ameisenigel 583.<br/> Ameisenlöwe 429.<br/> Ameiva 545.<br/> Ametabole Insecten 420.<br/> Amia 522.<br/> Ammocoetes 504.<br/> Ammoniten 359.<br/> Amnion 420, 497.<br/> Amnioten 537.<br/> Amoeba 51, 160.<br/> Amoebinen 160.<br/> Amphacanthie 523.<br/> Amphiaster 58.<br/> Amphibien 528.<br/> Amphibiotica 426.<br/> Amphidiskien 196.<br/> Amphigonie 118.<br/> Amphihelia 223.<br/> Amphilina 254.<br/> Amphineuren 326.<br/> Amphioxus 499.<br/> Amphipoden 393.<br/> Amphisbaena 545.<br/> Amphistomum 245.<br/> Amphorideen 313.<br/> Ampullaria 347.<br/> Anacanthinen 526.<br/> Analog 11.<br/> Anamnien 499.<br/> Anas 564.<br/> Anaspides 391. </p> |
|--|--|--|



- Anaxon 111.  
 Anchitherium 593.  
 Andrias 536.  
 Androctonus 365, 447.  
 Anelasma 388.  
 Anemonia 222.  
 Angiostomen 547.  
 Anguilla 526.  
 Anguillula 264.  
 Anguis 545.  
 Animale Organe 100.  
 Anisomyarier 334.  
 Anisopoden 395.  
 Ankylostomum 266.  
 Anneliden 270.  
 Annulaten 545.  
 Anodonta 335.  
 Anomodontien 552.  
 Anopheles 185, 439.  
 Anopla 259.  
 Anoplocephalus 257.  
 Anoplotherien 593.  
 Anser 564.  
 Antarktische Region 150.  
 Antedon 311.  
 Antennen 366.  
 Antennaten 373.  
 Antennendrüse 375.  
 Antheomorphe 215.  
 Anthomedusen 207.  
 Anthomyiden 439.  
 Anthozoen 215.  
 Anthropinen 601.  
 Anthropoiden 601.  
 Anthropopithecus 601.  
 Antilocapra 592.  
 Antilope 592.  
 Antimeren 114.  
 Antipathes 223.  
 Anuren 536.  
 Aphanipteren 439.  
 Aphis 437.  
 Aphrodite 277.  
 Apiarien 434.  
 Aplacophoren 327.  
 Aplysia 346.  
 Aplysilla 197.  
 Aplysina 197.  
 Apodes (Holothurie) 319.  
 Apodes (Rhizocephale) 388.  
 Apodes (Fische) 526.  
 Apolemia 210.  
 Appendicularien 287.  
 Aptenodytes 564.  
 Apteren 437.  
 Apterogenen, Apterygoten 424.  
 Apteryx 563.  
 Apus 383.  
 Aquila 567.  
 Arachnoideen 441.  
 Araneen 448.  
 Arca 334.  
 Arcella 168.  
 Archaeopteryx 27, 568.  
 Archaische Zeit 151.  
 Archenteron 88.  
 Archianneliden 277.  
 Archigetes 254.  
 Archigonie 115.  
 Archipteren 424.  
 Architeuthis 359.  
 Arctogaea 149.  
 Arcyria 169.  
 Ardea 566.  
 Arenicola 277.  
 Argas 451.  
 Argonauta 360.  
 Argulus 381.  
 Argyroneta 450.  
 Arion 350.  
 Aristoteles 5.  
 Aristocystiden 313.  
 Arktische Region 150.  
 Armadillio 394.  
 Aromia 432.  
 Art 21.  
 Artemia 383.  
 Arterien 93.  
 Arthrogastres 445.  
 Arthropoden 362.  
 Arthrostraca 392.  
 Articulaten (Crinoideen) 312.  
 Articulaten (Arthropoden) 362.  
 Artiodactylen 591.  
 Ascalaboten 545.  
 Ascalaphus 429.  
 Ascaris 265.  
 Ascidiaeformes 287.  
 Asconen 195.  
 Ascyssa 195.  
 Asellus 395.  
 Aspergillum 336.  
 Aspidiotus 437.  
 Aspidochiroten 319.  
 Asseln 394.  
 Astacus 402.  
 Asterias 308.  
 Asteriscus 308.  
 Asteroideen 306.  
 Astraea 224.  
 Astroides 224.  
 Astropecten 309.  
 Astrophyton 309.  
 Astur 567.  
 Asymmetron 502.  
 Asyphonier 329.  
 Atalanta 348.  
 Atheca 551.  
 Athene 567.  
 Atok 266.  
 Atta 435.  
 Attacus 441.  
 Attus 450.  
 Atypus 450.  
 Auchenia 592.  
 Auerhahn 564.  
 Auerochs 592.  
 Auge 108, 367, 483.  
 Aulacanthus 166.  
 Aulosphaeren 166.  
 Aulostomum 284.  
 Aurelia 215.  
 Auricularien 305.  
 Auster 335.  
 Australische Region 148.  
 Autoflagellaten 170.  
 Autolytiden 274.  
 Autophagen 561.  
 Aves 552.  
 Aviculiden 335.  
 Avicularien 295.  
 Axolotl 29, 536.  
 Azteca 435.  
 Azoische Zeit 151.  
 Azygobranchier 347.  
 Bachstelzen 566.  
 Bacillus 428.  
 Badeschwämme 196.  
 Baer, Carl Ernst von 14.  
 Bär 598.  
 Bärthierchen 454.  
 Balaena 589.  
 Balaenoptera 589.  
 Balaninus 432.  
 Balanoglossus 284.  
 Balantidium 179.  
 Balanus 388.  
 Balistes 527.  
 Bandwürmer 245.  
 Barbus 525.  
 Barsche 526.  
 Basiliscus 545.  
 Basommatophoren 350.  
 Bastarde 23.  
 Batrachier 536.  
 Bauchfell 92.  
 Bdellostoma 504.  
 Befruchtung 123.  
 Beroe 227.  
 Beutelratten 584.  
 Beutelthiere 583.  
 Biber 595.  
 Bienen 434.  
 Bienenlaus 439.  
 Bilateral symmetrische  
 Thiere 111.  
 Bilharzia 244.  
 Bindesubstanzen 69.  
 Biogenet. Grundgesetz 30.  
 Biologie 4.  
 Biorhiza 434.  
 Bipalium 238.  
 Bipinnarien 305.  
 Birgus 399, 403.



- Birkhuhn 564.  
 Bison 592.  
 Blabera 427.  
 Blanus 545.  
 Blasenwürmer 245.  
 Blastoideen 313.  
 Blastula 130.  
 Blatta 427.  
 Blattfüßler 383.  
 Blattläuse 437.  
 Blattwespen 433.  
 Blendlinge 24.  
 Blennius 526.  
 Blindschleiche 545.  
 Blindwühlen 537.  
 Blut 75, arter. venös. 94.  
 Blutegel 281.  
 Blutgefäßsystem 95.  
 Boa 548.  
 Bockkäfer 432.  
 Bojanus'sches Organ 332.  
 Bombinator 537.  
 Bombyx 441.  
 Bonellia 279.  
 Bopyriden 395.  
 Borstenwürmer 270.  
 Bos 592.  
 Bostrychus 432.  
 Bothriocephalus 254.  
 Bothryllus 291.  
 Brachiolarien 305.  
 Brachionus 260.  
 Brachiopoden 295.  
 Brachse 525.  
 Brachycera 439.  
 Brachyuren 403.  
 Braconiden 434.  
 Bradypus 587.  
 Bradytherien 587.  
 Branchiobdella 283.  
 Branchiopoden 381.  
 Branchiostoma 499.  
 Branchipus 383.  
 Branchiuren 380.  
 Braula 439.  
 Bremsen 439.  
 Brevilinguien 545.  
 Brillenschlange 548.  
 Brissus 317.  
 Brontosaurus 552.  
 Brotschabe 427.  
 Brüllaffe 601.  
 Bryozoen 292.  
 Bubalus 592.  
 Bubo 567.  
 Bucerontiden 567.  
 Bücherscorpione 447.  
 Bücherlaus 426.  
 Bufo 537.  
 Büffel 592.  
 Buffon 17.  
 Bugula 295.  
 Bulbus arteriosus 516.  
 Bunodontien 591.  
 Bussard 567.  
 Buteo 567.  
 Buthus 447.  
 Byssus 332.  
 Bythotrephes 384.  
 Cacadu 566.  
 Cacospongien 197.  
 Caenolestes 584.  
 Calaniden 379.  
 Calappa 403.  
 Calcispongien 194.  
 Calopteryx 426.  
 Calosoma 431.  
 Calyconecten 210.  
 Calycophoren 210.  
 Cambarus 402.  
 Cambrium 151.  
 Camelopardalis 592.  
 Camelus 592.  
 Campanularia 200, 207.  
 Campodea 364 424.  
 Canalis neurentericus 290.  
 Cancer 403.  
 Canis 598.  
 Cannostomen 215.  
 Cantharide 432.  
 Capillaren 93.  
 Capillitium 170.  
 Capra 592.  
 Caprella 393.  
 Caprimulgiden 567.  
 Carabiden 432.  
 Carapax 549.  
 Carassius 525.  
 Carbon 151.  
 Carcharias 519.  
 Carcharodon 520.  
 Carchesium 181.  
 Carcinus 403.  
 Cardium 336.  
 Carinaria 348.  
 Carinaten 563.  
 Carmarina 208.  
 Carnivoren 597.  
 Carpenteria 168.  
 Carpocapsa 440.  
 Carpom 169.  
 Caryophyllaeus 254.  
 Caryophyllia 223.  
 Castor 595.  
 Casuarius 563.  
 Cathartae 567.  
 Catocala 441.  
 Catometopen 403.  
 Cavia 595.  
 Cavicornia 592.  
 Cebus 601.  
 Cecidomyiden 439.  
 Cellulose 286.  
 Cemoria 347.  
 Centrodorsale 311.  
 Centrosomen 56.  
 Cephalaspiden 522.  
 Cephalodiscus 285.  
 Cephalophoren 337.  
 Cephalopoden 350.  
 Cephalothorax 364.  
 Ceraospongien 196.  
 Cerambyx 432.  
 Ceratium 173.  
 Ceratodus 528.  
 Cercaria 243.  
 Cercomonas 172.  
 Cercopithecus 601.  
 Cerebralganglion 323.  
 Cerebratulus 259.  
 Cereus 216.  
 Ceriantheen 222.  
 Cervus 592.  
 Cestoden 245.  
 Cestodarien 254.  
 Cestus 227.  
 Cetaceen 588.  
 Cetochilus 379.  
 Cetomorphen 587.  
 Chaetoderma 327.  
 Chaetognathen 261.  
 Chaetopoden 270.  
 Chamaeleon 546.  
 Chamiden 336.  
 Charadriiden 566.  
 Charybdaea 214.  
 Chelifer 447.  
 Cheliceren 442.  
 Chelonier 549.  
 Chelura 393.  
 Chelys 551.  
 Chermes 437.  
 Chiastoneurie 340.  
 Chilina 349.  
 Chilognathen 407.  
 Chilomonas 171.  
 Chilopoden 408.  
 Chilostomen 294.  
 Chimaera 521.  
 Chiromys 599.  
 Chirotes 545.  
 Chiropteren 596.  
 Chitinschicht 363.  
 Chiton 327.  
 Chlamydoconcha 327.  
 Chloecopsis 526.  
 Choanoflagellaten 172.  
 Choloepus 587.  
 Chondrilla 193.  
 Chondrioderma 169.  
 Chondrostei 522.  
 Chorda dorsalis 31, 287, 459.  
 Chordonier 286.  
 Chorioidea 109.  
 Chorioidealdrüse 513.  
 Chromatin 54.



- Chromatophoren 353.  
 Chromomonadinen 171.  
 Chromosomen 58.  
 Chrysomelinen 432.  
 Chrysomitren 209.  
 Chrysomonadinen 172.  
 Chrysopa 429.  
 Chylusgefäße 95.  
 Cicadarien 436.  
 Cicindela 431.  
 Ciconia 566.  
 Ciliaten 174.  
 Cilioflagellaten 172.  
 Cimex 436.  
 Cingulaten 587.  
 Cione 290.  
 Cirroteuthiden 360.  
 Cirrus 240.  
 Cirripeden 385.  
 Citigraden 450.  
 Cladoceren 383.  
 Cladocora 224.  
 Cladoselache 521.  
 Clamatores 566.  
 Clathrulina 162.  
 Clavellina 290.  
 Clepsidrina 184.  
 Clepsine 284.  
 Clitellum 277.  
 Cloake 89.  
 Cloakenthiere 582.  
 Clupea 526.  
 Clypeastriden 316.  
 Cnethocampa 441.  
 Cnidarien 197.  
 Cocciden 437.  
 Coccidium 185.  
 Coccinella 432.  
 Coccus 437.  
 Coccyges 566.  
 Codonocladium 172.  
 Coecilia 537.  
 Coelenteraten 190.  
 Coelenteron 191.  
 Coelhelminthen 261.  
 Coelodendrum 166.  
 Coelom 92.  
 Coeloplana 227.  
 Coeloria 224.  
 Coenenchym 220.  
 Coenosark 199, 220.  
 Coenurus 257.  
 Coleopteren 430.  
 Collare 171, 193.  
 Collembolen 424.  
 Collozoum 166.  
 Coloradokäfer 432.  
 Coluber 548.  
 Colubriformia 548.  
 Columba 564.  
 Columbinae 564.  
 Colymbus 564.  
 Comatuliden 312.  
 Commissuren 103.  
 Compsognathus 552.  
 Condor 567.  
 Condylarthren 593.  
 Conjugation 155.  
 Connective 103, 323.  
 Conochilus 260.  
 Contractile Vacuole 153.  
 Conus arteriosus 516.  
 Convoluta 238.  
 Copepoden 378.  
 Coraciformes 567.  
 Corallenthiere 215, 221.  
 Corallium 222.  
 Cordylophora 207.  
 Coregonus 525.  
 Cormoran 565.  
 Cornacuspongien 196.  
 Cornea 109.  
 Coronella 548.  
 Coronula 388.  
 Corpus callosum 574.  
 Correlation 11.  
 Corrodentien 425.  
 Corvus 567.  
 Corycaiden 379.  
 Corymorpha 207.  
 Cotingiden 567.  
 Cottus 524.  
 Cotyledonen 586.  
 Cotylorhiza 211.  
 Coxaldrüsen 443.  
 Crangon 402.  
 Crania 298.  
 Craspedote Meduse 228.  
 Crassatella 328.  
 Crassilinguien 545.  
 Crenilabrus 526.  
 Creodonten 598.  
 Crevettinen 393.  
 Crex 566.  
 Crinoideen 310.  
 Crocodilier 551.  
 Crocodilus 551.  
 Crossopterygier 523.  
 Crotalus 548.  
 Crustaceen 370.  
 Cryptobranchus 535.  
 Cryptocephala 277.  
 Cryptochiton 327.  
 Cryptodiren 551.  
 Cryptoniscus 395.  
 Cryptopentamera 431.  
 Cryptotetramera 431.  
 Cteniza 450.  
 Ctenoidschuppen 506, 523.  
 Ctenophoren 224.  
 Ctenoplana 227.  
 Cubomedusen 214.  
 Cuculus 566.  
 Cucumaria 319.  
 Culcita 309.  
 Culex 439.  
 Cumaceen 391.  
 Cunina 208.  
 Cupressocrinus 312.  
 Curculionidae 432.  
 Cursores 562.  
 Cursoria 427.  
 Cuticula 62.  
 Cuvier 12, 18.  
 Cyamus 393.  
 Cyclas 336.  
 Cyclobranchier 346.  
 Cycloidschuppen 506, 523.  
 Cyclometopen 403.  
 Cyclops 31, 379.  
 Cyclostoma 347.  
 Cyclostomen 502.  
 Cydippe 227.  
 Cygnus 564.  
 Cymbulia 349.  
 Cymothoea 395.  
 Cynips 434.  
 Cynocephalus 601.  
 Cynomorphen 601.  
 Cynthia 290.  
 Cypraea 347.  
 Cypridina 385.  
 Cyprinus 525.  
 Cypris 385.  
 Cypselomorphen 567.  
 Cypselus 567.  
 Cyrtiden 166.  
 Cysticeroiden 253.  
 Cysticercus 245, 251.  
 Cystid 294.  
 Cystoideen 313.  
 Cystoflagellaten 173.  
 Cystonecten 210.  
 Cytopharynx 153, 174.  
 Cytopyge 153.  
 Cytostom 153.  
 Dachs 598.  
 Dactylopterus 526.  
 Dactylethra 536.  
 Daphnia 384.  
 Darm 87.  
 Darmfaserblatt 133.  
 Darwin (Erasmus) 18.  
 Darwin (Charles) 19.  
 Dasselbeulen 439.  
 Dasypus 587.  
 Dasyurus 584.  
 Daubebardia 349.  
 Davainea 257.  
 Decapoden 359, 397.  
 Decidua 586.  
 Deciduaten 586.  
 Decticus 429.  
 Deckepithel 61.  
 Degeeria 424.  
 Deilephila 441.  
 Deima 319.



- Delamination 131.  
 Delphinus 589.  
 Demodex 452.  
 Dendrochiroten 319.  
 Dendrocoelen 238.  
 Dendrocoelum 238.  
 Dendrophyllia 224.  
 Dens lacerans 577.  
 Dentalium 347.  
 Denticeten 589.  
 Dermanyssus 451.  
 Dermatobia 439.  
 Dermatopteren 427.  
 Dermochelys 551.  
 Derotremen 535.  
 Descendenztheorie 16.  
 Desmognathus 532.  
 Desmodont 328.  
 Desoria 424.  
 Desor'sche Larve 258.  
 Deutomerit 182.  
 Devon 151.  
 Diaptomus 379.  
 Diastylis 391.  
 Diblasterien 198.  
 Dibranchiaten 359.  
 Dichobune 593.  
 Dicotyles 591.  
 Dicyemiden 189.  
 Dicynodon 552.  
 Didelphier 583.  
 Didelphys 584.  
 Didunculus 564.  
 Didus 564.  
 Diffugia 168.  
 Digenea 241.  
 Diluvium 151.  
 Dimyarier 328, 334.  
 Dingo 148.  
 Dinobryon 172.  
 Dinoflagellaten 172.  
 Dinornis 563.  
 Dinosaurier 552.  
 Dinotherium 594.  
 Diodon 527.  
 Diomedea 564.  
 Diotocardier 347.  
 Diphycerk 33, 511.  
 Diplopoden 407.  
 Diplopteren 434.  
 Diplozoon 241.  
 Dipneumones 450, 528.  
 Dipneusten 527.  
 Diporpa 241.  
 Diprotodontien 585.  
 Dipsadiden 548.  
 Dipteren 438.  
 Dipylidium 257.  
 Disciden 166.  
 Discina 298.  
 Discodactylen 537.  
 Discodermia 196.  
 Discomedusen 214.  
 Disconanthen 210.  
 Discoplacentalier 586.  
 Distomum 241, 243.  
 Diurni 567.  
 Dochmius 266.  
 Doliolum 292.  
 Domestication 36.  
 Donacia 432.  
 Doris 346.  
 Doritis 441.  
 Dorsch 526.  
 Doryphora 432.  
 Dotterstock 235.  
 Draco 545.  
 Dracunculus 268.  
 Drepanidotaenia 257.  
 Dreyssena 335.  
 Drohnen 434.  
 Dromaeus 563.  
 Dromedar 592.  
 Dromia 403.  
 Dronten 564.  
 Drosseln 566.  
 Drüsenepithel 63.  
 Drüsenmagen 89.  
 Dryophis 548.  
 Dugong 588.  
 Dujardin 14, 50.  
 Dytisciden 431.  
 Dynastes 431.  
 Dysodont 328.  
 Ecardines 298.  
 Echidna 583.  
 Echinocardium 317.  
 Echinococcus 257.  
 Echinocyamus 316.  
 Echinodermen 302.  
 Echinoideen 313.  
 Echinometriden 316.  
 Echinorhynchus 269.  
 Echinospaerites 313.  
 Echinus 316.  
 Echiurus 280.  
 Echten 544.  
 Ecitons 435.  
 Ectoprocten 294.  
 Edelcoralle 222.  
 Edelfalke 567.  
 Edentaten 587.  
 Edriophthalmen 392.  
 Edwardsien 217.  
 Effodientien 587.  
 Egelwürmer 281.  
 Eichhorn 11.  
 Eichhörnchen 595.  
 Eidechsen 545.  
 Eiderente 564.  
 Eigenwarme Thiere 96.  
 Einsiedlerkrebse 402.  
 Eintagsfliege 429.  
 Eireife 121.  
 Eisbär 598.  
 Eisvogel 567.  
 Eiszeit 151.  
 Eizelle 67.  
 Ektoderm 87, 131.  
 Ektoparasiten 141.  
 Ektoprocten 294.  
 Ektosark 160.  
 Elapiden 548.  
 Elaspoden 319.  
 Elateren 170.  
 Elateriden 432.  
 Elasmobranchier 518.  
 Elch 593.  
 Elektrische Organe 511.  
 Elephas 594.  
 Elysia 345.  
 Elytren 414.  
 Empusa 428.  
 Emys 551.  
 Encope 317.  
 Encystirung 156.  
 Endostyl 286.  
 Enopla 259.  
 Ente 564.  
 Entenmuschel 388.  
 Enteropneusten 284.  
 Entoconcha 319.  
 Entoderm 87, 131.  
 Entomostraken 378.  
 Entoniscus 395.  
 Entoparasiten 141.  
 Entophagen 433.  
 Entoprocten 293.  
 Entosark 160.  
 Entovalva 319.  
 Eohippus 593.  
 Eozoen 151.  
 Eozoon 169.  
 Epeira 422, 450.  
 Ephemera 426.  
 Ephippium 384.  
 Ephippodonta 327.  
 Ephydatia 196.  
 Ephyra 211.  
 Epiblast 131.  
 Epigenesis 13.  
 Epiphragma 340.  
 Epistylis 191.  
 Epithelgewebe 61.  
 Epithelmuskelzellen 78.  
 Epitoc 274.  
 Eporosen 220.  
 Equus 591.  
 Erbllichkeit 36.  
 Eriocephaliden 440.  
 Erichthus 397.  
 Erinaceus 596.  
 Eristalis 439.  
 Ernährung, Organe der-  
 selben 85.  
 Errantien 276.  
 Esel 591.



- Esox 525.  
 Estheriden 383.  
 Eucopopoden 379.  
 Eucrinoiden 312.  
 Eucyrtidium 166.  
 Eudendrium 207.  
 Eudoxia 210.  
 Euganoiden 522.  
 Euglena 170, 172.  
 Euglypha 168.  
 Eulen (Schmetterlinge) 441.  
 Eulen (Vögel) 567.  
 Eumenes 434.  
 Eunice 274.  
 Euniciden 276.  
 Eupagurus 402.  
 Euphausia 396.  
 Euplectella 195.  
 Euryale 310.  
 Eurystomen 454.  
 Euscorpius 447.  
 Euspongia 197.  
 Eustachius 10.  
 Excretionsorgane 96.  
 Exocoetus 526.  
 Exuvie 364.  
  
 Fabricius ab Aquapendente 10.  
 Facettenauge 369.  
 Fadenwürmer 263.  
 Falco 567.  
 Fasan 563.  
 Fasciola 243.  
 Faulthiere 587.  
 Favia 224.  
 Feder 553.  
 Federlaus 426.  
 Feldheuschrecken 429.  
 Felis 598.  
 Fierasfer 526.  
 Filaria 268.  
 Filibranchier 334.  
 Fingerthier 599.  
 Finken 566.  
 Finnen 245, 251.  
 Fischasseln 395.  
 Fischbein 589.  
 Fische 504.  
 Fischotter 598.  
 Fischreiher 566.  
 Fissilinguier 545.  
 Fissipedier 598.  
 Fissurella 347.  
 Flabellum 223.  
 Flagellaten 170.  
 Flamingo 566.  
 Fledermäuse 596.  
 Fleischbeutler 584.  
 Fliegen 439.  
 Fliegende Fische 526.  
 Fliegende Hunde 597.  
  
 Flöhe 439.  
 Flohkrebse 393.  
 Flügelschnecken 348.  
 Flunder 526.  
 Flusskrebse 402.  
 Flustra 295.  
 Foraminiferen 166.  
 Forelle 525.  
 Forficula 427.  
 Formica 434.  
 Fornix 574.  
 Fossorien 434.  
 Fringilla 566.  
 Froschlurche 536.  
 Frösche 536.  
 Frugivoren 597.  
 Fuchs (Vanessa) 441.  
 Fuchs (Vulpes) 598.  
 Fulgora 437.  
 Funktionswechsel 12, 84.  
 Fungia 223.  
 Funiculus umbilicalis 586.  
 Furca 378.  
 Furchungsprocess 126.  
 Furcula 555.  
  
 Gabelgemse 592.  
 Gadus 526.  
 Galen 9.  
 Galeodes 445.  
 Galeopithecus 596.  
 Gallen (Galläpfel) 434.  
 Gallinacei 563.  
 Gallinago 566.  
 Gallus 563.  
 Gamasus 365, 451.  
 Gammarus 393.  
 Ganglienknoten 102.  
 Ganglienzellen 79.  
 Ganoiden 521.  
 Ganoidschuppen 506, 521.  
 Ganoin 506.  
 Gans 564.  
 Garneelen 402.  
 Gasterosteus 526.  
 Gastrochaeniden 336.  
 Gastropacha 441.  
 Gastrophilus 439.  
 Gastropoden 337.  
 Gastrovascularsystem 92, 191.  
 Gastrula 130.  
 Gaumenkauer 518.  
 Gavialis 551.  
 Gazelle 592.  
 Gecarcinus 403.  
 Geckonen 545.  
 de Geer 10.  
 Gehörorgan 105.  
 Geier 567.  
 Geisselinfusorien 170.  
 Geisselkammern 193.  
  
 Geisselspinnen 445.  
 Gelasimus 403.  
 Gemmulae 196.  
 Gemse 592.  
 Generatio spontanea 115.  
 Generationswechsel 120, 203, 292.  
 Geoffroy St. Hilaire 11, 18.  
 Geocores 436.  
 Geodia 196.  
 Geometra 441.  
 Geonemertes 259.  
 Geophilus 408.  
 Geotria 504.  
 Geotrupes 431.  
 Gephyreen 279.  
 Geruchsorgane 105.  
 Geryoniden 208.  
 Geschlechtsorgane 98.  
 Geschmackorgane 105.  
 Gessner 8.  
 Gewebe 60.  
 Geweih 592.  
 Gibbon 601.  
 Gigantorhynchus 269.  
 Gigantostraca 454.  
 Giraffe 592.  
 Glandiceps 284.  
 Glasschwämme 195.  
 v. Gleichen-Russwurm 11.  
 Gletscherfloh 424.  
 Gliederfüssler 362.  
 Gliederspinnen 445.  
 Gliederthiere 365.  
 Glires 594.  
 Globigerina 169.  
 Glochidien 333.  
 Glomeris 408.  
 Glugea 186.  
 Glyptodonten 587.  
 Glycera 273.  
 Gnathobdellen 283.  
 Goethe 11, 18.  
 Goeze 11.  
 Goldfisch 525.  
 Goniada 273.  
 Gonochorismus 99.  
 Gonophore 205.  
 Gonotheca 206, 207.  
 Gordius 269.  
 Gorgonia 222.  
 Gorilla 601.  
 Grabheuschrecken 429.  
 Gradflügler 427.  
 Grallatores 565.  
 Graptolitha 440.  
 Gregarinarien 182.  
 Gressorien 427.  
 Grew, Nehemia 48.  
 Gromia 52, 168.  
 Grus 566.  
 Gryllotalpa 429.  
 Gryllus 429.



- Gürtelthiere 587.  
 Gulo 598.  
 Gunda 236, 238.  
 Gymnodonten 527.  
 Gymnophionen 537.  
 Gymnorhinen 597.  
 Gymnosomata 349.  
 Gymnotus 526.  
 Gynandromorphie 99.  
 Gypaëtes 567.  
 Gyrinophilus 532.  
 Gyrodactylus 241.  
  
 Haarsterne 310.  
 Habicht 567.  
 Haeckel 20.  
 Haemalbögen 463.  
 Haemamoeba 185.  
 Haementaria 284.  
 Haemodipsa 284.  
 Haemoglobin 75.  
 Haemopsis 284.  
 Haemosporidien 185.  
 Hänfling 566.  
 Häringe 525.  
 Häutung 363.  
 Haifische 519.  
 Halbaffen 598.  
 Haleremita 207.  
 Halicore 588.  
 Halicryptus 281.  
 Halionmen 166.  
 Haliotis 347.  
 Halisarca 196.  
 Halla 276.  
 Haller 13.  
 Halomises 205.  
 Halteren 438.  
 Hamiglossen 347.  
 Hapale 601.  
 Hase 595.  
 Hatteria 548.  
 Hauptkern 175.  
 Hausen 522.  
 Haushuhn 564.  
 Haustellum 438.  
 Hautfaserblatt 133.  
 Hautflügler 432.  
 Hechte 525.  
 Hectocotylus 357.  
 Heilbutt 529.  
 Heimchen 426.  
 Helioporaceen 222.  
 Heliozoen 160.  
 Helix 350.  
 Hemimetabole Insecten 420.  
 Hemielytren 436.  
 Hemipteren 436.  
 Heptanchus 520.  
 Hermaphroditismus 99.  
 Hermelin 598.  
 Herrenthiere 599.  
  
 Herz 93, 492.  
 Hesione 273.  
 Hesperornis 567.  
 Heterocerk 33, 511.  
 Heteroconchen 335.  
 Heterodera 265.  
 Heterodont 328.  
 Heterogonie 121, 242.  
 Heteromera 432.  
 Heteromyarier 328, 334.  
 Heteronereis 274.  
 Heteronom 114.  
 Heteronomie 364, 453.  
 Heteropoden 347.  
 Heteropteren 436.  
 Heterosyllis 274.  
 Heterotrachen 178.  
 Heuschrecken 428.  
 Hexactinelliden 195.  
 Hexacorallien 222.  
 Hexanchus 520.  
 Hexapoden 409.  
 Hipparion 593.  
 Hippocampus 527.  
 Hippoglossus 526.  
 Hippokrates 9.  
 Hippopotamus 591.  
 Hippospongia 197.  
 Hirn 104, 477.  
 Hirsche 593.  
 Hirschkäfer 431.  
 Hirudineen 281.  
 Hirudo 283.  
 Hirundo 566.  
 Hörner 592.  
 Holarktische Region 149.  
 Holoblastische Eier 128.  
 Holocephalen 521.  
 Holometabole Insecten 420.  
 Holosericum 451.  
 Holostomum 241.  
 Holostei 522.  
 Holothuria 317.  
 Holotrachen 178.  
 Holzbock 451.  
 Holzwespen 433.  
 Homarus 402.  
 Homaxon 112.  
 Homo 601.  
 Homocerkie 33, 511.  
 Homoiotherme Thiere 96.  
 Homolog 11.  
 Homomyarier 334.  
 Homonom 114.  
 Homopteren 436.  
 Hoplonemertinen 259.  
 Hormiphora 225.  
 Hornschwämme 196.  
 Huchen 525.  
 Hufthiere 589.  
 Hühner 563.  
 Hummer 402.  
 Hund 598.  
  
 Hundelaus 426.  
 Hyaena 598.  
 Hyalaea 349.  
 Hyalonema 196.  
 Hyalospongien 195.  
 Hydra 120, 198, 207.  
 Hydrachna 451.  
 Hydractinia 217.  
 Hydranth 199.  
 Hydrarien 206.  
 Hydrocaulus 200.  
 Hydrocorallinen 217.  
 Hydrocores 436.  
 Hydrodromici 436.  
 Hydroidpolyp 198.  
 Hydromedusen 198.  
 Hydrometra 436.  
 Hydrophiden 548.  
 Hydrophiliden 431.  
 Hydropsyche 430.  
 Hydrorhiza 199.  
 Hydrosauria 549.  
 Hydrotheca 200.  
 Hydrozoen 198.  
 Hydrus 548.  
 Hyla 537.  
 Hylobates 601.  
 Hylodes 535.  
 Hylurgus 432.  
 Hymenolepis 255.  
 Hymenopteren 432.  
 Hyocrinus 311.  
 Hyperinen 393.  
 Hyperoartien 504.  
 Hyperotreten 504.  
 Hypoblast 131.  
 Hypobranchialrinne 289.  
 Hypoderma 439.  
 Hypophysis 289, 479.  
 Hypotrachen 181.  
 Hyracotherien 593.  
 Hyrax 594.  
 Hystricognathen 595.  
 Hystrix 595.  
  
 Janthina 344.  
 Julius 408.  
 Jura 151.  
  
 Ibis 566.  
 Ichneumoniden 434.  
 Ichthyodorulithen 518.  
 Ichthyophis 537.  
 Ichthyornis 568.  
 Ichthyosaurier 552.  
 Idioplasma 126.  
 Idiosepsius 350.  
 Igel 596.  
 Iguaniden 545.  
 Iguanodon 552.  
 Impennes 564.



- Imperforaten 169.  
 Inaequitelen 450.  
 Indeciduaten 586.  
 Infusorien 170.  
 Ingluvies 89.  
 Inia 588.  
 Insecten 409.  
 Insectivoren 595.  
 Insessores 561.  
 Integripalliaten 335.  
 Intertarsalgelenk 557.  
 Inuus 601.  
 Invagination 130.  
 Irene 208.  
 Irregulares 316.  
 Iris 109, 483.  
 Isis 222.  
 Isodont 328.  
 Isolirung, geographische 43.  
 Isopoden 394.  
 Ixodes 451.  
  
 Kabeljau 526.  
 Käfer 430.  
 Käferschnecken 326.  
 Kältestarre 53.  
 Känozoische Zeit 151.  
 Käsemilben 451.  
 Käuzchen 567.  
 Kalkschwämme 194.  
 Kameel 592.  
 Kallima 39.  
 Kalotermes 425.  
 Kaltblüter 95.  
 Kampf um's Dasein 37.  
 Kaninchen 595.  
 Karausche 525.  
 Karpfen 525.  
 Karpfenläuse 380.  
 Karyogamie 155.  
 Karyokinese 57.  
 Kataklysmentheorie 17.  
 Katallakten 189.  
 Katarhinen 601.  
 Katze 598.  
 Kaukasier 601.  
 Kaulquappe 534.  
 Kaumagen 89.  
 Keimblätter 130.  
 Keimblättertheorie 14.  
 Keimepithel 98.  
 Keimstock 235.  
 Kellerasseln 395.  
 Kiebitz 566.  
 Kieferbogen 468.  
 Kieferegel 283.  
 Kieferkauer 522.  
 Kieferspinner 441.  
 Kielschnecken 347.  
 Kiemen 90, 514.  
 Kiemenbogen 514.  
 Kiemenfüssler 381.  
  
 Kieselschwämme 195.  
 Kilch 525.  
 Kiwi 563.  
 Klapperschlange 548.  
 Klettervögel 566.  
 Knochen 73.  
 Knochenfische 523.  
 Knorpel 72.  
 Knorpelfische 517.  
 Knorpelganoiden 522.  
 Knospung 118.  
 Kolibris 567.  
 Kohlweissling 441.  
 Kometenform 306, 308.  
 Krabben 403.  
 Krähe 567.  
 Krallenaffen 601.  
 Kranich 566.  
 Kratzer 269.  
 Krätzmilben 451.  
 Krebse 402.  
 Krebsthiere 370.  
 Kreide 151.  
 Kreuzotter 548.  
 Kreuzspinne 450.  
 Kriechthiere 537.  
 Kröten 537.  
 Kropf 89.  
 Küchenschabe 427.  
 Kugelasseln 395.  
 Kukuke 566.  
  
 Laberdan 526.  
 Labidura 427.  
 Labriden 526.  
 Labyrinthodonten 536.  
 Lacerta 545.  
 Lachse 525.  
 Lämmergeier 567.  
 Laemodipoden 393.  
 Läuse 437.  
 Lagopus 564.  
 Lama 592.  
 Lamarck 11, 18.  
 Lamellibranchiaten 327.  
 Lamellicornier 431.  
 Lamellirostres 564.  
 Lamblia 172.  
 Lamniden 520.  
 Lampyrus 432.  
 Landplanarien 238.  
 Languste 402.  
 Larus 564.  
 Larven 420, 422.  
 Laterne des Aristoteles 315.  
 Latrodectes 448, 450.  
 Laubfrösche 537.  
 Laubheuschrecken 429.  
 Laufkäfer 431.  
 Laufspinnen 450.  
 Laufvögel 562.  
 Leber 89.  
  
 Leberthran 526.  
 Leberegel 243.  
 Leeuwenhoek 10.  
 Leguane 545.  
 Lemur 599.  
 Lepas 388.  
 Lepidopteren 440.  
 Lepidosaurier 543.  
 Lepidosiren 528.  
 Lepidosteus 523.  
 Lepisma 424.  
 Leptocardier 499.  
 Leptocephaliden 525.  
 Leptodiscus 174.  
 Leptodora 384.  
 Leptomedusen 207.  
 Leptoplana 92, 238.  
 Leptoptilus 566.  
 Leptostraca 391.  
 Leptus 451.  
 Lepus 595.  
 Lerchen 566.  
 Lernaia 380.  
 Lernaecocera 380.  
 Lernaepodiden 380.  
 Leucetta 195.  
 Leuchtwürmchen 432.  
 Leuckart 15.  
 Leuconen 195.  
 Leucortis 195.  
 Libellula 426.  
 Ligula 254.  
 Limacina 349.  
 Limax 350.  
 Limicolen 278.  
 Limnadia 383.  
 Linnaeus 350.  
 Limnocnida 205.  
 Limnocodium 205.  
 Limnoria 395.  
 Limulus 453.  
 Lineus 259.  
 Linguatuliden 452.  
 Lingula 298.  
 Linkia 306.  
 Linné 7, 16.  
 Lippfische 526.  
 Lithistiden 196.  
 Lithodomus 335.  
 Lizzia 207.  
 Locusta 429.  
 Löffelstöre 522.  
 Löwe 598.  
 Lohblüthe 170.  
 Loligo 359.  
 Longipennes 564.  
 Lophius 526.  
 Lophobranchier 527.  
 Lophogastriden 396.  
 Lophophor 295.  
 Lophopoden 295.  
 Lophyrus 433.  
 Lori 599.



- Loricaten 402.  
 Lota 526.  
 Loven'sche Larve 273.  
 Loxosoma 294.  
 Lucanus 431.  
 Lucernaria 214.  
 Luchs 598.  
 Lucioperca 526.  
 Lumbricus 278.  
 Lungen 90, 491.  
 Lungenschnecken 349.  
 Lurche 528.  
 Luscinia 566.  
 Lutra 598.  
 Lycosiden 450.  
 Lyell 19.  
 Lymph 74.  
 Lymphgefäße 95.  
 Lyonet 11.  
 Lytta 432.  
  
 Machilis 424.  
 Macrobiotus 455.  
 Macrochiropteren 597.  
 Macrodrili 278.  
 Macropodiden 585.  
 Macropus 585.  
 Macruren 402.  
 Mactra 328.  
 Madrepore 223.  
 Madreporenplatte 302.  
 Maeandrina 223.  
 Magen 89.  
 Mal'fische 626.  
 Maikäfer 431.  
 Maja 403.  
 Maki 599.  
 Makrelen 526.  
 Malacodella 259.  
 Malacodermen (Anthozoen) 222.  
 Malacodermen (Käfer) 432.  
 Malacopteren 523.  
 Malacostraken 390.  
 Malaiken 601.  
 Malapterurus 525.  
 Mallophagen 426.  
 Malmignatte 448.  
 Malpighi 10, 48.  
 Mammalia 568.  
 Mammuth 594.  
 Manatus 588.  
 Mandibel 366.  
 Manis 587.  
 Manitherien 587.  
 Mantelthiere 285.  
 Mantis 428.  
 Marabu 566.  
 Marder 598.  
 Margaritana 335.  
 Marienkäferchen 432.  
 Marsipobrachier 502.  
  
 Marsupialier 583.  
 Mastigophoren 170.  
 Mastodon 594.  
 Mauerasseln 395.  
 Mauerschwalben 567.  
 Maulesel 591.  
 Maulthiere 591.  
 Maulwurf 596.  
 Maulwurfsgrille 429.  
 Maus 595.  
 Maxille 366.  
 Meckel 11.  
 Medinawurm 268.  
 Medusa 198.  
 Meerkatze 521, 601.  
 Meersäugethiere 587.  
 Meerschweinchen 595.  
 Megalobatrachus 535.  
 Megalopalarve 401.  
 Megapodius 564.  
 Megascolides 278.  
 Megastoma 172.  
 Megatherium 587.  
 Mehlwurm 432.  
 Meisen 566.  
 Meleagrina 335.  
 Meleagris 564.  
 Meles 598.  
 Meloë 432.  
 Meloiden 432.  
 Melolontha 431.  
 Melopsittacus 566.  
 Membranaceen 436.  
 Menobranchus 535.  
 Menopoma 535.  
 Menschenhaie 519.  
 Menuriden 567.  
 Mephitis 598.  
 Mermithiden 269.  
 Meroblastische Eier 129.  
 Merychippus 593.  
 Mesenchym 132.  
 Mesenterialfilamente 217.  
 Mesenterien 92.  
 Mesenteron 88.  
 Mesepithel 132.  
 Mesoblast 132.  
 Mesoderm 189.  
 Mesohippus 593.  
 Mesostomum 238.  
 Mesozoische Zeit 151.  
 Metagenesis 120.  
 Metameren 114.  
 Metamorphose 134, 420.  
 Metanauplius 401.  
 Metazoen 189.  
 Methona 41.  
 Miastor 419, 439.  
 Microchiropteren 597.  
 Microdrili 278.  
 Microlepidopteren 440.  
 Microgaster 434.  
 Microlestes 583.  
  
 Microplana 238.  
 Micropterygiden 440.  
 Microstomum 238.  
 Miesmuschel 334.  
 Migrationstheorie 43.  
 Milben 450.  
 Miliola 169.  
 Millepora 207.  
 Milz 494.  
 Mimicry 39.  
 Miocän 151.  
 Miohippus 593.  
 Mistkäfer 431.  
 Moa 563.  
 Mönch 566.  
 Möven 564.  
 Mohl 49.  
 Molge 535.  
 Mollusca 321.  
 Molluscoiden 286.  
 Molpadia 319.  
 Monactinelliden 195.  
 Monadinen 172.  
 Monascidien 290.  
 Monaxonie 113.  
 Moneren 159.  
 Mongolen 601.  
 Moniezia 254.  
 Monocaulus 206.  
 Monocystis 185.  
 Monodelphier 581.  
 Monodon 589.  
 Monogenea 240.  
 Monogonie 117.  
 Monomyarier 334.  
 Monopneumones 528.  
 Monopyleen 166.  
 Monorhinen 502.  
 Monospermie 124.  
 Monostomum 241.  
 Monothalamien 168.  
 Monotocardier 347.  
 Monotremen 582.  
 Montée 525.  
 Moosthierchen 292.  
 Mordacia 504.  
 Morphologie 2.  
 Moschus 593.  
 Moschusochse 592.  
 Motacilliden 566.  
 Motten 440.  
 Mücken 439.  
 Müller, Joh. 5.  
 Müller, O. F. 11.  
 Muriciden 347.  
 Mus 595.  
 Musca 439.  
 Muscarien 439.  
 Muschelkrebse 385.  
 Muschelthiere 327.  
 Musivisches Sehen 370.  
 Muskelgewebe 76.  
 Mustela 598.



- Mustelus 519.  
 Mussa 224.  
 Mycetes 601.  
 Mycetozoen 169.  
 Mygale 449.  
 Mygnimia 41.  
 Myiden 336.  
 Myocommata (Myotome) 459.  
 Myopsiden 359.  
 Myrianida 274.  
 Myriapoden 406.  
 Myrmecocystis 535.  
 Myrmecophaga 587.  
 Myrmecophilen 435.  
 Myrmeleontiden 429.  
 Mysis 396.  
 Mysisstadium 400.  
 Mysticeten 589.  
 Mytilus 334.  
 Myxidium 186.  
 Myxine 504.  
 Myxobolus 186.  
 Myxomyceten 169.  
 Myxospongien 194.  
 Myxosporiden 186.  
  
 Nachtigall 566.  
 Nachtraubvögel 567.  
 Nachtschwalben 567.  
 Naegeli 45.  
 Nagethiere 594.  
 Nais 278.  
 Naja 548.  
 Najaden 335.  
 Narcomedusen 208.  
 Narwal 589.  
 Nashorn 591.  
 Nashornvögel 567.  
 Nassellarien 166.  
 Natantia 402.  
 Natatores 564.  
 Nattern 548.  
 Naupliusstadium 30, 376, 401.  
 Nausithoë 215.  
 Nautilus 354, 359.  
 Nearktische Region 148.  
 Nebalia 391.  
 Nebenkern 175.  
 Necturus 535.  
 Needham'sche Schläuche 357.  
 Neger 601.  
 Nematelminthen 262.  
 Nematoden 263.  
 Nematophoren 197.  
 Nemertes 259.  
 Nemertinen 257.  
 Nemocera 439.  
 Neocrinoiden 312.  
 Neogaea 148.  
  
 Neomenia 327.  
 Neophron 567.  
 Neotropische Region 148.  
 Nepa 436.  
 Nephelis 283.  
 Nephridien 96.  
 Nephthys 273.  
 Nephrops 402.  
 Nereis 266.  
 Nervenfasern 79.  
 Nervengewebe 78.  
 Nervensystem 101, 476.  
 Nesselkapssln 197.  
 Nestflüchter 561.  
 Nesthocker 561.  
 Netzflügler 429.  
 Neunauge 504.  
 Neurapophysen 462.  
 Neuropteren 429.  
 Neuzeit 151.  
 Nidamentaldrüsen 357.  
 Niere 97, 494.  
 Nierenspritze 324, 357.  
 Nilpferd 591.  
 Niphargus 393.  
 Noctiluca 173.  
 Noctua 441.  
 Nocturni 567.  
 Non-Ruminantien 591.  
 Nomarthra 587.  
 Nonne 441.  
 Nosema 186.  
 Notidaniden 520.  
 Notodelphys (Anure) 534.  
 Notodelphys (Copepode) 379.  
 Notogaea 148.  
 Notonecta 436.  
 Notopoden 403.  
 Nototrema 534.  
 Nucleus 53, 55.  
 Nuculiden 334.  
 Nudibranchia 345.  
 Nummuliten 169.  
 Nyctotherus 179.  
  
 Ocellaten 207.  
 Ocnaria 99, 441.  
 Octocorallien 221.  
 Octopoden 360.  
 Octopus 360.  
 Odontoglossen 347.  
 Odontolcen 567.  
 Odontornithes 567.  
 Odontotormen 568.  
 Oedipoda 429.  
 Oegopsiden 359.  
 Oekologie 4.  
 Oesophagus 89.  
 Oestriden 439.  
 Ohrenrobbe 598.  
 Ohrwürmer 427.  
  
 Oikopleura 287.  
 Oken 13.  
 Oligocän 151.  
 Oligochaeten 277.  
 Olme 535.  
 Oniscus 395.  
 Ontogenie 3.  
 Onychophoren 405.  
 Opalina 178.  
 Operculum 339.  
 Ophiactis 310.  
 Ophididen 526.  
 Ophidier 546.  
 Ophidiaster 306.  
 Ophiocnida 310.  
 Ophiocoma 310.  
 Ophioglypha 309.  
 Ophiophagus 548.  
 Ophiothela 310.  
 Ophiothrix 310.  
 Ophisaurus 545.  
 Ophiuroideen 309.  
 Opisthobranchier 345.  
 Opisthoglyphen 548.  
 Opisthopatus 406.  
 Opossum 584.  
 Orang Utang 601.  
 Orbitelen 450.  
 Orchestia 392.  
 Ordensbänder 441.  
 Orgelcoralle 222.  
 Orgyia 441.  
 Orientalische Region 147.  
 Ornithodelphier 582.  
 Ornithopoden 552.  
 Ornithorhynchus 583.  
 Orohippus 593.  
 Orthonectiden 189.  
 Orthoneurie 341.  
 Orthopteren 427.  
 Orycteropus 587.  
 Oscarella 196.  
 Oscines 566.  
 Osphradium 323, 333.  
 Ostracion 527.  
 Ostracoden 385.  
 Ostrea 335.  
 Otaria 598.  
 Otis 566.  
 Oudenodon 552.  
 Ovibos 592.  
 Ovicellen 295.  
 Ovipare Thiere 135.  
 Ovomammalien 582.  
 Ovovivipare Thiere 135.  
 Ovis 592.  
 Oxyrhynchen 403.  
 Oxystomata 403.  
 Oxyuris 266.  
  
 Paarhufer 591.  
 Pachydermen 591.



- Pachylemuriden 599.  
 Pachytylus 429.  
 Paedogenesis 118.  
 Pagurus 402.  
 Palaeaden 388.  
 Palaemon 352, 402.  
 Palaemonetes 402.  
 Paläarktische Region 147.  
 Paläocerinoiden 312.  
 Paläocystiden 313.  
 Paläonemertinen 259.  
 Paläontologie 4.  
 Paläotherien 503.  
 Paläozoische Zeit 151.  
 Palinurus 402.  
 Palolowurm 274.  
 Paludicellen 295.  
 Paludina 347.  
 Pancreas 89, 490.  
 Panorpa 429.  
 Pantopoden 455.  
 Panzerkrebse 395.  
 Panzerwelse 526.  
 Papageien 566.  
 Papiernautilus 360.  
 Papilio 441.  
 Paractis 216.  
 Paradiesvögel 42, 567.  
 Paradoxides 390.  
 Paramaecium 175, 178.  
 Paramphioxus 502.  
 Parasitica 379.  
 Parasitismus 140.  
 Pariden 566.  
 Parietalganglion 323.  
 Parietalorgan 480.  
 Parthenogenesis 118.  
 Passer 566.  
 Passeres 566.  
 Patella 339, 347.  
 Pauropoden 409.  
 Pavian 601.  
 Pavo 563.  
 Pecora 592.  
 Pecten 335.  
 Pedalganglion 323.  
 Pedaten 319.  
 Pedicellina 294.  
 Pediculaten 526.  
 Pediculus 438.  
 Pedipalpen 442.  
 Pelagia 215.  
 Pelagische Thiere 150.  
 Pelagothuriden 319.  
 Pelecanus 565.  
 Pelecypoden 327.  
 Pelias 548.  
 Pellicula 174.  
 Pelmatozoen 310.  
 Pelobates 537.  
 Pelomyxa 160.  
 Peltogaster 388.  
 Pelycodus 599.  
 Penaeus 402.  
 Pennatula 222.  
 Pentacerontiden 309.  
 Pentacrinus 10, 312.  
 Pentamera 431.  
 Pentastomum 453.  
 Pentatomiden 436.  
 Pentremites 313.  
 Perameles 584.  
 Perca 526.  
 Perdix 564.  
 Pereion 367.  
 Perennibranchiaten 535.  
 Perforaten 169, 224.  
 Pericard 93.  
 Perichaeta 277.  
 Periderm 200.  
 Peridinium 173.  
 Peripatus 28, 406.  
 Periphylla 214.  
 Periplaneta 427.  
 Periproct 313.  
 Peripyleen 166.  
 Perischoechiniden 316.  
 Perissodactylen 591.  
 Peristom 178, 313.  
 Perithoracalraum 286.  
 Peritoneum 92.  
 Peritrichen 179.  
 Perla 426.  
 Perlen 330.  
 Perm 151.  
 Perlmutterschicht 330.  
 Peromedusen 214.  
 Peropoden 547.  
 Petaurus 585.  
 Petromyzon 504.  
 Pfau 563.  
 Pfeilschwänze 453.  
 Pfeilwürmer 261.  
 Pferd 591.  
 Pferdeegel 284.  
 Pflanzenbeutler 585.  
 Pflanzenläuse 437.  
 Pflanzenthiere 190.  
 Phaeodarien 166.  
 Phalangium 448.  
 Phalangista 585.  
 Phalangioideen 447.  
 Phalarocorax 565.  
 Phallusia 290.  
 Phanerocephala 277.  
 Phaneroglossen 536.  
 Pharyngognathen 526.  
 Pharynx 89.  
 Phascolumys 585.  
 Phascolosoma 280.  
 Phasianus 563.  
 Phasmiden 427.  
 Phenacodonten 563.  
 Phialidium 207.  
 Philonexiden 360.  
 Philopterus 426.  
 Philosophie zoologique 18.  
 Philichthys 30.  
 Phlebenteraten 346.  
 Phoca 598.  
 Phoenicopterus 566.  
 Pholas 336.  
 Phoronis 293.  
 Phronima 393.  
 Phryganea 429.  
 Phrynus 446.  
 Phthiriasis 438.  
 Phthirius 438.  
 Phylactolämen 295.  
 Phyllium 39, 428.  
 Phyllopoden 383.  
 Phylloporinen 597.  
 Phyllosoma 402.  
 Phylloxera 437.  
 Phylogenie 4, 25.  
 Physalia 210.  
 Physeter 589.  
 Physiologie 3.  
 Physiologus 7.  
 Physoclisten 526.  
 Physonecten 210.  
 Physophora 210.  
 Physophoreen 210.  
 Physopoden 426.  
 Physostomen 525.  
 Phytophagen 584.  
 Phytophthiren 437.  
 Picarien 566.  
 Pieris 441.  
 Pilidium 258.  
 Pimpla 434.  
 Pinguin 564.  
 Pinna 334.  
 Pinnipedier 598.  
 Pinnotheres 403.  
 Pinnulae 312.  
 Pipa 536.  
 Pisces 504.  
 Piscicola 284.  
 Pisidium 336.  
 Placenta 585.  
 Placentalier 585.  
 Placodermen 522.  
 Placoidschuppen 459.  
 Plagiaulax 583.  
 Plagiostomen 518.  
 Plagiotremen 543.  
 Plakina 196.  
 Planaria 238.  
 Planipennien 429.  
 Plankton 150.  
 Planorbis 350.  
 Planula 101.  
 Plasmodien 169.  
 Plasmodium 185.  
 Plastogamie 155.  
 Plastron 549.  
 Platanista 588.  
 Plathelminthen 235.



- Plattwürmer 235.  
 Platyrrhinen 600.  
 Plectognathen 527.  
 Pleistocaen 151.  
 Pleon 367.  
 Plesiosaurus 552.  
 Plethodon 532.  
 Pleuracanthiden 521.  
 Pleuralrippen 463.  
 Pleuralganglion 323.  
 Pleurobrachia 227.  
 Pleurobranchus 346.  
 Pleurocystiden 313.  
 Pleurodiren 551.  
 Pleurodonten 545.  
 Pleuronectes 526.  
 Pleuropterygier 521.  
 Plietolophus 566.  
 Plinius 6.  
 Pliocaen 151.  
 Pliohippus 593.  
 Plumatella 295.  
 Plumularia 208.  
 Pluteus 305.  
 Pneumaticität 558.  
 Pneumatophor 208.  
 Pneumodermion 349.  
 Podiceps 564.  
 Podocnemis 551.  
 Podophrya 57, 176.  
 Podophthalmen 395.  
 Podura 424.  
 Poikilotherme Thiere 96.  
 Polycelis 238.  
 Polybostrychus 274.  
 Polychaeten 275.  
 Polycladen 238.  
 Polyclonia 215.  
 Polydesmus 408.  
 Polyergus 435.  
 Polygordius 277.  
 Polymorphismus 139, 295.  
 Polynoe 277.  
 Polyodon 522.  
 Polypen 198.  
 Polyphemiden 384.  
 Polypid 294.  
 Polypodium 207.  
 Polyplacophoren 326.  
 Polyprotodontien 584.  
 Polypterus 523.  
 Polyspermie 124.  
 Polystomella 169.  
 Polystomum 241.  
 Polythalamien 168.  
 Polytrema 503.  
 Polyxenus 408.  
 Polyzoen 292.  
 Ponerinen 435.  
 Pontocypris 376.  
 Porcellio 395.  
 Poriferen 191.  
 Porpita 210.  
 Porto-Santo-Kaninchen 43.  
 Postabdomen 364.  
 Potamobius 402.  
 Pottwal 589.  
 Praya 210.  
 Priapulus 281.  
 Primaten 599.  
 Prismenschicht 329.  
 Pristis 520.  
 Proboscider 593.  
 Procellariden 564.  
 Processionsspinner 441.  
 Proctodaeum 88.  
 Procyon 598.  
 Proechidna 583.  
 Proglottis 246.  
 Promorphologie 111.  
 Proporus 238.  
 Prorostomus 588.  
 Prosimien 598.  
 Prosobranchier 346.  
 Prosopygier 281.  
 Prostoma 130.  
 Protamoeba 159.  
 Proteroglyphen 548.  
 Proteus 535.  
 Protisten 156.  
 Protobranchier 334.  
 Protoconchen 334.  
 Protohippus 593.  
 Protohydra 207.  
 Protolepas 388.  
 Protomerit 182.  
 Protonephridien 96.  
 Protoplasma 49.  
 Protopterus 528.  
 Protozoen 153.  
 Protracheaten 405.  
 Protrochula 234.  
 Psammonyx 168.  
 Pseudonavicellen 183.  
 Pseudoneuropteren 424.  
 Pseudopodien 52, 157.  
 Pseudopus 545.  
 Pseudoscorpionideen 447.  
 Psittaci 566.  
 Psociden 426.  
 Psorospermien 186.  
 Psyche 441.  
 Pteraspiden 522.  
 Pteroclidien 564.  
 Pterodactylus 551.  
 Pteromys 595.  
 Pteropoden 348.  
 Pteropus 597.  
 Pterosaurier 551.  
 Pterotrachea 348.  
 Pterygotus 454.  
 Ptychodera 284.  
 Pulex 440.  
 Pulmbranchia 350.  
 Pulmonaten 349.  
 Pungentien 438.  
 Pupiparen 439.  
 Puppenformen 421.  
 Purpurschnecken 346.  
 Putorius 598.  
 Pycnogonum 455.  
 Pygostyl 557.  
 Pyrophorus 432.  
 Pyrosoma 291.  
 Python 548.  
 Pythonaster 309.  
 Pythonomorphen 548.  
 Quadrilatera 403.  
 Quadrula 167.  
 Quagga 591.  
 Quappe 526.  
 Quartär 151.  
 Querder 504.  
 Raben 566.  
 Radialsymmetrie 113.  
 Radiaten 190, 302.  
 Radiolarien 162.  
 Radula 324, 340.  
 Räderthiere 259.  
 Rainey-Miescher'sche  
 Schläuche 187.  
 Raja 520.  
 Ralliden 566.  
 Ramphastiden 566.  
 Rana 536.  
 Ranatra 436.  
 Rangifer 593.  
 Rankenfüssler 385.  
 Raptatores 567.  
 Rasse 20.  
 Rathkea 207.  
 Ratiten 561.  
 Ratte 595.  
 Raubthiere 597.  
 Raubvögel 567.  
 Raupen 422, 440.  
 Ray 7, 16.  
 Réaumur 10.  
 Rebhuhn 564.  
 Reblaus 437.  
 Redia 243.  
 Regenwürmer 278.  
 Regulares 316.  
 Reh 593.  
 Reiher 566.  
 Renken 525.  
 Renthier 593.  
 Reptantia 402.  
 Reptilien 537.  
 Retina 108, 483.  
 Rhabditis 264.  
 Rhabdopleura 285.  
 Rhabdocoelen 238.  
 Rhabdonema 265.  
 Rhachiglossen 347.



- Rhaphidia 429.  
 Rhea 563.  
 Rhinocerotiden 591.  
 Rhinoceros 591.  
 Rhinoderma 534.  
 Rhinodontiden 520.  
 Rhinolophus 597.  
 Rhizocephaliden 388.  
 Rhizocrinus 312.  
 Rhizopoden 157.  
 Rhizostoma 215.  
 Rhizostomeen 215.  
 Rhodites 434.  
 Rhombus 526.  
 Rhopaloceren 441.  
 Rhopalonema 208.  
 Rhynchites 432.  
 Rhynchobdelleen 284.  
 Rhynchocephaliden 548.  
 Rhynchodemus 238.  
 Rhynchoten 436.  
 Rhytina 588.  
 Richtungskörperchen 121.  
 Riesenkänguruh 585.  
 Riesenschlangen 547.  
 Rind 592.  
 Rindenläuse 437.  
 Ringelnatter 548.  
 Ringelwürmer 270.  
 Rippenquallen 224.  
 Robbe 598.  
 Rochen 520.  
 Rodentien 594.  
 Röscl von Rosenhof 11.  
 Rosenkönig 434.  
 Rostellum 247.  
 Rotalia 164.  
 Rotatorien 259.  
 Ruderfüßler 378.  
 Rudisten 336.  
 Rückenmark 104, 476.  
 Rüsselegel 284.  
 Rüsselkäfer 432.  
 Rugosen 224.  
 Ruminantien 591.  
 Rundspinnen 448.  
 Rundwürmer 262.  
 Sabella 277.  
 Sacconereis 274.  
 Sacculina 388.  
 Saenuris 278.  
 Sägefische 520.  
 Säugethiere 568.  
 Sagitta 262.  
 Saibling 525.  
 Salamandra 535.  
 Salamandrina 535.  
 Salmo 525.  
 Salpa 291.  
 Salpaeformes 291.  
 Saltatorien 428.  
 Saltigraden 450.  
 Sandkäfer 431.  
 Sandvipere 548.  
 Sapphirina 379.  
 Sarcocystis 187.  
 Sarcode 50.  
 Sarcodinen 157.  
 Sarcophaga 439.  
 Sarcophilus 584.  
 Sarcopsylla 440.  
 Sarcopites 451.  
 Sarcorhamphus 567.  
 Sarcosporidien 187.  
 Sardine 526.  
 Saturnia 441.  
 Saugnäpfe 239, 247.  
 Saugwürmer 238.  
 Saurier 544.  
 Saururen 567.  
 Sclarien 338.  
 Scansores 566.  
 Scaphopoden 336.  
 Schabe 427, 440.  
 Schaeffer 11.  
 Schaf 592.  
 Schalendrüse 375.  
 Scheerenasseln 395.  
 Schellfische 526.  
 Scheltopusik 545.  
 Schiffsböhrwurm 336.  
 Schildkröten 549.  
 Schildläuse 437.  
 Schildpatt 550.  
 Schimpanse 601.  
 Schizocardium 284.  
 Schizodont 328.  
 Schizogonie 310.  
 Schizonemertinen 259.  
 Schizopoden 396.  
 Schlangen 546.  
 Schleiden 14, 48.  
 Schleie 525.  
 Schleiereule 567.  
 Schleifencanäle 96.  
 Schleimpilze, Schleimthiere 169.  
 Schlundring 103.  
 Schmetterlinge 440.  
 Schnabelkerfe 436.  
 Schnabelthiere 583.  
 Schnaken 439.  
 Schnecken 337.  
 Schneehuhn 564.  
 Schnepfenvogel 566.  
 Schnurwürmer 257.  
 Scholle 526.  
 Schreibvogel 567.  
 Schultze, Max 14, 50.  
 Schwämme 191.  
 Schwärmer 441.  
 Schwalben 566.  
 Schwalbenschwanz 441.  
 Schwan 564.  
 Schwann 14, 49.  
 Schwanzlurche 535.  
 Schwein 591.  
 Schwertfisch 526.  
 Schwimmfuß 374.  
 Schwimmvogel 564.  
 Scinciden 545.  
 Sciurus 595.  
 Sclera 109.  
 Sclerodermen (Corallen) 223.  
 Sclerodermen (Fische) 527.  
 Sclerophyllia 223.  
 Sclerostomum 266.  
 Sclerotome 459.  
 Scolex 246.  
 Scoleciden 235.  
 Scolopax 566.  
 Scolopendra 408.  
 Scolopendrella 409.  
 Scomber 526.  
 Scomberesociden 526.  
 Scorpaena 523.  
 Scorpio 446.  
 Scorpionideen 446.  
 Scutigera 409.  
 Scyllarus 402.  
 Scyphomedusen 210.  
 Scyphopolyp 210.  
 Scyphostoma 210.  
 Scyphozoen 210.  
 Sedentaria 277, 450.  
 Seebarsche 526.  
 Seehund 598.  
 Seeigel 313.  
 Seekühe 588.  
 Seenadel 527.  
 Seepferdchen 527.  
 Seerosen 222.  
 Seeschwalbe 564.  
 Seesterne 306.  
 Seewalzen 317.  
 Seezunge 526.  
 Segestria 450.  
 Segmentalorgane 96, 232.  
 Segmentirung 114.  
 Seitenlinie der Fische 513.  
 Selache 520.  
 Selachier 518.  
 Selaginella 189.  
 Selenodontien 591.  
 Semaeostomen 215.  
 Sepia 359.  
 Septen 216.  
 Serosa 498.  
 Serpula 277.  
 Serranus 526.  
 Sertularia 208.  
 Sesien 441.  
 Sialis 429.  
 Siderone 39.  
 v. Siebold, Carl Theodor 15.  
 Silicispongien 195.  
 Silur 151.



- Silurus 525.  
 Simia 601.  
 Singcicaden 436.  
 Singvögel 561.  
 Sinnesepithel 69.  
 Sinnesorgane 104.  
 Sinnupalliaten 336.  
 Siphonaria 350.  
 Siphonen 329.  
 Siphonapteren 439.  
 Siphonophoren 280.  
 Siphonostomata 379.  
 Sipunculus 281.  
 Siredon 536.  
 Siren 535.  
 Sirenen 588.  
 Sirex 433.  
 Sittiche 566.  
 Solea 526.  
 Solen 236.  
 Solenoconchen 336.  
 Solenocyten 273.  
 Solenogastres 327.  
 Solenoglyphen 548.  
 Solpuga 445.  
 Sommereier 260, 382.  
 Sonnenthierchen 160.  
 Sorex 596.  
 Spaltfuss 374.  
 Spanische Fliege 432.  
 Spanner 440.  
 Spatangus 317.  
 Spatulariden 522.  
 Spechte 566.  
 Sperling 566.  
 Spermatophore 357.  
 Spermatozoen 68.  
 Spelerpes 532.  
 Sphaerechinus 316.  
 Sphaeridien 294.  
 Sphaerogastres 448.  
 Sphaeroma 395.  
 Sphaerophrya 181.  
 Sphaerouzoum 166.  
 Sphenodon 548.  
 Sphex 434.  
 Sphinx 441.  
 Spinaciden 520.  
 Spinnen 448.  
 Spinnenthier 441.  
 Spinner 441.  
 Spinnwarzen 448.  
 Spirobulus 408.  
 Spirobranchier 297.  
 Spirographis 277.  
 Spirorbis 277.  
 Spirula 354, 359.  
 Spitzmaus 596.  
 Splachnopleura 89.  
 Spondylus 334.  
 Spongiae 191.  
 Spongilla 191.  
 Sporenblase 169.  
 Sporocystis 243.  
 Sporosacs 205.  
 Sporozoen 182.  
 Springwurm 265.  
 Sprosser 566.  
 Sprotten 526.  
 Spulwurm 265.  
 Spumellarien 166.  
 Squalides 519.  
 Squamipennes 526.  
 Squatinorajiden 520.  
 Squatina 520.  
 Squilla 397.  
 Staatenbildung 140.  
 Stachelschwein 595.  
 Stachelhäuter 302.  
 Staphyliniden 432.  
 Statoblasten 295.  
 Staublaus 426.  
 Stauromedusen 214.  
 Steganopodes 564.  
 Stegocephalen 536.  
 Steinadler 567.  
 Steinbock 592.  
 Steinbutt 526.  
 Steincanal 302.  
 Stelmatopoden 295.  
 Stemma 367.  
 Stenops 599.  
 Stenostomum 87, 238.  
 Stentor 179.  
 Stephalia 209.  
 Stephanoscyphus 215.  
 Stephoideen 166.  
 Steppenhuhen 564.  
 Sterlet 522.  
 Sterna 564.  
 Stichling 526.  
 Stichopus 319.  
 Stieglitz 566.  
 Stigmen 403.  
 Stinkthier 598.  
 St. José Schildlaus 437.  
 Stockbildung 138.  
 Stockfisch 526.  
 Störe 522.  
 Stolo prolifer 292.  
 Stomatopoden 396.  
 Stomodaeum 88.  
 Storch 566.  
 Strausse 563.  
 Strepsipteren 430.  
 Strickleiternnervensystem 103, 363.  
 Stridulantien 436.  
 Strigops 566.  
 Strix 567.  
 Strobila 213, 246.  
 Strongylocentrotus 316.  
 Strongyloides 265.  
 Strongylus 266.  
 Strudelwürmer 236.  
 Struthio 563.  
 Stützlamelle 198.  
 Stylaster 207.  
 Stylocheus 238.  
 Stylommatophoren 350.  
 Stylonychia 181.  
 Stylops 430.  
 Subungulaten 594, 595.  
 Suctorien 181.  
 Sus 591.  
 Swammerdam 10.  
 Sycandra 195.  
 Sycon 195.  
 Syllideen 274.  
 Sylvia 566.  
 Symbiose 142.  
 Symbranchus 525.  
 Sympathische Färbung 38.  
 Symphilen 409.  
 Synapta 319.  
 Synascidien 290.  
 Syncoryne 207.  
 Syncytien 58, 154.  
 Syngamus 266.  
 Syngnathus 527.  
 Syrinx 558.  
 Syrniüm 567.  
 Syrphiden 439.  
 Syrrhaptēs 564.  
 Tabanus 439.  
 Tachina 439.  
 Tachypetes 565.  
 Taenia 255.  
 Taenioglossen 347.  
 Tagfalter 441.  
 Tagraubvögel 567.  
 Talpa 596.  
 Tanais 395.  
 Tanystomen 439.  
 Tapirus 591.  
 Tarantula 450.  
 Tarentola 545.  
 Tardigraden 454.  
 Tarsius 599.  
 Taschenkrebse 403.  
 Tastorgane 104.  
 Tatusia 587.  
 Tauben 564.  
 Tausendfüßler 406.  
 Taxodont 328.  
 Tectibranchien 346.  
 Tegeneria 450.  
 Teichmuscheln 335.  
 Tejiden 545.  
 Teleostier 523.  
 Tellina 336.  
 Telyphonus 446.  
 Tenebrio 432.  
 Tenthrediniden 433.  
 Teras 434.  
 Terebella 277.  
 Terebra 433.



- Terebrantien 433.  
 Terebratula 298.  
 Teredo 336.  
 Termiten 425.  
 Terricolen 278.  
 Tertiär 151.  
 Tesselaten 312.  
 Testacelliden 349.  
 Testicardines 298.  
 Testudo 551.  
 Tethys 346.  
 Tetrabanchiaten 359.  
 Tetractinelliden 195.  
 Tetracorallien 224.  
 Tetraxonier 195.  
 Tetrameren 432.  
 Tetrao 564.  
 Tetrapneumones 449.  
 Tetrarhynchus 254.  
 Tetrastemma 259.  
 Tetrasticten 449.  
 Tettix 429.  
 Thalamophoren 168.  
 Thalassicolla 166.  
 Thalassochelys 551.  
 Thaliaceen 291.  
 Thecosomata 349.  
 Theilung 117.  
 Theromorphen 552.  
 Theropoden 552.  
 Thethyodeen 287.  
 Thiergeographie 34, 146.  
 Thoracostraca 395.  
 Thorax 364.  
 Thrips 426.  
 Thunfisch 526.  
 Thylacinus 584.  
 Thymallus 525.  
 Thymus 491.  
 Thynnus 526.  
 Thysanopteren 426.  
 Thysanozoon 238.  
 Thysanuren 424.  
 Tiara 207.  
 Tiefseefauna 150.  
 Tiger 598.  
 Tillodontien 595.  
 Tinca 525.  
 Tinea 440.  
 Tintenfische 350.  
 Tipula 439.  
 Tocogonie 117.  
 Todtenkopf 441.  
 Tornaria 285.  
 Torpedo 520.  
 Tortrix 440.  
 Toxoglossen 347.  
 Trachea 491.  
 Tracheaten 403.  
 Tracheen 403, 416.  
 Tracheenkiemen 417.  
 Tracheenlungen 449.  
 Trachymedusen 208.  
 Trachynemiden 208.  
 Tragulus 592.  
 Trappe 566.  
 Trematoden 238.  
 Trepang 319.  
 Triarthrus 389.  
 Trias 151.  
 Triaxonier 195.  
 Triceratops 552.  
 Trichechus 598.  
 Trichina 267.  
 Trichocephalus 267.  
 Trichocysten 175.  
 Trichodectes 426.  
 Trichomonas 172.  
 Trichoplax 189.  
 Trichopteren 430.  
 Trichotracheliden 267.  
 Trichter 353.  
 Tricladen 238.  
 Tridacna 336.  
 Trigla 526.  
 Trilobiten 388.  
 Trimeren 432.  
 Trionyx 550.  
 Tristicten 449.  
 Triton 535.  
 Tritoniaden 346.  
 Tritylodon 583.  
 Trochiliden 567.  
 Trochophora 234.  
 Trochus 347.  
 Troctes 426.  
 Troglodytes 601.  
 Trombidium 451.  
 Tropidonotus 548.  
 Truthuhn 564.  
 Trutta 525.  
 Tubicinellen 385.  
 Tubicolae 277.  
 Tubificiden 278.  
 Tubitelae 450.  
 Tubularia 207.  
 Tubularien 206.  
 Tubiporaceen 222.  
 Tukane 566.  
 Tunicaten 285.  
 Turbellarien 236.  
 Turdiden 566.  
 Tylenchus 265.  
 Tylopoden 592.  
 Tympanale Gehörorgane  
 Typentheorie 12. [428.  
 Typhlops 547.  
 Tyranniden 567.  
 Tyroglyphus 451.  
 Uca 403.  
 Uebung 44.  
 Uferas 426.  
 Uhu 567.  
 Ulmaris 215.  
 Unpaarhufer 591.  
 Ungulaten 589.  
 Unio 335.  
 Unke 537.  
 Uranneliden 270.  
 Urdarm 88, 130.  
 Urflügler 424.  
 Urinsecten 424.  
 Urinatores 564.  
 Urmollusken 326.  
 Urmund 130.  
 Urnatella 294.  
 Uroceriden 433.  
 Urodelen 535.  
 Urogenitalsystem 100, 494.  
 Ursus 598.  
 Urthiere 153.  
 Urwirbel 475.  
 Urzeugung 26, 115.  
 Vagabunden 450.  
 Valvata 347.  
 Vampyrus 597.  
 Vanellus 566.  
 Vanessa 441.  
 Varanus 545.  
 Variabilität 36.  
 Varietät 20.  
 Vasa Malpighii 404.  
 Vegetative Organe 85.  
 Velella 210.  
 Veligerlarve 325.  
 Velum 201.  
 Venen 93.  
 Venus 336.  
 Vererbung 126.  
 Vermes 229.  
 Vermetiden 338.  
 Vermilinguien 545.  
 Vertebraten 459.  
 Vertumnus 346.  
 Vervollkommnungsprincip  
 45.  
 Vesal 10.  
 Vesparien 434.  
 Vespertilio 597.  
 Vibracularen 295.  
 Vielfrass 598.  
 Viperiden 548.  
 Visceralganglion 323.  
 Visceralskelet 466.  
 Vivipare Thiere 135.  
 Vögel 552.  
 Vogelspinnen 449.  
 Volvox 172.  
 Vortex 238.  
 Vorticella 181.  
 Vultur 567.  
 Wabenkröte 536.  
 Wagner, Moritz 20, 43.  
 Waldheimia 298.



- |                         |                            |                           |
|-------------------------|----------------------------|---------------------------|
| Walfische 588.          | Wiederkäuer 592.           | Zellentheorie, Geschichte |
| Walrat 589.             | Wiesel 598.                | derselben 14, 48.         |
| Walross 598.            | Wildente 564.              | Zellkern 54.              |
| Waltherie 587.          | Wildgans 564.              | Zelltheilung 56.          |
| Wallace 19.             | Wimperinfusorien 174.      | Zeuglodonten 589.         |
| Walzenspinnen 445.      | Windig 441.                | Ziege 592.                |
| Wanderheuschrecken 429. | Wintereier 260, 382.       | Zitteraal 526.            |
| Wanzen 436.             | Wirbelthiere 459.          | Zitterrochen 520.         |
| Warmblüter 95.          | Wisent 592.                | Zitterwels 525.           |
| Wärmestarre 53.         | Wolf 598.                  | Zoantharien 222.          |
| Wasserasseln 395.       | Wolff, Caspar Friedrich 13 | Zoarcas 524.              |
| Wasserfrösche 536.      | Wotton 7.                  | Zoëa 376.                 |
| Wassergefäße 96.        | Wrisberg 11.               | Zonoplacentalier 585.     |
| Wasserjungfern 426.     | Würmer 229.                | Zoophagen 584.            |
| Wasserkäfer 431.        | Wurzelfüssler 157.         | Zoophyten 190.            |
| Wasserlungen 317.       |                            | Zooxanthellen 165.        |
| Watvögel 565.           | Xenarthra 587.             | Zuchtwahl 35.             |
| Weberknecht 448.        | Xenos 430.                 | Zuckergast 425.           |
| Webspinnen 448.         | Xiphias 526.               | Zunge 340.                |
| Wechselwarme Thiere 96. | Xiphosuren 453.            | Zungenbeinbogen 468.      |
| Weichthiere 321.        |                            | Zungenwürmer 452.         |
| Weisel 434.             | Zahnlücker 585.            | Zweiflügler 438.          |
| Weisse Ameisen 425.     | Zander 526.                | Zwergmännchen 260, 387.   |
| Weissfische 525.        | Zebra 591.                 | Zwischenkiefer 469.       |
| Welse 525.              | Zecken 451.                | Zwitterdrüse 96, 343.     |
| Wespen 434.             | Zelle 48.                  | Zygaena 519.              |
| Wickler 440.            |                            | Zygobranchier 347.        |





















