

**Untersuchungen über nicht celluläre Organismen : namentlich
Crustaceen-Panzer, Mollusken-Schalen und Eihüllen / von W. von
Nathusius-Königsborn.**

Contributors

Nathusius, Wilhelm von, 1821-1899.
Royal College of Surgeons of England

Publication/Creation

Berlin : Wiegandt, Hempel & Parey, 1877.

Persistent URL

<https://wellcomecollection.org/works/d7bec2am>

Provider

Royal College of Surgeons

License and attribution

This material has been provided by This material has been provided by The Royal College of Surgeons of England. The original may be consulted at The Royal College of Surgeons of England. where the originals may be consulted. This work has been identified as being free of known restrictions under copyright law, including all related and neighbouring rights and is being made available under the Creative Commons, Public Domain Mark.

You can copy, modify, distribute and perform the work, even for commercial purposes, without asking permission.



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

304

3

W. VON NATHUSIUS-KÖNIGSBORN.



UNTERSUCHUNGEN

über

NICHT CELLULÄRE ORGANISMEN

namentlich

CRUSTACEEN-PANZER, MOLLUSKEN-SCHALEN UND EIHÜLLEN

von

W. von Nathusius-Königsborn.



Mit 16 lithographirten Tafeln.

BERLIN.

Verlag von Wiegandt, Hempel & Parey.

1877.

Herrn Professor Dr. Henle.

Als der Verfasser vor etwas über einem Dezennium durch zootechnische Arbeiten auf das Gebiet der Mikroskopie und der Histologie geführt, von dem dankbaren Felde, welches sowohl die mächtig entwickelte Technik des Mikroskops, als das in seiner durchgeführten Consequenz damals noch so bestechende System der Zellen-Theorie darbot, auf das Lebhafteste ergriffen wurde, verwies ihn ein wissenschaftlicher Freund als Rathgeber bei den ersten noch ziemlich schwankenden Schritten auf diesem Gebiete an Ihre Jahresberichte als Führer auf demselben und als Schutz gegen das Verführerische der Zellen-Theorie.

Dafs mir die ganze Berechtigung Ihres mit Ruhe und Consequenz aufrecht erhaltenen Widerspruchs gegen die Zellen-Idolatrie damals schon völlig deutlich wurde, darf ich nicht behaupten; jemeher aber die Phrasologie der Protoplasma-Theorie die frühere Auffassung der Zelle ihrem Wesen nach aufgab, um mit dem Wort noch spielen zu können; und zugleich die thatfächlichen Resultate eigener Untersuchungen immer schwieriger in die Zellen-Theorie sich einreihen liefsen, desto klarer wurde mir diese Berechtigung.

Ihre Warnung dagegen: die Zelle als die einzige Form der Organisation — als die ausschließliche Trägerin der Lebensfunktionen zu betrachten; trat immer bedeutfamer entgegen und lehrte die sich häufenden Thatfachen, die nur mit der Anerkennung nicht cellulärer Organisation zu vereinigen waren, verstehen.

Als weiterhin bei den Anfängen meiner Untersuchungen der Mollusken-Schalen und Crustaceen-Panzer neben der Fülle des Neuen, welche sie ergaben, auch die Schwierigkeit, einem so reichen Stoff gerecht zu werden, entgegen trat, ermuthigte mich das von Ihnen ausgesprochene Interesse.

So genüge ich nur einer Pflicht der Dankbarkeit mit der Widmung der Resultate dieser Arbeiten; darf aber freilich für Vieles, das in der Darlegung des Gefundenen ausgesprochen ist, sowie für den Versuch einer Kritik mancher in weiten Kreisen geltenden Auffassungen die eigene Verantwortlichkeit nicht abwälzen. Sollten solche Themata überhaupt berührt werden, so mufste es mit einer gewissen Schärfe und Entschlossenheit geschehen, und wurde mir diese vielleicht weniger schwer, weil viele derjenigen Rücksichten fortfielen, welche abzuweisen für den berufsmäfsigen Forscher nicht leicht ist. Es scheint mir wirklich an der Zeit, gewissen Theorien, welche nicht nur innerhalb wissenschaft-

licher Kreise in den *circulus vitiosus* conventioneller Schulbegriffe zu gerathen und dadurch den freien Umblick der Forschung zu beengen drohen, fondern schon der incompetenten Menge mit dem Anspruch einer selbstgenügfamen Infallibilität imponiren wollen, einmal mit Thatfachen entschieden entgegenzutreten.

Der Prüfung dieser Thatfachen durch Andere hoffe ich ziemlich ruhig entgegensehen zu dürfen. Der Schwierigkeit der Aufgabe, aus einer Menge ganz verschiedenen Objekten entnommener Einzelheiten nicht nur zu allgemeineren und in die Tiefen unserer Wissenschaft strebenden Schlüssen zu gelangen, fondern auch dem Leser das Ganze in schmackhafter Form vorzutragen, bin ich mir nur zu bewußt geworden. Ebenso der Steigerung dieser Schwierigkeit dadurch, daß nur beschränkte Mußestunden auf so schwierige Aufgaben verwendet werden konnten, und es mehrerer Jahre bedurfte, um das allmählig auszuarbeiten, was besser in einem Guffe vollendet worden wäre; aber ich hoffe wenigstens bei Ihnen, dem diese Arbeit zuerst vorliegen wird, eine billige Würdigung dieser Schwierigkeiten und eine nachsichtige Betrachtung der aus ihnen hervorgehenden Mängel zu finden.

Königsborn, Februar 1877.

Der Verfasser.

Inhalts-Verzeichniss.

	Seite
Einleitung	I
Refumé der Ei-Untersuchungen	15
Die Schale des Eies der Lamprete (<i>Petromyzon marinus</i>)	24
Die Schale des Eies von <i>Raja clavata</i>	26
Die Eiertrauben von <i>Buccinum undatum</i>	28
Der Panzer der Crustaceen	33
Die Gehäuse der Mollusken.	
Frühere Untersuchungen und dieselben betreffende Annahmen	46
Gastropoden	50
Cormopoden	60
Mytilus	60
Meleagrina margaritifera	84
Pinna	93
Anodonta	94
Ostrea edulis	102
Cephalopoden (<i>Nautilus</i>)	109
Conclusionen	115
Beziehungen zu Heitzmann's Untersuchungen über das Protoplasma und Robins Anatomie et Physiologie cellulaires	122
Erklärung der Abbildungen	130



Digitized by the Internet Archive
in 2016

<https://archive.org/details/b22281411>

Einleitung.

Die Zusammenstellung einigermaßen heterogener Untersuchungsgegenstände in dem weiterhin Folgenden möge es rechtfertigen, wenn in einigen allgemeinen Betrachtungen versucht wird, den Gesichtspunkt, von welchem diese Untersuchungen ausgegangen sind, den Gedanken welcher sie verbindet, klar zu stellen.

Dafs die sogenannte Zellentheorie in derjenigen Form, in welcher sie so lange und mit so glücklichen und bedeutenden Resultaten die Grundlage der histiologischen Forschung gewesen ist, ihre Allein-Herrschaft verloren hat, ist eine Thatfache, welche dadurch, dafs man diese Thatfache durch terminologische Flickarbeit verhüllt, wohl dem Bewußtsein des gröfseren Publikums vorenthalten werden kann, aber hiermit nicht aus der Welt geschafft wird.

Eine neuere Theorie hat an ihre Stelle treten wollen. Es ist die Beale'sche, welche man ja so vielfach, wenigstens in den terminis, welche ihren leitenden Gedanken: die begriffliche Gegenüberstellung von »Keimsubstanz« (*germinal matter*) und »geformter Substanz« (*formed matter*) enthalten, citirt findet, ohne dafs sie eines näheren Eingehens gewürdigt wird, so dafs man auf die Arbeit, in welcher Beale sie selbst darlegt*), zurückgehen mufs, um einen klaren Einblick zu gewinnen.

Eine so klar und mit logischer Consequenz durchgearbeitete und dabei einen vollständig neuen Boden bietende Theorie, die von einem so bedeutenden Forscher ausgegangen ist, beansprucht entweder eine gröfsere Beachtung als sie wenigstens direkt gefunden hat oder — einen motivirten Widerspruch. Als einen solchen wird man die kurze Aeuferung Max Schultze's in der bekannten Arbeit über das Protoplasma der Rhizopoden und der Pflanzenzellen nicht betrachten können. Er sagt dort nur: »Das Bedürfnifs nach solchen Fortschritten wird zwar auch da empfunden, wo man die Zellentheorie noch nicht verstanden hat, und solcher Art ist das Werkchen von Beale, welches die Aufmerksamkeit, die es in vieler Beziehung verdient, deswegen nicht finden wird, weil es ausserhalb der Zellentheorie steht. Beale's »germinal matter« ist zwar wesentlich das, was wir Protoplasma nennen, freilich den Kern mit inbegriffen, und die »formed matter«, das Geformte und Formgebende an den Geweben, ist in eine im Wesentlichen gewifs richtige Abhängigkeit von dem Protoplasma gebracht. Aber von Zellen als Elementartheilen oder Elementarorganismen, von Kernen, welche vom Protoplasma verschieden und ihm doch so nothwendig sind, ist nicht die Rede. Die grofse und unveräußerliche Entdeckung der Zelle ist dem Verfasser nur von historischem Interesse.«

Das sind in der That etwas wunderliche Vorwürfe. Dafs eine Theorie, welche die Zellentheorie umstossen will, ausserhalb der letzteren stehen mufs, ist doch selbstverständlich. Dafs Beale den Ausdruck: Zelle nicht gebraucht, ist consequent und sehr viel richtiger als das Verfahren bei Aufstellung der Protoplasmatheorie: das Wort fortzugebrauchen, während man das Wesen der Sachlage, das durch dieses Wort richtig bezeichnet wird, ableugnet. Den Begriff des »Elementarorganismus« hat Beale vollständig und gebraucht das Wort Elementartheilchen überall für das, was er von seinem Standpunkt aus ganz richtig nicht mehr als Zelle bezeichnen darf. Der Kern ist doch für Beale, indem

*) Die Struktur der einfachen Gewebe des menschlichen Körpers von Lionel S. Beale, übersetzt von J. Victor Carus mit Zusätzen des Verf. Leipzig 1862.

er ihn als eine ruhende Reserve von Keimsubstanz betrachtet, noch immer etwas viel Bedeutungsvolleres als für die Protoplasmatheorie, die gar keine Bedeutung desselben kennt, und ihn ebenfalls nicht als einen wesentlichen Bestandtheil betrachtet.

Ich möchte versuchen, motivirtere Bedenken anzudeuten. In dem Bestreben an die Stelle der Zellentheorie eine ebenso in sich harmonische und ebenso umfassende andere Theorie zu setzen, hat Beale wohl der Phantasie einen zu freien Spielraum gelassen. Seine ganze Darstellung der Struktur und Entwicklung der Keimsubstanz aus diesen kleinen und kleinsten, bis zum Unsichtbaren sich verkleinernden Theilchen, ist kaum eine Hypothese zu nennen, sondern wird zur bloßen, auf keine Beobachtung gegründeten Voraussetzung. Warum diese hypothetische Keimsubstanz, für welche nur das eine rohe äußerliche Kriterium der Rothfärbung durch Carmin-Ammoniak angegeben wird, todte Materie zur lebenden machen soll, die sogenannte »geformte Substanz« (— ich sage sogenannte, weil im Grunde genommen die Keimsubstanz nach Beale's eigener Darstellung doch auch geformt ist —) diese Eigenschaft nicht haben, was ich, beiläufig gesagt, als falsch nachzuweisen hoffe, dafür giebt die Hypothese auch nicht die leiseste Andeutung. Die spezielle Gestaltung der geformten Substanz z. B. die Fibrillen der Bindegewebe auf die Formen der Keimsubstanz zurückzuführen, dazu wird auch nicht der schwächste Versuch gemacht. Das angebliche centrifugale Streben der neugebildeten Keimsubstanz widerspricht sogar dem Befunde, dem abschließenden peripherischen Charakter der Zell-Membran und dem parallelen Verlauf der Fibrillen in den Bindegewebsbündeln. Die radiär von der Zelle ausgehenden Bildungen der »geformten Substanz«, die nach Beale zu erwarten wären, finden sich nicht. Und endlich muß sogar das wirklich Bedeutende der ganzen Hypothese — der im Prinzip ausgesprochene Gegensatz zwischen Zelleninhalt und Intercellularsubstanz wieder aufgegeben werden, indem ein »allmäliger Uebergang« eingeräumt werden muß, weil die Behauptung, daß letztere keinerlei Lebensfunktionen ausüben könne (!), doch zu crass ist, um sich durchführen zu lassen.

Ein positiver Werth bleibt also für die ganze Hypothese nicht. Aus einer einfachen Negation der Zellmembran hervorgegangen, baut sie, wenn auch mit aner kennenswerthem Scharf sinn und Phantasie reichthum, ein Gebäude, das für wissenschaftliches Erkennen nichts Positives darbietet.

Ebenso wenig aber kann ich dieses für die Protoplasmatheorie zugeben. Reicherts schon vor Jahren dagegen erhobener Protest*) scheint mir im Wesentlichen durchaus begründet.

Eigentlich handelt es sich nur um die Frage der Zellenmembran, auf die ich weiterhin ausführlich zurückkommen werde. Der unter der Ueberschrift »Ueber Muskelkörperchen und das was man eine Zelle zu nennen habe« im Archiv für 1861 erschienene Aufsatz von Max Schultze hatte mit Recht Aufsehen erregt und als eine geistreiche, wenn auch etwas flüchtige Hindeutung auf neue Gedankenwege ein unbestreitbares Verdienst, aber die Früchte die er getragen hat, dürften sehr zweideutiger Art sein. Ob desselben Autors Arbeit: das Protoplasma der Rhizopoden und der Pflanzenzellen genügt, um Reicherts Auffassung der Körnchenbewegung gegenüber des Letzteren späterer Erwiderung**) vollständig zu beseitigen, darüber wage ich kein Urtheil, aber dieses auch zugegeben, ist damit außerordentlich wenig geschehen, um die protoplasmatischen Auffassungen auch nur zur Dignität einer Hypothese, geschweige denn einer Theorie zu erheben. Auch nur über die äußere Form der Bewegungserrscheinungen ist M. Schultze mit Brücke in einer eben so großen Differenz als mit Reichert.

Tritt der versuchte Nachweis der wesentlichen Uebereinstimmung des hypothetischen Protoplasma der Rhizopoden etc. mit dem früher als Protoplasma bezeichneten Theile des Inhalts der Pflanzenzelle in gewissen Entwicklungszuständen offenbar als das entscheidende Thema probandum hervor, so kann das Gelingen dieses Nachweises nicht zugegeben werden. Es ist allerdings ein von Anfang an ziemlich aussichtsloses Unternehmen, zwischen zwei gleich unbekannten Größen Uebereinstimmung nachzuweisen zu wollen, und mit wie schwachen Analogien man sich befriedigt fühlt, dazu giebt eine Aeußerung von Max Schultze***), nach welcher es von Wichtigkeit sein mußte, die Schnelligkeit, welche die

*) Archiv 1863. **) Archiv 1863 pag. 388. ***) a. a. O. pag. 47.

Körnchenbewegung an den Pseudopodien der Polythalamien erreicht, im Vergleich zu den Messungen bei der Bewegung des Inhalts von Pflanzenzellen zu bestimmen, den Nachweis. Grofs gedruckt, um die Wichtigkeit dieses doch wirklich ganz nichtsagenden Resultates hervorzuheben, constatirt er dann: dafs die Geschwindigkeit der Körnchenbewegung an den Pseudopodien der Milioliden übereinstimmt mit der höchsten an dem Protoplasma der Pflanzenzellen beobachteten. Und nun dieses beständige Hindeuten auf die Art der Bewegung als Beweis der Identität der Substanz welche bewegt wird! Wie kann man nur daran denken, da wo die Ursache der Bewegung vollständig im Dunkeln liegt, aus gewissen Aehnlichkeiten in der äufseren Erscheinung auf eine Gleichartigkeit der unbekannten Ursachen, auf eine Zusammengehörigkeit der Wesen, an welchen sich diese Bewegung zeigt, schliessen zu wollen.

Man denke sich einmal, dafs unsere ganze Thierwelt eine mikroskopische sei und wir durch feinere Beobachtungsmethoden allein in Stand gesetzt wären, die Schnelligkeit und die sonstige Art ihrer Bewegung zu beobachten. Welche höchst lächerliche Classification würde man darauf nach dieser neuen Art wissenschaftlicher Forschung begründen, welche sonderbare Analogien würde man danach feststellen. Nicht nur käme z. B. die Fledermaus zu den Vögeln, sondern auch unbelebte Körper, welche durch irgend eine aufser ihnen liegende Wirkung bewegt würden, gehörten in das Thierreich. Ein durch irgend eine aufser ihm liegende Kraft durch die Luft geschleudertes Felsstück natürlich zu den Vögeln. Und dann noch eine Unterabtheilung der fliegenden Thiere in schnell und langsam fliegende etc.

Wenn freilich ein so bedeutender und verdienstvoller Forscher als der leider nun verstorbene Max Schultze sich zu Deduktionen verleiten läfst wie die folgende*): »Wenn wir die Körnchenbewegung der Pseudopodien der Rhizopoden als Ausflufs der Contractilität ihrer Substanz betrachten, wogegen so lange nichts zu erinnern sein wird, als nicht ein anderer Grund für diese Bewegung nachgewiesen ist (!), so können wir folgerichtig auch nicht anstehen, als Ursache der Körnchenbewegung am Protoplasma der Pflanzenzellen Contractilität anzusehen. Wenn je (!), so haben wir hier einen Grund, aus gleicher Wirkung auf die gleiche Ursache zu schliessen;« — dann freilich ist es weit mit der »modernen Wissenschaft« gekommen.

Am sorgfältigsten hat W. Kühne**) diese vagen Analogien durch eine Reihe von Untersuchungen zu begründen gesucht, und wie gering sind die erlangten Resultate!

Das ist ja gar nichts Neues, dafs die verschiedenartigsten Organismen in ihren Lebensfunctionen durch elektrische, chemische und physische Agentien beeinflusst werden; und eben so wenig ist es neu, dafs in verschiedenen Organismen, auch wenn in ihnen die histiologischen Bildungen, die wir als Muskelfasern und Nerven bezeichnen, nicht nachzuweisen sind, Bewegungsercheinungen als Folgen ihrer Lebensfunctionen auftreten können, aber deshalb gewisse unbekannte Theile dieser Organismen unter ein Rubrum bringen zu wollen ist doch mehr als kühn. Freilich wenn man ohne Weiteres mit der stillschweigenden *petitio principii* anfängt Bewegung, überhaupt aequal »Contractilität« zu setzen, diesen aufserordentlich billigen Begriff der »Contractilität« als Charakteristicum dem »Protoplasma« anheftet, dann kommt man un schwer dazu, »Protoplasma« als aequal »Organisation« zu deduziren, aber mit solchen Wortspielereien lockt man doch nach dem alten trivialen Spruch »keinen Hund vom Ofen«, geschweige dessen, dafs man dadurch wissenschaftliches Erkennen förderte.

Nicht im Geringsten soll hiermit dem thatfächlichen Inhalt der Kühne'schen Untersuchungen zu nahe getreten werden. Sie bewegen sich auf dunkeln Gebieten, deren Durchforschung gewifs wünschenswerth, und dabei nach einem leitenden und verbindenden Faden zu suchen, ist gewifs richtig, aber es sollte nur nicht eine blofse Vermuthung, die als Anregung zu Weiterem ja nützlich sein könnte, als ein Beweis hingestellt werden. Diese Vorwürfe treffen also die Schlussfolgerungen, nicht die Richtigkeit der Thatfachen und die Gewissenhaftigkeit ihrer Wiedergabe. Letztere geht theilweise sehr weit. Z. B. wenn bei Mittheilung der wohl sicher zu erwartenden und deshalb ziemlich bedeutungs-

*) a. a. O. pag. 50. **) Untersuchungen über das Protoplasma und die Contractilität 1864.

lofen Thatfache, dafs man wie andere Thiere auch Amöba und Actinophrys mit Veratrin vergiften kann, noch forgfältig erwogen wird, ob es fich auch um eine eigentliche Vergiftung und nicht um schädliche Nebenwirkungen der Alkaleszens handelt.

Auf eine vollständige Erörterung der Beweiskraft der Versuche in der beabachtigten Richtung darf hier nicht eingegangen werden, aber das sei doch in Bezug auf die Wirkung der elektrischen Reizung bemerkt, das was an Amöba, Actinophrys, Didymium, dem Protoplasma der Tradescantiazellen und den Corneazellen hierüber berichtet wird, etwas ganz anderes erscheint, als die Contraction der Primitivbündel von Muskelfibrillen. Es handelt sich bei jenen offenbar gar nicht um eine Aktion die erregt wird, sondern nur um ein Hemmen der vorher vorhandenen Aktion. Wenn wirklich »fließende« Fäden einer zähen Flüssigkeit vorhanden wären und diese sich bei Hemmung derjenigen unbekannten Thätigkeit, welche dieses Fließen bewirkt, in Tropfen zusammenziehen, so ist dies nur eine negative Wirkung, das Gegentheil einer Aktion. Erhöhen wir die Wirkung der elektrischen Schläge, so können wir ebenfowohl einen Ochsen als eine Maus tödten, deswegen ist aber ersterer noch kein Nager, oder letztere ein Wiederkäuer, und wenn ein Blitzschlag auch das Leben eines Baumes vernichten kann, so ist der Baum deshalb noch kein Thier.

Uebrigens bleibt sowohl bei der Pflanzen- als bei der Corneazelle die Frage vollständig offen, ob die elektrische Reizung der Membran oder des sogenannten Protoplasma das Wirkfame ist. Kühne führt mit anerkennenswerther Unbefangenheit den Umstand, dafs bei »Contraction« der Corneazellen die Grundsubstanz der Formveränderung des Protoplasma folgt, als einen für seine Anschauungen »peinlichen« an. Allerdings müßte daraus geschlossen werden, dafs jedenfalls nicht das sogenannte Protoplasma allein das Gereizte, der Sitz der erregten Aktion, und die Grundsubstanz nur passiv sein kann.

Wurde schon oben die Berechtigung bei solchen Untersuchungen nach einem verbindenden Faden für weitere Forschungen zu trachten anerkannt, so muß auch darauf hingewiesen werden, dafs wenn nicht, wie es in der Ordnung ist, auf den großen Unterschied solcher Vermuthungen von wirklich Bewiesenem bestimmt hingewiesen wird, die Nachtreter sich berechtigt halten, diesen Unterschied zu übersehen, und mit diesen Vermuthungen als etwas Festgestelltem, mit den dabei gebrauchten Worten, als mit klaren Begriffen frisch darauf los weiter zu argumentiren.

So geht es mit dem Wort »Protoplasma«, das in der verschiedensten Richtung gebraucht wird. Bald soll es einen Stoff bezeichnen, dessen mysteriöse Eigenschaften ihn außerhalb der physischen Zustände der Materie stellen; bald ein morphologisches Element, das aber wieder keine Gestalt hat. So kann man sich nicht wundern, wenn aller Gefetze des logischen Denkens entbunden, dieses »Protoplasma«, ein wahres »Mädchen für Alles« wird, und dafs mancher in Versuchung kommt, mit einem in Wirklichkeit Nichts sagenden Ausdruck in höchst bequemer Weise Alles zu bezeichnen.

Zufällig finde ich in dem 1. Heft der neuen Folge der Jena'schen Zeitschrift für Naturwissenschaft in einem Aufsatz von Eduard Strasburger: Ueber die Bedeutung der phylogenetischen Methode folgenden Gallimathias: »Die Erblichkeit beruht aber in der Fähigkeit, welche das Protoplasma besitzt, die Eigenschaften der Vorfahren auf die Nachkommen zu übertragen. Das Protoplasma ist es, dem diese Eigenschaft zukommt, denn mit einem Protoplasma Klümpchen beginnt zunächst jedes Thier und jede Pflanze, ein Protoplasma Klümpchen ist, was es zunächst von Vater und Mutter erhält«.

Es ist doch wirklich weit gekommen, wenn an Stelle soliden Forschens und vernünftigen Denkens, ein solches Wortgeklänge, bei welchem aufs gröblichste Thatfachen, die jedem Anfänger bekannt sein müssen, außer Augen gesetzt werden, sich breit machen darf. Ist es noch nöthig, daran zu erinnern, dafs das zur Befruchtung reife Thier-Ei keineswegs ein Protoplasma Klümpchen, sondern ein durch mit Struktur versehener Membran, durch die ebenfalls nicht bloß eine Substanz, sondern eine Struktur darstellenden Dotterkörperchen und durch Nucleus und Nucleolus sehr complicirter Organismus ist. Ebenfowenig ist das thierische Samenkörperchen und der pflanzliche Pollen ein »Protoplasma Klümpchen«.

Hat sich aber der mysteriöse Ausdruck Protoplasma so bewährt, um für Sachen, die man dem

gefunden Menschenverstande gegenüber nicht klar auszusprechen wagt — wie z. B. daß eine Flüssigkeit organisiert sein soll, daß etwas ungeformtes eine Gestalt haben kann u. dgl. — allmählig einen gewissen Compromiß mit der Logik zu schließen, so taucht nun ein ganzes Heer von ähnlichen Ausdrücken auf. Die »Zelle« (— NB. die aber keine Zelle ist. —) »kriecht«, man »füttert« sie. Ich weiß wirklich nicht, ob man schon so weit gelangt ist, zu sagen: »sie fühlt, sie beabsichtigt«. Es wäre nur consequent, denn da sie »selbstständig« ist, da der Begriff des organisierten Individuums damit gelehnet wird, so bleibt ja nur die Zelle oder das »Protoplasma«, um auch diese Funktionen zu versehen. Umgekehrt wird nun aber wieder der Organismus als eine »Substanz« bezeichnet. So fängt Kühne das Capitel über die Bewegungsercheinungen der Myxomyceten (a. a. O. pag. 69) mit dem Satze an: »durch die Untersuchungen de Barys haben wir in den Myxomyceten eine Substanz kennen gelernt, welche die größte Aehnlichkeit besitzt mit den Amöben.«

Mit derselben Berechtigung könnte man z. B. sagen: Der Zoologische Garten in N. hat kürzlich einen Elephanten erhalten. Diese Substanz hat den Transport glücklich überstanden und befindet sich, wie die übrigen in dem Institut befindlichen Substanzen, vortrefflich. Das würde allerdings jetzt noch Verwunderung und einige Heiterkeit erregen. Nur Geduld. Wenn die Protoplasma-wirtschaft noch einige Zeit so fort geht, wird man das ganz natürlich finden.

»Zellenleib« ist noch eins dieser bedeutungslosen Worte, mit denen Unklarheiten sich geltend zu machen streben. Da die Zelle keinen Kopf und keine Glieder hat, da man doch auch einen Gegensatz gegen Seele oder Geist nicht damit ausdrücken will, so ist gar keine Veranlassung von einem Leibe derselben zu sprechen. Graffirt aber einmal dieser gänzlich sinnlose Ausdruck, so bleibt der Mißbrauch nicht aus, wie z. B. wenn ein Theil des Inhalts — das sogenannte Protoplasma — als Leib der Pflanzenzelle bezeichnet wird, was in jeder Beziehung ein Unfinn ist.

Das Schlimmste bei unlogischem Gebrauch der Worte ist, daß mit der eintretenden Verwirrung der Ideen der Reiz zu strenger Forschung abgeschwächt werden muß. Dieser bestand doch für altmodige Leute darin, daß wenn ihnen eine Thatfache entgegentrat, wenn sie eine Beobachtung machten, die in den logischen Kreis der bekannten Thatfachen, der acceptirten Theorie nicht paßte, der Gegenstand nicht ruhen durfte, bis die Beobachtung berichtet, der Thatbestand geklärt und unter Umständen die Theorie modificirt oder corrigirt war. So kam man, freilich langsam und mühevoll, vorwärts. Welche Summe von solider Arbeit ist z. B. der Frage der Intercellularsubstanz gewidmet und auch wo wie hier eine volle Lösung nicht erreicht wurde, was ist bei dieser Gelegenheit alles erforscht und festgestellt worden? Das ist nun freilich bequemer geworden. Intercellularsubstanz? Veralteter Begriff! Das ist »Protoplasma.« Nun wissen wir auf einmal, was es ist, und brauchen uns weiter keine Mühe zu geben.

Es giebt ja freilich noch Leute, die sich unnütze Mühe machen, und die volle Consequenz einer so vortrefflichen Erfindung als »Protoplasma« wird noch nicht gezogen. Man fragt z. B. noch, in welcher Art bei gewissen Arthropoden Töne entstehen, und giebt sich Mühe mit Untersuchungen darüber. Wozu? Wir brauchen ja nur »anzunehmen«, daß »Protoplasma« auch Musik machen kann. Da es, wie wir gelesen haben, sogar die viel künstlichere Fähigkeit »die Eigenschaften der Vorfahren auf die Nachkommen zu übertragen« besitzt, ist das doch verhältnißmäßig leicht, und nun ist die Sache ohne alle Mühe klar, denn daß der ganze Organismus Protoplasma ist, »wissen« wir ja schon.

Unzweifelhaft hat ja die Anatomie große Fortschritte auch in dem letzten Dezennium gemacht, die auch der Physiologie zu Gute kommen müssen, aber doch wohl mehr in Bezug auf die Kenntniß der gröberen — wenn dies vergleichsweise so ausgedrückt werden darf — Struktur des Organismus z. B. der Vertheilung der Nerven in den Geweben und ihrer Endigungen in den Sinnesorganen, aber in der für eine philosophische Naturbetrachtung so unendlich interessanten Frage nach dem was unten anfangend, dießseits des sogenannten Elementarorgans der Zelle liegt, nach der feineren Struktur der letzteren selbst sind wir trotz der wesentlichen Verbesserung der Methoden nicht nur um Nichts weiter gekommen, sondern es scheint sogar die Forschung hier zu ruhen, der früher so intensive Kampf schweigt. Das unglückliche Wort Protoplasma hat wie ein beruhigendes Oel diese geistigen Wogen in Todeschlaf gebracht.

Diesen Bemerkungen liegt wirklich Unterschätzung der verdienstvollen Männer, welche sich um das Protoplasma geschaart haben, fern. Es ist die Schule, der hier entgegengetreten werden soll, und mit Lebhaftigkeit gerade deshalb, weil sie ihre Verderblichkeit darin zeigt, daß sie Männer deren wissenschaftliche Bedeutung und Verdienst an anderen Stellen so unzweideutig hervortritt, zu Dingen bringt, deren Möglichkeit kaum zu verstehen ist. Mit dieser vorausgeschickten Salvation möchte ich noch einmal auf die Kühne'sche Arbeit über Protoplasma und zwar auf den »künstlichen Muskel« (pag. 81) zurückkommen.

Neigt die protoplasmatische Schule unzweifelhaft zu der kühnen Voraussetzung hin, daß das Erkennbare in der Organisation nicht etwa auf Formeigenschaft beruhe, sondern daß es Stoffe gebe, die von aller Form abgesehen, als Stoff Organismus sein könnten, so wird ein so ungeheuerliches Axiom doch meistens nur *implicite* ausgesprochen oder angedeutet; unzweideutig aber liegt diese Voraussetzung der versuchten Darstellung des künstlichen Muskels zu Grunde.

Um dem Leser das Nachschlagen im Original zu ersparen, darf ich wohl Folgendes über diesen Versuch anführen: Das Därmchen eines der großen Wasserkäfer (*Hydrophilus piceus*) wird nach möglichster Reinigung mit einem Brei gefüllt, der durch Zerreiben der Myxomyceten zu einem »nicht zu feinen Pulver« und Anrühren mit Wasser hergestellt wird, und durch Ligaturen folchermaßen eine kleine »Protoplasmawurf« gemacht; diese reichlich befeuchtet im feuchten Raume 24 Stunden lang quer über den Elektroden liegen gelassen, war bedeutend praller geworden und zeigte keine Bewegungsercheinungen. Das Folgende wird nun besser wörtlich citirt. Kühne sagt: »Als ich aber die Ströme des Inductionsapparats einwirken liefs, contrahirte er (— sc. der Darm —) sich gerade wie eine colossale Muskelfaser, er verkürzte sich so, daß das eine Ende von den Elektroden herunterglitt, und nahm an Breite augenscheinlich zu. Nur einige Sekunden brauchte ich den Inductionsapparat mit beinahe übereinandergeschobenen Rollen dazu wirken zu lassen. Durch Ziehen an den Enden des kleinen nun sehr prall gefüllten Schlauches brachte ich ihn wieder in die vorige Lage. Jetzt mußte ich die Inductionspiralen indeffen ganz übereinander schieben, um die Verkürzung erfolgen zu sehen, die bei einer Länge des Schlauchs von 6 mm, 2 mm betrug. Nach abermaliger Ruhe und Dehnung trat auf denselben Reiz keine Bewegung mehr ein. Ich schnitt den Schlauch entzwei, und entleerte seinen Inhalt auf der Glasplatte. Er bestand theils aus einzelnen knolligen Massen mit vielen grünen und gelblichen Körnchen, theils aus blaffen Blasen und freien Körnchen. Am folgenden Tage hatten sich daraus, wie zu erwarten stand, keine beweglichen Myxomyceten wieder gebildet.«

Natürlich liegt kein Grund vor, die genaue und im Wesentlichen erschöpfende Darstellung der Beobachtung zu bezweifeln, aber in wie fern dieses Kunststückchen einen »künstlichen Muskel« darstellen kann, müssen wir doch etwas näher untersuchen.

Die Contraction des Muskels ist eine Formveränderung, keine Volumveränderung! Diese Contraction ist eine Bewegungsercheinung in bestimmter Richtung. Für diese Richtung ist nach der Auffassung derjenigen, welche Fibrillen als die Elemente des Primitivbündels betrachten, selbstverständlich die Fibrille der maßgebende und bestimmende Träger. Nach der Brückeschen Auffassung ist die Sache bekanntlich komplizirter. Aber immer muß auch diese auf eine Strukturveränderung herauskommen. Der Sarkoplast verändert seine Form in bestimmter Richtung durch die Ortsveränderungen der Disdiaklasten. Ein Brei von aus ihrer Lage gebrachten Sarkoplasten, wenn er herzustellen und wieder in das Sarkoleum zu injiciren wäre, würde nie wieder das Phänomen der Contraction zeigen können. Das ist doch eine einfache Schlussfolgerung des vernünftigen Denkens. Wenn Kühne wirklich einen Brei aus reizbaren, im eigentlichen Sinn contractilen Gewebe in sein Würstchen hätte einfüllen können, dann würden diese in den verschiedensten Richtungen unregelmäßig wirkenden Contractionen niemals eine Verkürzung des ganzen Würstchens herbeiführen können. Ja, hätte er geordnete Fibrillen so in das Würstchen bringen können, daß ihre Enden durch die Ligaturen befestigt wären, dann könnte die Contraction dieses Fibrillenbündels in seiner Längsrichtung allerdings verkürzen; es würde dabei aber nicht »praller«, sondern wie wir gleich sehen werden, schlaffer geworden sein; aber von einer solchen Contraction ist ja hier gar nicht die Rede. Wäre es möglich, daß Kühne Contraction im histiologischen Sinne mit Volumveränderung ver-

wechselte? Bei der Art, wie die Herren Protoplasmatiker sonst mit den Worten wirtschaften, darf man dergleichen vielleicht voraussetzen. Dann aber würde er sich gänzlich täuschen, wenn er aus einer Verkürzung des Würfchens auf eine Volumverringernng des Inhalts schlösse. Wenn die Formveränderung des Würfchens aus einer Volumveränderung seines Inhalts hervorgeht, so besteht diese nicht in einer Verringerung sondern in einer Vergrößerung. Das ist ja ganz einleuchtend, auch wenn nicht beobachtet wäre, daß nach der Verkürzung das Würfchen nun »sehr prall gefüllt« war; denn wie die Kugel im Verhältniß zur Fläche den größtmöglichen Inhalt hat, wie ein Cubus mehr enthält als eine quadratische Säule mit derselben Flächengröße, so muß eine Verbreiterung und Verkürzung das Resultat einer Inhaltsvergrößerung sein — wenn NB. die einschließende Membran — vielleicht giebt Kühne in diesem Falle doch zu, daß der »künstliche Muskel« eine Membran besitzt? — in ihrer Flächenausdehnung unverändert geblieben ist. Wäre dies letztere nicht der Fall, hätte sie sich zusammengezogen, so würde Verbreiterung und gleichzeitige Verkürzung des Würfchens, ebensowohl allein hieraus, als aus einer Volumvergrößerung des Inhalts hervorgegangen sein können. Welches von beiden hier eingetreten, wage ich nicht zu entscheiden. Daß ein frischer Arthropoden-Darm wirklich durch elektrische Reizung contractil ist, wäre wohl nicht überraschend, sehr überraschend freilich, wenn er es noch nach 24stündigem Liegen in Weingeist wäre. Es liegen hier allerlei Möglichkeiten vor, am nächsten wohl der Gedanke an Electrolyse. Auch von direkten chemischen Wirkungen abgesehen, könnten dieselben indirekt vielleicht eine Quellung des Inhalts bewirkt haben. Doch das sind müßige Vermuthungen.

Darüber aber können wir nach dem Erörterten wohl beruhigt sein, daß die »Protoplasmawurf« eben so wenig ein künstlicher Muskel war, als ein hölzerner Hampelmann ein Homunculus ist.

Ich schliesse diesen flüchtigen Versuch einer Kritik der Protoplasmatheorie mit der ausdrücklichen Anerkennung dessen, daß allerdings die ältere Zellentheorie eine bedenkliche Lücke in Bezug auf die Intercellularsubstanzen ließe, und das Streben dieselbe auszufüllen volle Berechtigung hatte, muß aber behaupten, daß diese neue Theorie nichts Positives in dieser Richtung geleistet hat.

Suchen wir nun nach positivem festen Boden, um wenigstens den Umfang und die Bedeutung dieser Lücke zu constatiren.

Kein Denkprozeß, auch kein Ausdruck von Thatfachen, kann es vermeiden von gegebenen Voraussetzungen, von Axiomen auszugehen. Es ist ehrlicher, dieselben offen auszusprechen, als sie unter der Hand zu insinuiren. Ich schicke als ein solches voraus, daß: die Bedingung jeder Organisation eine bestimmte Gestaltung des Stoffes*) und daß: diese Gestal-

*) Diese einleitenden Bemerkungen waren im Jahre 1873 niedergeschrieben, als die ersten Untersuchungen von Schnecken-gehäusen und Krabbenpanzern sich schon als bedeutend documentirt hatten. Daß über zwei Jahre vergehen würden, ehe dieses interessante Thema einigermaßen zum Abschluß gebracht werden konnte, wurde damals freilich nicht vorausgesehen. Das bedeutende 1873 bei Ballière erschienene Robin'sche Werk: *Anatomie et Physiologie Cellulaires* ist mir erst nach zwei Jahren bekannt geworden. Zum Schluß dieser Arbeit wird näher auf dasselbe eingegangen werden müssen. Da meine Resultate so vielfach mit seinen Auffassungen harmoniren, möchte ich wenigstens hier schon die Differenz präzisiren, in welcher der für mich fundamentale Satz: daß eine bestimmte Gestaltung des Stoffes die Bedingung der Organisation sei, zu der durch das ganze Robin'sche Werk gehenden Auffassung des Wesens der Organisation steht, wenn er immer wieder darauf zurückkommt, daß Organisation unabhängig von bestimmten Formen — Zellen, Kernen, Membranen oder Röhren — bestehen, daß organifirte Materie amorph sein könne und daß der Zustand der Organisation durch ein molekuläres Verhältniß, nicht durch eine Struktur bedingt sei, worin eben der Gegensatz zwischen Organismus und Mechanismus bestehe. R., scheint es mir, will hiermit hauptsächlich derjenigen Theorie, welche in der Zelle die einzige Form der Organisation sieht, entgegentreten, und in solchen an das Transcendentale grenzenden Themen ist es leichter die Negation als die Position scharf zu bezeichnen. So ist hier der Ausdruck »molekuläres Verhältniß« vielleicht nicht ganz durchsichtig, und ganz bedenklich wird es, wenn R. den Gegensatz der *matière organisée* als *matière brute* wiederholt bezeichnet. Nach dem *Dictionnaire de l'Académie* ist allerdings der Gegensatz zwischen *corps brut* und *corps organisé* ein sprachlich acceptirter; *matière brute* ist aber nach derselben Autorität: *qui est dans l'état grossier où la nature l'a produite*; also Gegensatz gegen menschliche Bearbeitung. Das Wort wird also hier in einem freieren, einigermaßen figürlichen Sinne gebraucht, und dann möchte es sich fogar kaum für die einfachen Stoffe, wie sie sich uns als solide, flüchtige oder gasförmige Körper darstellen, sondern mehr zur Bezeichnung eines chaotischen Zustandes eignen. Die sogenannten Elemente aber, aus denen Mineralien und chemische Verbindungen bestehen, beruhen auf

tung sich nicht selbstständig aus dem unorganisirten Stoff entwickeln kann, dafs — wenigstens in der uns jetzt umgebenden Natur — jede Organisation die Fortsetzung, der Abkömmling einer vorher vorhandenen sein mufs. Es ist der allgemeinere Ausdruck des bekannten: *omnis cellula e cellula*, welches letztere mir in dieser engen Fassung etwas bedenklich geworden ist. In der obigen allgemeineren Fassung stehen die Sätze wohl in Harmonie mit aller soliden wissenschaftlichen Anschauung auch der neuesten Zeit und müssen acceptirt werden, bis ihre Unrichtigkeit positiv nachgewiesen sein sollte.

Ferner mufs eine kleine terminologische Erörterung vorausgeschickt werden, wenn wir aus dem Wust vielfagender und zweideutiger Ausdrücke herauskommen wollen.

Cella heifst: Behältnifs, Kammer. Der Begriff des durch eine Wandung ein- und abgeschlossenen Raums ist wesentlich. Dafs dieser Abschluß ein absoluter sei, ist begrifflich nicht nothwendig. Behältnisse können sehr wohl einzelne Oeffnungen haben, ohne ihren Charakter zu verlieren. Auf der Hand liegt es, wie treffend es war, den grössten Theil der pflanzlichen und viele thierische Gewebe als *celluläre* zu bezeichnen, und konnte man den Begriff der Zelle, insofern er einen Hohlraum im Gewebe bedeutet, als einen negativen betrachten, so mufte dies in den Hintergrund treten, als man die einzelnen Zellräume mit den ihnen individuell zugehörigen Wandungen in den meisten Fällen unschwer isoliren konnte, und auch die Bedeutung ihres Inhalts hervortrat. So wird die mit ihrer begrenzenden Wandung isolirte Zelle einschliesslich des Inhalts ein positiver klarer Begriff.

Hätten die Protoplasmatiker mit der Behauptung, dafs der Zelleninhalt ohne Wandung ohne Membran, als ein histiologisches Element bestehen könne, Recht, — was wir einstweilen unberührt lassen wollen, da diese Frage sich weiterhin sehr vereinfacht zeigen wird —; hätten sie Recht, auch dann würden wir obige Definition nicht aufgeben dürfen, und würden verlangen müssen, dafs sie ihren »Elementarorganismus« mit einem anderen Wort als Zelle bezeichnen; denn sie können ja nicht leugnen, und wollen nicht leugnen, dafs wirkliche Zellen, und aus ihnen zusammengesetzte Gewebe bestehen. Dafs es aber auch für die physiologischen Functionen der Gewebe nicht gleichgültig sein kann,

einer Schöpfung, repräsentiren eine Ordnung, und die Mineralien und chemischen Verbindungen selbst besitzen unzweifelhaft eine Struktur! Ich erinnere in dieser Beziehung an die alte Thatfache der Isomerie und an den jetzt jedem Chemiker geläufigen Begriff der Strukturformel. Verstände also R. unter »*association moléculaire*« nur das, was wir in Deutschland als Verbindung von und zu Atomen, auszudrücken gewöhnt sind, so fehlte ihm der wirkliche Gegensatz zwischen Organisation und Chemismus. Auch die complicirteste molekuläre oder atomistische Zusammenfassung kann eine chemische Verbindung nicht zu einem Organismus machen, wenn auch so zusammengesetzte Stoffe ein geeigneteres Material für gewisse Functionen des Organismus als einfachere Verbindungen darstellen. Es mufs hier ein wirklicher Qualitätsunterschied vorhanden sein. Lehrt die tägliche Erfahrung, dafs Organismen nicht aus dem Chemismus hervorgehen, dafs sie von vorher vorhandenen Organismen tradirt werden und von aller nicht organisirten Struktur abweichende Form-Eigenschaften überall zeigen, ausser da, wo die Unvollkommenheit unserer optischen Hilfsmittel den fehlenden Nachweis derselben leicht begreiflich macht, so glaube ich allerdings das Charakteristische der Organisation als eine Form-Eigenschaft, im Gegensatz zu den substantiellen Eigenschaften, welche die Domäne der Chemie sind, richtig zu bezeichnen, ohne damit an eine äufserliche Gestaltung als Zelle u. dgl. zu denken, und befinde mich damit wohl auch nicht in einem so schroffen Gegensatz zu R., als aus dem Gebrauch gewisser Worte hervorzugehen scheint. Molekül kann eben eine allgemeinere, mehr metaphysische Bedeutung haben, als das Atom unserer deutschen Chemie, und vielleicht würde R. sich mit mir begegnen, wenn wir den Begriff der Homogenität zu Grunde legten. Auch die complicirteste atomistische Zusammenfassung schließt die Homogenität eines Stoffes — einer Substanz nicht aus, während ein Organismus seinem Wesen — seiner Function nach nicht homogen sein kann; und da diese Unhomogenität keine zufällige, keine Verunreinigung, sondern eine geordnete, eine wesentliche ist, so schließt sie den Begriff eines Baues (Struktur) oder inneren Gestaltung ein. Amorphie gebraucht R. in einem Sinne der in dieser Richtung einer Erläuterung bedürfte, indem der Ausdruck »*matière amorphe granulée*« gerade für etwas das als organisirt betrachtet wird, ein häufig wiederkehrender ist, während doch diese Granulation der Gegensatz von Amorphie ist, und zu dem gehören dürfte, was ich unter Gestaltung verstehe.

Das allerdings ist mir das Bedenklichste, dafs R. in der Anmerkung zu pag. 592 davon spricht, dafs organisirte Materie auch eine Flüssigkeit sein könne. Einer solchen Auffassung kann ich nicht mehr folgen. Eine wirkliche Flüssigkeit — was Blut z. B. freilich nicht ist, da es Massen fester Organismen aufgeschwemmt enthält — kann diejenigen Form-Eigenschaften, welche ich meine, nicht besitzen, sowenig als ein Gas, und wenn erst der von Einigen freilich noch schüchtern angedeutete Gedanke, dafs »Protoplasma« auch gasförmig sein könne, zur Herrschaft kommen sollte, dann — nun dann ist eben das Reich der Phrase statt des Reichs der Logik eingetreten.

ob sie durch differenzirte Wandungen zu einem System von Kammern, das ihren Inhalt, wenn auch nicht absolut fondert, gemacht sind, oder ob dieser Inhalt als nackte Klümpchen sich direkt berührt, das ist doch einleuchtend. Warum also für zwei wesentlich verschiedene Dinge dieselbe Bezeichnung wählen, obgleich sie für das eine gar nicht paßt, wenn nicht muthwillig Verwirrung herbeigeführt werden soll?

Solche geschlossene Behälter, wirkliche Zellen in der allgemeinen Bedeutung des Wortes, finden wir nun aber im thierischen Organismus allerdings von der verschiedensten Art. Der Wortbedeutung nach wäre ja auch z. B. die Hirnhöhle eine Zelle, und wenn nun auch hierbei ein Mißverständnis nicht eintreten könnte, so ist dies in anderen Fällen nahegelegt. Das Ei der Arthropoden ist unzweifelhaft keine Zelle, sondern ein Zellencomplex, obgleich es ein von einer sehr charakteristischen Membran eingeschlossenes Behältniß ist und neben anderen echten Zellen eine Eizelle enthält. Dafs in Bindegeweben häufig Hohlräume auftreten, welche man als Zellen im engeren Sinn nicht gelten läßt, ist bekannt. Ich werde später nachweisen, wie massenhaft solche uneigentliche Zellen vorkommen und welche groÙe Bedeutung sie haben; endlich ist ja schon jeder »bläschenförmige Kern« dem Wortlaut nach eine Zelle.

Diese Bildungen begrifflich von der echten Zelle in der engeren Bedeutung, welche ihr die Histologie beigelegt hat, zu fondern, ist ein unabweisbares Bedürfnis, wenn Klarheit herrschen soll. Außere Merkmale werden wir nicht finden. Ob ein kernhaltiges Bläschen eine echte Zelle oder ein Kern mit Nucleolus sei, wird nach äußerlichen Kriterien Niemand zu unterscheiden wagen dürfen.

Zum Begriff der echten Zelle gehört es dagegen, dafs sie ein Theilprodukt, ein Abkömmling der Eizelle sei, oder wenigstens in allen übrigen Beziehungen gleichartig mit Abkömmlingen von Eizellen auftritt. Dieser letztere Satz ist hinzuzufügen in Rücksicht auf die von Pflüger behauptete Art der Régeneration der Epithelzellen der Speicheldrüsen*) und derjenigen wohl zu beachtenden Auffassungen, welche an einer Genefis neuer Kerne, aus welchen sich Zellen entwickeln, noch festhalten. Als wesentlicher Vorzug dieser Definition würde vielleicht anerkannt werden, dafs sie direkt auf ein verständliches Prototyp der Zelle, nämlich die Eizelle, hinweist.

Einer so controverfen Frage z. B. wie die nach der Zellmembran, die in der bisherigen Art der gegenseitigen Argumente gar nicht erledigt werden kann, rücken wir vielleicht etwas näher, wenn wir fragen: Gehört die Membran zum Wesen der Eizelle und welches ist dort ihre Beschaffenheit und Bedeutung?

Bekannt ist, dafs das reife Ei eine unbezweifelbare und zwar mit deutlicher Struktur versehene Membran besitzt; ebenso bekannt, dafs die Protoplasmatiker ohne Spur einer Begründung ihr Vorhandensein in den früheren Stadien zu leugnen für gut finden. Ich sage wohlbedacht: ohne Spur einer Begründung, denn »dafs sie sich nicht nachweisen läßt« ist wie schon oft, aber wie es scheint ohne Effekt, bemerkt worden, keine Begründung. Leider bringt es die Methode der mikroskopischen Untersuchung mit sich, dafs wir sehr wesentliche Dinge nicht immer, nicht überall »nachweisen« können, und aus dem Wenigen, was wir thatsächlich nachweisen können, durch vernünftiges Denken auf solche Dinge, deren faktischer Nachweis begreiflicher Weise unthunlich ist, schliessen müssen. Da wir z. B. wissen, dafs die Vergrößerung unserer Mikroskope eine eng begrenzte ist, also sehr wohl begreifen können, dafs der optische Querschnitt einer sehr feinen Membran keinen doppelten Kontur zeigen kann, erlaubt es der gesunde Menschenverstand nicht, zu schliessen: ein doppelter Kontur ist nicht nachzuweisen; ergo: ist keine Membran vorhanden.

Wenn es mir einfiele, zu behaupten, dafs die ganze organische Struktur nur ein temporärer, während der Beleuchtung vorhandener Zustand, dafs im Dunkeln keine feinere organische Struktur vorhanden sei, so kann mich Niemand zwingen einzuge stehen, dafs diese »Theorie« unvernünftig ist. Man wird mir das Vorhandensein der Struktur während der Dunkelheit mit dem Mikroskop ganz bestimmt nicht »nachweisen« können. Solche Behauptungen sind eben Geschmackssache.

Nun ist allerdings das Vorhandensein einer Membran an den jüngsten Eiern auch von unbe-

*) Stricker, Handb. d. Lehre v. d. Geweben Cap. XIV.

W. von Nathusius-Königsborn.

fangenen Beobachtern und auf bessere Gründe hin bestritten und es ist schwer, dem entgegenzutreten. Zu bemerken dürfte aber doch sein, daß wenn ich am gelegten Vogelei die inneren Schichten der Dotterhaut als ein Fasergewebe an trocknen Präparaten in elegantester Deutlichkeit nachweisen konnte, (Zeitschr. f. wissenschaftl. Zool. B. XIX, Taf. XXVIII), wenn Kramer die Faserstruktur auch schon am Eierstocksei nachgewiesen hat, es vielleicht gestattet ist, sich diese bestrittene Membran in den jüngsten Zuständen als ein so außerordentlich feines und weitmaschiges Netz zu denken, daß diejenigen Erscheinungen, auf Grund deren sie geleugnet ist, recht wohl eintreten könnten.

Ist am reifen Ei eine organifirte Membran vorhanden, so haben wir zu fragen: welches ist, wenn sie nicht von Anfang an da war, der Organismus, von welchem sie abstammt? Im Dotter, — im Inhalt selbst finden sich keine Elemente von solcher Form, daß wir auf sie zurückgehen könnten. Die Protoplasmatiker haben das Bedürfnis, hier eine Erklärung zu geben, wohl gefühlt. Waldeyer*) nimmt an, daß die *Zona radiata* der Ausdruck von Protoplasmafäden der Epithelzellen sei. Die Membran selbst wird als eine ebenfalls von den Epithelzellen ausgehende »Cuticularbildung«, die bei gewissen Fischeiern vorhandene siebartige Perforation als ein Abdruck der oben erwähnten Protoplasmafäden in dem Sekret betrachtet, obgleich er das Vorhandensein der Fasernetze kennt, dieselben freilich sehr ungenügend als »verfilzte Fäserchen« bezeichnet.

Man braucht nur einmal einen Blick auf ein gutes Präparat von der Dotterhaut eines Vogeleies geworfen zu haben, um sich zu überzeugen, wie ganz unmöglich die Waldeyer'sche Voraussetzung ist; daß es sich überhaupt gar nicht um ein Sekret, also ein Exsudat, sondern um einen gewachsenen Organismus handelt. Diese unglücklichen »Cuticularbildungen« sind auch eins dieser Wörter, welche, indem sie eine Erklärung unbekannter Vorgänge zu geben scheinen, von der näheren Erforschung der tatsächlichen Verhältnisse abgeleitet haben, trotzdem Kölliker, der sich ja leider auch dieses Ausdrucks bedient, das Tatsächliche der Bildung der Hülle des Fischeies so berichtet, daß es gar keine von außen bewirkte Cuticularbildung sein kann; trotzdem schon Agassiz an der Entwicklung des Schildkrötenies gezeigt hat, wenn er es auch nicht klar ausspricht, daß das Eiweiß dort ein organisches, dieselbe wesentliche Struktur, als die Schalenhaut darbietendes Gebilde ist (*Embryology of the turtle in Contributions to the natural history of the United States o. A. Vol. II*). In einigen Fällen hoffe ich weiterhin zu zeigen, welche sehr interessante organische Formen in manchen sogenannten »Cuticularbildungen« vorliegen und wie sehr unsere Kenntniß des Baues der Organismen durch das Eindringen in diese höchst complicirten Strukturverhältnisse gefördert zu werden verspricht.

Ist das Dotterhäutchen unzweifelhaft kein bloßes Sekret, so haben wir wenigstens die Rudimente desselben auch da zu suchen, wo ein darstellbares continuirliches Häutchen durch das Verhalten des Dotters unwahrscheinlich wird. Ebenso würden wir sie bei den ersten Theilprodukten der Eizelle, bei den Furchungskugeln zu suchen haben, wenn ein continuirliches Häutchen wirklich nicht nachweisbar sein sollte. Bekanntlich ist der Streit über den Reichert'schen Faltenkranz an den ersten Furchungskugeln des Batrachier-Eies zu einer endgültigen Entscheidung nicht gekommen. Ich finde schon an den Zellen der Keimhaut des Hühnereies bei geeigneter Behandlung eine unzweideutige continuirliche Membran, habe aber diese Untersuchung noch nicht zum Abschluß bringen können.

Nicht darauf aber dürfte es ankommen, die Membran immer und überall zu demonstrieren. Es wird genügen, dieses auch nur in einzelnen Fällen thun zu können. Nie und nimmer wird man mehr von der so schwierigen mikroskopischen Demonstration verlangen dürfen.

Als wesentlich aber wird freilich das betrachtet werden müssen, daß die Zellenmembran, als ein Organismus, als mit Struktur versehen und einer Weiterentwicklung fähig, nachgewiesen wird. Ihre Mißachtung durch die Protoplasmatiker fand darin, daß auch in der älteren Zellentheorie dieselbe nur zu häufig als eine »Erhärtungsschicht«, überhaupt als etwas mechanisch entstandenes betrachtet wurde, ein leider sehr begründetes Motiv. Wäre sie nur das, so hätte sie freilich keine tiefere morphologische Bedeutung, und ob ein Theil des Zellinhalts während des Lebens der Zelle sich

*) Strickers Handbuch.

als ein mechanisches Produkt abscheidet, oder erst während der Untersuchung durch die angewandten Reagentien, ist eine ziemlich unwichtige Frage.

Alfo nur das: die Membran als einen Organismus durch ihre Strukturverhältnisse und ihre Entwicklungsgeſchichte nachzuweiſen, iſt das wirklich Bedeutende. Soweit dies aber, wenn auch nur in einzelnen Fällen geſchehen kann, iſt von den Gegnern zu verlangen, daſs ſie dieſe Bedeutung und die Berechtigung, in anderen Fällen die direkte Demonſtration durch vernunftgemäſſe Schluſſfolgerungen zu ergänzen, anerkennen.

Geht nun aber die Frage dahin: ob eine ſolche Membran, die ja kein zufälliges Ereigniſs ſein kann, zum Weſen der Zelle gehört, ſo müſſen wir vor Allem klar ſein, ob wir es in ſtreitigen Fällen wirklich mit Zellen, d. h. mit Theilprodukten der Eizelle zu thun haben. Bedenkt man z. B. von wie fundamentaler Bedeutung für Max Schultze's geſammte Auffaſſungen die Vorausſetzung, daſs das Muskelkörperchen nur ein Kern und keine Zelle ſei*), geweſen iſt, ſo muſs man ſtaunen über die Leichtigkeit, mit welcher er über die entgegengeſetzten Meinungen Anderer hinweggegangen iſt. Er hat auch nicht einmal verſucht, den letzteren irgend einen thatſächlichen Beweis entgegenzuſtellen.

Schon vor einigen Jahren habe ich**) an der Entwicklung des Rehgehörns nachgewieſen, daſs das runde Körperchen oder der mit einem differenten Inhalt gefüllte Hohlraum in den ſpindelförmigen Gebilden, welche man leicht und in groſser Menge aus den jugendlichen Bildungſchichten des Knorpels des ſproſſenden Gehörns durch Zerzupfen in indifferenten Flüssigkeiten darſtellen kann, ganz unzweideutig der Zelle des Knorpels deſſelben, alfo die ſpindelförmige Hülle der hyalinen Grundſubſtanz entſpricht. Daſs die eben ſo leicht darzuſtellenden ſpindelförmigen Körperchen aus zahlreichen anderen Bindeſubſtanzen, daſs die ganz analogen Bildungen aus der noch in Entwicklung begriffenen Muskelfubſtanz etwas weſentlich anderes —, daſs die Zelle im Innern der Spindel aus dem Rehgehörn eine echte Zelle, dagegen in den identiſch erſcheinenden Spindeln der übrigen Bindeſubſtanzen und des Muskels nur ein Kern ſei, wird doch nicht wohl behauptet werden können. Als erwieſen darf alfo betrachtet werden, daſs das runde Muskelkörperchen ſowohl, als das runde Körperchen in den Spindelkörperchen der Bindeſubſtanzen morphologiſch gleichwerthig mit der Knorpelzelle, alfo echte Zellen ſind. Nicht erwieſen, aber allerdings wahrſcheinlich dürfte es ſein, daſs auch der ſogenannte Kern der Ganglienkugeln eine echte Zelle iſt. — In Strickers Handbuch pag. 1229 findet ſich als Reſultat der neuſten Unterſuchungen Babuchins über die Entwicklung des Nervengewebes Folgendes angegeben: »Die embryonalen Nervenzellen, welche ſchon ganz entwickelte Axencylinderfortſätze haben, beſitzen einen auffallend groſſen Kern, ſo daſs es beim erſten Anblicke ſcheint, als ob dieſer ganz nackt ſei und unmittelbar am Ende des Axencylinders ſitze, wie ein Stecknadelknopf auf der Nadel. Doch bei genauerer Betrachtung und bei guter Vergröſſerung kann man ſchon eine ſehr ſchmale Protoplaſmaſchicht unterſcheiden, welche von dem groſſen Kern von allen Seiten ſcharf abgegrenzt iſt und dem Axencylinder ſeinen Urfprung giebt.«

Sollte denn in der That bei unbefangener Auffaſſung eines ſolchen Befundes nicht mindestens die Frage entſtehen, ob nicht dieſer »auffallend groſſe« faſt nackte »Kern« eine echte Zelle, und dieſe nicht leicht nachweisbare »ſehr ſchmale Protoplaſmaſchicht« eine Membran bedeute? Wird die Frage aber geſtellt, ſo iſt nicht abzusehen, mit welchen Gründen ſie verneint werden kann***).

Man ſieht, wie bedeutend dies in die Frage von der Zellenmembran eingreift. An den biſher meiſt als Kerne betrachteten rundlichen Körnchen der Bindeſubſtanzenſpindeln, der Muskelkörperchen,

*) Archiv f. Anat. u. Phyſ. 1861.

**) Ueber die Markſubſtanz verſchiedener Horngebilde etc. Archiv 1869.

***) Wie ſchon erwähnt, iſt mir die Robinſche »Anatomie et Phyſiologie cellulaires« erſt nachträglich zur Kenntniſs gekommen. Vergleicht man das dort, pag. 331 u. ff. über die Geneſis der nervöſen Elemente Gefagte und die dazu gehörigen Abbildungen, namentlich Fig. 65 u. 66, ſo wird es um ſo deutlicher, wie nahe es liegt, den ſogenannten Kern der Nervenzellen als eine wirkliche Zelle aufzufaſſen. Robin thut dies freilich nicht, was mit der von ihm vertretenen Annahme der von vorhandenen Zellen unabhängigen Geneſis freier, ſich durch Theilung vermehrender Kerne zuſammenhängt, und womit dann auch eine motivirte Unterſcheidung zwifchen Zelle und Kern kaum noch möglich erſcheint. Ich werde zum Schluſs auf ſeine ganzen, in Deutſchland gewiſs zu wenig beachteten Auffaſſungen zurückzukommen haben.

der Ganglienkugeln ist eine Membran theils wie bei letzteren bestimmt nachweisbar, theils gar kein Grund sie abzuleugnen vorhanden. Fragen wir nun weiter nach der Bedeutung der diese Zelle umgebenden Hüllen, so wird sie sehr klar, wenn wir vom Ei ausgehen. Das Vogelei und das Ei der beschuppten Amphibien, diese riesenhafte Zelle, ist wegen seiner Dimensionen ein außerordentlich günstiges Untersuchungsobject. Ich habe in einer Reihe von Arbeiten, welche in der Zeitschrift f. wissenschaftl. Zoologie Bd. XVIII 2, XIX 3, XX 1, XXI 1 u. ff. publizirt und aus deren Gesamtergebnissen eine kurze Zusammenfassung auch im Cabanis'schen Journ. f. Ornithologie 1871 Nr. 112 gegeben ist, nachgewiesen, daß die Auffassung des Eiweißes und der Schale als einer mechanischen Bildung aus einem Sekret des Eileiters eine vollständig unhaltbare ist. Alle Beobachtungen, sowohl an normalen, als an vielen abnormen Eiern weisen mit der unzweifelhaftesten Bestimmtheit nach, daß diese Eihüllen, wenn auch der Stoff zu denselben aus Sekreten des Eileiters entnommen, aus dem Dotterhäutchen als eine morphologische Fortentwicklung desselben, als ein Organismus erwachsen sind.

Kann in diesem Falle nachgewiesenermaßen die Zellenmembran die Grundlage für so beträchtliche Organisationen werden, als die Eihüllen repräsentiren, so liegt es doch wahrlich unabweisbar nah, die Hüllen, welche bei der Bindegsubstanz, der Muskel- und der Nervenzelle den wirklichen Zellraum umgeben, ebenso als ein organisches Produkt der Zellenmembran zu betrachten. Dann sind wir den größten Theil des sinnlosen »Protoplasma« los, und gewinnen den Gesichtspunkt, der mit der physiologischen sowohl, als der morphologischen Bedeutung der Interzellularsubstanzen, die dann nicht mehr bloße Sekrete zu sein brauchen, harmonirt.

Damals hatte ich es noch nicht für nöthig gehalten, die Hoffnung aufzugeben, daß auf diese Weise vielleicht die Interzellularsubstanzen als äußere Hülle — als Chorion der echten Zelle in den Rahmen der älteren Zellentheorie so unterzubringen sein würden, daß die Zelle ihre Bedeutung als ausschließliche Grundlage des gesamten Organismus behält. Von Schritt zu Schritt wurde diese Auffassung erschüttert, und traten diese fibrillären Gewebe immer mehr als etwas hervor, das eine gewisse Selbstständigkeit gegenüber der Zelle behauptete. Vom Doppel-Ei beginnend, wo sich die Hüllen genau ebenso um zwei Eizellen, als sonst um eine entwickeln, zu den eigenthümlich und bisher meines Wissens nach gar nicht untersuchten Eischläuchen gewisser Schlangen und den irrthümlicher Weise für »Schleim« erklärten, zusammenhängenden Eihüllen gewisser Batrachier, wo also eine gemeinschaftliche äußere Hülle eine große Zahl von Eiern umschließt; und endlich bis zu den Ovarien der Lepidopteren, wo eine das Keimfach jener auskleidende, scheinbar strukturlose, röhrenförmige Membran sich um einen Zellenhaufen, der nur eine wirkliche Eizelle enthält, allmähig abschnürt, und erst nachdem so das außer der Eizelle auch das Epithel und andere Zellen enthaltende Ei zum Abschluß gelangt ist, mit beträchtlichem Dickenwachsthum die charakteristische Struktur erlangt. Hier ist weder die erste Entstehung dieser Membran noch ihre Weiterentwicklung auf eine Zelle zurückzuführen. Die Entwicklung zeigt, morphologisch wenigstens, eine entschiedene Selbstständigkeit. Es ist nicht die Zelle, welche die Membran bildet, sondern umgekehrt die Membran, welche die Zelle bildet; allerdings keine echte Zelle, sondern das einen complicirten Inhalt umfassende Behältniß, welches bei den Arthropoden als Ei bezeichnet wird. Weiterhin werde ich in den Crustaceenpanzern und den Muschel- und Schneckenchalen Organismen zeigen, die in keiner Weise morphologisch auf die Zelle zurückzuführen sind, und deren Gestaltung ohne jeden cellulären Einfluß vor sich geht.

Wenn ich sage, daß diese Organismen morphologisch selbstständig sind, so möchte ich damit den Gegensatz gegen eine physiologische Selbstständigkeit hervorheben. Sowie die Bildung von Eiweiß und Schale des Vogeleies physiologisch unzweifelhaft von den Sekreten des Eileiters abhängig ist, indem diese das Material für ihr Wachsthum liefern, so wenig ist sie dieses morphologisch. Von einer absoluten Selbstständigkeit kann übrigens bei den einzelnen Organen eines Thierkörpers selbstverständlich überhaupt nicht die Rede sein. Daß in der Eizelle, mit welcher die Existenz des Individuums beginnt, schon die wesentlichen Bedingungen der spezifischen Gestaltung seiner sämtlichen Organe enthalten sind, ist eben so unabweisbar, als bis jetzt für uns unfassbar, solche allgemeine und indirekte Abhängigkeit ist etwas anderes als eine direkte Abhängigkeit der einen Struktur von der andern. Wäre die Schwann'sche Theorie der Entstehung der Fibrillen gewisser Bindegsubstanzen aus Ausläufern von

Zellen oder aus Zellen, die sich in die Länge gezogen haben, richtig, dann würde ich einen solchen Zusammenhang der Zelle mit der fibrillären Substanz einen morphologischen nennen. Wenn aber die Anordnung der Fibrillen im Faferknorpel eine solche ist, daß sie unzweifelhaft die Zellengebiete, wie sie im hyalinen Knorpel noch nachweisbar sind, nicht berücksichtigt; wenn die lammelläre Struktur der Knochen substanz sich als unabhängig von der Anordnung der Knochenzellen zeigt, dann glaube ich in diesen Fällen die Struktur der Grundsubstanz als morphologisch unabhängig von der Zelle bezeichnen zu dürfen.

Die als Beispiel hier angeführten Gewebe des Faferknorpels und der Knochen substanz gehören schon zu denjenigen Bildungen, deren volle Bedeutung man erst dann würdigt, wenn man aus der Befangenheit, welche ein so imponirendes System als die sogenannte Zellentheorie giebt, befreit ist; ich möchte dieses wenigstens von mir eingestehen; es sind aber nicht die einzigen, die hier in Betracht kommen. Daß das elastische Gewebe des Nackenbandes sich auch dann noch weiter entwickelt und wächst, wenn sämtliche celluläre Gebilde aus demselben verschwunden sind, ist von Henle in einem seiner Jahresberichte mit Recht als eine Thatfache betont, welche mit der Zellentheorie, so weit sie das ganze organische Werden und Sein auf die Zelle zurückführen will, unvereinbar ist. Die Versuche, Bindegewebsfibrillen und elastische Fasern als Anhängsel von Zellen oder aus letzteren erwachsen zu erklären, dürften doch nun nachgerade als vollständig gescheitert zu betrachten sein. Fast am bedeutsamsten aber möchte hier das Muskelgewebe sein. Das Primitivbündel als eine Zelle zu betrachten, war ja naheliegend, solange das Sarkolemma als Membran derselben galt und so lange die Bildung der quergestreiften Muskelfsubstanz im Unklaren war. Nun aber, wo Niemand mehr das Sarkolemma als eine Membran betrachtet, wo die Entstehung der fibrillären Substanz außerhalb des Muskelkörperchens, — die Cuticularisten würden consequenterweise sagen müssen: als eine Cuticula —, unzweifelhaft feststeht, ist doch außer einer vorgefaßten Meinung kein Grund mehr für die Zellennatur des Primitivbündels. Die Wagener'schen Untersuchungen, nach welchen im Hühnerembryo die Muskelfsubstanz zuerst als eine zarte fibrilläre Schicht ohne alle zelligen Elemente auftritt, müssen der vorgefaßten Meinung zu Liebe todtschwiegen werden; ebenso dessen Nachweis, daß die Primitivfibrille des Muskels unmittelbar in Bindegewebsfibrillen übergehen kann, was sich leicht im Schwanz von Batrachierlarven beobachten läßt. Dieses Faktum, das mir selbst schon vor längerer Zeit bei Untersuchungen, die auf anderes gerichtet waren, unabweisbar entgegenprang, hat mir selbst zuerst die Augen über vieles Andere geöffnet. Wie wenig das Primitivbündel auch in anderer Richtung einen abgeschlossenen Organismus darstellt, zeigt schon der merkwürdige Umstand, daß die Querstreifung ganz genau stimmend durch sämtliche Primitivbündel der Fasern hindurchgeht.

Ich muß hierbei wohl erwähnen, daß die pag. 177 u. ff. des Stricker'schen Handbuchs der Lehre von den Geweben von Schweigger-Seidel gegebene Darstellung der Herzmuskeln diesem nur scheinbar widerspricht. Der dort Fig. 40 und 41 abgebildete Umstand, daß die Querstruktur der Muskelfsubstanz stellenweis so prononziert ist, daß durch die verschiedensten Methoden die Bilder von Querscheidewänden dargestellt werden können, ist ebenfowenig ein Beweis, daß diese Fragmente von Muskelfsubstanz Zellen sind, als das häufige Zerfallen derselben in entsprechende Stücke. Die »Zelle« läßt sich allerdings vieles zumuthen, daß aber die »membranlose Muskelzelle« sich nun auf einmal flickenweise an gewissen Stellen unmotivirter Weise eine zuweilen fogar treppenförmige Membran zulegen soll, müßte doch einigen Verdacht erregen. Das Zerfallen der Muskelfaser in »Disks« ist doch eine so bekannte Thatfache und daß das bis jetzt unermittelte Strukturverhältniß, auf welchem es beruht, da besonders zur Geltung kommt, wo es sich, wie in diesen sogenannten Scheidewänden, so deutlich documentirt, kann doch nicht wohl anders sein. Ob diese Scheidewände die organische Struktur wirklich scheiden, das zu erörtern und zu untersuchen, hat Schweigger nicht für nöthig gehalten. Seine Zeichnungen, wenigstens Fig. 40 B, scheinen zu ergeben, daß sie es nicht thun, und daß die fibrilläre Struktur sich regelmäsig durch diese vermeintlichen Scheidewände hindurch fortsetzt. Ich werde weiterhin an den Panzern der Crustaceen und den Schalen der Muscheln und Schnecken zeigen, daß eine Querstruktur fibrillärer Organismen etwas sehr gewöhnliches ist, und daß sie häufig zur Bildung solcher »Scheidewände« sich potenzirt, die wir aber dort bestimmt, als die fibrilläre Struktur nicht

wirklich unterbrechend, nachweisen können. Unbefangener Weise scheint es mir unthunlich, das Muskelgewebe als etwas *sui generis* von den übrigen fibrillären Intercellularsubstanzen zu trennen, und wenn sich Wagener's Nachweis seiner nicht nur extracellulären, sondern sogar von den zelligen Elementen fast unabhängigen Entstehung weiterhin bestätigt, wird es dadurch noch bedeutfamer.

Ueberall im thierischen Organismus finden wir also extracelluläre, organifirte und die höchste Lebensthätigkeit zeigende Gebilde. Diesen Befund damit zu eskamotiren, dafs man sie mit dem weil zu viel und deshalb eben Nichts sagenden Worte »Protoplasma« oder »Cuticularbildung« belegt, ist der gerade Gegensatz eines soliden wissenschaftlichen Verfahrens. Liegt ein solches Feld von Geheimnissen vor uns, so haben wir es fachlich zu erforschen; wir haben ungenügende Untersuchungsmethoden durch andere zu ersetzen; wir haben nach analogen Objekten zu suchen, die gröfsere Klarheit als die bisherigen verschaffen etc.; aber was wir sicher nicht thun dürfen ist — die klaffende Lücke, die sich so in dem ganzen histiologischen Wissen zeigt, durch Worterfindungen maskiren zu wollen.

Resumé der Ei-Untersuchungen.

Die Ergebnisse einer genaueren Untersuchung der verschiedenen Hüllen, welche den Dotter sowohl des Vogel- als des Reptilieneies umgeben, sind der Ausgangspunkt für diejenigen Auffassungen gewesen, welche ich in der hier vorliegenden Arbeit bestätigen und weiter ausbilden konnte. Sie sind in der Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie in mehreren einzelnen Abhandlungen (Bd. XVIII 2, XIX 3, XX 1, XXI 1 u. ff.) niedergelegt. Ein kurzes Refumé, das allerdings nur als erläuternde Einleitung zu den Gesichtspunkten dienen sollte, welche sich aus diesen Arbeiten für die Systematik der Ornithologie und die Speziesfrage ergeben, ist in dem Cabanis'schen Journal für Ornithologie 1871 Nr. 112 mitgetheilt und in derselben Zeitschrift 1872 Nr. 119 sehr interessante Verhältnisse an sogenannten Doppel-eiern der Hausgans abgebildet und beschrieben. Endlich ist in Nr. 125 v. 1874 desselben Journals der Versuch gemacht, die spezifischen Unterschiede der grauen von der Rabenkrähe in einer längeren Untersuchungsreihe ihrer Eischalen nachzuweisen und die Verhältnisse ihrer häufig vorkommenden Verbastardirung zu verfolgen, ein Thema, das allerdings nicht direkt ein histiologisches, sondern wesentlich ein systematisches Interesse darbietet.

Diese Arbeiten haben sich zwar in einigen Fällen einer Erwähnung Anderer zu erfreuen gehabt, welche indess doch nur dahin ging, den Gedanken einer organisirten Beschaffenheit der Eihüllen als einen so fremdartigen zu betrachten, daß man in mitleidiger Schonung solcher Wunderlichkeit kurz darüber hinwegging. Indess fühle ich mich doch nicht so ganz in der Lage von George Primrose im Vicar von Wakefield, der mit einer Reihe unerhörter Paradoxen mindestens lebhaften Widerspruch zu erregen gedachte und sich schmerzlich darin täuschte. Es ist mir gar nicht eingefallen, Paradoxen aufzustellen, sondern ich habe eine beträchtliche Reihe vollständig untereinander harmonirender thatfächlicher Beobachtungen mitgetheilt, die in direktem und gänzlichem Widerspruch gegen diejenigen Hypothesen stehen, mit welchen man, obgleich sie unter sich ebenfalls in direktem Widerspruch standen, die Entstehung der Eihüllen zu erklären versuchte. Diese Thatfachen sind in allen denjenigen Einzelheiten, welche ihre Kritik ermöglichen, und in Begleitung von deutlichen Abbildungen publicirt. Meines Wissens ist bis jetzt auch nicht eine einzige derselben von Anderen auf einen Irrthum zurückgeführt worden, obgleich dieser bei Einzelheiten, wie es für Jeden, welcher derartige Untersuchungen kennt, selbstverständlich ist, wird geschehen können, und wie ich es in einigen nebenfächlichen Fällen im Fortschritt der Untersuchungen selbst zu thun hatte. Ebenfowenig ist mir ein Versuch bekannt geworden, die Schlusfolgerungen anzugreifen*), und dabei geht eine alles thatfächliche ignorirende Phraseologie bezüglich der Eihüllen munter fort.

Abgesehen von der Unbequemlichkeit dieser Thatfachen für gewisse eingerostete Hypothesen, ist übrigens das Beiseitelassen der ersteren sehr wohl daraus erklärlich, daß es sich dabei um Organifatio-

*) Ob in dieser Beziehung Folgendes anzuführen wäre, ist mindestens zweifelhaft. Die erste Basis für den Nachweis, daß Eiweiß, Schalenhaut und Schale des Vogeleies keine mechanischen Appendices sind, war mir, daß die Dotterhaut des gelegten Eies keineswegs identisch mit der des reifen Eierstockeies war. Ich betrachte Eiweiß und Schale einschließlic der *membrana vitellina* als eine organische Fortentwicklung der *Zona pellucida*. Kramer hat nun (Verh. d. Physik.-Med. Ges. zu Würzburg. Neue Folge 1. Bd. 3. Heft 1868) schon im Dotterhäutchen sehr junger Follikel Andeutungen einer Faserstruktur gefunden, und führt dieses in einer Form an, als ob er hierin eine Widerlegung meiner Auffassungen sähe, weil ich, während ich

nen und Gewebe handelt, welche direkt eine physiologische oder entwicklungsgeschichtliche Bedeutung nicht haben, und mit Recht richtet sich die Aufmerksamkeit der Forscher vorwiegend auf Gewebe und Organisationen, welchen eine solche Bedeutung zukommt.

Ist aber auch der Zweck der Eihüllen für die Entwicklung des Individuums nur ein vorübergehender, so hat ihre Struktur und die Theorie ihrer Bildung für eine philosophische Auffassung des organischen Sein und Werdens ganz dieselbe Bedeutung, als ob sie den höchsten physiologischen Zwecken dauernd dienen. Eine Theorie, welche mit dem Befunde bei denselben nicht bestehen kann, ist eben so unzulässig, als ob ihr durch die complicirtesten Verhältnisse der Sinnesorgane widersprochen würde, und gerade solche einfachere — dürfen wir sagen — niedere Organisationen sind besonders geeignet, die Verhältnisse klar und deutlich erkennen zu lassen.

Somit halte ich es für berechtigt, im Nachstehenden eine Darstellung der wesentlichsten Strukturverhältnisse der Eihüllen zu geben, indem ich mich auf die vorhin citirten Arbeiten als Belagstücke des hier in möglichster Kürze Gefagten beziehe, und nur einige, später festgestellte Thatfachen hinzufüge.

Dafs die *membrana testae* — das elastische, porzellanartig undurchsichtige Häutchen, das sich zwischen dem Eiweiß und der Kalkschale befindet, aus einem Filz glasartig durchsichtiger Fasern besteht, ist leicht zu erkennen und schon von Vielen beobachtet. Ein solches mit den elastischen Geweben sowohl äußerlich, als auch in seinem Verhalten gegen chemische Agentien vollständig übereinstimmendes Gebilde als ein mechanisches Produkt zu erklären, war natürlich nicht leicht, indessen mit einem so billigen Aushülfsmittel, wie dieses, es als: »das Sekret besonderer Drüsen, das bei dem Hervortreten aus der Drüsenöffnung erstarrt, wie das Sekret der Spinndrüsen bei den Araneen und Insectenlarven« zu betrachten, läßt sich viel ermöglichen. Noch origineller ist die Landoische Meinung, in diesen Fasern: »meist die Muskelzellen des Eileiters, wenn auch mit einzelnen Blutgefäßen untermengt« zu sehen.

In der Wirklichkeit besteht die Schalenhaut des Vogeleies aus zahlreichen aber untereinander verwachsenen und nicht streng gefonderten Lagen dichter Fasernetze. Durch Behandlung mit Natronlauge, welche das ganze Gewebe stark aufquellen macht und eine Kittsubstanz löst, lassen sich als Grundlage dieses Gewebes unverzweigte Fasern isoliren, die stark aufgequollen und dadurch schwach lichtbrechend sind, aber bei Zusatz von etwas Essigsäure sich wieder contrahiren und meist nun einen Durchmesser von $0,3-0,75\ \mu$ zeigen.

Diese Fasern sind in dem Gewebe durch die erwähnte Kittsubstanz zu Bändern und Balken verschiedener Dimensionen vereinigt und an den Punkten, wo sie quer übereinander liegen, fest verbunden.

In denjenigen Reptilieneiern, welche ich untersuchen konnte, ist eine solche Kittsubstanz gar nicht, oder nur in verschwindender Menge vorhanden. Die Fasern bleiben isolirt und sind niemals zu Balken oder Bändern verschmolzen, erreichen aber theilweis eine beträchtliche Dicke und zeigen namentlich an den Endpunkten keulenförmige Anschwellungen, auf deren Bedeutung ich zurückkommen werde. Ein röhrenförmiger Bau der Fasern, mindestens eine Differenzirung von Inhalt und Hülle ist hier häufig nachzuweisen.

Alles dieses sind Sachen, die einer mechanischen Bildung der Schalenhaut bestimmt entgegenstehen.

Das Dotterhäutchen, wie es sich sowohl im natürlichen, als gekochten Zustande leicht isoliren läßt, besteht aus mehreren Schichten. Als den Dotter begrenzend läßt sich in günstigen Fällen auf Falten ein schmaler hyaliner Saum bemerken, der beim gekochten Hühnerei cca. $1\ \mu$ Dicke hat.

Fasernetze in der *membrana vitellina* bei bestimmter Behandlung unzweideutig nachweisen ließen, bei derselben Behandlung fand, dafs das Dotterhäutchen des Eierstockeies nichts Aehnliches zeigt. Es besitzen nun die Eiweißschichten ebenfowohl als die *membrana testae* Fasernetze und ist es durchaus congruent, dafs ein Organismus, aus welchem Fasernetze erwachsen, Andeutungen derselben schon früher zeigt, und dafür, dafs nur die *membrana vitellina* dem Dotterhäutchen des Eierstockeies entspricht und beide identisch sind, ist mit der Kramerischen Beobachtung gar nichts bewiesen, aber — es ist doch wenigstens eine Redensart gemacht.

Auf diese Grenzschicht folgt eine zweite von ca. 4 μ Dicke, welche auf dem optischen Querschnitt der Falten ein für dieselbe sehr charakteristisches punktirtes Aussehen zeigt. Dieses rührt daher, daß diese Schicht von über einander liegenden Faernetzen gebildet wird, welche, wenn auch in weit geringeren Dimensionen, im Wesentlichen die Verhältnisse der Schalenhaut repetiren. Schon die Flächenansichten von Glycerinpräparaten ergeben mehr oder weniger bestimmte Andeutungen dieser Faferstruktur, die ja auch von Anderen schon beobachtet sind; in vollster Schönheit erscheinen die Faernetze aber nur auf trocknen Präparaten. Die Herstellung derselben ist eine so leichte und der Aufschluß, den sie über sonst verborgene Strukturverhältnisse gewähren, ein so wichtiger, daß ich ihrer Herstellung hier einige Bemerkungen widmen möchte.

Wird die feine Membran in feuchtem Zustande mit einem Wassertropfen auf den Objektträger gebracht, möglichst glatt ausgebreitet, ein Deckgläschen aufgelegt und durch sanften Druck zum Ansaugen gebracht, so ergibt ein solches Präparat, nachdem das Wasser vollständig verdunstet ist, Bilder von Strukturverhältnissen, die oft von überraschender Schönheit sind. Schon dadurch, daß das Medium, in welchem das Objekt sich befindet, Luft und nicht Wasser ist, muß jedes Relief, der stärkeren Differenz der Brechungsindices entsprechend, schärfer hervortreten; aber außerdem wird ohne Zweifel das Relief selbst ausgesprochener, indem zartere, durch Feuchtigkeit aufgequollene Theile beim Eintrocknen stärker schwinden, als derbere.

Wie schon früher beim Ei ist auch weiterhin im Laufe dieser Arbeiten mit gutem Erfolg häufiger Gebrauch von dieser Methode gemacht worden, und ich möchte sie in der Ueberzeugung, daß so manche jetzt für »strukturlos« erklärte Membrane dabei ihre Struktur zeigen könnten, aufs dringendste empfehlen.

Diese Präparate enthalten allerdings fast immer mißlungene Stellen, aber es genügt für den Zweck vollständig, wenn sie auch nur einzelne gelungene Stellen darbieten. An solchen sieht man nicht nur die Faernetze sich scharf abheben, sondern man kann auch an den Rifsändern die Dicke der Faern schätzen, die z. B. beim Schwan-Ei 1—0,8 μ beträgt. Man sieht dort auch, wie zwischen den Faern feine Membrane gespannt sind, innerhalb deren sich runde Perforationen zeigen.

Auf diese Faferfschicht folgen nach außen zu mehrere membranöse Lagen, welche beim Hühner-Ei in gekochtem Zustande 10—12,5 μ , in ungekochtem nur 3—3,5 μ Dicke haben, welche Differenz ebenfowohl daher rühren kann, daß ersteren Falles flüssiges Eiweiß, das zwischen den Membranen circulirte, coagulirt ist, letzteren Falles die Membrane sich theilweis ablösen. Diese Dimensionen würden überhaupt eine nur spezifische Bedeutung haben, denn bei den Eiern verschiedener Vogel-Arten sind die bezüglichen Verhältnisse sehr abweichend. So hat z. B. beim gekochten Schwanen-Ei die innere faferige Schicht 6 μ , die äußere glattere 28 μ Dicke, und auch in letzterer finden sich Zwischenschichten, bei denen eine im optischen Querschnitt bemerkbare, feine Punktirung auf Faern hindeutet, und der faferige Charakter tritt an Lamellen, die von dieser äußeren Schicht abgelöst und in der erwähnten Weise trocken präparirt sind, auch in der Flächenansicht mit Bestimmtheit hervor.

Noch beträchtlicher sind die Dimensionen des Dotterhäutchens beim Straußen- und Kafuar-Ei und noch bestimmter die Andeutungen alternirend gelagerter glatter und faferiger Schichten auf dem optischen Querschnitt, wenschon die Flächenansichten der trocknen Präparate die Faernetze nicht in derselben Schönheit, als bei Schwan-, Gänse- und Hühner-Eiern zeigen. Auch für das eigentliche Eiweiß läßt sich ein lamellärer und faferiger Charakter demonstrieren; wird das ganze Eiweiß einige Tage in Wasser gelegt, das öfter erneuert wird, bis ersteres seine Durchsichtigkeit verloren hat und eine membranöse Masse darstellt, und werden dann Stückchen derselben mit dem Deckglas breitgedrückt unter Wasser beobachtet, so treten neben den Falten der bekannten Membrane ganz zarte Faferzüge hervor; ebenso wenn von frischem Eiweiß mit Scheere und Pincette getrennte Stückchen unter dem nur auf zwei Kanten mit einer Mischung von Wachs und Pech angeschmolzenen Deckglase der Einwirkung des Wassers 24 bis 48 Stunden ausgesetzt werden. Werden diese Membrane von Vielen als ein Artefact, als ein Präzipitat durch die Einwirkung des Wassers betrachtet, so ist dem zu entgegen, daß aus einer solchen Präzipitirung vielleicht einfache Membrane, jedenfalls aber doch keine Faernetze hervorgehen könnten, und daß eine lamelläre Struktur der Eiweißhülle sich auch nachweisen läßt, ohne daß eine

Wasser-Einwirkung stattgefunden hat. Mäßig dünne Schnitte des hart gekochten Eiweisses in Glycerin eingelegt, lassen eine ziemlich regelmässige Schichtung und bei durchfallendem Licht durchsichtigere und weniger durchsichtige alternirende Lagen erkennen. Die undurchsichtigsten, keine Schichtung, aber eine feinkörnige Beschaffenheit zeigenden Stellen entsprechen dünnflüssigen strukturlosen Eiweissmassen. Die hellsten entsprechen membranösen Lagen, zwischen welchen sich nur schwächere flüssige Schichten, vielleicht auch dickflüssigeres Eiweiss befindet; denn wenn man filtrirtes dünnflüssiges Eiweiss coaguliren läßt, zeigen Schnitte davon die körnige, wenig durchsichtige Beschaffenheit, während das Coagulum der Eiweisslösung, wenn sie vorher durch Eindampfen concentrirt ist, durchsichtigere homogene Schnitte giebt.

Indem man ein hartgekochtes Ei erst mit einem glatten Schnitt theilt und dann ein System feiner, einzelner Schnitte anfertigt, läßt sich somit eine Uebersicht der Struktur der gefamten Eiweiss-hülle gewinnen. Diese ergibt, daß beim Hühner-Ei zunächst unter dem Schalenhäutchen eine vorwiegend membranöse, halb durchsichtige Schicht liegt. Dann folgen 5—6 sehr durchsichtige Lagen, durch undurchsichtige, mehr Flüssigkeit enthaltende getrennt, in regelmässiger concentrischer Anordnung, welche nur gegen die Pole hin unregelmässiger wird, indem sich dort aus diesen membranösen Lagen die Chalazen entwickeln, welche einen aus Membranen geschichteten, stark gekräuselten und gewundenen Strang bilden, der sich auf dem Dotterhäutchen wieder ausbreitet und dessen Schichten dort wieder angewachsen sind. Zwischen diesem äusseren lamellären Theil des Eiweisses, der den bei weitem grössten Theil desselben bildet, und dem Dotterhäutchen bleibt ein Raum, der mit dünnflüssigem, strukturlosem Eiweiss ausgefüllt ist, und innerhalb dessen der Dotter soweit fluktuiert, als es die derbere äussere Eiweisslage und die aufgerollten Chalazen gestatten, die ihn wie elastische Polster von den Polen abhalten, nicht aber, wie man früher annahm, Stränge bilden, mittelst deren er zwischen den Polen gewissermassen aufgehängt wäre. Der flüssige Zustand der inneren Eiweisschichten und das Fluktuiren des Dotters innerhalb derselben läßt sich auch durch Schnitte nachweisen, die durch Eier, welche in verschiedenen Stellungen ihrer Achse hart gekocht sind, geführt werden. Ueberhaupt zeigt diese ganze so leicht nachzuweisende Struktur des Eiweisses die Unrichtigkeit der zu Gunsten der mechanischen Erklärungsweise seines Entstehens erfundenen Behauptungen, daß die Eiweisslagen spiral aufgerollt seien, daß die inneren Schichten aus festerem Eiweiss beständen etc.

Die ganze Eiweiss-hülle bildet mit dem Dotter- und Schalenhäutchen einen auf dasselbe Bildungsprinzip — Membrane, die sich auf Fasernetze stützen — zurückzuführenden Organismus.

Die innere Fläche der Schale des Vogeleies besteht aus zitzenförmigen Fortsätzen, die ich der Kürze halber als die Mammillen der Schale bezeichnet habe, und welche mit ihren Endungen in die äusseren Schichten der Schalenhaut inserirt und von den Fasern der letzteren hier durchzogen sind. Hierdurch bildet sich ein zusammenhängender Luftraum, welcher nach innen mit den Intersticien der Schalenhaut, nach aussen durch die Porenkanäle der Schale mit der umgebenden Atmosphäre communicirt. Von dem Eiweiss sind diese Luftschichten nur dadurch getrennt, daß die Zwischenräume der innersten Fafer-schicht durch eine dieselben ausfüllende Membran geschlossen werden.

Die Struktur der Eischale läßt sich nur aus Dünnschliffen in verschiedener Richtung erforschen. Ihre Anfertigung erfordert bei dünneren Schalen gewisse Vorbereitungen und Handgriffe, welche im Wesentlichen in den oben citirten Arbeiten, namentlich in dem Journ. f. Ornithologie Nr. 112 angegeben sind. Ihre Erörterung würde hier zu weit führen, und bemerke ich nur, daß es mir gelungen ist, sogar von der nur 0,065 mm dicken Schale von *Troglodytes parvulus* einen brauchbaren Querschliff zu erlangen.

In der Grundsubstanz der Schale des Vogeleies sind die Kalksalze so innig mit dem organischen Substrat, das nach Behandlung mit Säuren zurückbleibt, verbunden, daß diese Grundsubstanz vollständig durchsichtig und homogen erscheint; aber dessen ungeachtet ist die Schale im Ganzen undurchsichtig, weil diese Grundsubstanz Massen runder Körperchen enthält, deren Brechungsindex ein wesentlich anderer ist. Ihre Grösse ist bei verschiedenen Eiern eine sehr verschiedene, aber innerhalb der Familien ziemlich übereinstimmend. Am beträchtlichsten habe ich sie bei dem Ei eines der grösseren Papageien mit $3,75 \mu$ gefunden. Dies dürfte aber eine seltene Ausnahme sein. Beim Strauß kann

ich sie nur auf 0,3—0,4 μ schätzen. Bei Gänsen und Schwänen sind sie noch kleiner, dagegen bei *Haliaeetus* und *Pelicanus* 0,8, bei *Larus* 1,1, bei *Uria* 2,5 und bei den Oscinen verhältnismässig groß mit 1,4—1,5 μ .

Bei schwächeren Vergrößerungen sind sie nur als dunkle Punkte bemerkbar machend, gestatten stärkere und eine sorgfältige Controle der Erscheinungen bei höherer und tieferer Einstellung den Nachweis, dass sie einen bedeutend geringeren Brechungsindex als die Grundsubstanz besitzen. Sie machen so den Eindruck von Hohlräumen, sind aber keineswegs einfache Hohlräume, sondern besitzen einen Inhalt, welcher, nachdem feine Schliffe von Schalen, bei denen wie bei *Uria troile* die Körperchen verhältnismässig beträchtliche Dimensionen haben, mit Chromsäure entkalkt sind, sich stärker lichtbrechend als die verbleibende Grundsubstanz herausstellt.

In Schildkröten- und Schlangen-Eierschalen finden sich, wenn auch viel vereinzelter, runde Körperchen, deren Dimensionen in letzteren zwischen 19 und 1,5 μ schwanken und deren Refraktionsverhältnisse vor und nach der Entkalkung mit Chromsäure ganz so wie die der kleinen Körperchen in der Vogel-Eischale sind. Dabei zeigen sie im Schlangenei eine deutliche, theils concentrisch geschichtete, theils radiar gestreifte Struktur (Abbildung in der Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoologie Bd. XX Taf. XXVII Fig. 11), und Andeutungen einer ähnlichen Struktur fand ich auch in den mit Chromsäure behandelten größten Körperchen der Vogel-Eischale. Dass sie in der unveränderten Grundsubstanz den Eindruck von Hohlräumen machen, liegt sonach nur darin, dass sie gar keinen oder wenigstens nur sehr geringen Kalkgehalt haben, und sie müssen als für die Genesis der Schale bedeutungsvolle Organismen um so mehr betrachtet werden, als ganz ähnliche Gebilde sowohl in den Schalenrudimenten unvollkommener, weichschaliger Vogel-Eier, als in den eigenthümlichen runden Körpern der Ei-Schalenhaut von *Trogopogon natrix*, die ich als Anfänge einer Kalkschalenbildung betrachten muss, vorkommen. Ehe ich auf letztere näher eingehe, soll aber die Beschreibung der Verhältnisse der Vogel-Eischale vervollständigt werden.

Die runden Körperchen sind in der Grundsubstanz nicht so gleichmässig vertheilt, dass die Trübung oder Undurchsichtigkeit der Letzteren eine gleichmässige ist, und ihre regelmässige Anordnung in Gruppen oder Schichten giebt sowohl bei Flächen- als bei Querschliffen Bilder, welche für die Genera, Familien oder Ordnungen, welchen die betreffenden Eier angehören, oft sehr charakteristisch und von grosser Zierlichkeit sein können, indem bei schwacher Vergrößerung die einzelnen Körperchen nicht mehr zu erkennen sind und bei durchfallendem Licht nur in ihrer Gesammtheit verdunkelnd wirken.

Bei dieser Gruppierung und Schichtung spricht mit, dass in der Eischale zwei Strukturverhältnisse gleichzeitig vorhanden sind: erstens eine feine lamelläre Schichtung, welche im äusseren Theil der Schalen der Oberfläche parallel liegt, aber in den Mammillen sich wie die Segmente mehr oder weniger gewölbter Kugeln verhält. Das gemeinsame Centrum dieser sphärischen Schichtung liegt in der Infertion der Mammillen in die Schalenhaut oder wenigstens in der Richtung derselben, wenn auch weit über dieselbe hinaus. Zweitens besteht eine Gliederung der Schale in Säulen, deren Achsen im Allgemeinen zum Centrum des Eies radial gestellt sind, aber in den Mammillen gegen den Mittelpunkt ihrer Endung convergiren.

Bei manchen Eiern schliesst sich die Anordnung der Körperchen, welche die erwähnten dunkeln Zeichnungen der Schliffe bei durchfallendem Licht veranlassen, ziemlich eng an diese Strukturverhältnisse an: so zeigen die Eischalen der Struthioniden auf den Quer- oder Radialschliffen eine entsprechende feine Streifung, indem die Körnchen in Schichten zusammengelagert sind, zwischen welchen die Grundsubstanz lagenweis durchsichtig bleibt; und auf Flächen- oder Tangentialschliffen wenigstens in den inneren Schalenfächern ausserordentlich zierliche Zeichnungen von dunkeln Dreiecken mit hellen Zwischenräumen, welche den Querschnitten dunkler Säulen entsprechen, weshalb dort auch die Radialschliffe eine entsprechende, senkrecht auf die Schalenfläche gerichtete Streifung erkennen lassen. (Vergl. die Abbildungen in der Zeitschr. f. wissensch. Zoologie Bd. XVIII, Taf. XIII, Fig. 4 und 6, Taf. XIV Fig. 7, 8 und 9 und Bd. XXI, Taf. XXV, Fig. 1, 2, 4 u. 6 etc.).

Die Schliffe anderer Eischalen geben viel einfachere Bilder. Sehr häufig bietet der grösste Theil der Radialschliffe nur eine gleichmässig bis zur Undurchsichtigkeit getrübe Masse, während nur

die Mammillen durchsichtig oder durch unregelmässig eingesprengte Körner mässig getrübt sind. Letzteres ist der Fall bei sämmtlichen von mir untersuchten Oscinen; aber auch in der Grundsubstanz selbst ist die erwähnte lamelläre Schichtung und prismatische Gliederung nicht nur durch diese dunkeln Zeichnungen markirt, sondern ebenso bestimmt bei mit Chromsäure entkalkten Schliffen an dem Substrat, welches die Grundsubstanz hinterlässt, zu erkennen.

Sehr charakteristisch für die organisirte Beschaffenheit der Eischale sind die verzweigten Porenkanäle, die bei den Struthioniden einschliesslich des neuseeländischen *Dinornis* und des, wie dieser letztere ausgestorbenen *Aepyornis* von Madagaskar, vorkommen. Es ist ganz unerfindlich, wie eine solche Bildung der Porenkanäle das Resultat einer mechanischen Apposition der Schale sein könnte.

Bei den äussersten Schichten der Schale kommen mannichfache, auch in systematischer Beziehung wichtige Abweichungen vor. Zuweilen ein biegsames, in Carmin sich lebhaft röthendes Oberhäutchen (Puter), ein schmelzartiger durchsichtiger Ueberzug bei den Struthioniden, sehr complizirte, ohne Abbildungen nicht zu verdeutlichende Verhältnisse bei den Lamellirostren, wobei für die alten Genera *Cygnus*, *Anser* und *Anas* charakteristische Unterschiede auftreten; ein eigenthümlicher kreideartiger Ueberzug, der nur vereinzelte organisirte Elemente zu enthalten scheint, bei den Steganopoden; eine Durchbohrung der äusseren Schichten mit dicht stehenden, tiefen Grübchen, so dass Flächenchliffe ein siebartiges Ansehen haben, bei *Upupa*; ähnliche, aber tiefer eindringende und nicht ganz so dicht stehende Kanäle bei *Ciconia* und bei den meisten Tag-Raubvögeln, von denen aber mindestens *Sarcophamphus* eine Ausnahme macht etc. etc.

Nur eine einzige in der Entwicklung begriffene Eischale habe ich zu untersuchen Gelegenheit gehabt. Herr Dr. B. Buchheim in Gießen, der sich ebenfalls erfolgreich mit Eischalen-Schliffen beschäftigt hatte, über sandte mir zur Einsicht mit solchen Präparaten, auch die in Glycerin gelegte Schale eines dem Oviduct entnommenen halbreifen Eies von *Hirundo riparia* und hatte später die grosse Güte, mir den in Spiritus conservirten Rest dieser Eischale zur Disposition zu stellen. Die Flächenansicht derselben stimmt mit dem überein, was schon Purkinje von der Schale eines unreifen Hühner-Eies richtig abgebildet hat. Die Rudimente der Schale, resp. der Mammillen, zeigen sich als eckige Körper in solcher Weise, dass es wohl begreiflich wird, wie sie, wenn man sich mit der Betrachtung der Flächenansichten begnügt, irrtümlich für Crystallificationen von Kalksalzen, welche sich auf die äussere Fläche der Eihaut absetzen, gehalten werden können. Der Vergleich der nach meinen Präparaten gefertigten Abbildung Fig. I B, Taf. I, wird dieses bestätigen.

Verfolgt man indessen dasjenige, was sich ergibt, wenn man die weiche Eischale so in eine Falte legt, dass sich ihre Oberfläche auf der äusseren Seite der Falte befindet, so schwindet diese Täuschung. Man sieht dann, dass die äussere Fläche der Eischale aus einer feinen Membran besteht, und dass die Schalenrudimente sich innerhalb derselben gebildet haben; dass letztere ferner in der Seitenansicht, welche die Falte gewährt, sich als platte Körper darstellen, welche durchaus keinen crystallinischen Charakter tragen. (Vergl. a bei Fig I B.)

Im Wesentlichen dasselbe ergeben Querschnitte dieser weichen Eischale (Fig. I A). Die harten Schalenrudimente verhindern, indem sie dem Messer ausweichen, häufig einen glatten reinen Schnitt, und meistens reißt durch denselben das zarte äussere Häutchen ein, so dass nur ausnahmsweise so günstige Stellen, als die in Fig. I A gezeichnete, in den Präparaten vorkommen, und auch beim Legen der Falten reißt das äussere Häutchen, sobald der Druck des Deckglases zu stark ist, ein, und die Schalenrudimente stehen dann freilich auf den Rissstellen hervor, aber gerade auf diesen Stellen lässt sich andererseits die Existenz des Häutchens an den Lappen und Fetzen, die von demselben übrig bleiben, am bestimtesten nachweisen.

Meine derartigen Präparate sind nun über 3 Jahre alt und in Folge eines übersehenen schwachen Säuregehalts des Glycerins, in welches sie damals gelegt wurden, ist ein Theil derselben so verändert, dass von den Schalenrudimenten nur ein entkalkter Rückstand von mehr oder weniger unbestimmter Gestalt geblieben ist. In denjenigen Präparaten, nach welchen die Zeichnungen gemacht wurden, sind die Formen im Wesentlichen noch unverändert, wenn auch vielleicht etwas weniger scharf, als sie ursprünglich waren, und jedenfalls ist das entscheidende Verhältniss, dass die Anfänge der Schale sich

nicht auf der Schalenhaut, sondern innerhalb ihrer äußeren Schicht bilden, noch deutlich zu erkennen.

Diejenigen weichschaligen Eier, welche von Haushühnern und Putern herrührend, nicht dem Oviduct entnommen, sondern in weichem Zustande gelegt sind, entsprechen nicht Entwicklungsstufen der Schale, sondern sie sind Monstrositäten. In der Z. f. wissensch. Zool. Bd. XIX, Taf. XXVII, Fig. 12 u. 13 habe ich Abbildungen von einem solchen weichschaligen Puter-Ei gegeben. Auch Präparate von derartigen Hühner-Eiern stimmen mit jenem darin überein, daß die Schalenrudimente durchaus keinen crystallinischen Charakter besitzen, aber sich nicht unter einem Oberhäutchen gebildet haben, sondern frei der Faferhaut aufsitzen. Man wird annehmen dürfen, daß es das Fehlen des Oberhäutchens ist, welches das Wesen dieser Teratologie ausmacht.

Bei den Eiern verschiedener Reptilien findet sich auch die normale Schalenbildung in so verschiedenen Zuständen, daß hier vielleicht das beste Objekt vorliegt, um das Wesen derselben klar zu stellen.

Es kommen Schlangen-Eier vor, deren Hülle nur aus einem ziemlich losen Filz feiner Fasern besteht, und wo nur zuweilen an den Enden der Fasern keulenförmige Anschwellungen beobachtet werden können. Solche Anschwellungen hatte ich auch in der äußersten Schicht der Faferhaut eines hartschaligen Schlangen-Eies nach Auflösung der Schale in Salzsäure beobachtet (a. a. O. Bd. XIX, pag. 332. Abbildung Bd. XXI, Taf. VII, Fig. I). Besonders instruktiv tritt dieses Verhältniß bei der Eischale der Ringelnatter auf, wo diese Anschwellungen bis zu rundlichen abgeplatteten Körpern entwickelt sind, welche unter einer äußeren Hautschicht ein dichtes Pflaster bilden.

Dieses Vorkommen ist a. a. O. Bd. XXI, Heft 1 ausführlich abgehandelt und mit Abbildungen erläutert, und soll hier nur in der Kürze angeführt werden, daß diese Körper, wenn sie durch Zerzupfen isoliert sind, sich aus den mehr oder weniger verdickten Fasern hervorgehend zeigen und daß sie eine äußere Hülle, welche die Fortsetzung der Fafersubstanz ist, und innerhalb derselben einen feinkörnigen Inhalt, häufig auch kernähnliche Einschlüsse besitzen. Die feinen Körnchen machen bei Balsam-Präparaten ganz denselben Eindruck, als diejenigen Körnchen, welche die Undurchsichtigkeit der Vogel-Eischale bewirken. Derselbe körnige Inhalt findet sich auch in den verdickten Enden der Fasern und steht mit dem der runden Körper in Verbindung. Auch die feinsten Fasern können in Balsampräparaten einen durch Luftsinschlüsse bezeichneten, röhrenförmigen Charakter, mindestens eine Differenzirung des Inhalts von der äußeren Schicht erkennen lassen. Ein Kalkgehalt der Natter-Eischale ist vorhanden und durch schwache Gasentwicklung bei Säureeinwirkung nachweisbar, er ist aber noch sehr gering.

Die lederartigen Schalen von den Eiern der Schildkröten und gewisser Schlangen zeigen schon eine größere Ausbildung der Schale. Die Faferhaut ist mit einer dichten Lage verkalkter Buckeln besetzt, die ähnlich den Mammillen der Vogel-Eischale in die Faferhaut inseriert sind und auch in ihrer concentrischen Schichtung und den körnigen Einschlüssen ihrer Substanz große Analogie mit jenen haben; auch sind sie keineswegs einfache Kalkablagerungen, wie frühere Beobachter anführen, sondern sie hinterlassen bei Behandlung mit Chromsäure einen erheblichen organischen Rückstand, welcher die frühere Struktur in allen Einzelheiten beibehält. (Vergl. a. a. O. Bd. XIX, Heft 3 Taf. XXVI Fig. 5—8.)

Wo, wie bei gewissen Schlangen-Eiern, eine weitere Fortentwicklung dieser Buckeln eintritt, müssen sie nothwendig zu einer festen starren Schale verschmelzen, womit dann dasselbe als beim Vogel-Ei vorliegt (ibid. Taf. XXVII Fig. 9).

Durch diese Zurückführung der Genesis der Schale auf die Fasern der Schalenhaut erkennen wir in sämtlichen Eihüllen einen einheitlichen Organismus, der morphologisch eine Fortentwicklung der Membran der Eizelle darstellt, unbeschadet dessen, daß das Rohmaterial, aus welchem er sich aufbaut, in Sekreten der Drüsen des Oviducts bestehen mag.

In den mehrfach citirten Arbeiten sind mancherlei Schalen monströser Eier abgehandelt worden. In der That bieten sich hier Verhältnisse dar, welche die direktesten Beweise dafür liefern, daß die Schale nicht eine mechanische Apposition, sondern etwas organisches, aus dem Ei erwachsenes ist,

indem teratologischen Verhältnissen des Eies meist auch eine abweichende Struktur und Bildung der Schale entspricht: so ist erstere bei den kleinen sogenannten Spur-Eiern des Haushuhns wesentlich anders, als bei den normalen Eiern desselben; so entspricht abnormen Formen der Eischale auch eine abnorme Struktur oder abnorme Dicke, und endlich finden sich auch bei Eiern, deren Inhalt normal ist, Teratologien der Schale selbst, deren Entstehung auf mechanische Motive gar nicht zurückgeführt werden kann (vergl. a. a. O. Bd. XIX, H. 3, Taf. XXVII u. XXVIII, Fig. 14—18).

Diese Verhältnisse seien hiermit nur erwähnt, so wie auf die unzweifelhaft hervortretende systematische Bedeutung der Eischalenstruktur nur insoweit hingewiesen wird, als sie bei einer mechanischen Entstehung der Schale ebenso befremdlich, als bei einer organischen Zugehörigkeit zum Ei-individuum selbstverständlich ist; dagegen möchte ich auf einen interessanten Befund bei Doppel-Eiern der Hausgans etwas näher eingehen, weil er nur, wie Eingangs angeführt, in isolirter Weise in dem Cabanis'schen Journal für Ornithologie publicirt ist. Während in allen untersuchten Doppel-Eiern vom Haushuhn die beiden Dotter, jeder von einem besondern Dotterhäutchen umgeben, in der inneren flüssigen Eiweißmasse fluktuiren, und nur die äußeren membranösen Eiweißschichten für beide gemeinsam sind (vergl. Z. f. wissensch. Zool., Bd. XIX, Taf. XXVIII, Fig. 23 A), und dasselbe Verhältniss auch bei einzelnen Gänse-Doppel-Eiern vorkam, sind mir zwei solche Gänse-Eier zugegangen, bei welchen die beiden Dotter von einer gemeinsamen Dotterhaut, außer dieser aber jeder von einer besondern umgeben war.

In Fig. 2, Taf. I ist, um die Beschreibung abkürzen zu können, der Durchschnitt eines dieser beiden Eier in der Hälfte der wirklichen GröÙe gezeichnet, um aber dabei die Beziehungen des gemeinsamen und der beiden partikularen Dotterhäutchen zu einander zu verdeutlichen, mußten sie in einer, das wirkliche Verhältniss um das 35fache überschreitenden Dicke gezeichnet werden; denn das erstere Häutchen ist nur 21 μ und die letzteren nur 16 μ dick. Detailzeichnungen findet man im Journ. f. Ornithol. 1872 Nr. 119, Taf. II. Die partikularen Dotterhäutchen haben dieselbe Struktur, als beim normalen Gänse-Ei, nur in etwas geringeren Dimensionen, als sich dieselben bei dem von letzterem untersuchten Individuum ergeben. Von innen aus folgt im Querschnitt auf einen schmalen, hyalin erscheinenden Saum eine Faserschicht, die, wie es bei diesen Faßerhäutchen immer der Fall ist, in dieser Ansicht punktiert erscheint, und hierauf eine Anzahl glatt erscheinender Schichten, welche da, wo die beiden Dotter fest aneinander gepreßt sind, fast ganz verschwinden. Diesen liegt, außer da wo der in der Zeichnung mit e bezeichnete ringförmige, mit flüssigem Eiweiß gefüllte Raum die inneren partikularen von dem äußeren gemeinschaftlichen Häutchen trennt, das letztere mit einer Faserschicht dicht auf. Auch die äußerste Lage desselben wird wieder durch eine solche Faserschicht gebildet, während zwischen den beiden Faserschichten 4—5 membranöse glatte Lagen sich befinden.

Dafs die Struktur dieser Faserschichten des gemeinsamen Dotterhäutchens genau dieselbe als bei dem eigentlichen Dotterhäutchen ist, war ein zu wichtiger Punkt, als dafs sein Nachweis lediglich dem, wenn auch noch so charakteristischen Bilde der optischen Querschnitte hätte entnommen werden können. Mehrfach sind trockene Präparate von der äußersten Schicht des gemeinsamen Dotterhäutchens angefertigt, und deren Flächenansichten gewähren das nicht zu verkennende schöne Bild der für das Dotterhäutchen so charakteristischen Faßernetze, wenn auch dem unbewaffneten Auge dieses Häutchen aus den übrigen Eiweißschichten nicht besonders auffallend entgegentritt; schält man indeß die beiden Dotter mit dem Dotterhäutchen aus dem hartgekochten Ei aus, so bleiben sie in Verbindung mit der Eiweißschicht e und es läßt sich dann das Material zu den erwähnten trocknen Präparaten durch Ablösung mit dem Pinsel leicht gewinnen.

Eine besondere Genugthuung gewährt es, so mit einem einzigen glücklich aufgefundenen und dann sorgfältig untersuchten Objekt ganze Columnen phantastischer Erklärereien aus dem Felde schlagen zu können. Der fonderbaren Idee, die Doppel-Eier aus zwei zufällig im Oviduct zusammengerauthenen Dottern entstehen zu lassen, braucht kaum gedacht zu werden. Das Vorkommen von normalem Eiweiß innerhalb der Schichten der Dotterhaut ist ein Beweis, dafs es dort gebildet ist, also nicht blofs äußerlich angesetzt sein kann. Auch die Erklärung der Dotterhaut als eines Sekrets der Epithelzellen, fällt mit dem obschon nur teratologischen Vorkommen einer solchen doppelten Dotterhaut in

sich zusammen, und gerade der Umstand, daß eine gemeinschaftliche Dotterhaut nur als seltene Ausnahme bei den Eiern mit doppelten Dottern vorzukommen scheint, daß wenigstens jedenfalls häufig Doppel-Eier dieselbe nicht besitzen, ist der deutliche Hinweis darauf, daß die Dotterhaut überhaupt gar nichts von den übrigen Eiweißschichten genetisch verschiedenes ist, wie sie ja auch dieselben Strukturelemente enthält, und bei ihr die Fasernetze, die in den übrigen Eiweißschichten zarter und undeutlicher sind, nur stärker und bestimmter hervortreten. In noch höherem Grade ist dieses dann bei der Schalenhaut der Fall.

Müssen wir die Eihüllen als aus der *Zona pellucida* des Eierstock-Eies — also der typischen Zellmembran — entwickelt acceptiren, so ist damit freilich der älteren Zelltheorie noch in Nichts zu nahe getreten, es reihen sich sogar die Intercellularsubstanzen, soweit sie wie beim Knorpel auf Zellenterritorien zurückzuführen sind, noch glücklicher in dieselbe ein; und indem die Doppel-Eier, so betrachtet, die fortdauernde Entwicklungsfähigkeit der Mutterzelle, auch nachdem ihr Inhalt in Tochterzellen zerfallen ist, illustriren, verursachen auch sie keine Schwierigkeit. Bedenklicher wird die Sache, wenn bei gewissen Schlangen eine ganze Reihe von vollständigen, mit Schale versehenen Eiern durch eine wurstförmige, aber zwischen den einzelnen Eiern eingeschnürte Hülle zu einem Strange verbunden ist. In Bd. XXI, H. 1 d. Zeitschr. f. wissensch. Zool. habe ich ein solches Vorkommen ausführlich beschrieben und auf Taf. VII, Fig. 11—13 die merkwürdigen Strukturverhältnisse dieser Hüllhaut dargestellt: Verhältnisse, die so eigenthümlich sind, daß es schwierig ist, auf dem ganzen Gebiete der Histologie Anknüpfungspunkte für sie zu finden. Aber gerade dieses macht um so größere Vorsicht in der Verwerthung einer so isolirten Beobachtung an einem unvollständigen und schon längere Zeit in Spiritus aufbewahrten Objekt nöthig, und ich blieb, wie a. a. O. ausführlicher erörtert ist, zweifelhaft, ob ich dieses Gebilde als ein Analogon der Dotterhaut, oder als eine Fortentwicklung der *membrana propria* der Follikel oder endlich nur als eine dann allerdings ganz singuläre Form des Bindegewebes annehmen sollte. Jetzt würde ich diese drei Alternativen gar nicht mehr als sich unbedingt ausschließende betrachten, doch eine solche Heterodoxie wird vielleicht erst am Schluß dieser Arbeit verständlicher werden.

Welches auch die Bedeutung dieser Eier-Convolute, wo sie bei Schlangen vorkommen, sein mag, so ist eine Verbindung der Eier zu Schnüren oder Klumpen durch ein zu den Eihüllen gehöriges Gewebe bei den Batrachiern unzweifelhaft etwas normales. Wie es möglich gewesen ist, die zähen und resistenten, kaum anders als mit schneidenden Instrumenten zu zertrennenden Schnüre des Laichs von *Bufo cinereus* als ein schleimiges Sekret zu betrachten, während sie sich doch schon in ihrem äußerlichen Verhalten so bestimmt als ein Gewebe, also als einen Organismus manifestiren, gehört zu den Dingen, über welche man sich der Verwunderung schwer entwöhnt.

Auch über dieses Gewebe habe ich in dem zuletzt citirten Heft der Z. f. wissensch. Zool. einige Beobachtungen mitgetheilt und in Fig. 18 eine Abbildung der von Fasergerüsten gestützten Membran, aus welchen es sich aufbaut, gegeben. Es reiht sich damit vollständig dem Eiweiß der Vogel-Eier an.

Hier ist es kaum noch möglich, diese Faserhäute, die doch theilweise für die ganze Laichschnur gemeinsame und zusammenhängende sind, als Zellmembran zu betrachten, und sicher ist dieses unmöglich für die Membran, welche den hinteren Theil der Eiröhren der *Lepidopteren* auskleidet und sich durch Einschnürung zur Eischale entwickelt.

Dieses Verhältnisses habe ich ebenfalls in der zuletzt citirten Abhandlung schon erwähnt, und in demselben Bande pag. 325 u. ff. die auf Taf. XXIV B davon gegebenen Abbildungen erläutert. Die Resultate sollen ihrer Wichtigkeit wegen hier wiederholt werden.

Schon im Keimfach, wo gefonderte Eier noch nicht nachzuweisen sind, hingegen eine unbestimmte Zellenmasse die Eiröhre erfüllt, läßt sich innerhalb des eigentlichen Eierstocks, welcher außer einer mit Kernen besetzten Membran muskulöse Elemente enthält, eine zweite glashelle glatte Membran erkennen, welche das Keimfach röhrenförmig auskleidet. Sobald eine Gruppierung der Zellen zu Eiern*) erkennbar wird, bemerkt man ein eigenthümliches faseriges Gewebe, welches diese Gruppen

*) Consequenter Weise dürften die Eier der Arthropoden nicht als solche, sondern nur als Follikel bezeichnet werden, wenn man mit ersterem Ausdruck nur etwas dem Ei der *Vertebraten* analoges bezeichnen will, denn der Organismus, aus welchem

von einander scheidet, und diesen Scheidewänden entsprechend eine leichte Einschnürung der erwähnten Membran.

Während mit fortchreitender Entwicklung das Ei in allen feinen Theilen wächst und auch diese Membran sich verdickt, wird die Abschnürung der einzelnen Eier eine immer tiefere und ausgesprochenere, bis sie endlich eine so vollständige ist, daß sich jedes Ei von einer geforderten, aus dieser früher röhrenförmigen Membran hervorgegangenen Schale umgeben darstellt, auf welcher Schale in ihren letzten Entwicklungsstadien die für die Genera oder Species charakteristischen Sculpturen etc. hervortreten können.

Die Schale der Eier der Arthropoden oder der einzelnen Follikel ihrer Eiröhre entwickelt sich also als ein fortwachsender Organismus, als Theilstück einer Membran, die wir, dem allerdings in dieser Beziehung nicht sehr prägnanten Sprachgebrauch folgend, als *membrana propria* der Eiröhre bezeichnen müssen, zur Eischale, indem sie einem in ihr selbst liegenden morphologischen Motiv folgt. Diese Entwicklung läßt sich nicht auf den bestimmenden Einfluß einer einzelnen Zelle zurückführen, wennschon selbstverständlich physiologische Beziehungen dieser Entwicklung zu dem Leben der anstoßenden Zellengruppen stattfinden müssen.

Was also bei dem Doppel-Ei noch nicht mit Nothwendigkeit entgegentrat und bei den Einschnüren von Schlangen und Batrachiern in einen gewissen Zweifel gehüllt blieb, finden wir hier in unabweisbarer Bestimmtheit, nämlich: einen Organismus, der in morphologischer Unabhängigkeit von der Zelle besteht und sich selbstständig neben der Zellenform entwickelt.

Aber bei allem Streben, solche Befunde unbefangen und unbeeinflusst von hypothetischen Voraussetzungen aufzufassen, wird die Forschung nur zu leicht irregeführt, und wo diese Befunde eine so tief greifende Bedeutung haben, ist es freilich nothwendig, sie auf einem breiteren Felde und an verschiedenartigen Objecten zu bestätigen. Diese Erwägung führte auf ein eingehendes Studium der Crustaceen-Panzer und Mollusken-Gehäuse, und ich denke im Folgenden an ihnen zeigen zu können, in welchem großen Umfange der thierische Körper lebende Organisationen darbietet, die von cellulären Formen gänzlich unabhängig sind, zunächst müssen hier aber noch einige Nachträge zu den Beobachtungen an Eiern Raum finden.

Die Schale des Eies der Lamprete (*Petromyzon marinus*).

Die Schale des Fischeies ist ein schon häufig untersuchter, aber doch noch nicht erschöpfter Gegenstand. Ganz gelegentlich erlangte ich frisch gelegte Eier einer Lamprete, die als ein hier selten vorkommender Fisch einige Zeit lebend conservirt wurde, und in dem Behälter gelaicht hatte. Die Eier wurden zunächst in verdünntem Spiritus beobachtet, da die Hülle derselben in Wasser quillt und dann noch zerstörbarer wird. Werden sie unter dem Deckglase vorsichtig zerdrückt, so finden sich Stellen, wo man den optischen Querschnitt der Hüllen unschwer beobachten kann. Starke Vergrößerungen lassen deutlich erkennen, daß dieselben aus vier verschiedenen Schichten bestehen. (Vergl.

das Räupchen hervorgeht, enthält, wie längst bekannt, innerhalb seiner eigenthümlich gebauten Schale nicht nur die Eizelle, sondern auch die Zellen des Epithels und die m. A. n. ganz willkürlich als Dotterbildungs-Zellen bezeichneten. Es ist also in der That der Follikel, der hier *in toto* von dem Eierstock ausgestoßen wird. Sicher ist manche Unklarheit dadurch entstanden, daß man, dem vulgären Sprachgebrauch folgend, hier von Eiern gesprochen hat, ohne den wesentlichen Unterschied, der zwischen ihnen und den Eiern der *Vertebraten* besteht, immer im Auge zu behalten; aber es ist in der That nicht leicht, eine consequente Terminologie durchzuführen, und ich werde, nachdem so dem Mißverständniß vorgebeugt sein wird, mich nicht scheuen, auch hier die Bezeichnung: Ei zu gebrauchen.

Taf. I, Fig. 3.) Die äußerste a bei A, wenig über $7\ \mu$ dick, ist radiär gestreift, löst sich namentlich bei Wassereinwirkung leicht von den inneren ab und ist durch eine scharfe Linie gegen die ihr folgende (b bei A) abgegrenzt. Trotz dieser scharfen Abgrenzung setzt sich die Streifung continuirlich in Letztere fort. Da diese aber nur $1\ \mu$ Dicke hat, stellt sie sich, namentlich wo die äußere Schicht sich abgelöst hat, mehr wie ein aus Perlen bestehender Saum der dritten Schicht (c) dar. Letztere ca. $3,5\ \mu$ dick erscheint vollständig hyalin und ist an ihrer innern Seite durch eine ganz zarte, wenig über $0,5\ \mu$ dicke Schicht begrenzt, die nur mit ganz starken Systemen (Gundlach VIII à immers.), aber auch da wenig deutlich ebenfalls als ein solcher perliger Saum erscheint und den Dotter-Elementen unmittelbar aufliegt. Die Figur zeigt zwischen ihr und dem Dotter einen leeren Raum, welcher durch die Contraction des Letzteren entstanden ist. Die gesammte Dicke der Eihülle beträgt sonach in verdünntem Spiritus nur etwas über $12\ \mu$. Die Verführung liegt nah, in diesen Schichten Analoga der Hüllen des Vogel-Eies zu sehen. Der innerste punktirte Saum ließe sich dem Dotterhäutchen zur Seite stellen, und seine Punktirung könnte allerdings sehr wohl der Ausdruck einer Faferfschicht sein; die hyaline Schicht dem Eiweiß *sensu strictiori*, und die äußeren Schichten der Schalenhaut und der Schale; aber solche vage Vermuthungen sind unzulässig, wo eine Beobachtung sich so an den Grenzen des möglichen Erkennens bewegt, daß durch die Bilder, welche sie gewährt, die wirklichen Strukturverhältnisse nur theilweise mit Bestimmtheit erschlossen werden. Constatirt ist nur, daß die Dotterhülle des Lampreten-Eies annähernd dieselbe Complication der Struktur als die Hüllen des Vogel-Eidotters besitzt. Dieses Resultat, das übrigens mit früheren Beobachtungen Anderer an Fisch-Ei-Schalen harmonirt, ist kein unwichtiges gegenüber den wunderlichen Erklärungsversuchen, die man für die Struktur der Hüllen des Vogel-Eies und sogar für die einfacheren Verhältnisse und die Existenz der noch unentwickelten Dotterhaut für nöthig gehalten hat, als ob eine Erklärung dafür, daß ein Organismus wächst und daß seine Struktur eine complicirte ist, nothwendig oder möglich wäre.

In einer Beziehung läßt sich übrigens die Struktur unseres Objectes soweit verfolgen, daß sie eine besonders interessante Nutzenanwendung gestattet, und war dieses die wesentliche Veranlassung, von der etwas einzeln dastehenden Untersuchung Act zu nehmen.

Wo die Schale des Lampreten-Eies in günstiger Weise so isolirt ist, daß sie vom Dotter nicht getrübbte Flächenansichten darbietet, läßt sie eine ganz feine Punktirung erkennen, welche der entsprechende Ausdruck der radiären Streifung des Querschnitts der äußeren Schicht ist. Vorsichtige Handhabung der Einstellung des Mikroskops gestattet dann, zu ermitteln, daß diese Punkte nichts negatives, sondern etwas positives sind, d. h. sie erscheinen bei tiefer Einstellung dunkel auf hellem Grunde und bei hoher Einstellung hell auf dunkeln Grunde, wie dies in Fig. 3 B a u. b veranschaulicht ist*). Hieraus folgt mit Bestimmtheit, daß die radiäre Streifung keineswegs der Ausdruck von Porenkanälen, sondern nur von Stäbchen oder Fasern, die als dichtere Cylinderchen in einem weniger dichten Medium stehen, sein kann.

*) Dieses einfache und sichere Verfahren, Formverhältnisse mikroskopischer Objecte festzustellen, hat m. W. zuerst Welcker angewendet und empfohlen, um Hervorragungen und Vertiefungen an deren Oberfläche zu unterscheiden; aber es ist ebenso anwendbar, um zu bestimmen, ob ein innerhalb eines Gewebes auftretendes Accidens ein Körnchen oder ein Hohlraum ist; allgemeiner und genauer ausgedrückt: ob ein Gegenstand das Licht stärker oder schwächer bricht als das Medium, das ihn umgiebt. Damit das Aufleuchten eines Körnchens beim Heben und das Dunkelwerden desselben beim Senken des Tubus und das Umgekehrte bei einem Hohlraumchen oder Bläschen deutlich eintritt, muß ihre scheinbare Größe innerhalb gewisser Grenzen liegen. Ist dieselbe zu beträchtlich, um die Erscheinung bestimmt zu erkennen, so ist die Abhülle durch Verringerung der Vergrößerung leicht. Das Entgegengesetzte wird zwar feltener eintreten, wenn aber die Objecte über einen gewissen Grad von Feinheit hinausgehen, ist doch große Vorsicht nöthig, um Täuschungen zu vermeiden. Liegen, wie in der Eischale, die mit schwächer lichtbrechendem Inhalt gefüllten Räumchen sehr dicht zusammen und sind sie sehr fein, wie z. B. bei den Gängen und Schwänen, so ist es kaum möglich, die Beobachtung auf bestimmte Räumchen zu fixiren, und das ist allerdings nothwendig, denn da die ganze Dicke des Schliffes mit diesen Räumchen erfüllt ist, sieht man fast bei jeder Einstellung helle und dunkle nebeneinander. In denjenigen Eischalen aber, wo diese Einschlüsse gröber sind und nicht so dicht stehen, ist es schon bei mäßigeren Vergrößerungen leicht, die Beobachtung auf einzelne von ihnen zu fixiren und unzweideutige Resultate zu erlangen.

Ferner darf man nicht vergessen, daß viele Präparate einen mehr oder weniger unbestimmten Detritus von Körnchen und Fäserchen enthalten. Namentlich ist dieses der Fall bei Schliffen von Kalkschalen, die mit Chromsäure behandelt sind.

W. von Nathusius-Königsborn.

Mit dieser Anführung sollen die mehrfach als nachgewiesen betrachteten Porenkanäle in den Schalen anderer Fisch-Eier nicht in Zweifel gezogen, sondern nur dagegen Protest erhoben werden, daß ganz allgemein die radiäre Streifung der *Zona pellucida* des Eies der Mammalien als der Ausdruck von Porenkanälen betrachtet wird, ohne daß man es für erforderlich erachtet, die Frage: ob es sich dabei nicht um positive Gebilde handeln könnte, auch nur zu discutiren; und doch sind Stäbchenschichten an Fisch-Eiern, wie in Leidigs Histiologie der Menschen und der Thiere pag. 513 angeführt wird, schon von Joh. Müller und Reichert gefunden, ebenso (ibid. pag. 548) von Leuckart an Tännien-Eiern.

Die Schale des Eies von *Raja clavata*.

Wohl jedem Besucher der deutschen Nordseeküste sind die, durch die vier von ihnen ausgehenden Spitzen oder Hörner so eigenthümlich geformten, dunkelbraunen Eischalen von *Raja clavata*, welche die Fluth leer an den Strand spült, aufgefallen. An einigen solchen Schalen habe ich das feinere Strukturverhältniß untersucht, nachdem die wohl erst durch die natürliche Maceration im Seewasser erfolgte Auflösung der häutigen Flügel derselben schon ziemlich deutlich auf eine fibrilläre Struktur dieser Eischale hinwies.

Die hornartige Consistenz der Schalen gestattet, ohne Weiteres Schnitte mit dem Rasirmesser zu fertigen, welche einfach in Glycerin gelegt werden können. Sie zeigen namentlich gegen die innere und äußere Fläche hin eine deutliche Schichtung dadurch, daß punktirte mit fein gestreiften Lagen abwechseln, wie es Fig. 4 A, T. I schon bei schwacher Vergrößerung nach einem in der Richtung des kürzeren Durchmessers der länglich viereckigen Schale geführten Querschnitt darstellt. Bei einem entsprechenden Schnitt in der Richtung des längeren Durchmessers sind diejenigen Schichten punktirt, die hier gestreift sind und umgekehrt.

Die Substanz der Schale quillt in alkalischen Lösungen beträchtlich auf, und bei energischer Anwendung derselben und nachherigem Zusatz von Essigsäure läßt sich auch in den inneren Schichten die fibrilläre Struktur deutlich nachweisen, und man bringt in Zerzupfungspräparaten der so behandelten Schalensubstanz sich kreuzende Schichten ganz feiner Fasern von nur etwa $0,3 \mu$ zur Anschauung; ein ähnliches Verhalten, als das der *membrana testae* des Vogel-Eies, wo ebenfalls die Substanz bei Anwendung von Alkalien unter Lösung eines Bindemittels aufquillt, und Zusatz von Essigsäure dann die primären feinsten Fasern wieder contrahirt. Die Schale des Rochen-Eies ist nur resistenter.

Die prinzipielle Präzision des angegebenen Kriteriums schließt Täuschungen nicht aus, und ist es besonders bei den Diatomeen ziemlich gefährlich. Mit starken Vergrößerungen erhält man z. B. bei *Pleurosigma angulatum* bei hoher Einstellung leicht das Resultat, daß die Schale helle Punkte auf dunklem Grunde zeigt, während beim Senken des Tubus, wenn auch weniger scharf dunkle Punkte auf hellem Grunde erscheinen. Die Schlußfolgerung, daß danach Erhöhungen vorhanden, deren Basis hexagonal ist, würde ich für eine übereilte halten. Schachts Annahme von 3 wirklichen Linienystemen, die in verschiedenen Ebenen, also wenigstens theilweise innerhalb der Schale liegen, dürfte unabweisbar fein, und wenn man die Bruchgrenzen an beschädigten Exemplaren verfolgt, ergibt sich sogar, daß das quer über der Längsachse liegende Linienystem eine ganz andere Bedeutung hat, als die beiden schräg über derselben liegenden Systeme, denn die Brüche der Schale oder einzelner Schichten derselben — sie besteht offenbar aus mehreren Schichten — folgen immer nur den schrägen Systemen, niemals dem quer über der Längsachse liegenden, und zwar schließen sie sich so bestimmt der Richtung der Ersteren an, daß man geradlinig begrenzte Vorsprünge von ziemlicher Länge findet, die nur aus einer Reihe scheinbarer Buckelchen bestehen. Solche Bruchlinien wären ganz unmöglich, wenn Höcker mit hexagonaler Basis die wirkliche Struktur bildeten, und die Linienysteme nur eine optische Täuschung wären. Es ist eben umgekehrt, aber freilich die Bedeutung dieser linearen Struktur noch eine offene Frage.

Dieses Beispiel von *Pleurosigma* ergibt, daß man die wechselnden Lichteffecte beim Heben und Senken des Tubus eben nicht bloß auf Sculpturen der Flächen des Objekts zurückführen darf, und die Ursache des Phänomens allgemeiner ausgedrückt werden muß, wie ich dieses oben versucht habe.

Am einfachsten lassen sich die Fasern, wie schon angeführt, da beobachten, wo die macerirende Einwirkung des Seewassers sie an den flügelartigen Randmembranen bloß gelegt hat. Bei E derf. Fig. sind zwei solcher Bündel bei starker Vergrößerung gezeichnet. Die feineren sind $0,4-0,5 \mu$ dick, die stärkeren gehen bis $1,33 \mu$ und erscheinen drehrund.

Fibrilläre Struktur der Eihüllen in den verschiedensten Thierclassen betrachte ich nach früheren Untersuchungen als etwas so regelmäßiges, daß ihr Nachweis auch bei *Raja* keinen befondern Werth gehabt hätte, aber hier tritt in der markartigen Schicht, welche das Innere der Schale einnimmt, eine sehr interessante Bildung auf. Der markartige Charakter dieser Schicht wird dadurch bedingt, daß sie aus unzählbaren Hohlräumchen besteht, deren Dimensionen außerordentlich wechselnde sind. Ihre Anordnung in den verschiedenen Theilen der Schale bietet manches bemerkenswerthe, dessen Darstellung aber hier von dem vorliegenden Thema abführen würde, ich will also nur bemerken, daß die Markschichten derjenigen Theile der Schale, in welchen der Inhalt liegt, sich in den Seitenflügeln nicht vereinigen, sondern getrennt fortlaufen, so daß hier zwei solcher Schichten vorhanden sind, welche an den Polen durch eine deutliche, aber in Wellenlinien verlaufende Suture getrennt werden, womit das Auskriechen des Embryo an dem einen Pol durch ihre Oeffnung gestattet ist. Auch in den 4 Hörnern der Schale finden sich solche Hohlräumchen aber in geringeren Dimensionen und einzelner.

B, C u. D stellen Schichten und Gruppen derselben aus ganz feinen Quer- und Flächenschnitten bei 600facher Vergrößerung dar. Man sieht, wie sehr Gestalt und Größe abwechseln.

Gewiß sind schon oft Dinge, die noch weniger Anspruch auf diese Bezeichnung haben, unter das Rubrum der »Zelle« gebracht worden, ich muß aber auf das Entschiedenste in Abrede stellen, daß es sich hier um Zellen nach dem acceptirten histiologischen Begriff handelt. Wie sollten auch solche in die Schale eines Eies, welche ja selber Zellenmembran ist, hineingerathen? Wären nach der älteren, von mir in den Untersuchungen über die Eihüllen bei Vögeln und Amphibien als unhaltbar nachgewiesenen Auffassung die Eihüllen mechanisch geformte Sekrete, so könnten um so weniger Zellen in ihnen vorkommen. Nur der Karsten'sche so sehr weit ausgedehnte Begriff der Zelle (Chemismus der Pflanzenzelle Wien 1869) würde vielleicht ähnliche Gebilde umfassen können, aber dieser Standpunkt ist zunächst ein so isolirter und den landläufigen Begriff der Zelle so gänzlich negirender, daß er hier nicht herangezogen werden kann. Hiermit soll keine Berechtigung nicht geleugnet werden, bei aller Sympathie indeß für jeden neuen Gesichtspunkt, der über die Tretmühle der Zellenidolatrie hinausblicken läßt, möchte ich doch zunächst daran festhalten, daß die Verwirrung nur größer werden kann, wenn das Wort »Zelle« auch für Gebilde angewendet wird, die wie Karsten's »Sekretionszellen« offenbar etwas anderes bedeuten.

Ich muß mich begnügen zu constatiren, daß auch in der Eischale von *Raja* einer der vielen fibrillären Organismen vorliegt, in welchen zellige Räume vorkommen, welche nach ihrem Ursprung Zellen im engeren Sinne nicht sein können. Wir werden weiterhin sehen, welche umfassende Bedeutung ein solches Vorkommen für die Panzer der Crustaceen und die Gehäuse der Mollusken hat. Diese so häufig vorkommende Gewebsform nach dem Beispiel französischer und englischer Autoren im Gegensatz zur cellulären als »areolär« zu bezeichnen, nehme ich nur deshalb Anstand, weil in der deutschen Literatur auch solche Gewebsformen, die man als cellulär betrachtet, nebenbei areolär genannt werden.

In der Faserhaut des Eies der Ringelnatter habe ich die Entstehung zellenartiger Körper innerhalb der Fasern nachweisen können*), muß aber gänzlich dahin gestellt sein lassen, ob derselbe Vorgang bei *Raja* stattfindet, und vermuthet, daß auch in Membranen, welche die fibrilläre Struktur so häufig begleiten, solche Hohlräume sich bilden können.

Eine Aussicht, vollständige, in Spiritus conservirte Eier von Rochen und Hayen zu erlangen, ist leider gescheitert, und muß ich die weitere Verfolgung des Thema aufgeben, das wesentlich vermuthlich nur durch das Studium der Entwicklung dieser Eier wird gefördert werden können.

*) Zeitschr. f. wissensch. Zoologie Bd. XXI p. 109.

Nur den allgemeineren Gesichtspunkt will ich hier noch hervorheben, daß auch der fanatischste Anhänger der mechanischen Entstehung der Eihüllen doch in Verlegenheit gerathen dürfte, wenn er diese Ansicht auf die eigenthümliche Form und Bildung der Eischale von *Raja* anwenden wollte.

Die Eier-Trauben von *Buccinum undatum*.

Beim Aufenthalt am Nordseefrande find, aufer den eben abgehandelten Eischalen von *Raja clavata*, traubenartig zusammenhängende bis faustgroße Massen ihres Inhalts entleerter pergamentartiger Schalen von 10—11 mm Länge, 8—9 mm Breite und ca. 3 mm Dicke mir der auffallendste Gegenstand unter den vielen organifirten Ueberresten, welche die See an den Strand spült, gewesen. Diese Schalen haben eine convexe Fläche, die mit einem System feiner Leisten überzogen ist (Fig. 14), und eine abgeflachte, welche eine nah am Rande stehende Oeffnung von 2,5 und 3,5 mm Durchmesser zeigt. Nach dem ganzen Habitus und nach den dotterartigen Rückständen, welche sie zuweilen noch enthalten, stellen sie sich als die Ueberreste ausgeschlüpfter Eier dar.

Die Eingeborenen haben die sonderbarsten Ansichten über dieselben. Sie werden zuweilen nach einer entfernten Analogie in der äußeren Erscheinung als »Hummelneſter« bezeichnet. Fischer versichern es seien »Meergewächse«, die auf dem Meeresgrunde haftend, zuweilen von den Netzen mit heraufgebracht würden. Die Stelle, an welcher die Eier-Traube angeheften hat, ist allerdings leicht auch an den angespülten derartigen Gebilden noch zu erkennen, aber schon populäre Abhandlungen über die Seeprodukte, wie sie für die meisten Seebäder zur Unterhaltung der Badegäste publizirt werden, sprechen es mit zweifelloser Bestimmtheit aus, daß dieses die leeren Eihüllen eines in der Nordsee sehr häufigen Gastropoden, des *Buccinum undatum* sind, und auch in der mir bekannten wissenschaftlichen Literatur wird dieses als eine feststehende Thatſache erwähnt.

Es ist dieses hier des Breiteren angeführt, weil diese Thatſache allerdings in einer Beziehung höchst auffallend erscheint. Diese Eierklumpen haben nämlich im Verhältniß zur Größe des Thieres überraschende Dimensionen. Ich besitze einen solchen, am Strande von Norderney aufgelesenen, der in trockenem Zustande bei 9 cm Länge, 8 cm Breite, ca. 5 cm Dicke hat; ein Volum, das die gesammte Capacität des Gehäuses auch der größeren Exemplare von *Buccinum undatum* erheblich überschreitet. Dieser Umstand würde ja nicht unerklärlich sein, er ist aber doch so auffallend, daß es wohl der Mühe werth wäre, die Vorgänge bei der Produktion dieser Eiermassen im Einzelnen zu verfolgen.

Daß so leicht über dieses auffallende Verhältniß hinweggegangen wird, liegt theilweis wohl daran, daß die Natur des ganzen Gebildes in einer wichtigen Beziehung übersehen ist. Man sagt, die Eier werden »dutzendweise« oder »in faustgroßen Haufen zusammengelegt«, daß aber, wie ich zeigen werde, es sich nicht um einzelne mechanisch verbundene Eier handelt, sondern daß die ganze Hüllmasse einen organischen Zusammenhang zeigt, scheint gänzlich übersehen zu sein, obgleich ähnliche Verhältnisse auch bei anderen Gastropoden z. B. den Limnaeaceen vorkommen, wo dann allerdings die zusammenhängende Eihülle als »Schleim« oder »Gallert« bezeichnet und damit ihre wesentliche Bedeutung ignorirt wird. Gerade diese organische Einheit des ganzen Gebildes macht aber sein im Verhältniß zur Größe des Thieres so auffallendes Volum besonders merkwürdig.

Bei *Buccinum* kann von einer Schleim- oder Gallerthülle nicht die Rede sein. Die pergamentartigen und im trocknen Zustande sehr zähen und resistenten Hüllen deuten schon durch die erwähnte äußere Sculptur ihre organifirte Beschaffenheit an, und ihr fibrillärer Charakter ist leicht schon durch das Zerzupfen in Wasser aufgeweichter Stückchen, das bei der großen Zähheit der Membran allerdings etwas Geduld erfordert, zu demonſtriren. Die Lamellen, die so erhalten werden, bestehen grolsentheils

aus stark lichtbrechenden, in mehreren Schichten über einander eng zusammen liegenden, in Wellenlinien verlaufenden Fasern. Dieser Verlauf ist aber kein paralleler, sondern die Fasern nähern sich und entfernen sich wieder von einander. Wo das Zerzupfen dickere Lagen dieser Fasergewebe gelassen hat, entsteht hieraus nur ein verwirrtes Bild, zumal da in übereinander liegenden Lamellen die Faserrichtung sich häufig rechtwinklig kreuzt, wo aber dünnere Fetzen des Fasergewebes isoliert sind, tritt entgegen, wie zwischen den Wellungen der Fasern in ziemlich regelmäßiger Weise spindelförmige Lücken bleiben. In Fig. 6 A, Taf. 1 ist ein solcher Fetzen bei starker Vergrößerung abgebildet, aber auch hier konnte der Verlauf der einzelnen Fasern nicht so genau verfolgt werden, daß er genau nach der Natur hätte copiert werden können. Ich mußte mich begnügen, die Zeichnung einigermaßen schematisch auszuführen, um wenigstens den Gesamteindruck wiederzugeben. Man wird übrigens bemerken, wie an den Rändern durch das Zerzupfen einzelne Fasern oder aus mehreren verkitteten Fasern bestehende Balken isoliert sind.

Außer diesen grobfaferigen Schichten werden feine und immer feinere Fasergewebe durch das Zerzupfen isoliert, über solche hinaus, wo man Fasern nur noch andeutungsweise mit den stärksten Systemen erkennen kann, bis zu solchen, wo eine Struktur nicht mehr erkennbar ist. Letzteres tritt um so eher ein, als die Fasern nur das Gerüst von Membranen bilden, mit welchen sie innig verwachsen sind. Aber gerade in diesen zarteren Lamellen, welche die Fasern gar nicht oder nur andeutungsweise erkennen lassen, tritt häufig ein anderes Strukturverhältniß um so deutlicher hervor, nämlich in der Membran liegende linsenförmige, aber meist stark in die Länge gezogene Hohlräume. In Fig. 6 B ist ein Segment einer mit solchen blasenförmigen Hohlräumen versehenen Lamelle bei so tiefer Einstellung, daß die Hohlräume hell und mit einem dunkeln Saum umgeben erscheinen, abgebildet. Das Bild, das die tiefe Einstellung giebt, war in der Zeichnung leichter wiederzugeben; es ist aber in Fig. 6 C die mit dem Buchstaben a bezeichnete Region des Objekts auch bei hoher Einstellung, wo die Hohlräume sich dunkel und von einem deutlichen hellen Saum umgeben darstellen, abgebildet.

Aus diesen Beschreibungen und Abbildungen wird man schon entnommen haben, daß es sich um Gebilde handelt, welche die größte Ähnlichkeit mit elastischen Faferhäuten haben; es liegt also die Frage nahe, ob es sich bei den Laich-Hüllen von *Buccinum* wirklich um blasenförmige Hohlräume oder um Perforationen, wie man sie bei den elastischen Membranen annimmt, handelt. Ein Zweifel hierüber kann indeß nicht stattfinden.

Stücke der Hüllen hatte ich längere Zeit mit mäßig concentrirter Natronlauge gekocht, um zu versuchen, ob sich nicht, wie in der *membrana testae* des Vogel-Eies, hierdurch die Fasern von den sie verbindenden Membranen oder einer Kittsubstanz isoliren ließen, jedoch ohne anderen Erfolg, als ein mäßiges Aufquellen des ganzen Gewebes. Auch nachheriges Zerzupfen isolirt die Fasern und einzelne Lamellen weniger gut als bei den ungekochten Membranen, aber es stellte sich dabei ein interessantes Resultat heraus. Gewisse feine auf diese Art isolirte Lamellen der mit Natronlauge gekochten Membran rollen sich beim Zerzupfen derartig auf, daß man vielfach ihren optischen Querschnitt sieht, und dabei kommen an günstigen Stellen blasige Auftreibungen, deren Inhalt schwach lichtbrechend ist, so zur Anschauung, wie sie in Fig. 5 abgebildet sind. Evident ist, daß sie den in Fig. 6 B u. C in der Flächenansicht abgebildeten Gestalten entsprechen und ist somit handgreiflich, daß es keine Perforationen, sondern wirklich blasige von einer Membran bedeckte Hohlräume sind, deren Inhalt oder deren Hülle vermuthlich durch die Einwirkung der alkalischen Lauge besonders stark aufgequollen ist.

Zugleich geht aus dieser Beobachtung hervor, daß man aus der Umfäumung, welche sie in der Flächenansicht darbieten, auf eine besondere, sie umgebende Kapsel zu schließen, nicht berechtigt ist. Wenn in einer so dünnen Membran, als die in Fig. 5 abgebildete ist, blasige Auftreibungen vorhanden sind, deren Querschnitt die Fig. 7 schematisch verdeutlicht, so ist einleuchtend, daß in der Flächenansicht bei durchfallendem Licht der zwischen den punktirten Linien aa und bb liegende Abschnitt, ebenso wie der zwischen den punktirten Linien cc und dd liegende eine abweichende Refraktion bewirken muß, welche je nach der Einstellung eine helle oder dunkle Umfäumung des Blasen-

raums erscheinen läßt, ohne daß eine wirkliche Kapfel oder auch nur eine verdichtete Grenzschicht vorhanden zu sein braucht.

Feine Querschnitte bestätigen und ergänzen die Resultate des Zerzupfens, was das Vorhandensein und die Form der Hohlräume betrifft, Fasern lassen sich jedoch in ersteren nicht erkennen. Fig. 9 auf Taf. I u. 10 u. 11 auf Taf. II stellen solche Querschnitte bei starker Vergrößerung ($\frac{664}{1}$) dar. Nur an den ganz fein auslaufenden Schnittträgern wie bei d der Fig. 9 u. a der Fig. 10 lassen sich die Hohlräume genau beobachten; bei nur etwas dickern Schnitten wie Fig. 11 und der anderen Seite der Fig. 9 trüben die mehrfach sich deckenden Hohlräume das Bild, das übrigens, je nach den verschiedenen Präparaten und den Stellen von welchen sie entnommen sind, ein sehr verschiedenes sein kann. Theils liegt dieses daran, daß die Hohlräume nur ausnahmsweise rund und meistens in die Länge gezogen sind. Da, wie schon die Flächenansichten der Lamellen in den Zerzupfungspräparaten ergeben, diese Längsrichtung in den übereinanderliegenden Schichten sich häufig kreuzt, ist der Querschnitt, den die Hohlräume zeigen, je nach der Richtung des Schnitts ein verschiedener. Wäre letztere z. B. bei Fig. 10 eine andere, so würden die länglichen Hohlräume der untersten Schichten vermuthlich rundlich und die rundlichen der oberen Schicht länglich erscheinen. Letzteres läßt sich in der That an anders geschnittenen Präparaten von der entsprechenden Stelle beobachten, wo wegen der großen Feinheit der Hohlräume die Schnittfläche dann wie gestreift oder faserig erscheint, und auch das Präparat, nach welchem Fig. 11 gezeichnet ist, läßt an einer anderen Stelle wegen der abweichenden Schnittrichtung erkennen, daß die Hohlräume in die Länge gezogen sind und sich hier nur rundlich darstellen, weil die Schnittebene mit ihren kürzeren Durchmessern zusammenfällt, in ihren Dimensionen aber und ihrer Vertheilung, ja in ihrem Vorkommen überhaupt finden allerdings große Variationen statt.

Vergleichen wir das, was sich hiernach über die feinere Struktur der Eihüllen von *Buccinum* ergibt, mit demjenigen, was im vorhergehenden Abschnitt über die Eikapfel von *Raja clavata* mitgetheilt wurde, so ist eine wesentliche Uebereinstimmung in den Grundlagen Beider ganz unverkennbar, und diese ist um so interessanter, als es sich bei Letzterer um die Kapfeln isolirter, bei Ersteren um zusammengewachsene Eier handelt, was die gewöhnliche Annahme der Entstehung der Eischalen als Sekrete des sie umgebenden Epithels unzulässig macht.

Es ist nun die gröbere Struktur dieser interessanten Organisation in das Auge zu fassen.

Schon Fig. 9 läßt mehrere scharf gefonderte Schichten erkennen. Zur Orientirung über dieses Verhältniß ist nach einem feinen Querschnitt durch einige zusammenhängende Eihöhlen, auf Taf. II. die Fig. 12 bei mäßiger Vergrößerung gezeichnet. A u. B sind die Eihöhlen, welche durch die hier im Querschnitt abgebildeten Hüllhäute begrenzt werden. Sie charakterisiren sich nicht nur durch die vorhandenen Dotterreste, sondern auch durch eine feine, sich leicht ablösende Membran, welche sie auskleidet. In der stark vergrößerten Fig. 10 ist sie mit b bezeichnet und hat, wie man dort nachmessen kann, in Glycerin liegend einen Durchmesser von etwas über $2,5 \mu$. Bei einem Zerzupfungspräparat in verdünntem Chlorcalcium ergibt die Messung des optischen Querschnitts einer Falte nur etwas über 2μ . In feuchtem Zustande hyalin erscheinend, zeigt sie von der angefeuchteten Hüllmasse abgelöst und trocken eingelegt bei starker Vergrößerung ebenfalls eine ganz feine Faserstruktur. Es sind in derselben ziemlich engliegende, annähernd parallel, aber in Krümmungen verlaufende Züge von Fasern, deren Durchmesser nahe an $0,5 \mu$ geht, mit starken Systemen zu erkennen. Mehrfach sieht man diese Fasern an den Rissrändern auch isolirt hervorstehend. In diesen trocknen Präparaten ist die Dicke des Häutchens erheblich geringer als in feuchtem Zustande, und erreicht auf Falten gemessen kaum 1μ .

Die in Fig. 6 in Flächenansichten und in Fig. 9, 10 u. 11 in Querschnitten bei starker Vergrößerung dargestellten, mit Hohlräumen versehenen Faserhäute sind in Fig. 12 mit c bezeichnet. Dem kleinen Maßstabe entsprechend treten hier die Hohlräume nur als dunkle Punkte und Striche auf. Man sieht, daß diese Faserhäute je nach Umständen in 2 auch 3 Lagen auftreten, welche durch eine schwächer lichtbrechende, anscheinend hyaline Schicht von beträchtlicher Stärke von einander gefondert oder mit einander verbunden werden.

Eine Struktur habe ich in dieser letzteren Schicht auch nicht andeutungsweise finden können. In den Zerpupungspräparaten läßt sie sich als isolirt nicht erkennen, was vielleicht daran liegt, daß sie in denselben mit den mit c bezeichneten Faserschichten fest verbunden und dann ihrer großen Durchsichtigkeit wegen nicht erkennbar bleibt. Daß sie wirklich strukturlos sei, läßt sich danach natürlich noch nicht mit Grund behaupten.

Größere zusammenhängende Schnitte, welche die Beziehungen der einzelnen Eihöhlen zu einander verdeutlichen, sind nicht leicht zu erlangen. Ich habe von dem großen Klumpen abgeschnittene Gruppen von Eiern in Stearin, welchem auch, um es geschmeidiger zu machen, etwas Oel zugefetzt wurde, eingeschmolzen, aber brauchbare Schnitte durch mehrere vollständige Eihöhlen nicht erhalten können. Mehrere Umstände, namentlich aber der, daß solche Schnitte an zu wenigen Stellen die Eihäute vollständig quer treffen, wirken hierbei zusammen.

Für die Beobachtung mit unbewaffnetem Auge genügt ein Durchschneiden eines Theils des Eiklumpens, der so viel Feuchtigkeit angezogen hat, daß die Membrane nicht spröde sind, mit einer scharfen Scheere. Nach einem solchen Durchschnitt ist Fig. 8, Taf. I in nur doppelter natürlicher GröÙe gezeichnet.

Die Verbindung der einzelnen Eikapseln mit einander stellt sich hier in mannigfaltiger Weise dar. Daß es sich um keine bloß zufällige Zusammenhäufung handelt, sondern eine organische Zusammenordnung stattfindet, bezeichnet schon der Umstand, daß durchgehends die convexe mit den in Fig. 14, Taf. II abgebildeten Leisten versehene Fläche der Eikapseln in derselben Richtung und zwar, wie man wohl mit Recht sagen kann: nach Oben liegt; indem die flache oder concave Seite nach der Ansatzstelle des ganzen Klumpens auf dem Meeresgrunde gerichtet ist. Später wird sich zeigen, daß, wenn nicht wie hier der Schnitt dem Zufall überlassen wird, eine sehr regelmäÙige Anordnung der Eikapseln erkennbar ist.

Nach der Betrachtung einer Anzahl von auf verschiedene Weise hergestellten Schnitten glaubte ich Anfangs annehmen zu müssen, daß die in Fig. 12 mit c bezeichneten Faserhäute eine gemeinsame Hülle der Eier oder wenigstens mehrerer derselben darstellen. Erst als ich das eine Präparat abzeichnete, was ja immer zu einem eingehenderen Verständniß, als das bloße Befehen führt, mußte ich dies als einen Irrthum erkennen. Fig. 13, Taf. II läßt wohl nicht bezweifeln, daß nicht nur die innerste feine, in Fig. 10 u. 12 mit b bezeichnete Membran als jeder einzelnen Eihöhle individuell zugehörige Kapsel zu betrachten ist, sondern auch die stärkeren, nach oben die Leisten tragenden Faserhäute solche individuell gefonderte Eikapseln darstellen; aber diese stärkeren Faserhäute bilden allerdings, wie schon aus Fig. 12 hervorgeht, keine einfache, dem inneren Hohlraum entsprechende Hülle, sondern sie setzen sich an den zugespitzten Rändern des Eies in lappigen Ausläufen fort, welche auf die Oberfläche der benachbarten Eier übergehen und mit denselben durch die mehrfach erwähnte, hyalin erscheinende Zwischenschicht fest verbunden sind.

Befonders deutlich wird dieses Verhältniß, wenn man eine ganze Gruppe von Eihüllen in Natronlauge kocht. Nach einiger Zeit löst sich ihr Zusammenhang vollständig, und wenn sie dann auch theilweise so aufgequollen und erweicht sind, daß die Form der Eihülle nicht mehr deutlich hervortritt, so finden sich doch auch solche, die, obgleich vollständig isolirt, nur wenig erweicht sind und diese lappigen Fortsätze noch deutlich erkennen lassen. In Fig. 13 B ist eine solche isolirte Eihülle in ungefährer natürlicher GröÙe in der oberen Ansicht bei a, in der unteren bei b und in durchschnittenem Zustande gedacht bei c skizzirt.

Hat man sich diese Gestaltung vergegenwärtigt, so wird über die Verhältnisse, welche der Querschnitt durch Theile von zwei Eikapseln und die sie verbindende Brücke (Fig. 13 A) darbietet, kein Zweifel bleiben.

Bei a''' findet sich der Querschnitt der einfacheren und nicht sehr beträchtlichen Auslappung des einen Endes von dem mit A' bezeichneten Ei; bei a'' die stärkere Auslappung des Eies A'', die durch die hyaline Zwischenschicht fest mit der Kapsel von A' verbunden ist, aber bei aa'' endet und sich dort etwas abgelöst hat. aa''' ist der Nebenlappen oder kleinere Fortsatz an demselben Ei-Pol, welchen auch Fig. 13 B c erkennen läßt. Er tritt bei diesem Querschnitt wahrscheinlich wegen

der Lage des Schnitts ziemlich in den Hintergrund, ist aber bei anderen Präparaten in größeren Dimensionen vorhanden. a''' endlich ist der Fortsatz eines dritten Eies, dessen Höhle und eigentliche Kapsel in dem Präparat nicht mehr enthalten sind, und welcher fast die ganze Kapsel des Eies A'' überzieht.

Eingangs dieser Bemerkungen wurde dem Eiklumpen von *Buccinum* ein organischer Zusammenhang vindicirt, und muß ich hieran festhalten trotz der leichten Auflösbarkeit der die einzelnen Eikapseln verbindenden hyalinen Schichten in alkalischer Lauge; denn daß diese Löslichkeit einen organisirten Charakter dieser Schichten nicht ausschließt, bedarf keiner weiteren Argumentation, und ein so regelmäßiger Bau, als ihn der ganze Eiklumpen zeigt, wäre lediglich als Resultat einer zufälligen mechanischen Aggregation undenkbar.

Absolute mathematische Regelmäßigkeit ist keinem Organismus eigen, und die früher erwähnte Fig. 8, nach einem auf das Gerathewohl schräg geführten Scheerenschnitt entworfen, giebt kein Bild von dem wirklich vorhandenen Grade von Regelmäßigkeit. Löst man aus der durch Befeuchtung erweichten Hüllenmasse einzelne Schichten, wie sie deutlich hervortreten, aus, so tritt, namentlich bei Betrachtung der unteren Fläche, die reihenweise Anordnung der Eier in zwei Richtungen und das regelmäßige Uebergreifen derselben in beiden Richtungen deutlich hervor. Fig. 13 C a auf Taf. II wird dies Verhältniß ziemlich anschaulich machen. Noch mehr b u. c derf. Fig., welche die Querschnitte von zwei der in a abgebildeten Reihen nach vorsichtig in der Richtung der punktirten Linien $\alpha-\alpha$ und $\beta-\beta$ geführten Scheerenschnitten darstellen. Es ist sicher nicht zu viel gesagt, daß ein so regelmäßiger Bau als Resultat einer zufälligen Aggregation undenkbar ist.

Daß die einzeln gelegten Eier im Seewasser auf dem Meeresgrunde erst zu einem solchen Bau zusammenkleben sollten, kann jedenfalls nicht angenommen werden. Wo sollte die die Verbindung bewirkende hyaline Schicht dann herkommen. Die Eier müssen schon im Mutterleibe zusammengewachsen sein, und wären sie nicht schon am Orte ihrer Bildung in einem organischen Zusammenhange verblieben, so konnte ihre Anordnung auch dort keine so regelmäßige geworden sein. Will man annehmen, daß die hyalinen Zwischenschichten ihrer Masse nach aus Sekreten herrühren, so steht einer solchen Annahme ebenso wenig etwas entgegen, als Positives dafür spricht; aus den vorstehend angeführten Gründen wird sie aber jedenfalls von der Voraussetzung ausgehen müssen, daß der Erguß dieses Sekrets nur in ein vorhandenes organisiertes Gewebe erfolgt sein kann.

Die ausführliche Erörterung dieser Verhältnisse bei dem Laich von *Buccinum* wird sich dadurch rechtfertigen, daß bei verschiedenen Gastropoden, Cephalopoden und anderen Evertebraten, aber auch bei den Amphibien die Eier durch eine gemeinfame Hülle, welche als »Schleim« bezeichnet zu werden pflegt, zu Laich-Massen verbunden sind. Obgleich das Wort Schleim eine organisierte Beschaffenheit nicht ausschließt, scheint es doch hier nicht eine solche bezeichnen zu sollen. Die gemeinfame Hülle der Eier von *Limnaea* bezeichnet Giebel sogar als einen »Gallertklumpen«, und ebenso finde ich in Wiedersheim's Monographie über *Salamandrina perspicillata* (Würzburg 1875) zwar eine Abbildung von deren Eifäden, welche den membranösen Charakter ihres Gewebes deutlich erkennen läßt, aber in der Beschreibung wird deren Substanz »gelatinös« genannt.

Die Laich-Masse der Amphibien zeichnet sich dermaßen durch ihre ungemeine Zähigkeit aus, daß schon daraus wahrscheinlich wird, daß sie ein Gewebe ist, und es muß als eine gewisse Oberflächlichkeit bezeichnet werden, dieselbe gelatinös zu nennen, denn eine Gallerte hat auch nicht die geringste Spur von Zähigkeit, hier liegt also eine Sprachmißhandlung vor, wie sie allerdings leider in der deutschen wissenschaftlichen Literatur so sehr im Schwange ist, und man darf dergleichen nicht für unbedeutend halten und die üblen Folgen davon unterschätzen. Die Phantasterei, wie sie sich z. B. mit dem »Protoplasma« in die Wissenschaft eingeschlichen hat, würde schon durch einen korrekten und präzisen Gebrauch der Worte erheblich beschränkt worden sein.

Wenn ich auch, wie früher erwähnt, schon in den als Schleim betrachteten Laichfäden der Batrachier Fasermembrane gefunden hatte, so kann dieser Nachweis doch als ein mehr oder weniger künstlicher betrachtet werden, und wenigstens für die Bedeutung der bei Gastropoden und Cephalopoden so häufigen Laichhüllen ist es von großer Bedeutung, in dem Laich von *Buccinum* die die organisierte Struktur so bestimmt kennzeichnenden Fasermembranen leicht demonstrieren zu können.

Der Panzer der Crustaceen.

Den Panzer der Krabbe (*Platycarcinus pagurus*) hat Carpenter einigermaßen eingehend untersucht*) und die gröbere Struktur ziemlich anschaulich beschrieben. Er unterscheidet drei Schichten: zu innerst eine dicke kalkige, welche dem Elfenbein verglichen wird, sehr durchsichtig (?) und scheinbar homogen fein foll, aber von einer ungeheuern Zahl feiner gewellter Röhrchen durchbohrt wird, welche annähernd parallel von einer Fläche zur anderen gehen. Dieses gelte besonders für die Endungen der Scheere, wo das Bild eines Querschnittes ganz dasjenige des Zahnbeins darstelle. Diese Kalkschicht erhebt sich zu einzelnen Papillen, die wie Berge von Thälern umgeben sind, in welchen letzteren eine Schicht von »Pigment-Cellen« liegen foll, welchen die Schale ihre Farbe verdankt und welche die Gipfel der papillären Erhöhungen der Kalkschicht frei lassen, so daß auf diesen nur die völlig glatte Epidermis haftet, welche das Ganze bedeckt.

Der Schale von *Hommarus*, welche allerdings viel weniger präzise Resultate giebt, aber das Verständniß der von *Platycarcinus* wesentlich erleichtert, wird im Text nicht besonders gedacht. Ich habe schon erwähnt, daß Carpenter die gröbere Struktur anschaulich beschrieben hat, aber seine Auffassung derselben ist vielfach irrig, namentlich ist von »Pigmentzellen«, überhaupt von Zellen, nichts vorhanden. Derjenigen Theile der Schale, wo die papillären Erhebungen fehlen oder doch nur ganz vereinzelt sind, erwähnt er gar nicht. Ich muß mit diesen letzteren beginnen, da hier die Verhältnisse einfacher liegen, habe aber Einiges über die Behandlung der Präparate voranzuschicken.

So leicht sich der Panzer von *Platycarcinus* schleift, so schwierig ist es, die Schiffe derartig zu behandeln, daß die feinsten Strukturverhältnisse deutlich werden. Die Schalensubstanz ist keineswegs durchsichtig, sondern makroskopisch betrachtet vollständig opak in Folge der Struktur, welche sie überall durchzieht. Legt man feine Schiffe mit reichlicher Anwendung von Terpentinöl, so daß sie überall durchtränkt sind, in Canadabalsam ein, so werden sie, gewiß weil der Brechungsindex der Substanz dem des Balsams sehr nahe steht, zu sehr aufgehellt; ich ziehe also vor, um Uebersichtspräparate zu erhalten, den Schliff, den ich stets auf dem definitiven Objektträger mit Balsam angefehmolzen fertig-schleife und nicht wieder ablöse, mit feiner Balsamunterlage in Glycerin einzulegen. Diese Präparate haben den genügenden, aber keinen übermäßigen Grad von Durchsichtigkeit. Zum Studium der feinen Struktur eignen sich vorzugsweise Präparate, die in Balsam eingelegt, von demselben aber nur theilweise durchdrungen sind, so daß z. B. in einem Theil der Röhrchen der Luftgehalt noch nicht verdrängt ist. Dieses wird an den dickeren Schliffstellen fast immer eintreten, wenn nicht sehr viel Terpentinöl und starke Erwärmung beim Einlegen angewendet ist; leider aber ist nicht zu vermeiden, daß der halbflüssige Balsam mit der Zeit immer weiter eindringt, und so Präparate, die anfangs an einzelnen Stellen sehr schön waren, mit der Zeit ganz durchsichtig und dadurch werthlos werden. In steifen Balsam ohne Anwendung von Terpentinöl kann man nur ganz feine Schiffe einlegen, da dickere dann zu undurchsichtig bleiben. Alle diese Präparate lassen viel zu wünschen übrig: ein vollständiges Verständniß der feinsten Struktur an den interessantesten Schichten habe ich zur Zeit nicht erreichen können, wenn auch gewisse Dinge sich, wie wir sehen werden, mit Bestimmtheit ergeben.

Ein Entkalken des Panzers mit Säuren erfordert eine ziemlich energische Einwirkung der letzteren und das Substrat ist nachher zu spröde, als daß die dann daraus anzufertigenden Schnitte bessere Resultate als die Schiffe ergeben; in einigen Beziehungen ist diese Behandlungsweise nützlich, namentlich um die Anfertigung der sehr belehrenden Zerpupungspräparate einzuleiten. Das nach Behandlung mit Säure zurückbleibende Chitin-Gewebe, das vollständig die Struktur der Kalkschale beibehält, ist gegen alkalische Laugen so resistent, daß auch mehrstündiges Kochen mit denselben keine Einwirkung bemerken läßt.

Was den angewandten mikroskopischen Apparat betrifft, so glaube ich das Eine bemerken zu

*) General results of Microsc. Inquiries into the minute Structure of the Skeletons of Mollusca, Crustacea and Echinodermata (Annals of natural history 1843) und: On the microscopic structure of shells i. d. Brit. Assoc. Report. für 1847.

W. von Nathusius-Königsborn.

müssen, daß für diese Schliffe die stärksten Systeme keine verhältnismäßig guten Resultate geben. Dies liegt nicht nur daran, daß im Allgemeinen die Mängel des Präparats mit der penetrirenden Kraft des Objektsystems um so mehr hervortreten, sondern, wie mir scheint, auch daran, daß wenn es gilt, in den inneren Schichten eines äußerlich durch den Balsam aufgehellten Schliffs die dort noch luftgefüllten feinen Röhren etc. zu beobachten, diese, je empfindlicher das System für die feineren Refraktionseffekte ist, um so getrübt durch die verdeckenden, doch nicht ganz homogenen Schichten erscheinen. Ein so vielseitiges und praktisch brauchbares System als die Hartnack'sche 10 *à immersion* bleibt ja immer anwendbar, aber — und dies gilt auch für die später zu behandelnden Schliffe der Mollusken-Gehäuse — die modernen, stärkeren Systeme leisten weniger, und nachdem ich bei Winkel in Göttingen Gelegenheit hatte zu erproben, wie vorzüglich für meine Schliffe dessen trocken Nr. 8 war, die ja nur mäßig penetriert, aber außerordentlich definiert, habe ich dieses System mit starken Ocularen, die es vollständig verträgt, vorzugsweise verwendet. Bei wichtigen und schwierigen Punkten wird man freilich wohl thun, successive die mehr definirenden und die mehr penetrirenden Systeme anzuwenden, wozu mir die erwähnte Winkel'sche Nr. 8, die Zeiss'sche F, die Hartnack'sche Nr. 10 und die Gundlach'sche Nr. 8, beide letztere Immersion, zur Disposition standen. Es ist vorher unberechenbar, welches System auf einen gegebenen Schliff am besten wirkt.

Die Krabbenschale an den nicht körnigen Theilen, mit Ausnahme der Scheeren-Endungen etc. besteht aus zwei Haupt-Schichten, deren Verschiedenheiten an den Querschliffen schon bei schwachen Vergrößerungen deutlich hervortreten (vergl. Fig. 15 A, Taf. II). Die äußere von 110—137 μ Dicke ist in längliche, senkrecht auf die Oberfläche gestellte Septen getheilt, durch welche eine horizontale Querstreuung ebenso, wie durch den übrigen Panzer hindurchgeht. Diese sind es, welche Carpenter irrig als »Pigmentzellen« bezeichnet. Ihre wirkliche Beschaffenheit wird besser verständlich sein, wenn wir uns diejenige der innern Schicht, welche den bei weitem größten Theil des Panzers bildet, klar machen.

Daß sie von einem dichten System paralleler schwach gebogener oder wohl gewundener Canälchen durchzogen wird, ist leicht an den mit Balsam theilweise durchtränkten Querschliffen zu beobachten. Sie stellen sich so als vom Balsam nicht ausgefüllte Röhren mit einem Durchmesser von ca. 1 μ dar. Dieses Bild beruht nicht auf einer bloßen Perforation der Substanz, aus welcher der Panzer besteht. Werden von einem mit Säuren entkalkten Stückchen desselben Querschnitts gefertigt, diese mit Natronlauge gekocht, dann zerzupft oder besser nur in der Richtung der lamellären Schichtung durchrissen, und endlich wieder Essigsäure zugesetzt, so ist der Riß mit zarten blaffen Fasern, die ziemlich weit aus dem Rande hervortreten, besäimt. Sind dies wirklich Fasern oder Röhren? Die schon von Carpenter hervorgehobene Aehnlichkeit unserer Canälchen mit denen des Zahnbeins, welche in der That äußerlich zu bestehen scheint, erinnert an die große Schwierigkeit, welche die Entscheidung so zarter Fragen hat, und die Dimensionen der Canälchen des Krabbenpanzers sind noch erheblich geringer, als im Zahnbein. Es ist schon angeführt, daß sie durchgehends nur 1 μ betragen. An den zarten blaffen Fasern in den entkalkten Zerzupfungspräparaten, die in verdünntem essigsauren Glycerin liegen, konnte ich den Durchmesser nur zu 0,75 μ bestimmen, was dafür spräche, daß die isolirten Fasern nur ein Inhalt der Canäle, welche die Balsampräparate zeigen, sind; aber die Schätzung — denn von genauer Messung kann ja hier nicht füglich die Rede sein — ist eine sehr schwierige. An einem andern Präparat, wo der zerzupfte Schnitt des entkalkten Panzers trocken eingeschlossen ist, kann ich den Durchmesser der einzelnen, aber hier scharf conturirten Fasern auf ca. 1 μ schätzen, was beide Möglichkeiten offen läßt, und der luftgefüllte Canal des Balsampräparats kann ebenfowohl ein zartes nicht erkennbares Gewebe, welches die Austreibung der Luft erschwert, enthalten, als das bloße Lumen einer Röhre darstellen. Bei einem mit Chromsäure entkalkten und in Chlorcalcium gelegten Flächenschliff sehe ich mit unzweideutiger Bestimmtheit die Querschnitte der fraglichen Gebilde bei hoher Einstellung als helle Flecke auf dunkeln Grunde, bei tiefer als dunkle Flecke auf hellem. Danach sind sie unzweifelhaft stärker lichtbrechend als die umgebende Substanz, und bei Anwendung der stärkeren Systeme (Hartnack 10 u. Gundlach VIII *à immersion*) erscheint bei einer gewissen mittleren Einstellung ein ganz feiner dunkler Punkt mit einer Areola, die sich auch

von der Umgebung hell abhebt. Das wäre also das Bild einer mit Wandung versehenen Röhre und nicht einer gleichartig gebauten Fafer; ob indess das Lumen der Röhre ganz leer oder noch mit einem feinen Gewebe erfüllt ist, bleibt immer noch unentschieden. So an den Grenzen des Erkennens, welche die jetzigen optischen Hilfsmittel stecken, über die Natur eines winzigen Organismus, für den uns fogar die Analogien fehlen, Vermuthungen nach Wahrscheinlichkeitsrechnung aufzustellen, ist ziemlich müßig. Ob Röhre oder Fafer ist im Grunde gleichgültig, so lange wir nicht daran denken dürfen, die Struktur der Röhrenwand oder der Fafer, die doch vorhanden sein muß, zu erkennen. Für jetzt muß es genügen zu wissen, daß die Canälchen nichts bloß negatives, nicht einfache Perforationen der Lamellen, was sie nach der Cuticulartheorie sein müßten, darstellen, sondern etwas positives — den Panzer durchdringende Organe — sind.

Ihre Anordnung, wie sie ein feiner Querschliff durch die inneren Schichten zeigt, giebt Fig. 16 F, Taf. III. Häufig, aber nicht der Regel nach, liegen sie schnurweise in ziemlich parallelen Reihen zusammen. Der Grund hierfür beruht auf einem später zu erwähnenden Strukturverhältniß.

Eine wirkliche Analogie mit dem Zahnbein hat durch die Erwähnung desselben in keiner Weise angedeutet werden sollen. Die Unterschiede schon in der Form der Canälchen sind in der That erheblich. Beim Krabbenpanzer sind sie rein cylindrisch, ohne Verjüngung nach außen, ohne Anaestomosen durch Seitenzweige, wie sie beim Zahnbein übereinstimmend beschrieben und abgebildet werden. Nie habe ich ferner an dem regelmäßig geformten Theil des Panzers eine Gabelung bemerken können; als Ausnahme freilich kommt Gabelung, hakenförmige Umbiegung und ein wirres Quer- und Durcheinanderlaufen der Canäle gegen die äußere Fläche da vor, wo der Panzer Leisten oder Cristen bildet, und diese Verhältnisse sind, trotz des ausnahmsweisen Vorkommens, immerhin wichtig genug, weil sie der Cuticulartheorie den Boden nehmen.

Der so sehr ausgesprochen lamelläre Bau der Crustaceenpanzer beseitigt noch mehr die Analogie mit dem Zahnbein. An den mit Säuren behandelten Schliffen tritt er noch viel deutlicher hervor: wohl ein Beweis dafür, daß eine Abwechslung von Schichten, die reicher an Kalkverbindungen sind, mit kalkärmeren besteht.

Aber auch ein Vorhandensein wirklicher, über einander geschichteter Membrane läßt sich namentlich am Hummer-Panzer, den ich stets sehr viel unvollständiger verkalkt gefunden habe, leicht demonstrieren. Von seiner inneren Fläche kann man Lamelle auf Lamelle als feine Häutchen mit der Pincette abziehen.

Und diese Membrane sind keinesweges strukturlos. Abgesehen von der feinen Punktirung, welche sie in Folge dessen zeigen, daß sie von den Röhren oder Fasern durchbohrt sind, enthalten sie in ihrer Flächenrichtung verlaufende Fasern. In Flächenschnitten des mit Chromsäure entkalkten Krabbenpanzers, die in Chlorcalciumlösung gelegt sind, sehe ich in Bogenlinien sich kreuzende Faserzüge zwischen den Querschnitten der bisher abgehandelten Röhren verlaufen. Sie finden sich nicht in allen Präparaten; wie mir scheint nur in den inneren Schichten. Bestimmter noch sind sie im Panzer von *Hommarus* zu finden, der, wie schon erwähnt, viel unvollständiger verkalkt ist. Ich habe Lamellen, die aus den inneren Schichten einer Schwanzschuppe mit der Pincette abgezogen waren, erst mit Essigsäure entkalkt, dann mit Natronlauge macerirt, wieder angeäuert, mit Goldchlorid stark tingirt und zerzupft und trocken eingeschlossen. So lassen sich Fasern bis auf 0,1 μ Dicke herab ziemlich vollständig isoliren.

Noch frappanter ist das Resultat, wenn solche feine Lamellen nach dem Entkalken und Abwaschen glatt unter das Deckgläschen gebracht und dann dem freiwilligen Eintrocknen überlassen werden. Ich habe dieses so einfache und leicht auszuführende Verfahren, wie schon früher erwähnt, zuerst beim Dotterhäutchen des Eies mit glänzendem Erfolg angewendet. Die feine Faserstruktur zarter Membrane tritt durch das Eintrocknen, wobei sie durch das von selbst erfolgende Ansaugen des Deckgläschens ganz glatt erhalten werden, oft in merkwürdiger Schönheit hervor. Bei den Lamellen des Hummerpanzers ist das Bild freilich nicht immer ein so elegantes, weil die abgerissene Fläche an den meisten Stellen etwas Rauhes behält, und die von den senkrecht auf die Fläche gerichteten Röhren herrührenden dicht stehenden Perforationen, zwischen denen sich die Fasern durch-

winden müssen, daselbe beeinträchtigen; namentlich aber da, wo die Perforationen wegen der Zartheit der Membranen mehr in den Hintergrund treten, sieht man die Faferzüge in dichter Lage parallel neben einander häufig in Bogenlinien verlaufend, und öfter sich mit denen einer andern Lage kreuzend in unzweideutiger Bestimmtheit. Die Präparate gewähren diese Anschauungen übrigens auch schon vor dem Trocknen und sobald sie unter das Deckglas gebracht sind, wenn auch nicht mit derselben Schärfe, in Wasser liegend; während dieses in Glycerin nicht stattfindet. In Fig. 17 A ist der Versuch gemacht, das Bild nach einer sehr zarten und gelungenen Stelle eines solchen Präparats soweit zur Anschauung zu bringen als die Schwierigkeiten, welche so starke Vergrößerung für die Zeichnung mit sich bringt, dieses gestatten. Bei hoher Einstellung sieht man nur die von den querdurchgehenden Röhrchen herrührenden Perforationen. Diese sind nur in der Mitte der Zeichnung wiedergegeben. Selbstverständlich können sie nur in den Schneidepunkten der Lücken der dicht zusammenliegenden Fasern sich befinden, sind übrigens ganz unregelmäßig vertheilt. Ob sie bei der Behandlung des Präparats noch sämmtlich offen geblieben und sich nicht theilweise der Beobachtung entziehen, muß dahin gestellt bleiben. Beim tieferen Senken des Tubus tritt die feine Streifung, wie sie links allein angegeben ist, hervor. Die dunkeln von den Perforationen herrührenden Punkte verschwinden, da der zarte durch die Senkung hellgewordene Fleck in den Streifen nicht mehr bemerkbar ist. Bei noch tieferer Einstellung erst tritt die gröbere Streifung, von einer anderen Faserschicht herrührend, wie sie rechts allein angegeben ist, in ganz matten Linien hervor. Die obere Lage besteht aus so feinen und dicht liegenden Fasern, daß zwischen den Mittellinien derselben je nur ein Raum von ca. $1\ \mu$ kommt, bei der gröberen Schicht beträgt dieselbe Dimension etwas über $1,5\ \mu$. Uebrigens findet man an den Rändern dieser Präparate häufig zufällig isolirte Fasern von entsprechender Feinheit, welche keinen Zweifel darüber lassen, daß die Streifung wirklich von an einander liegenden Fasern herrührt.

Endlich finde ich diese Fasern mit der schönsten Deutlichkeit in einem in Balsam liegenden Schliff des Krebspanzers, einem Präparat, das von Möller in Wedel acquirirt ist. Die Verkalkung geht bei diesem Präparat, wie ich dies auch beim Hummer gefunden, von den gröberen Porenkanälen des Panzers, aber bei *Astacus* so aus, daß im Flächenschliff scharf abgegrenzte unverkalkte Feldchen zwischen den nicht überall zusammenstoßenden, die Porenkanäle umgebenden Gebieten bleiben. In diesen unverkalkten Feldchen sieht man sich in spitzen Winkeln kreuzende Systeme von in Bogenlinien parallel verlaufenden, scharf hervortretenden Fasern von etwas über $1\ \mu$ Dicke. Die Entfernung der Fasern von einander beträgt ungefähr $6\ \mu$. Sind, wie nach dem Hummerpanzer zu vermuthen, außer diesen stärkeren, noch feinere, dichter stehende Fasern vorhanden, so ist es leicht begreiflich, daß der Canada-Balsam ihr Bemerklichwerden verhindert. Auch in dem zum Präparat gehörigen Querschnitt gelangen diese Fasern an einzelnen Stellen zur Anschauung.

Auf den bestimmten Nachweis dieser parallel mit den Flächen verlaufenden Fasersysteme im Panzer der Crustaceen glaube ich einen großen Werth mit Recht legen zu dürfen. Ihre Natur schließt den Gedanken einer Entstehung als Cuticularbildung an und für sich aus, und wenn der Befund bei *Hommarus* ergibt, daß zwischen den dicht stehenden senkrechten Röhrchen oder Fasern und diesen sie durchflechtenden wieder eng zusammenliegenden Faserlagen die Kalkablagerung von den Porenkanälen aus in das schon vorhandene Gewebe stattfindet, so bleibt für die Kittsubstanz dieses dichten Geflechts nur eine geringe quantitative Bedeutung über, und trägt das Chitinsubstrat des Crustaceenpanzers in so eminentem Grade den Charakter des Organisirten, daß die Cuticulartheorie für denselben als gänzlich beseitigt betrachtet werden kann. Während wir später in den Gehäusen der Mollusken fast überall eine die deutliche fibrilläre Struktur ebenso wie hier durchsetzende lamelläre Schichtung wiederfinden, so werden wir auch dort, wo freilich der feinere Bau der Lamellen noch nicht erkannt werden kann, auf organisirte Membrane als Grundlage derselben analogisch schließen dürfen. Zunächst wird uns diese Analogie das Verständniß für die wirkliche Bedeutung der von Carpenter irrtümlich als cellulär betrachteten äußeren Schicht des Krabbenpanzers eröffnen.

In Fig. 16 A B C und E, Tafel III sind Details derselben bei starker Vergrößerung abgebildet. E wird am besten orientiren. Die Figur ist nach einem ganz feinen senkrechten Querschliff, der ohne

Terpentinöl in ganz steifen Canadabalsam gelegt ist, gezeichnet. Unten bei d ist ein schmaler Streif der bisher abgehandelten Hauptschicht der Schale mit den wellig verlaufenden Canälen mitgezeichnet. In einen Theil der letzteren ist der Balsam so eingedrungen, daß sie nur noch streckenweis lufthaltig sind. Die lamelläre Schichtung macht sich nur durch dunklere Streifen bemerkbar.

c ist der Querschnitt der hier 7,5—9 μ dicken Platte, welche die Wabenschicht — wie ich sie, um eine unverfängliche Bezeichnung dafür zu haben, nach ihrer großen äußerlichen Aehnlichkeit mit den Waben eines Bienenstockes nennen will — von den inneren Schichten abgrenzt. Man sieht — und dieses ist durchaus charakteristisch und wird durch viele Präparate bestätigt —, daß, wenn diese Platte auch im Ganzen durchsichtig wird, einzeln oder gruppenweise die directe Fortsetzung der Röhrchen aus der unteren Schicht durch die Platte hindurch in die Röhrchen der Wabenschicht verfolgt werden kann. Man vergleiche in dieser Beziehung auch Fig. 18. Daß das Eindringen des Balsams in die Röhrchen hier im Allgemeinen soviel leichter und früher erfolgt, muß man als Thatfache hinnehmen, ohne den Grund dafür mit Sicherheit angeben zu können; steht indess anderweitig fest, daß man die Membrane, welche die lamelläre Struktur bewirken, nicht als absperrende todte Hindernisse, sondern als organisirte Wege für die Stoffbewegung zu betrachten hat, wie daraus hervorgeht, daß durch sie die Kalkablagerung von den gröberen Porencanälen aus stattfindet, so wäre es sehr begreiflich, daß gerade in dieser Platte auch der Balsam am leichtesten in das ganze Gewebe eindringt; übrigens beweist, beiläufig bemerkt, das allseitige leichte Eindringen des Balsams auch in die Röhrchen, daß deren Wandungen, oder wenn es Fasern sind, deren Substanz selbst, nicht homogen sein kann, sondern eine dieses gestattende Struktur und Organisation besitzt, die zunächst allerdings gänzlich außerhalb der Grenzen unseres Erkennens liegt.

Und auch in dem lamellären Bau ist die Wabenschicht im Wesentlichen ganz mit dem übrigen Panzer übereinstimmend. Es sei hier vorgreifend bemerkt, daß bei *Cormopoden* (*Melagrina* und *Pinna*), deren sogenannte Faferchicht offenbar der Wabenschicht des Krabbenpanzers homolog ist, die lamelläre Schichtung des darunter liegenden Perlmutter direct in die Faferchicht sich fortsetzt, indem sie der beiderseitigen Begrenzung nicht parallel liegt.

Eine Veranlassung, für die Wabenschicht eine besondere Genefis anzunehmen — sie als einen besonderen morphologischen Typus zu betrachten, liegt in keiner Weise vor: sie ist lediglich eine Modification desjenigen Typus, welcher im ganzen Panzer ausgesprochen ist.

Diese Modification ist allerdings eine auf den Flächenschliffen durch die Septirung, welche dort der Wabenschicht ihren pseudocellulären Charakter aufdrückt, sehr in die Augen fallende, wie Fig. 16 A B C, Taf. III ergibt. Bei den Wandungen dieser Septen ist es auffallend, daß die Röhrchen, welche in dem Flächenschliff als Punktirung zum Ausdruck vorkommen, theilweise auch in diesen Wandungen zu bemerken sind. Dieses ist in den unteren Schichten, wie B theilweise und C vollständig zeigt, der Fall, während in den oberen Schichten die Röhrchen obliterirt sein mögen. Hierin liegt es auch wohl, daß im Querschliff (16 E) die Wandungen nur im oberen Theil durchsichtig hervortreten.

In dieser Beziehung muß noch auf das Auftreten der Wabenschicht in dem Theile des Panzers, welcher eine körnige Oberfläche besitzt, recurriert werden. a a a der Fig. 15 B Taf. II sind Querschnitte der Wabenschicht, die von den papillären Erhebungen durchbrochen sind. Der Flächenschliff Taf. III Fig. 17 B läßt deutlich erkennen, wie die Wabenschicht eine zusammenhängende, die inulären Erhebungen allseitig umgebende Fläche bildet. In Fig. 15 B bemerkt man, wie die dort mit dunkeln, stärkeren Strichen bezeichneten Septen nicht durch die ganze Schicht reichen, sondern im unteren Raum zwar auch die den Lamellen entsprechende Streifung vorhanden ist, diese aber nur von der den Röhrchen entsprechenden Streifung durchbrochen wird. Aus der bei starker Vergrößerung gezeichneten Fig. 18 Taf. III ist einiges hiervon noch klarer zu ersehen, doch ändert sich das Bild bei dem Canadabalsam-Präparat in mancher Beziehung. Fig. 16 D ist das Segment eines Flächenschliffs, wo er durch die Grenze zwischen dem septirten und dem nicht septirten Theil der Wabenschicht eines Panzerstückes mit körniger Oberfläche wie Fig. 15 B geht. Man sieht wie die Wandungen der Septen immer feiner werden und auslaufen bis sie allmähig verschwinden. Sie sind hier bei tiefer Einstellung hell auf dunklem Grunde, also im optischen Effect negativ gegen die Grundmasse. Dieses würde sich

erklären, wenn sie als feine, nicht verkalkte Wand in die verkalkte Masse der letzteren hereinragten; doch ich weiß hierüber weitere Rechenschaft nicht zu geben. Jedenfalls gehen die als Punktierung auftretenden Querschnitte der Röhren ohne Trennung aus dem nicht septirten Theil in den septirten über, und letzterer besteht hier aus unten offenen Cylindern. Soviel folgt hieraus, daß: die ganze Septirung, so charakteristisch sie ist, nur eine accessorische Bedeutung für die durchweg fibrillären Gewebe hat; und gilt dieses hier, so muß es auch in dem glatten Theil des Panzers so fein, obgleich dort die Septen bis auf die Platte reichen, und dadurch als unten abgeschlossene Cylinder auftreten. Diese Betrachtungen zeigen, wie unbegründet es ist, aus den Septen auf eine specifisch verschiedene Natur der Wabenschicht zu schließen. Am allerwenigsten kann von Zellen dabei die Rede sein.

Die Frage nach dem »Warum« ist bei allem organischen Wachsen eine absolut unbeantwortbare und deshalb müßige. Gewisse organische Formen werden dadurch für uns gewohnt, daß sie uns öfter entgegentreten, und dann wundern wir uns nicht mehr darüber, wie z. B. über die makroskopischen Gestaltungen bekannter Creaturen. So fällt es uns nicht als merkwürdig auf, daß bei den meisten Ordnungen der Mammalien 4 Beine vorkommen. Warum ihnen dieselben aber gewachsen sind, resp. die im Embryo zu beobachtenden Anlagen derselben sich bilden, bleibt uns ebenso absolut unbegreiflich, als wenn uns ein ungewohntes Entwicklungsphänomen entgegentritt, obgleich zuweilen der thörichte Versuch gewagt wird, gerade neue Dinge zu »erklären.« Ihre Uebereinstimmung oder Harmonie mit anderen Vorgängen aufzufinden und nachzuweisen, das allerdings ist recht eigentliche Aufgabe der Naturforschung, und hier nicht unerreichbar. In allen fibrillären Geweben ist die Bildung von Membranen, welche einen Theil der Fibrillen unter sich verbinden, ein so gewöhnlicher Vorgang, daß er als etwas normales und typisches betrachtet werden kann, und auch das ist etwas häufiges, daß diese Membrane denen der Wabenschicht des Krabbenpanzers ähnliche Septen einschließen. Dieses gilt neben den Faßerhäuten des Eies nicht nur für die schon erwähnten Wabenschichten vieler Cormopoden, sondern auch für längst bekannte Gewebe der Bindefsubstanzgruppe, namentlich Muskel und Sehne. Was ist das Sarkolemma anderes als eine Septirung eines fibrillären Gewebes durch Membrane?*) G. R. Wagner hat in seinen schönen Untersuchungen über den Muskel, gegen welche den Zellentheoretikern nur die Waffe des Todtschweigens zu bleiben scheint, sogar nachgewiesen, daß die Muskelfibrillen in dem ersten embryonischen Stadium noch nicht durch das Sarkolemma septirt sind, daß dieses erst später zwischen sie wächst. Was das Bindegewebe im engeren Sinne — die Sehne — betrifft, so kann die Septirung seiner fibrillären Masse durch Membrane eine sehr ausgesprochene sein. Die Abbildung, welche Lieberkühn in seiner Arbeit: Ueber Ossification (Reichert's Archiv 1860) bei Fig. 3 Taf. XX von den secundären Scheiden einer mit Salpetersäure längere Zeit behandelten verknöcherten Putersehne giebt, könnte füglich auch als ein correctes Bild der mit Säure entkalkten Wabenschicht eines Cormopoden gelten; sogar die Querstreifung der Wandungen ist darin ausgedrückt. Die bündelweise Umschließung der Fibrillen des subcutanen und anderen Bindegewebes durch Membrane ist altbekannt. So entschieden treten diese Analogien hervor**). Freilich sind in

*) Die Behandlung des Sarkolemmas in den verschiedenen Phasen der Muskelhypothesen ist fast ein psychologisches Phänomen. So lange die Membran als zum Begriff der Zelle gehörig betrachtet wurde, war es gerade das Sarkolemma, das als ein starker Beweis für die Zellennatur des Primitivbündels betrachtet wurde. Nun die Membran als Characteristicum für die Zelle abgesetzt ist, steht es freilich mit den Argumenten für die Einzelligkeit des Primitivbündels sehr mißlich, aber Logik gehört nun einmal nicht zu den starken Seiten der jetzigen Naturforschung. Und was ist nun das Sarkolemma? Entweder »modificirtes Protoplasma«, womit eben gar nichts gesagt ist, denn selbstverständlich muß ja nach der Protoplasma-Terminologie alles Organisirte modificirtes Protoplasma sein oder ein »Sekret«. Letzteres ist freilich die stets bereite Aushilfe, um alles unterzubringen, was sonst nicht in ein beliebtes Schema paßt. Wir sind damit soweit gekommen, daß die überwiegende Masse des thierischen Organismus Sekret sein soll. Wir sollen uns damit das *ξύον* unter dem burlesk-gräßlichen Bilde einer wandernden Halb-Leiche, das noch vervollständigt wird durch die »selbständigen« Zellen, die fast wie Factoren der Verwesung jede für sich darin umher kribbeln, vorstellen.

**) Leydig's in seinem Lehrbuch der Histologie des Menschen und der Thiere schon vor längeren Jahren ausgesprochene Auffassungen dürfen hier nicht unerwähnt bleiben. Einerseits tritt aus denselben uns eine Identificirung der Chitinhüllen der

Sehne und Muskel überall zellige Elemente eingesprengt, welche dem Bindegewebe der von mir untersuchten Körperbedeckungen der Evertibraten gänzlich fehlen, aber deshalb ist eben dieses Fehlen für die Beziehungen zwischen den Zellen und den fibrillären Elementen der Bindegewebe höherer Thiere ein so sehr lehrreiches und zeigt die morphologische Selbständigkeit des fibrillären Gewebes.

Ist man auf diese Analogien erst aufmerksam geworden, so scheint es kaum möglich, die feinere Struktur der Wabenschicht, wie sie in Fig. 16 E dargestellt ist, im Einzelnen zu verfolgen, ohne auf das lebhafteste an die der Primitivbündel des quergestreiften Muskels erinnert zu werden. Zunächst muß ich ein bei dem letzteren vorkommendes Verhältniß constatiren, das meines Wissens nirgends erwähnt und jedenfalls nicht seiner Bedeutung nach gewürdigt wird. Verfolgen wir die Querstreifung bei Muskeln, an welchen dieselbe deutlich ist (— es liegen mir augenblicklich schon 7—8 Jahre alte eigene Präparate in Essigf. Glycerin von der Muskelschicht entlang des Schwanzes einer in Spiritus getödteten Batrachier-Larve vor, die noch auf der äußeren Haut liegend, die Muskelbündel sehr schön in Situ zeigt —), so sehen wir, daß nicht nur, wie bekannt, die Querstreifung sich correspondirend über die einzelnen Fibrillen fortsetzt, sondern daß eine solche Correspondenz der Querstreifung auch über die Grenzen der Primitivbündel hin durch die ganze Muskellage geht: ein Befund der allerdings für die Hypothesen, welche das Primitivbündel als eine abgeschlossene Einheit, als eine geforderte Zelle betrachten, höchst unbequem sein muß. Dieses gewinnt an Bedeutung, wenn man solche Stellen betrachtet, wo die Muskellage ohne Zerreißung, doch so gezerzt ist, daß die Querstreifung in stark gekrümmten Linien verläuft. Auch hier kann man, wenn man mit dem Focus eines starken Systems, z. B. der Hartnack'schen 10 à immersion, die aus den alternirenden Lagen stärker und schwächer lichtbrechender Substanz*) entstehende Querstreifung über mehrere Bündel fort verfolgt, dieselbe als eine zusammenhängende nachweisen. Wenn nach Rollets Ausdrucksweise**) durch die hypothetischen Disdiaklasten, »ähnlich wie bei einer Compagnie Soldaten verschiedene Breiten und Tiefen der Aufstellung durch Ortsveränderung der einzelnen Individuen erzielt werden«, so müßten diese »Individuen« allerdings vortrefflich eingeübt sein, wenn sie bei ihrem Herumexerziren in dem als eine Flüssigkeit (!) gedachten Bündel sogar quer durch die trennenden Sarkolemmafichten hindurch so genau Richtung und Vordermann hielten! Für eine nüchterne Auffassung wird es vielleicht näher liegen, in dieser genauen Correspondenz eine gemeinfame Struktur, welche durch die vom Sarkolemma gebildeten Septen hindurch geht, zu sehen.

Arthropoden mit den Bindefubstanzen entgegen, wie z. B. auf S. III, wenn er anführt, daß die innere nicht chitinifirte Lage »mit dem intertiziellen weichen Bindegewebe des Körpers zusammenhängt, während nicht minder die harte Schale sich continuirlich in innere chitinifirte bindegewebige Theile, Sehnen z. B. fortsetzt«; und wenn er sogar ebendasselbe sagt: »durch die Porencanäle werden die Schichten der homogenen Grundsubstanz, ähnlich wie das Bindegewebe der Wirbelthiere durch die Bindegewebskörperchen in cylindrische Abtheilungen gefondert, welche den »Bindegewebsbündeln« entsprechen«.

Allerdings tritt uns in Leydig's ganzer Behandlung der Bindefubstanz sowohl, als in dem Gebrauch den er von dem Begriff der Cuticula macht, eine gewisse Unklarheit entgegen, die z. B. in der auf S. 31 in Fig. 14 gegebenen Synthese der Bindegewebskörperchen wohl nicht befriedigen kann, und ihn m. A. n. in consequenter Weise dazu hätte führen müssen, die sogenannten Grundsubstanzen der Bindegewebe geradezu für Cuticularbildungen zu erklären, was er ausdrücklich wenigstens nicht thut und daneben den Kölliker'schen Cuticularbegriff einmengt. Das aber darf ich aus seinen Darstellungen für die von mir hier hervorgehobene Analogie des Panzers der Crustaceen mit Bindegewebsformen wohl entnehmen, daß schon einem so geübten Beobachter, der darin ein so weites Feld wie wenige andere beherrscht, die Chitinhüllen und die Bindefubstanzen als etwas Zusammengehöriges entgegentreten. Besonders frappant ist in dieser Beziehung noch die von ihm auf S. 32 in Fig. 15 gegebene Abbildung »Aus der Lederhaut von *Polypterus bichir*« (— eines Fisches —). Für die Bezeichnung der Septen als »Bindegewebskörper« kann ich freilich nicht eintreten, aber wenn ich die Figur für einen Querschnitt der Haut wohl ansprechen darf, erinnert sie auf das lebhafteste an meine »Wabenschicht« bei *Platycarcinus* und vielen *Cormopoden*.

*) Es giebt gewisse Dinge in der Histologie, welche schwer begreiflich sind, und dazu gehört, daß auch die besten Beobachter von »hellen und dunkeln« Streifen in dem Primitivbündel sprechen. Es ist doch so außerordentlich leicht, sich zu überzeugen, daß das hell und dunkel hier lediglich von der Focaleinstellung abhängt: daß der bei hoher Einstellung dunkle Streifen beim Senken des Tubus hell wird und umgekehrt, daß es sich also nur um verschiedene Brechungsindices und nicht um verschiedene Helligkeitsgrade handelt. Natürlich muß sich auch bei so starker Vergrößerung, daß sich nur die Grenzen beider Lagen als Linien präsentiren, die Zahl der Letzteren verdoppeln.

**) Strickers Handb. d. Lehre v. d. Geweben pag. 174.

In dem Crustaceenpanzer habe ich eine solche, ebenfalls durch fibrilläres Gewebe und Septierung hindurchgehende Struktur, als in Fasermembranen bestehend, direct nachgewiesen. Dürfen wir nicht wenigstens auf etwas Aehnliches beim Muskel schließen? Dafs eine solche Struktur zu fein ist, um sie mit unseren jetzigen Hilfsmitteln direct nachweisen zu können, ist da kein Beweis gegen ihr Dasein, wo sie nach Analogien vorausgesetzt werden darf, und diese Analogie erscheint doch hier als eine sehr auffallende. Der quergestreifte Muskel bleibt auch für diejenigen, die von der reellen Natur der Fibrillen überzeugt sind, ein Räthsel. Die zierliche Regelmäßigkeit der Querstreifung und das Zerfallen in Disks weist doch bestimmt auf einen reellen Grund für diese auffallenden Erscheinungen hin. Im Crustaceenpanzer finden wir nun neben den fast greifbar nachzuweisenden Fibrillen oder Röhrchen, als Grund für die trotz derselben mechanisch leicht zu bewirkende Theilbarkeit in die der Querstreifung entsprechenden Lamellen, ein Strukturverhältniß der letzteren. Der Hinweis auf eine solche Analogie erscheint mir eine gröfsere Annäherung an die Lösung des Räthfels, als die phantastische Aufstellung der Sarcoplasten und Disdiaklasten, welche ganz aus der *ratio* dessen hinaustreten was wir von organischen Strukturen wissen.

Gegen die Schlusfolgerung, dafs ich mit diesen Analogien irgendwie auf eine muskuläre Natur der Wabenschicht des Krabbenpanzers hindeuten wolle, verwahre ich mich ausdrücklich. Ich sehe darin nur eine gemeinfame Struktur zweier Bindegewebe. Die specifisch muskuläre Function mufs auf daneben vorhandenen Differenzen beruhen.

Vielleicht wird es nicht als ganz correct betrachtet, dafs ich mit diesen Erörterungen den zu ziehenden Schlusresultaten vorgreife; es dürfte aber doch nützlich sein, schon in die immer ermüdende Beschreibung von Einzelheiten die Gesichtspunkte einzuflechten, von welchen aus sie Beachtung beanspruchen.

Zu Fig. 16 E Taf. III ist noch Folgendes zu bemerken: Ohne dafs eine Veranlassung für diese Verschiedenheit erkennbar ist, sieht man innerhalb der Septen bald die Längsstreifung, bald die Querstreifung, bald beide zusammen. Bei denjenigen Präparaten, die in weichen Balsam mit Terpentinöl eingelegt wurden, ist das Bild, da wo der Balsam nur theilweise eingedrungen, ein viel schärferes und eleganteres, wenigstens für die Längsstreifung, die als von zarten luftefüllten, ganz scharf abgegrenzten Canälchen herrührend auftritt, wie dies auch aus Fig. 18 zu ersehen ist. Die Querstreifung tritt dann allerdings nur in Form unregelmäßiger breiterer Lufträume, welche sie nur annähernd andeuten, auf. Im Totaleindruck ist sie aber auch da bestimmt hervortretend, wo die Wabenschicht durch das Nichteindringen des Balsams ganz dunkel geblieben ist. So sehr schätzbar der Canadabalsam als Mittel, feine Lufträume zu demonstrieren, ist, darf er doch nicht überschätzt, und namentlich nicht vergessen werden, wie weit die Bedeutung dieser Demonstration geht. Bei einem in weichen Balsam gelegten Präparat treten hauptsächlich nur die Gegensätze des Balsams und der nicht von ihm durchdrungenen Räume auf. So gut als die Struktur in den ersteren maskirt wird, findet dieses auch für die letzteren statt. Ein Raum der von einem feinen, in feinen Interstizien luftführenden Gewebe erfüllt ist, welches das Eindringen des Balsams verhindert, wird sich gleich einem einfachen Hohlraum darstellen, und wo der Balsam das Hinderniß überwindet, wird das Gewebe ebenfowenig zur Wahrnehmung gelangen. Ich lege deshalb besonderen Werth auf das Präparat, nach welchem Fig. 16 E entworfen wurde. Es ist, wie schon früher erwähnt, ein ganz feiner Schliff, der mit so geringer Erwärmung in ganz harten Balsam gelegt ist, dafs eine vollständige Durchdringung in gröfserer Ausdehnung nirgends eingetreten ist, und der Balsam hauptsächlich nur die Rauheiten der Schlifffläche beseitigt hat. Daher macht es einen sehr trüben und wenig zierlichen Eindruck; es scheint mir aber, dafs die dunkeln Zeichnungen in der Wabenschicht hier der Ausdruck der wirklichen Struktur sind. Die Längsstreifung erscheint nicht als glatte, scharf begrenzte Canälchen, sondern matt und wie aus aneinandergereihten Körnchen bestehend; ebenso auch die dunkeln Bänder der Querstreifung, die hier wirklich dunkel, d. h. undurchsichtig sind, wie aus Lagen eines dunkeln Staubes gebildet. Die Wandung der Septen ist mit hervorragenden Reifen besetzt, welche den hellen Querstreifen entsprechen. Zuweilen scheinen die dunkeln Querstreifen auch durch die Wandungen der Septen wirklich hindurchzugehen. Die sogenannte Epidermis ist sehr spröde, in den Schliffen meist gesplittert und beschädigt und kann ich eine bestimmte

Struktur in ihr nicht finden. Zuweilen scheint es, als ob Ueberbleibsel obliterirter Röhren auch in ihr noch zu bemerken seien, wie auch in der Zeichnung angedeutet ist.

Aus alle diesem weifs ich Schlussfolgerungen nicht zu ziehen und glaube noch darauf, als eine vielleicht im Auge zu behaltende Analogie hinweisen zu müssen, dafs ganz kleine dunkel erscheinende Hohlräumchen von mir sowohl in den Fasern der Schalenhaut des Reptilien-Eies, als in der Kalkschale des Vogel-Eies nachgewiesen sind, und dafs in der bindegewebigen Marksubstanz der Haare kleine von Flüssigkeiten erfüllbare Hohlräumchen vorkommen, von deren Inhalt — ob Luft oder nicht — die Durchsichtigkeit oder Undurchsichtigkeit des Markstranges beim Haar abhängt. Kölliker behandelt sie namentlich in den älteren Ausgaben seiner Mikroskop. Anatomie sehr ausführlich; sie sind aber noch immer etwas Räthselhaftes geblieben und verdienen ein erneutes eingehendes Studium. Nach einigen vorläufigen Untersuchungen kann ich anführen, dafs es sich nicht um runde Hohlräumchen handelt. In Splittern von markhaltigen Haaren, die in steifen Canadabalsam gelegt sind, treten bei stärkster Vergrößerung Bilder auf, welche auf fibrillären Charakter zu deuten sind.

Endlich komme ich zu den Besonderheiten derjenigen Theile des Krabbenpanzers, die eine körnige Oberfläche haben. Fig. 15 B Taf. II und 17 B Taf. III mögen zur Orientirung und Erläuterung des darüber zu Sagenden zunächst dienen.

Der Panzer ist hier im Allgemeinen dicker als an den glatten Theilen; dieses beruht aber nicht darauf, dafs die Zahl der Lamellen eine gröfsere ist, sondern, soweit ich verfolgen kann, lediglich darauf, dafs die von den Lamellen gebildeten Schichten mächtiger sind. In Fig. 15 B sind von den Buchstaben c und d kurze Hinweislilien nach der Zeichnung gezogen. Denkt man sich diese durch eine fortlaufende Linie verbunden, so wird diese ungefähr der Schliffebene entsprechen, in welcher der Tangential-Schliff Fig. 17 B liegt. Die auf letzterem mit b, b bezeichneten, von Carpenter nicht unzutreffend »Papillen« genannten Gebilde liegen wie Inseln in der Mitte der das Meer darstellenden Wabenschicht. Nur in der mit a, a bezeichneten Region bemerkt man die Querschnitte der Septen, welche von Carpenter irriger Weise als Zellen aufgefaßt sind. Diese Region entspricht einer Lage des Schliffs, wie sie die Linie c d (Fig. 15 B) in der Nähe von c zeigt. Die weifsgelassenen Stellen a', a' sind nur mit einer dichtstehenden Punktirung, — den Querschnitten der Röhren —, ausgefüllt; diese, nur bei stärkerer Vergrößerung bemerklich, konnten in dem kleinen Mafsstabe der Abbildung nicht wiedergegeben werden. Diese andere Region entspricht einer Lage des Schliffs, wie sie die Linie c d in der Nähe von d zeigt. In der Mitte dieser Linie geht die Schliffebene durch die Grenzen zwischen a und a' der Fig. 17 B, und in Fig. 16 D Taf. III findet man bei starker Vergrößerung ein Segment aus dieser Grenze, das ich schon früher erläutert habe.

Aus Fig. 15 B erfieht man, wie mit der Hebung der Papillen die lamelläre Schichtung sich wölbt, in der Papille sich verliert, und diese die Wabenschicht förmlich durchbricht, indem die Canälchen ihr seitwärts ausbiegen. So lange die Cuticular-Theorie für diese Organismen nicht vollständig aufgegeben ist, wird immer und immer wieder darauf verwiesen werden müssen, dafs eine solche Bildung mit derselben unvereinbar ist, und nur aus einem in dem Gewebe selbst verlaufenden Entwicklungsprocefs hervorgehen kann.

Flächenschliffe durch die inneren Schichten der körnigen Schalentheile haben an der Stelle der Papillen helle, runde Flecke von 12 μ , aber auch bis auf 6 und sogar 4 μ heruntergehendem Durchmesser. Sie machen den Eindruck, als ob sie früher Porenkanäle gewesen und später mit fester Kalkmasse ausgefüllt seien. Sie bilden die Centren gewisser, sich gegen einander abgrenzender Gebiete, die aber Lücken lassen, welche von einer abweichenden Struktur ausgefüllt sind. Es hängt dieses Bild wohl jedenfalls mit dem Bau der Faferhäute zusammen, auf welchen, wie nachgewiesen wurde, die lamelläre Struktur beruht; daneben aber auch gewifs von dem Gange der Verkalkung, deren Ausgang von den Porenkanälen, wie schon erwähnt, der Hummerpanzer nachweist. Auch die homologe Bildung bei *Astacus* ist schon erwähnt.

Je näher der äufseren Fläche der Flächenschliff liegt, desto deutlicher treten um diesen kleinen Kern concentrische Ringe auf, welche unzweifelhaft von dem Querschnitt der gegen die Basis der Papille sich erhebenden Lamellen (vgl. Fig. 15 B) herrühren. Diese verlaufen aber noch matt und ohne

bestimmte Abgrenzung, und erst da, wo die Schliffebene in die Wabenschicht tritt, find die Papillen durch einen scharfen doppelten Contur — den Querschnitt der durch die Papille fast senkrecht gehobenen Grenzplatte zwischen der Wabenschicht und dem unteren Theil der Schale — abgegrenzt, und mit einer feinen concentrischen Streifung versehen, welche in Fig. 17 B wegen des kleinen Maßstabes nur angedeutet werden konnte. Es unterliegt keinem Zweifel, daß diese Ringe des äußeren Umfanges des Papillenquerschnitts den Lamellen, welche hier wie umgekehrte Trichter sich steil um die Papille erheben, angehören. Die Detailzeichnung Fig. 18 läßt dieses noch deutlicher erkennen. Die radiäre Streifung, welche in den Papillenquerschnitten der Fig. 17 B ebenfalls nur grob angedeutet werden konnte, beruht in ähnlicher Weise darauf, daß die Canälchen in Bogenlinien sich von der Axe der Papille entfernen, um die gehobene Grenzplatte zu durchbohren. Auf den Querschnitten der Papillen kommen sonach nicht mehr ihre punktförmigen Querschnitte zum Ausdruck, sondern eine Streifung, weil sie ganz schräg geschnitten sind. Am überzeugendsten tritt dieses durch den Vergleich des Verlaufs dieser Canälchen auf Fig. 18 mit von Canadabalsam nur unvollständig durchdrungenen Flächenschliffen entgegen, indem man auf Letzteren diese radiären Streifen als luftgefüllte Canäle beobachten kann. Der innere helle Kern, welchen die Papillenquerschnitte bei Fig. 17 B haben, besitzt anscheinend gar keine oder wenigstens ganz undeutliche Struktur. Er ist spröder und reicher an Kalk als der übrige Panzer. Daß er aber trotzdem ein Substrat von Chitin enthält, beweisen die mit Chromsäure behandelten Schliffe. Daß dieser Kern, dessen hügelartige Erhebung die eigentliche, auf der Schalenfläche hervortretende Papille bildet, die verbreiterte Fortsetzung der in den inneren Panzerschichten als verkalkte Porenkanäle sich darstellenden, schon erwähnten Gebilde ist, kann wohl nicht bezweifelt werden.

Das Eigenthümliche der Wabenschicht in dem körnigen Theil der Schale, im Wesentlichen nur darin bestehend, daß die Septen nicht überall bis auf die Grenzplatte reichen, ist schon vorhin erläutert.

Eine erschöpfende Darstellung der gesammten Verhältnisse des Krabbenpanzers im zoologischen Sinne ist hiermit freilich nicht gegeben. Sie würde außerhalb des Rahmens dieser Arbeit liegen, die, nur um allgemeinere histiologische Gesichtspunkte zu gewinnen, charakteristische Objecte aussuchen wollte. Erstere würde sich zugleich auf möglichst viele Familien auszudehnen haben und dann wahrscheinlich für die Systematik sehr wichtige Anhaltspunkte bieten. Einiges wenigstens kann ich über *Hommarus* und *Astacus* angeben, ohne aber eine Vermuthung darüber ausprechen zu können und zu wollen: ob die sich ergebenden erheblichen Verschiedenheiten für *Brachyuren* und *Macruren* überhaupt charakteristisch sind.

Daß der Panzer von *Hommarus* nach den mir vorliegenden Exemplaren viel unvollständiger verkalkt ist, als bei *Platycarcinus*, wurde schon gelegentlich erwähnt*). Dieses erschwert die Anfertigung guter Schliffe erheblich, und auch das Hilfsmittel: die Panzerstücke reichlich mit Canadabalsam zu überziehen und bis zur vollständigen Erhärtung desselben zu erwärmen, gewährt keine vollständige Abhilfe hierfür. Soviel zeigen meine Präparate indess mit Evidenz, daß die Grundlage der Struktur des Panzers auch hier ein System zahlloser, dicht stehender und in feinen Wellungen verlaufender Röhrchen bildet, das von einem zweiten System, in der Flächenrichtung geschichteter, auf Faserröhren zurückzuführender Lamellen durchsetzt wird. Soweit wäre Uebereinstimmung, aber eine eigentliche Wabenschicht kann ich in keinem Theile des Hummerpanzers nachweisen, obgleich auch beim Hummer eine äußere Schicht sich von der übrigen Schale bestimmt absondert (vergl. Fig. 19. B. Taf. III.). In diese Schicht setzen sich die Canälchen ebenso wie bei *Platycarcinus* fort, statt aber, daß durch Septirung sich die Pseudozellen der Wabenschicht bilden, zeigt der Flächenschliff der äußeren Schicht nur das eigenthümliche Bild, das in Fig. 19 A wiedergegeben ist. Ist der Balsam nicht vollständig eingedrungen, so sind die mit a bezeichneten Stellen von undurchsichtigen Säumen umgeben. Die feine Punktirung in denselben rührt von den Querschnitten der Canälchen her. Wo der Schliff gegen die äußere Fläche verläuft, fließen sie vollständig zusammen, wo er sich in die unteren Schichten senkt, stehen sie inselartig in

*) Diese unvollständige Verkalkung dürfte nicht Entwicklungszustand, sondern Regel sein. Die 3 Exemplare, die ich untersuchte, waren aus den Monaten April, September und November, und war ein Unterschied zwischen ihnen in dieser Beziehung nicht zu bemerken.

der hellen Fläche und sind mit einem durchsichtigeren Saum umgeben, in welchem die Punktirung durch die Querschnitte der Canälchen weniger hervortritt. Auch in Fig. 19 A bemerkt man diese helleren Säume noch an einigen Stellen. Dieser Theil der Schale ist der Träger des Farbstoffs, der aber ganz gleichmäßig in den mit a bezeichneten Stellen vertheilt ist, so daß das Netz oder die Infeln mit röthlicher Färbung*) in dem farblosen Grunde stehen. Die Oberfläche ist dem entsprechend gleichmäßig roth gefärbt. Von »Pigmentzellen« kann auch hier die Rede nicht sein.

Auch in den mit b bezeichneten farblosen Stellen des Flächenchliffs tritt eine, schon bei schwacher Vergrößerung deutliche Punktirung, doch mehr gruppenweise auf. Diese rührt von Kalkkörnern her, während diese Stellen im übrigen kalkfrei sind; neben und zwischen diesen Kalkkörnern sind aber auch hier die Querschnitte von Canälchen zu bemerken, allerdings nur mit starken Systemen und bei Balsampräparaten nur da, wo der Balsam nicht vollständig in die Canälchen eingedrungen ist. Am deutlichsten wird dieses Verhältniß bei Schliffen, die von der Balsamunterlage abgelöst und in verdünntes Glycerin gelegt sind. Hier sieht man bei hoher Einstellung die Kalkkörner hell und daneben die Querschnitte der Canälchen als dunkle Punkte, die erst beim Senken des Tubus hell werden, zwar matt, aber unzweideutig.

Die Behandlung solcher Schliffe mit Chromsäure ergibt, daß das eigenthümliche Bild, wie es Fig. 19 A darbietet, im Wesentlichen darauf beruht, daß die mit a bezeichneten Stellen verkalkt, die mit b bezeichneten kalkfrei sind; denn nach Auflösung der Kalksalze zeigt das Präparat eine fast gleichmäßige Beschaffenheit dieser vorher so verschiedenen Stellen**). Zwar ist bei der Beobachtung in Wasser noch ein ganz schwacher Unterschied wie eine matte Satinirung zwischen denselben zu bemerken, aber er ist so gering, daß er nach dem Einlegen in Chlorcalcium so gut als gänzlich verschwindet, und jedenfalls sind keine Septen vorhanden, welche die mit a und die mit b bezeichneten Stellen trennen.

Der Querschliff, wie die äußersten Schichten eines solchen in Fig. 19 B abgebildet sind, wird dieses Verhältniß näher erläutern. Auch hier sind a die verkalkten, b die nicht verkalkten Stellen. Flächenchliffe, welche durch diese tiefere Region gehen, zeigen das oben erwähnte Verhältniß, wo erstere insular auftreten. Der bei 19 A abgebildete Schliff entspricht ungefähr der Linie c—d von Fig. 19 B, der Querschliff ist aber nicht fein genug, um hier die nicht verkalkten Stellen deutlich zu zeigen; sie machen sich nur durch eine hellere Streifung geltend. Scharfe Conturen zwischen a und b treten hier noch weniger hervor. e ist diejenige äußere Panzerschicht, wo auch die Flächenchliffe homogen erscheinen.

Befonders möchte ich hervorheben, daß Fig. 19 B wohl keinen Zweifel darüber läßt, daß f wirklich der Wabenschicht von *Platycarcinus* homolog ist, woraus sich des weiteren bestätigt, daß die Septirung bei dieser ein Accidens ist, wenigstens keine originale Bedeutung hat.

Ich hatte anfangs geglaubt, der Meinung, daß der Panzer der Crustaceen ein cuticulares Secret von Zellen sei, durch eine Verfolgung seiner Entwicklungsgeichte entgegenzutreten zu müssen. Die Hinfälligkeit dieser Meinung läßt sich jedoch auf kürzerem Wege nachweisen.

Schon Leidig tritt***) der Meinung entgegen, daß die polygonalen Felder, welche die freie Fläche des Hautpanzers vieler Arthropoden zieren, obgleich sie lebhaft an Zellen erinnern, als der Ausdruck eines genuinen zelligen Epidermisüberzuges angesehen werden dürfen, und sagt am Schluss des Satzes, der hiervon handelt: »Da ich nun niemals, mochte auch die Zeichnung noch so sehr einem

*) Die untersuchten Schalen waren von gekochten Exemplaren, was aber in der Vertheilung der Pigmente wohl keinen Unterschied machen dürfte.

**) Diese Beschaffenheit besteht in einer überall gleichmäßig vorhandenen feinen und dichten Punktirung durch die Querschnitte der überall den Panzer durchziehenden Canälchen; aber auch hier sind, wie bei dem entkalkten Krabbenpanzer, diese Punkte positiv, d. h. sie erscheinen bei hoher Einstellung hell, bei tiefer dunkel, sind also stärker lichtbrechend oder dichter als die sie umgebende Substanz, mithin keine bloßen Perforationen, sondern Fasern, die übrigens wohl sicher ebenso wie bei *Platycarcinus* ein Lumen haben, wenn auch das mir vorliegende Präparat dieses nicht in der bei jenem erwähnten Art beobachten läßt. Diese Faserröhren sind eben beim Hummer noch viel feiner als bei *Pagurus*.

***) Lehrbuch der Histologie S. 112 § 114.

»Pflasterepithel ähnlich sehen, wirkliche Zellen gewinnen konnte, so betrachte ich den ganzen Panzer »als chitinierte Bindefsubstanz und glaube in den Porencanälen die Aequivalente der Bindegewebs- »körperchen zu erblicken.«

Ich habe schon früher Gelegenheit gehabt, auf das Bedenkliche einer Auffassung, welche dahin gedrängt wird, die Bindefsubstanzen als Cuticularbildungen zu behandeln, aufmerksam zu machen; eine Consequenz ist ihr aber nicht abzusprechen, und es handelt sich hier nicht darum, ihr entgegenzutreten, sondern nur den Bindefsubstanz-Charakter des Arthropodenpanzers zu acceptiren. Ebenso wenn Leidig nun fortfährt:

»Nicht minder sind die mancherlei schuppen- und haarartigen Auswüchse des »Panzers homogener Natur und keineswegs aus Zellen gebildet. Sie sind häufig einfach oder gekammert, hohl und sitzen allezeit oberhalb der Oeffnung größerer Porencanäle, so daß das Lumen »beider in einander übergeht.«

Beim Hummer und bei *Astacus fluviatilis* finde ich dieses bestätigt. Sind aber die Borsten des Crustaceen-Panzers keine cellulären Gebilde, so sind sie ebenso zweifellos keine cuticularen Secretionen. Die Unmöglichkeit einer solchen Entstehung ergibt sich aus ihrer Beschaffenheit.

Fig. 20 A Taf. IV läßt die Insertion der Borsten, mit welchen der Panzer von *Hommarus* vielfach besäuml ist, erkennen. Die Zeichnung ist nach einem Präparat, zu welchem eine Endflosse in Essigsäure entkalkt und dann zu einem Längsschnitt verwendet wurde. Das gezeichnete Segment ist der Saum, in welchem die Borsten inserirt sind. Es ist ein ähnliches Verhältniß, als es Leidig a. a. O. in seiner Fig. 56 (S. III) von *Locusta viridissima* darstellt, nur daß mein größeres Object Einzelheiten deutlicher zeigt.

Es ist bekannt, und, wie man sieht, auch nicht anders möglich, als daß bei der Neubildung des Panzers der alte mit sämmtlichen Borsten und sonstigen Anhängeln abgeworfen wird; ebenso ist bekannt, daß der neue Panzer, sobald er ausgebildet ist, wieder eben solche Borsten trägt. Daß das Bindegewebe, welches die Endflosse ausfüllt, zellige Elemente enthält, ist nicht zu bezweifeln*), obgleich sie im Zustande des Präparats nicht zu erkennen sind; wie wäre es aber irgend denkbar, daß die Borsten des jungen Panzers als cuticulares Secret dieser Zellen entstehen könnten? Wollte man sich den Inhalt der größeren Borsten als cellulär denken, — und ich glaube allerdings dort beim Hummer unter Umständen Andeutungen ähnlicher Zellenformen als in den Fühlern zu sehen, während bei *Astacus* Borsten vorkommen, die ausgebildet einen einfachen Hohlraum enthalten —, so bliebe es immer noch eine physische Unmöglichkeit, daß in dem schwachen Markcanal der kleineren Borste, eine neue auch nur von annähernd gleichen Dimensionen als die alte fecernirt würde!

Aber es giebt einen noch schlagenderen Beweis gegen die cuticulare Entstehung der Anhängel des Panzers und somit auch des Letzteren selbst. Bei Fig. 20 A sind an der einen Borste Rudimente von Federchen oder Seitenstrahlen gezeichnet. Wir finden, so leicht auch derartige zarte Gebilde verletzt und abgestoßen werden, doch an vielen Theilen des Panzers Borsten, welche mit solchen Seitenstrahlen so vollständig besetzt sind, daß das Bild, namentlich bei *Hommarus*, der Vogelfeder ziemlich ähnlich wird. Sowohl bei diesem als bei *Astacus* habe ich sie am zierlichsten entwickelt und namentlich am wenigsten abgestoßen und beschädigt an den Flossenfüßchen des Hinterleibes gefunden. In Fig. 20 B a Taf. IV ist die Spitze einer solchen gefiederten Borste von *Astacus* bei mäßiger Vergrößerung, in b ein Theil derselben bei starker Vergrößerung unter Weglassung des größten Theils der Seitenstrahlen gezeichnet. Die Seitenstrahlen sind anscheinend drehrund und solide, ganz ähnlich in den Hauptstamm eingelenkt, als dieser in den Panzer, nur daß keine Porencanäle zu ihnen führen. Die Borste selbst ist hier wahrscheinlich ziemlich stark abgeplattet, und stehen die Seitenstrahlen in der Richtung des längeren Durchmessers. In dem Innern der Borste ist ein einfacher inhaltloser Hohlraum, wie sich an solchen Stellen des Präparats ergibt, wo er noch Luft enthält. Es ist auch nicht die leiseste Andeutung eines cellulären Inhalts desselben vorhanden.

*) Von einem noch lebenden *Astacus fluviatilis* schnitt ich einen Fühler ab und untersuchte den Inhalt der Panzeröhre frisch in indifferenten Flüssigkeit. Er bestand in einem indistincten, safrig membranösen Bindegewebe, welches massenhaft länglich runde Zellen von 20—13 μ Durchmesser, die auch zahlreich frei in der Flüssigkeit umherschwebten, enthielt.

Bei *Hommarus* sind die Verhältnisse etwas anders. Die Seitenstrahlen stehen viel dichter und dabei sind sie nicht rund, sondern soweit sich dieses aus den Refractionseffekten schließen läßt, stark abgeplattet, nach der einen Seite ganz dünn auslaufend, nach der anderen mit einer stärkeren Rippe versehen. Dadurch können, wie schon erwähnt, Bilder entstehen, welche bei schwacher Vergrößerung der Vogelfeder täuschend ähnlich sehen. Auf sonstige Complicationen einzugehen, ist hier nicht der Ort, und habe ich dazu die Borsten an den verschiedenen Theilen des Panzers nicht vollständig genug untersucht, will also nur noch bemerken, daß auch Borsten ohne Seitenstrahlen sowohl bei *Hommarus* als bei *Astacus* vielfach vorkommen, und daß diese bei Ersterem im Querschnitt vollständig rund sind. Immer aber bleibt die Genesis derjenigen Borsten, welche Seitenstrahlen besitzen, ein interessantes Problem, denn es ist, wie wohl nicht weiter auseinandergesetzt zu werden braucht, absolut unmöglich, sich diese Entstehung überhaupt, besonders aber bei der Neubildung des Panzers, als eine cuticulare zu denken, in dem Sinne, daß sie ein Secret, eine Ausföderung von Zellschichten, welche für ihre Form bestimmend wären, sein könnten. Daß sie aber, und zwar in der Regel genau da, wo sie früher standen, wiederwachsen, ist leicht verständlich, da sie ja, wie auch Fig. 20 A zeigt, die Fortsetzung von Papillen sind, aus welchen sie leicht von Neuem producirt werden können.

Das Studium dieser Reproduction im Speciellen wird gewiß eine interessante Aufgabe sein, aber um die Meinung, daß die Borsten oder der Panzer selbst ein Secret sein könne, zu beseitigen, bedürfen wir desselben nicht. Es ist unmöglich, daß Seitenstrahlen von noch nicht 2 μ Dicke, welche ohne jeden Zusammenhang mit dem Innern der Borsten sind, ein cuticulares Secret von Zellen vorstellen; es ist unmöglich, daß die Wandung der Borste, wäre sie selbst ein Secret, die Seitenstrahlen produciren könnte; und von der Wand der feinen durch die der größeren Borsten, zu dem Panzer der Antennen und von da zu dem der größeren Glieder finden wir einen so allmäligen Uebergang, daß wir auch dann für den Panzer den cuticularen Charakter in Abrede stellen könnten, wenn nicht, wie früher schon nachgewiesen, seine complicirte Struktur, namentlich die in seiner Flächenrichtung verlaufenden Fasernetze oder Faserlagen denselben ohnehin ausschließen *).

Der Panzer unseres gewöhnlichen Krebses ist wegen seiner unvollständigen Verkalkung ein noch ungünstigeres Object zur Anfertigung von Schliffen als der des Hummers; ich habe deshalb nur einen Flächenschliff durch die äußeren Schichten vom Thorax eines ziemlich jungen Krebses gemacht, und genögte derselbe zu dem Nachweis, daß die Verhältnisse ganz ähnliche, als die in Fig. 19 A von *Hommarus* abgebildeten sind. Außerdem findet sich jedoch in den äußeren Lagen, also über dieser Schicht in einer gleichmäÙig verkalkten, gefärbten und von deutlichen Porencanälen durchbohrten Lage die Andeutung einer an die von *Platycarcinus* erinnernden Septirung in einer wesentlich auf hexagonale Formen zurückzuföhrnden netzförmigen Zeichnung des Flächenschliffs. Die Maschen dieses Netzes haben eine GröÙe von etwa 12—13 μ , sind also nur um etwas gröÙer als die Septirung bei *Platycarcinus*, machen sich aber nur dadurch bemerklich, daß die Punkte, als welche die Querschnitte der Canälchen erscheinen, gruppenweise durch Bälkchen getrennt werden, welche indess nur dadurch bezeichnet sind, daß ihnen entlang dicht stehende Punkte so in regelmäÙigen Linien geordnet sind, daß die Bälkchen als eine punktfreie Gasse erscheinen, an welcher ein von der übrigen Schalensubstanz differenter Brechungsindex nicht zu constatiren ist. Daraus folgt, daß diese netzförmige Zeichnung nur an günstigeren Schliffstellen bei sorgfamer Beachtung entgegentritt und leicht übersehen werden kann.

Im Uebrigen ist *Astacus* zur Demonstration der fibrillären Beschaffenheit der übereinander liegenden Lamellen, welche die Schichtung des Panzers bestimmen, sehr zu empfehlen. Bei solchen mit der Pincette abgezogenen Lamellen, welche mit Essigsäure entkalkt und unter dem Deckglas ein-

*) Erst nach Beendigung dieser Arbeit erlangte ich Kenntniß eines Auszuges der Braun'schen Arbeit über die histiologischen Vorgänge bei der Häutung von *Astacus fluviatilis*. Nach demselben muß ich annehmen, daß der Verfasser derselben die »cuticulare« Entstehung des Krebspanzers dermaßen als Axiom betrachtet, daß er es nicht für nöthig hält, einen Nachweis für dieselbe zu suchen. Ich kann einen solchen in keiner der angeführten Beobachtungen sehen, habe also keine Veranlassung gefunden, nachträglich noch näher auf diese Arbeit einzugehen.

getrocknet find, werden, namentlich wenn sie vor dem Einlegen eindringend mit Natronlauge gekocht werden, die von den Canälchen durchbohrten Faferlagen noch deutlicher als bei *Hommarus*, und findet man an den Rändern folcher Präparate auch mehr oder weniger ifolirte Fafern von 1,25—0,75 μ Dicke, auch wohl auf noch gröfsere unmeßbare Feinheit herabgehende, in erheblicher Menge.

Die Gehäule der Mollusken.

Als ich mit einigen Schliffen von Molluskenschalen begann, hatte ich nur eine fehr oberflächliche Kenntnifs der betreffenden Literatur, wufste aber doch, dafs in derfelben die Auffaffung diefer Gehäule als eines Productes der »Abfonderung« vorherrfche. Damit war nun aber keines der erlangten Refultate in Einklang zu bringen, und erschienen mir deshalb längft bekannte und auch publicirte Thatfachen als neu, weil fie in der herrfchenden Auffaffung ruhig bei Seite gelaffen werden.

Nur zu fehr zeigt diefer Gegenstand, in wie falße Bahnen vorgefafste Meinungen und namentlich die Manie, die Dinge »erklären« zu wollen, ftatt ihre Befchaffenheit erft gründlicher zu ftudiren, führt.

Keine geringe Schwierigkeit würde es haben, aus dem Gewirr der verfhiedenartigften, aber meift nur auf eine möglichft bequeme »Erklärung« des Wefens der Mollusken-Gehäule herauskommenden Meinungen und Erzählungen ein deutliches Bild alles des darüber fchon gefagten zu entrollen. Ueberdem kann ich leider nicht beanspruchen, die betreffende Original-Literatur vollftändig zu beherrfchen, glaube fie aber doch foweit zu überfehen, dafs ich die Ueberzeugung, es handle fich hier wirklich um die Legung eines neuen Grundes, ohne übergrofse Kühnheit ausprechen möchte.

In einem fonft fo werthvollen Werke, als Leidig's »Lehrbuch der Hiftiologie des Menfchen und der Thiere« ift, kann die Behandlung des Gegenftandes als eine klare und genügende nicht betrachtet werden, und die darin unter Fig. 55 enthaltene Abbildung eines »Schalenschnitts« von *Anodonta* entfpricht der Wirklichkeit nicht, kann auch wohl kaum beanspruchen, in der Verbindung von Mantel und Schale, wie fie gezeichnet ift, eine Beobachtung wieder zu geben, fondern fcheint nur ein Schema bieten zu wollen.

Die bedeutendften Arbeiten über die Struktur der Molluskengehäule dürften die von Bowerbank (*Transactions of the microscopical Society vol. 1*) und Carpenter fein. Leider ift es mir nicht gelungen, von der erfteren Kenntnifs zu nehmen; fie wird jedoch von Carpenter und fpäteren Autoren mehrfach citirt, und danach ergibt fich, dafs Bowerbank den organifirten Charakter diefer Gehäule mit der gröfsten Beftimmtheit hervorhebt, ihn jedoch auf cellulären Urfprung zurückführen will. Dabei nimmt er an, dafs feine Canäle in den Schalen ein Gefäfssystem derfelben darftellen. Dafs er hierin mindeftens zu weit gegangen ift, fcheint die allgemeine Annahme zu fein.

Auf die Carpenter'schen Arbeiten bin ich erft aufmerkfam geworden, als die Refultate meiner Unterfuchungen im Wefentlichen fchon feftftanden. Ich habe jedoch bei der Ausarbeitung derfelben wenigftens die eine in den *Annals of Natural History* 1843 enthaltene kurze Abhandlung: *General results of Microscopic Inquiries into the minute Structure of the Skeleton of Mollusca, Crustacea and Echinodermata* einfehen können. Sie hat übrigens nur den ausgesprochenen Zweck, Paläontologen auf das aufmerkfam zu machen, was die feinere Struktur für die Einordnung der Petrefacten ergeben kann.

Wichtiger find die beiden anderen Carpenter'schen Arbeiten: *On the Microscopic Structure of Shells* in den *Reports of the British Affociation* für 1844 u. 1847, in deren Befitz ich erft dann gelangen konnte, als diefe Arbeit fchon druckfertig war, wo ich mich überzeugte, dafs die Anführungen derfelben, die fich vielfach bei anderen Autoren finden, ziemlich unvollftändig find. Leider kann ich dadurch nur in diefen einleitenden Bemerkungen von ihnen Notiz nehmen. Sie enthalten eine grofse

Menge meist recht guter Abbildungen von Schlfen etc. (153 Figuren), welche allerdings auch *Brachio-poden*, *Echinodermen* und fogar *Crustaceen* berücksichtigen. Der Text in seiner gedrängten Kürze läßt Manches unklar. Auch hier wird der organifirte Charakter der Schalen bestimmt behauptet und obgleich ein Wachsthum durch Intusfufception gelegnet wird, auf celluläre Bildung zurückgeführt, welche mit der Epidermis der Vertebraten parallelifirt wird. Die Septen der äußeren Schicht bei vielen *Cormopoden*, welche der Wabenschicht, die hier im Vorhergehenden bei *Platycarcinus* abgehandelt wurde, im Wesentlichen sehr ähnlich find, sollen aus fenkrecht auf einander gelagerten verschmolzenen Zellen entstanden fein. Auch die Röhrensysteme, deren Existenz mehrfach in durchaus überzeugender Weise nachgewiesen wird, werden als vermuthlich aus aneinander gereihten Zellen entstanden betrachtet; und die inneren perlmutterartigen und ähnlichen Schichten werden nach Andeutung von Septirung, die sich auch hier mehrfach findet, als wahrscheinlich aus seitlich verschmolzenen Zellen entstanden betrachtet.

Hiermit harmonirt denn freilich nicht recht, dafs andererseits der Ursprung dieser häutigen Schichten auf die »*basement membrane*« des Mantels zurückgeführt wird.

Ich gedenke weiterhin zu zeigen, dafs, so sehr Carpenter darin Recht hat, dafs die Schalen organifirt find, und dafs ihre so verschieden scheinenden Schichten doch auf dasselbe Bildungsprincip zurückgeführt werden müssen, er irrt, wenn er die Grundlage ihrer Organisation als eine celluläre betrachtet. Am auffallendsten tritt dieser Irrthum darin hervor, dafs fogar die so charakteristische Schalenstruktur der Gastropoden, welche ich bei *Strombus* genauer abhandeln werde, als cellulär beschrieben wird. Schon durch diese falsche Voraussetzung mußte er trotz des großen Umfanges seiner Untersuchungen viele der interessantesten Strukturverhältnisse übersehen, wie er z. B. von dem so bedeutungsvollen *Mytilus* fast Nichts zu sagen weifs; aber auch das muß billiger Weise berücksichtigt werden, dafs ein drittel Säculum seit diesen Arbeiten vergangen ist, und die damaligen optischen Apparate sehr viel unvollkommener waren, als die uns jetzt zu Gebote stehenden. Die stärkste Vergrößerung, welche bei den Abbildungen aber auch nur ganz ausnahmsweise vorkommt, ist $4\frac{1}{2}$. Diese ist für manche Strukturverhältnisse, die hier in Betracht zu ziehen find, ungenügend, und dabei ließen die damaligen Mikroskope bei gleicher linearer Vergrößerung weniger erkennen als unsere jetzigen. Immerhin bleibt es eine sehr verdienstliche und auch jetzt noch werthvolle Arbeit, die zu Grunde zu legen fein wird, wenn man, was nachgerade wirklich an der Zeit wäre, vom systematischen Gesichtspunkte aus die Strukturverhältnisse der Mollusken-Gehäuse klar legen will. Der Gesichtspunkt meiner Arbeit war dieser allerdings nicht; aber ich würde vielleicht mit weniger Mühe einzelne noch charakteristischere Objecte für meine Gesichtspunkte haben wählen können, wenn ich die größere Carpenter'sche Arbeit früher gekannt hätte. Ob ich nicht durch die Autorität der in ihr ausgesprochenen Meinungen auf Irrwege geführt wäre, ist eine andere Frage, und jedenfalls macht mich das nachträgliche Studium derselben in keinem einzigen Punkte zweifelhaft über das von mir Aufgestellte. Sämmtliche thatfächliche Befunde Carpenters reihen sich vollständig harmonisch in die meinigen ein und bestätigen mir die Schlusfolgerungen, welche ich aus letzteren gezogen habe.

Beiläufig sei hier für diejenigen, welche auf diesem Felde weiter arbeiten wollen, bemerkt, dafs King (*on the histology of the test of the Class Palliobranchiata. Transact. Royal Irish Academy. Vol. XXIV. Part. XI. Dublin 1869*) einiges von Carpenter über die wahrscheinlich sehr interessanten Terebrateln, die ich leider nicht berücksichtigen konnte, Gefagte zu berichtigen versucht hat.

Wende ich mich zu allgemeineren Werken über Zoologie, so darf ich die älteren wohl übergehen, und mich nur an die sehr vollständigen und übersichtlichen Darstellungen halten, welche sich in der Abtheilung *Malakozoa* des großen Bronn'schen Werkes finden.

In dem ersten noch von Bronn selbst verfaßten Bande wird ohne Reserve die mechanische Abfonderungstheorie nicht nur für die Schale, sondern auch für das eigenthümliche fadenförmige Gebilde des Byffus acceptirt.

Es wird nach Hefslings Zusammenstellung angeführt, dafs bei den *Cormopoden* durch die äußere Mantelschicht alternirend Conchiolin und Kalk abgefondert werde und so die blättrige Struktur entstehe, und netzförmige Zeichnungen der Flächenansicht dieser Blätter durch »Albumintröpfchen«,

welche zusammenfließen, sich bilden. Die prismatische Schicht, welche bei vielen Muscheln den äußeren Theil der Schale bildet — von anderen als »Faerschicht«, im Gegensatz zu der »Perlmutter-schicht«, oder auch als »zellig« bezeichnet, soll aus sich deckenden Löchern den Conchiolin-Blättchen entstehen. In die so gebildeten prismatischen Räume soll sich körniger Kalk absetzen. Diese prismatische *Periostratum*-Schicht soll der Rand des Mantels absondern, die Perlmutter-schicht die Mantelscheibe, und das Schloßband, das wesentlich dieselbe Struktur habe, die Mantelnath.

Die alte Erzählung von dem »Spinnen« des Byffus wird mit den sonderbarsten Details, deren Unmöglichkeit, wie wir weiterhin sehen werden, schon eine oberflächliche Untersuchung der Struktur der Byffus ergibt, wiedergegeben.

Gründlicher und unbefangener geht Keferstein in dem von ihm verfaßten 2. Bande der Bronn'schen *Malakozoen* vor. Wir sehen daraus, daß der Reaumur'schen mechanischen Auffassung der Schalenbildung, welche hauptsächlich auf seinen Experimenten über die Neubildung der beschädigten Schalen von *Helix* beruht und allerdings etwas sehr Verführerisches hat, sogleich Herissaut mit der Behauptung eines inneren Wachstums der Schale entgegengetreten ist, welche er, wie es scheint, besonders auf das Fortrücken der Ansatzstelle des großen Schließmuskels bei den Bivalven nach dem Schalenrande hin, begründete.

Reaumur hat dieses Vorrücken in einer zweiten Arbeit durch die Annahme, daß der Schließmuskel an der einen Seite neue Fasern ansetze, während diese an der anderen Seite resorbirt würden, zu erklären gesucht. Eine Erklärung, durch welche, wie bei vielen anderen, eigentlich gar nichts gesagt ist. Wenn das einseitige Absterben des Muskels nachgewiesen wäre, so würde das hier ganz sinnlose Wort »Reforption« — es müßte doch auch dabei gedacht sein, von was die Action der Reforption ausginge —, überflüssig sein. Eine eingehendere Untersuchung zeigt, wie ich späterhin nachweisen werde, daß die Ansatzstelle des Muskels durch eine bestimmte Struktur der Schale bezeichnet ist, daß also allerdings ein Vorrücken des Muskels ohne Strukturveränderung der Schale nicht denkbar ist. Uebrigens besteht bekanntlich der Schließmuskel der Auster aus zwei verschiedenen Geweben, man müßte also dem kühn erfundenen Vorgange noch die Umwandlung des einen dieser Gewebe in das andere hinzudichten.

Wenn Reaumur am Mantelrande »eine kalkige, schleimige Masse« abgefondert sieht, die zur Schale erstarrt, so ist dies ein Irrthum. Der jüngste Theil des Schalenrandes von *Helix* ist eine organisirte Membran und keine amorphe Masse.

Ein organisches Wachsthum des Schalenbandes der Bivalven durch Intusussception wird wohl von den meisten Autoren zugegeben, und wenn Keferstein sagt: »daß die Schalen organisirte Gebilde sind, ist jetzt allgemein nachgewiesen«, und ihre Belebung daraus herleitet, daß sie, außer Zusammenhang mit dem Thier gebracht, sich schnell verändern, hierfür die Abstoßung der hintersten Windungen von *Bulimus decollatus*, nachdem das Thier sie verlassen hat, anführt und sogar eine »Ernährung« der Schale durch das Thier zugiebt, so könnte es scheinen, als ob damit die Frage: ob die Schale ein gewachsener Organismus oder nur ein Secret ist, so ziemlich entschieden sei. Doch wird hiermit kein rechter Ernst gemacht, und selbst Kefersteins Resumé geht noch dahin:

»Es scheint sicher dem Wesen der Schalen am meisten zu entsprechen, wenn wir sie als eine »Cuticularbildung ansehen, wie sie in mannigfachster Weise im Thier- und Pflanzenreiche vorkommen. »Doch wie nirgends sonst finden wir bei diesen mächtigen Cuticularbildungen der Mollusken, den »Schalen, eine merkwürdige Mischung des organischen und mineralischen Stoffs, die beide eine gewisse »Selbstständigkeit bewahren, dadurch besonders ausgedrückt, daß der kohlen-saure Kalk theilweise zu »Krytallen zusammengelagert ist, welche von organischen Häuten umgeben werden.«

Hier liegt doch wohl eine unklare Auffassung der Bedeutung, welche das Wort »Cuticularbildung« nun einmal in der Histologie erhalten hat, vor. Diese ist doch so, daß man von der Voraussetzung aus, daß eigentliches organisches Wachsthum nur von der Zelle ausgehen könne, für eine Reihe von in Organismen auftretenden Bildungen, welche offenbar integrirende Theile von Zellen nicht sein konnten, ein mechanisches Bildungs-gesetz suchte und darin gefunden zu haben glaubt, daß Secrete von Zellen durch ihre schichtweise Auflagerung auf letztere gewisse regelmässige Formung

zeigen, die nicht nur in einer Schichtung zu bestehen braucht, sondern auch je nach den Secretionsvorgängen in anderer Richtung bestimmte Formen zeigen kann, wie z. B. die Entstehung der Porencanäle dadurch erklärt wird, daß bestimmte Regionen der Zelle nicht fecerniren.

Eine solche Cuticularbildung kann man nicht im eigentlichen Sinne als einen Organismus betrachten; man kann ihr die Lebensfunctionen des Letzteren nicht zuschreiben; sie kann wohl allmählich erhärten, sie kann mit Flüssigkeiten getränkt werden, sie kann sich durch Anlagerung neuer Schichten verdicken; aber von einer »Ernährung« würde man bei ihr nicht sprechen. Ebenfowenig wird von einer eigenen Fortentwicklung, — von einem organischen Wachsen bei dem, was unter Cuticularbildung bis jetzt verstanden wurde, füglich die Rede sein können. Wie kann es endlich als Cuticularbildung bezeichnet werden, wenn die neu entstandenen Schichten in gar keinem Zusammenhang mit denjenigen Geweben stehen, die sie absondern sollen!

Wenn die Schnecke mit dem Gehäuf, wie allgemein angenommen wird, nur durch den Spindel-muskel zusammenhängt, wenn bei *Cormopoden* ein Zusammenhang des Mantelrückens mit der Schale nicht angenommen wird, dann ist es doch — man verzeihe den deutlichen Ausdruck — ein Unfnn, dort eine Cuticularbildung anzunehmen.

Das Keferstein'sche Refumé kommt also schließlic auf ein *non liquet* heraus.

Einer vortrefflichen Specialarbeit muß noch besonders gedacht werden. Sie ist betitelt: Ueber die heteromophen Zustände der kohlenfauren Kalkerde, von Gustav Rose (in den Verhandl. d. Akad. d. Wissensch. zu Berlin 1858. Physik. Abh. S. 63 u. ff.). Das wechselnde Vorkommen des kohlenfauren Kalks als Kalkspath oder als Arragonit auch in Organismen hatte schon früher Beachtung gefunden, und Graf Bournon dabei die Struktur der Molluskengehäuf, namentlich von *Strombus gigas*, geradezu als eine crySTALLINISCHE bezeichnet: wohl die äußerste Grenze der Abfurdtät, zu welcher sich die mechanische Auffassung der Schalenbildung verlieren konnte. Gustav Rose hat nun das Vorkommen des kohlenfauren Kalks theils als Kalkspath, theils als Arragonit eingehend untersucht — eine Untersuchung, die vom physiologischen und chemischen Standpunkte aus bedeutungsvoller sein dürfte, als vom histiologischen —, er hat auch in einzelnen Fällen wirkliche KrySTALLIFICATIONEN sowohl von Arragonit als von Kalkspath nachgewiesen, ein Vorkommen, welches ich als Ausnahmefall oder Entwicklungszustand bestätigen werde; er hat ferner auch durch Aetzungen von Schliffflächen, z. B. bei der sogenannten Fafer- oder Zellen-schicht von *Pinna*, eine crySTALLINISCHE Struktur auch in den Kalkmassen, welche die prismatischen Hohlräume in den durch Conchiolinhäutchen gebildeten Waben ausfüllen, nachzuweisen geglaubt, aber mit gesundem Beobachtungssinn hat er erkannt, daß die Struktur der Gehäuf eine organische ist. Mit Bestimmtheit spricht er z. B. aus: »Die Struktur der Schale des *Strombus* ist offenbar organisch, wiewohl sie aus verhältnißmäßig sehr »reiner kohlenfaurer Kalkerde besteht und von dem Conchiolin nur äußerst wenig in ihr enthalten ist.«

Daß organische Struktur zugleich von crySTALLINISCHER derartig durchsetzt sein soll, daß auch Rose in Bezug auf die Radiaten sagt: »Jeder Stachel, jedes einzelne Stück der Schalen, Arme und »Stiele besteht aus einem einzigen Individuum von Kalkspath, und in den Stacheln und Stielgliedern »stimmen die KrySTALLIFICATIONEN-Axen mit den Axen der Körperteile überein«; während diese Stacheln doch unbestrittenmaßen von einem zarten Maschenwerk organischer Materie durchsetzt sind, muß zunächst als ein ungelöstes Mysterium der feinsten Molekularzusammensetzung betrachtet werden. Meine Beobachtungen an geätzten Präparaten von *Meleagrina* werden mich auf dieses Thema noch zurückführen.

Namentlich liegt mir daran, hervorzuheben, daß Rose die eigenthümliche blättrige, organische Struktur der Schale von *Strombus gigas* im Wesentlichen richtig erkannt, beschrieben und abgebildet hat, während ihm allerdings sowohl der Aufbau dieser Platten und Balken aus Fasern entgangen ist, als er auch die eigenthümlichen, daraus hervorgehenden Lichteffecte der Schiffe nur andeutungsweise gesehen hat, und endlich wohl aus Mangel an geeigneten Dünnschliffen die horizontale Schichtung, welche die von ihm beschriebene Struktur durchsetzt, unberücksichtigt läßt.

Meine Untersuchungen über die Molluskengehäuf, namentlich über *Strombus*, sind begonnen und auch im Wesentlichen zu Ende geführt, ohne daß ich diese und andere Vorarbeiten gekannt habe.

Ich bedauere dieses nicht. Es hat mir sicher etwas mehr Mühe gemacht, mich durchzufinden, aber ich bin der Gefahr entgangen, mich bei der anscheinenden Bestätigung vorgefasster Meinungen zu beruhigen. Hieraus folgt jedoch auch, daß, wie ich z. B. die folgende Darstellung der Struktur von *Strombus* niedergeschrieben hatte, ehe ich die Rofe'sche und andere Arbeiten kannte, die Deutlichkeit der Entwicklung der von mir erlangten, doch in ihren Endzielen wesentlich neuen Resultate, leiden würde, wenn ich dieses umzuarbeiten suchte, um überall im Einzelnen zu sondern, was ganz neu, oder nur theils neu, oder auch nur anders aufgefaßt ist. Wie hier in Bezug auf die Rofe'schen Untersuchungen über *Strombus* durch das Gefagte der Gerechtigkeit gegen meinen Vorgänger hoffentlich genügt ist, werde ich mich auch weiterhin bemühen, ähnlich zu verfahren, wobei ich mir freilich nicht verhehlen kann, daß mir sehr viele Spezialarbeiten unbekannt geblieben sein mögen.

Gastropoden.

Ein in Canadabalsam gelegter Querschliff durch die Schale eines noch ziemlich jugendlichen *Strombus* (wahrscheinlich *Str. gigas*) zeigt bei mäßiger Vergrößerung und durchfallendem Licht ein schwer zu deutendes Bild, das in Fig. 21 Taf. IV zwar nicht in seinem Gesamteffect, aber doch in einfacheren Linien so ausgeführt dargestellt ist, daß es die Beschreibung verständlicher machen wird.

Zuerst tritt eine den Flächen der Schale correspondirende Schichtung entgegen. Sie ist der inneren Schalenfläche annähernd parallel, während an der äußeren Fläche, die durch dunklere (sc. weniger durchsichtige) und hier breitere Streifen bezeichneten Schichten gegen die äußere Fläche nach der Mündung der Schale hin auslaufen. Die Schalendicke ändert an verschiedenen Stellen einigermassen ab, und mit ihr die Mächtigkeit der einzelnen so bezeichneten Schichten, aber sie nimmt immerhin nach der Mündung eher zu; es müßte also die Zahl der Schichten nach der ersten Windung zu beträchtlich größer, und die Mächtigkeit der einzelnen Schichten entsprechend geringer als an der Mündung sein, vorausgesetzt, daß nicht aus einer Schicht sich mehrere neue entwickeln. Dieses muß ich dahingestellt sein lassen. Es muß zunächst überhaupt darauf verzichtet werden, auf das Wesen dieser Struktur näher einzugehen. So auffällig sie entgegentritt, läßt sich direct von ihr nur sagen, daß sie nur durch horizontal gelagerte Massen undurchsichtiger Körnchen oder Partikelchen bezeichnet wird, und daß bei unvollständiger Auflösung der Schale in Essigsäure der Zerfall der ersteren auch dieser Richtung folgt, woraus sich auf einen verschiedenen Kalkgehalt der entsprechenden Lagen mit Wahrscheinlichkeit schließen läßt.

Für die Panzer der Crustaceen ist im Vorhergehenden nachgewiesen, wie die lamelläre Schichtung zarte Faaserhäute zur Grundlage hat, welche von den anderweitigen Strukturelementen durchsetzt werden. Solche organisierte Membranen als Motiv der Schichtung kann ich allerdings hier nicht darstellen, damit ist jedoch ihr Vorhandensein, für welches alle Analogien sprechen, nicht ausgeschlossen. Weniger deutlich tritt eine von dieser zuerst erwähnten Struktur unabhängige und sie quer durchsetzende auf, die sich jedoch bei näherer Untersuchung als bedeutamer ergibt. Auf der Zeichnung sieht man in der Mitte der Schalendicke die horizontale Schichtung durch ein System senkrechter Linien durchsetzt, welche nach außen und innen in andere Linienysteme übergehen. Diese anderen Linienysteme schneiden sich unter einander in ungefähr rechten Winkeln und bilden mit dem ersteren, senkrechten System nach rechts und links bestimmte Winkel. Bei stärkerer Vergrößerung und ganz feinen Schliffen bilden die senkrechten Linien ungefähr gleiche Balken, die aber in sich noch eine feinere Strichelung zeigen, und an den schrägen Linien wird mit Systemen von kurzer Brennweite deutlich, daß die Kreuzung daher entsteht, daß verschiedene Schichten oder Blätter, deren Streifung eine sich kreuzende Richtung hat, über einander liegen. Es sei hier gleich bemerkt, daß bei allen von mir untersuchten

Gastropoden (*Helix*, *Nerita*, *Buccinum*, *Mitra*, *Cypraea*) die Grundstruktur der Schale ein ähnliches Bild zeigt, allerdings aber in erheblichen Abweichungen bezüglich der Zahl und der Lage dieser verschiedenen Schichten. Sogar bei demselben Individuum treten an verschiedenen Stellen der Schale erhebliche Abweichungen auf. Bei genauerer Prüfung sieht man, daß die Linien, welche durch den Zusammenstoß der senkrechten mit den schrägen Streifungen gebildet werden, sich nach der Mündung zu allmähig in die inneren Schichten der Schale senken. Auf der kurzen Strecke, welche die Fig. 21 darstellt, ist dieses Verhältniß allerdings wenig auffallend, und deshalb beim Lithographiren übersehen und nicht wiedergegeben. Es besteht aber bestimmt und andere Präparate ergeben, daß etwa 30 mm. weiter nach der Mündung zu die innere Schrägstreifung schon gänzlich verschwunden ist und die senkrechte Streifung vollständig bis zur inneren Fläche sich fortsetzt, während die äußere Schrägstreifung nun über 0,4 der ganzen Schalendicke einnimmt. Dies genüge beiläufig, um davor zu warnen, in diesem gegenseitigen Verhältniß und der Zahl dieser Schichten ohne Weiteres etwas Typisches zu suchen.

Es ist dieses Strukturbild der Gastropodenschale schon oft gesehen worden; man findet es auch vielfach so weit deutlich beschrieben, daß man es wiedererkennen kann, Gustav Rose dürfte aber, wie schon Eingangs erwähnt, der Erste gewesen sein, der bis zu einer gewissen Grenze die Ursachen dieser Erscheinung richtig erkannt hat. Die Lösung des Räthfels ergeben bei genauerer Untersuchung folgende Beobachtungen:

1) Legt man in derselben Region der Schale einen Schliff quer über die Richtung des früheren, also in Bezug auf Fig. 21 rechtwinklich auf die Spirale oder ungefähr parallel dem Rande der Mündung, so kehrt sich das Verhältniß vollständig um. Die schrägen sich kreuzenden Linienysteme nehmen dann die Mitte der Schalendicke ein. Nach außen und innen ist nunmehr eine senkrechte Streifung.

2) Betrachtet man einen solchen in Canadabalsam gelegten Schliff bei directer Beleuchtung und zwar so, daß die senkrechten Streifen in der Richtung des schräg vom Fenster auffallenden Lichtes liegen, so erscheinen an der Stelle der senkrechten Linien ca. 30 μ breite, matt silberglänzende, also das Licht zurückwerfende Streifen, getrennt durch ebenso breite dunkle, also das Licht mehr durchlassende Streifen. Fig. 22 A giebt dieses Bild thunlichst wieder. Es ist dort nur der äußere Theil der Schale gezeichnet. Die innere Schicht, wo bei durchfallendem Lichte die Schrägstreifung auftreten würde, zeigt hier nichts besonders Auffallendes. Die horizontale Streifung ist in der Zeichnung nur angedeutet. Natürlich sind auch hier die Querschnitte der undurchsichtigeren Schichten hell und umgekehrt.

Dreht man das Präparat um 90°, so daß das Licht quer auf die Streifen fällt, so verschwindet die Abwechslung zwischen hell und dunkel. Dreht man es um 180°, so sind diejenigen Streifen, die früher hell waren, dunkel, und die früher dunkeln hell. Denselben Effect der abwechselnd dunkeln und hellen Streifen kann man übrigens auch bei durchfallendem Licht durch schräge Beleuchtung darstellen.

3) Fertigt man einen Schliff, der in der Ebene der Schalenflächen liegt, so zeigt er, soweit er nicht durch die Grenzlinie zwischen der schrägen und senkrechten Streifung geht, wo die Verhältnisse sich compliciren und einigermaßen verwirren, wiederum die Streifung mit genau denselben Beleuchtungseffekten. Nur daß von der Horizontalstreifung der Querschliffe selbstredend nur da breite verwaschene Zonen zu sehen sind, wo der Schliff durch Wellen der horizontalen Schichten geht.

Fig. 22 B Taf. IV ist nach einem solchen Präparat bei derselben schwachen Vergrößerung als bei Fig. 22 A und ebenfalls bei directer Beleuchtung, welche in der Richtung der Streifung auf das Präparat fällt, gezeichnet.

Bei feinen derartigen Schliffen, durchfallendem Licht und starker Vergrößerung sieht man deutlicher die Begrenzung der Streifen, die dann gleichmäßig hell sind, durch dunkle Linien und in ihnen eine feine Strichelung.

Aus allem diesem folgt, daß die Schale bei *Strombus* und vielen anderen Gastropoden, abgesehen von dem, was die von der übrigen Struktur vollständig unabhängig durchsetzenden Schichtung in der Flächenrichtung betrifft, durchweg aus ungefähr senkrecht auf die Flächen gestellten Blättern oder Platten besteht, deren Flächen aber in den verschiedenen Schichten rechtwinklich zu

einander gestellt sind. Es folgt ferner, daß diese Blätter durchweg dieselbe feinere Struktur haben, die Richtung der letzteren aber in den neben einander liegenden Blättern eine regelmässig alternirende ist, und daß diese feinere Struktur eine solche sein muß, daß daraus die angeführten eigenthümlichen Lichteffecte entstehen. Die zarte Streifung innerhalb des Querschnitts der Blätter gestattet, diese feinere Struktur nur als eine lamelläre oder als eine fibrilläre zu betrachten, und die verschiedenen Beleuchtungseffecte lassen sich nur bei Annahme der Letzteren erklären.

Die nähere Ausführung dieser Folgerung kann unterbleiben, denn glücklicherweise bedarf es des indirecten und immerhin mislichen Beweises aus der Erklärbarkeit hier nicht, indem sich die fibrilläre Struktur auch direct demonstrieren läßt:

Schon wenn Schalenstückchen ohne weitere Vorbereitung durch Zerdrücken zwischen harten Körpern gröblich zerkleinert werden, erhält man in den größeren Fragmenten den Nachweis dieser plattenförmigen Struktur, und findet unter den feinsten Trümmern Fasern oder Nadelchen. Noch bessere Resultate giebt das Maceriren von Schalenstücken in einer so geringen Quantität verdünnter Essigsäure, daß sie zur vollständigen Auflösung des Kalkgehalts ungenügend ist. Dann werden beim Zerdrücken der mürber gewordenen Schalenstücke zahlreiche Fragmente von ziemlich regelmäßiger rhomboëdrischer Form gefunden, sie entsprechen einzelnen Balken der Plättchen, welche auch in der Richtung der horizontalen Schichtung durch die Einwirkung der Säure zerfallen sind, ein Umstand der darauf hinweist, daß diese Schichten, wie schon erwähnt, durch einen verschieden starken Kalkgehalt oder durch verschiedene Angreifbarkeit desselben durch die Säure charakterisirt sind; in den feinsten Fragmenten aber treten zahlreiche Nadeln oder Fasern von ziemlich gleichmäßiger, etwa 0,75 bis 0,9 μ betragender Dicke auf. In Fig. 22 D Taf. IV sind einige derselben bei ganz starker Vergrößerung nach einem ausgewaschenen und trocknen Präparat gezeichnet.

Verfolgt man ihre allmähige Auflösung bei starker Vergrößerung in ganz schwacher Säure, so sieht man sie von den Enden aus verschwinden und dort die leise Andeutung eines von der Säure hinterlassenen organischen Substrats, das aber so ungemein zart oder in der Essigsäure soweit quellbar ist, daß seine Spuren nach vollständiger Auflösung der Nadelchen verschwunden sind. Auch bei Auflösung größerer Schalenstückchen in Essigsäure bleiben nur zweifelhafte Spuren eines organischen Rückstandes wahrnehmbar. Derselbe läßt sich noch am Besten durch vorsichtige Behandlung mit verdünnter Chromsäure in einer zur vollständigen Auflösung nicht genügenden Menge nachweisen, und erhält man beim Zerdrücken so behandelter Schalenstückchen auch die Nadelchen oder Fasern in großer Zahl, als die feinsten darstellbaren Elemente derselben, sowie dickere Bälkchen und breitere Plättchen, welche aber immer die feine Streifung und meist am Ende Theilung in feine Spitzen zeigen. Bei den Plättchen finden sich häufig auch solche, wo die Schichten noch so zusammenhängen, daß man zwei Lagen sich kreuzender Fasern über einander sieht.

Sind, wie hieraus hervorgeht, die Plättchen Aggregate feiner Fasern oder Nadeln, und muß die Richtung derselben dann eine in den neben einander liegenden Plättchen sich kreuzende sein, so müssen auch Schliffe in geeigneter Richtung dieses zeigen und bestätigen.

Dieses ist vollständig der Fall.

Legt man durch eine Region der Schale, wie sie die Fig. 22 A in einem senkrechten Querschliff darstellt, einen Schliff in einem Winkel von ca. 45° auf die Fläche, so muß er in einem Theil der Plättchen die Fasern ungefähr rechtwinklig schneiden, in den dazwischen liegenden ungefähr der Richtung derselben folgen. Daß dieses der Fall ist, ergeben solche Präparate.

Fig. 22 C Taf. IV stellt ein Segment eines solchen bei durchfallendem Licht in ziemlich starker Vergrößerung dar. In den mit a,a,a bezeichneten Plättchen treten neben der einfachen Längstreifung nur dunkle verwaschene breite Querbänder auf, welche von der schräg geschnittenen Horizontalstreifung herrühren. In diesen undurchsichtigeren Bändern ist eine schwache Andeutung der schon früher erwähnten Körnchen oder Partikelchen. In den mit b,b,b bezeichneten Plättchen, welches diejenigen sind, wo der Schliff die präsumtiven Fasern rechtwinklig schneiden muß, ist kein anderes Strukturverhältniß als eine feine Punktirung zu beobachten, und der Abstand dieser Punkte untereinander stimmt befriedigend mit der Dicke der anderweitig, wie oben angegeben, dargestellten Fasern überein.

Obgleich der entscheidende Umstand, daß in den Schichten b,b,b nur eine Punktirung und keine Streifung vorhanden ist, mit unzweideutiger Bestimmtheit hervortritt, so haben diese Präparate, auch beim sorgfältigsten Schleifen und in Canadabalsam liegend, im Uebrigen eine gewisse, wenig befriedigende Trübheit. Die stärksten Objectivsysteme geben keine günstigen Resultate bei ihnen, und weiter, als bis zu der ja so vielfach bewährten Hartnack'schen No. 10 à *Immersion*, kann man darin mit gutem Erfolg nicht gehen. Noch schöner aber wird das Bild mit Systemen, in denen der Schwerpunkt mehr auf die definirende Wirkung gelegt ist, z. B. der schon bei den Crustaceenpanzern erwähnten Nr. 8 von Winkel in Göttingen, die auch zur Anfertigung der Zeichnung gedient hat.

Bedenkt man, daß die Dicke der quergeschliffenen Fibrillen nur 0,9—0,75 μ ist, dagegen ein Schliff schon sehr fein sein muß, wenn seine Dicke unter 0,05 mm. gehen soll, daß aber, sobald man im Feinschleifen zu weit geht, gerade diese Schriffe gern splintern, so ist die Trübheit dieser Präparate leicht dadurch erklärlich, daß die Länge der quer geschnittenen Fibrillen in denselben ungefähr das 50fache ihrer Dicke beträgt.

Bei einer ähnlichen Struktur in einem Theil der Schale von *Mytilus*, wo allerdings die Fibrillen den dreifachen Durchmesser besitzen, habe ich ein leichtes Aetzen der Schlifffläche mit verdünnter Chromsäure mit glänzendem Erfolg angewendet. Es scheint die Säure die Fibrillen derartig anzugreifen, daß ihre Schliffflächen runde Hervorragungen bilden, während das kalklose Gewebe, das sie von einander trennt, und dessen Existenz wenigstens bei *Mytilus*, wie weiterhin gezeigt werden wird, anderweitig ziemlich bestimmt nachzuweisen steht, so zart ist, daß es für diese Beobachtung verschwindet. Ein ebenso behandelter und nach dem Aetzen in Canadabalsam gelegter Schliff von *Strombus* hatte wenigstens so viel an Deutlichkeit gewonnen, daß nicht nur die Punktirung noch sehr viel deutlicher war, sondern daß auch die Fibrillen-Querschnitte bei hoher Einstellung bestimmt als helle Punkte, bei tieferen ebenso bestimmt als dunkle erschienen, womit wenigstens ihr positiver Charakter, d. h. daß sie nicht etwa Röhrchen, sondern solide stark lichtbrechende Körper — im Zustande des geätzten Präparats wohl ohne Zweifel Hervorragungen — sind. Auch läßt sich an diesem Präparat beobachten, daß diese Punkte ziemlich regelmässig in Reihen, welche den Schalenflächen parallel liegen, geordnet sind, was auf dem ungeätzten Präparat, nach welchem die Zeichnung gefertigt ist, nicht deutlich hervortrat.

Diese schräg geschliffenen Präparate gestatten endlich die Beobachtung, daß die bei auffallendem Licht dunkel erscheinenden Balken oder Querschnitte von Platten diejenigen sind, wo die Schlifffläche mit der Faserrichtung zusammenfällt, während diejenigen, wo die Fasern quergeschnitten wurden, den matten Silberglanz zeigen.

In vollständiger Klarheit tritt hiernach der Grund der eigenthümlichen Lichteffecte bei den Quer- und Flächenschliffen hervor: wo die Lichtstrahlen in der Längsrichtung der Fasern einfallen, werden sie größtentheils reflectirt; wo sie senkrecht auf die Längsrichtung einfallen, geht ein größerer Theil hindurch.

Resumiren wir die erlangten Resultate dahin, daß die Struktur des Haupttheils der Schale bei den Gastropoden eine fibrilläre ist. Diese Fibrillen sind in senkrecht zu den Schalenflächen stehende Platten vereinigt, die Fasern selbst stehen in Winkeln von ca. 45° zu den Schalenflächen, haben aber in den neben einander befindlichen Platten eine sich kreuzende Richtung, und endlich ändert schichtweise auch die Stellung der Platten so um, daß die Flächen der oberen und der unteren Schicht Winkel von ca. 90° mit einander bilden.

Diese so complicirte Anordnung der übrigens gleichmässigen Fibrillen glaubte ich durch die schematische Fig. 23 Taf. IV leichter deutlich zu machen, in welcher von einem als Parallelepipedum aus der Schale herausgeschnitten gedachten Stück einzelne Theile der Platten als abgeplittert vorausgesetzt sind. Zu bemerken ist dabei, daß das Größenverhältniß der Fibrillen zu den Platten in der schematischen Zeichnung ein naturwidriges ist, wie sich aus dem früher darüber Angegebenen und der der Wirklichkeit entnommenen Fig. 22 C ergibt.

Bei schräg von oben auffallendem Licht würden die Platten a,a,a diejenigen sein, welche das Licht stärker reflectiren, bei schräg von unten auffallendem Licht dagegen die Platten b,b.

Die Grenzschicht, wo die Stellung der Platten eine veränderte wird, ist in der Fig. 23 nur mit Punkten und einigen unbestimmten Strichen ausgefüllt, da es mir nicht gelungen, dieses interessante Verhältniss so klar zu legen, dass ein Schema desselben gegeben werden kann. Nur Folgendes kann darüber angeführt werden.

Wie in der Fig. 21 auch angegeben, ist es vielfach möglich, ein directes Uebergehen der senkrechten Linien in die schrägen zu beobachten. Es scheint ferner aus der Anordnung der schrägen Linien, wie sie dort ebenfalls gezeichnet ist, wahrscheinlich, dass die Platten aus einzelnen Balken, deren Breite ungefähr der Dicke der Platten entspricht, bestehen, und könnte es vielleicht sein, dass jeder Balken einer Platte der unteren Schicht, die Fortsetzung je eines Balkens der sämtlichen Platten der oberen Schicht ist; konstruktiv unmöglich ist es aber, dass die einzelnen Balken diese Torsion neben einander und als ein ungetrenntes Ganzes vollführen.

Fig. 22 A u. B zeigen nun, dass die Platten überhaupt nicht überall diejenige regelmässige Schichtung haben, die der Deutlichkeit und Kürze halber in dem Schema und der Beschreibung zu Grunde gelegt ist. Sie spalten und verzweigen sich vielfach, und dieses findet nachweisbar auch in der betreffenden Grenzschicht statt. Die Krümmung der Schale bringt es mit sich, dass man durch ein Stück von dem Bau des in Fig. 21 abgebildeten einen tangentialen Schliff durch sämtliche Schichten der Schale anfertigen kann, der dann, wie leicht ersichtlich, viermal diese Grenzschichten schneiden muss. Es ist also keine Schwierigkeit, sie auch in Flächenschliffen zu beobachten. Weiteres ergibt sich hieraus indeffen nicht, als dass sich die Platten, ähnlich wie am oberen Rande der Fig. 22 A vielfach spalten, so wie kleinere Faserbündel entstehen, in welchen die Faserrichtung eine Torsion erleidet und nun sich in ein ziemlich undeutliches Gewirr auflöst, aus welchem die Platten mit veränderter Stellung wieder klar und deutlich hervortreten. Die einzelnen Fasern über diese Grenzlinie hinaus so zu verfolgen, dass man ermessen könnte, ob dieselben Fasern, die diesseits der Grenzlinie einen Balken gebildet hatten, jenseits derselben wieder zusammentreten, oder ob die Fasern verschiedener Balken sich zu einem neuen vereinigen, ist wohl unmöglich; überhaupt ist hier zu bemerken, dass das Längenmaass der Fasern zweifelhaft bleibt. Dass sie sich continuirlich durch die ganze Platte erstrecken, ist ebenfowenig zu demonstrieren, als daraus, dass die isolirt dargestellten weit kürzer sind, das Gegentheil zu beweisen ist.

Die sehr geringe Dicke derselben verhindert überhaupt an diesem Object, tiefer in ihr Wesen einzudringen. Bei *Mytilus* werden wir später Gewebe kennen lernen, bei welchen die etwas gröbere, sonst aber anscheinend analoge Struktur gestattet, die stark lichtbrechenden kalkreichen Nadeln oder Prismen von dem kalkfreien Gewebe, das sie in feinen Septen enthält, zu unterscheiden. Wir werden ferner in *Meleagrina*, *Pinna*, *Anodonta*, den *Unionen* eine ähnliche Struktur, aber in derartig vergrößerten Dimensionen finden, dass nicht nur ein sehr complicirter Bau des umhüllenden, hier aus Chitin bestehenden Gewebes nachzuweisen ist, sondern dass für die organisirte Beschaffenheit auch des kalkhaltigen Gehalts die Andeutung einer Struktur und der Umstand spricht, dass er nach Behandlung mit Säuren ein entkalktes Substrat hinterlässt. Daneben besteht nun aber noch die alles dieses quer durchsetzende horizontale Schichtung, die wenigstens bei den Crustaceen als eine organisirte Form und nicht als ein bloßes Ablagerungsverhältniss nachgewiesen werden konnte. Ist dieses für *Strombus* und überhaupt für die von mir untersuchten Gastropoden nur analogisch anwendbar, so werden, auch mit Beiseitlassung dieser allerfeinsten Strukturverhältnisse, selbst die bestimmt nachgewiesenen, ebenso unmöglich als ein celluläres Gewebe betrachtet, wie in der beliebten und abgebrauchten Weise der »Cuticularbildung« erklärt werden können. Ein so complicirter und so wechselnder Bau muss die morphologischen Bedingungen seines Werdens in sich tragen, und charakterisirt sich dadurch als ein selbstständiger Organismus im Gegensatz zu dem, was man sich unter einer Cuticularbildung zu denken pflegt.

Von Bedeutung erschien es in dieser Beziehung noch, die Imbibitionsfähigkeit der Schale von *Strombus* zu prüfen. Die Bedingungen derselben stehen für ein jedenfalls seit langen Jahren aufbewahrtes Gehäuse nicht sehr günstig, trotzdem ist eine erhebliche Imbibition nachweisbar.

Ein abgebrochenes Stück in demjenigen Zustande von Trockenheit, den es nach monatelangem

Liegen in der Stubenluft angenommen hatte, 10,0075 Grm. wiegend, wurde nach 24stündigem Eintauchen in destillirtem Wasser sorgfältig und vollständig äußerlich abgetrocknet und dann wieder gewogen. Das Gewicht betrug nun:

		10,0445 Grm.	
nach 2 Tagen	10,059	«	
« 3	« 10,073	«	
« 4	« 10,0785	«	
« 5	« 10,0875	«	
« 6	« 10,0935	«	
« 7	« 10,097	«	

Hier wurde der Versuch abgebrochen, da es auf eine genaue Bestimmung der Grenze der Zunahme nicht ankam. Sicher wäre sie bis auf 1 Procent des Schalgewichts gegangen. *Strombus* enthält nach den von Rose veranlaßten, allerdings nur auf indirectem Wege angestellten Bestimmungen, wenn ich einen unzweifelhaften Druckfehler berichtigen und die Berechnung nach den neueren Atomgewichten corrigiren darf, wenig über 1 Procent Conchiolin. Andere Gehäuse (— mit Ausnahme von *Helix* mit über 18 Procent —) follen auch nur wenige Procente enthalten. Mein junger *Strombus* hatte wahrscheinlich mehr Conchiolin, als ein alter, aber immer sieht man, daß gegenüber dem Conchiolin-gehalt die oben nachgewiesene Imbibition keine unerhebliche ist. Daß die Imbibition so sehr langsam stattfindet, darf bei der großen Dichtheit der Struktur nicht verwundern. Mikroskopisch nachweisbare Hohlräume, wie Canälchen oder dergl., deren Existenz bei manchen Cormopoden unschwer nachzuweisen ist, kommen wenigstens bei *Strombus* in der unverletzten Schale nicht vor.

In den ältesten Theilen der Schale dieses Exemplars sind von der äußeren Fläche eindringend neben flacheren und 10 μ im Durchmesser haltenden cylindrischen Einbohrungen, die offenbar von Parasiten herrühren, ganz feine hohle Canälchen, die tief eindringend, einen unregelmäßig gekrümmten Verlauf und einen Durchmesser von nur 1,25—1,67 μ haben, in den Canadabalsam-Präparaten leicht zu constatiren. Würden sie auch in den jüngeren frischeren Theilen der Schale, d. h. an der Mündung beobachtet, so läge die Vermuthung nahe, sie im Sinne von Bowerbank als Circulationsorgane zu betrachten; ohne aber der Frage vorzugreifen, ob solche bei anderen Gastropoden vorkommen, was mir bei *Buccinum* wahrscheinlich ist, halte ich sie hier, da sie in den frischen Theilen der Schale fehlen, und keine Verzweigungen zu beobachten sind, für durch Parasiten eingebohrte Canäle. Welche Geschöpfe aber so feine Canäle so tief einbohren können, darüber wage ich nicht einmal eine Vermuthung.

Der sogenannte Ueberzug der Schale, den manche *Gastropoden* im lebenden Zustande besitzen, erschien als ein zu wichtiger Bestandtheil derselben, um ihn ganz vernachlässigen zu dürfen. An den gewöhnlichen Sammlungsexemplaren ist er nur noch fragmentarisch vorhanden, und auch diese Fragmente schienen mir durch diejenige Behandlung, welcher die meisten Exemplare zur Befestigung des größeren Theils des Ueberzuges unterworfen werden follen, so weit zerstört zu sein, daß an ihnen nichts Deutliches mehr zu erkennen ist.

Der Liberalität des Berliner zoologischen Museums verdanke ich jedoch ein zur mikroskopischen Untersuchung genügendes Fragment von dem noch am Gehäuse befindlichen, sich aber sehr leicht ablösendem Ueberzuge eines ganz jungen Spiritusexemplars von *Strombus gigas* (Venezuela). Bei der Betrachtung desselben mit schwacher Vergrößerung fallen zunächst Krytalle, bestehend aus kurzen Säulen mit schief abgeflachten Endungen, auf. Die größeren haben 26—20 μ Länge und 20 bis 17 μ Breite, sie gehen aber auch bis auf ganz kleine Dimensionen herab. Ich bin nicht Krytallograph genug, um aus den sehr wechselnden Formen und bei der wenig regelmäßigen Ausbildung der stumpfen Kanten, die Grundform sicher zu bezeichnen, ziehe also vor, in Fig. 24 A u. B Taf. IV einige Zeichnungen dieser Krytalle zu geben.

Auf Zusatz von etwas Essigsäure zu einem in Wasser liegenden Stückchen des Ueberzuges tritt eine schwache Gasentwicklung ein, die aber nicht von den unverändert bleibenden Krytallen ausgeht, also auf eine geringe Ablagerung von kohlenfaurem Kalk in dem Gewebe selbst zurückgeführt werden muß. Auch energische Einwirkung von Essigsäure unter Zuhülfenahme von Erhitzung läßt

die Kryftalle unverändert, wohingegen fie fich ohne merkliche Gasentwicklung allmählig in Salpeterfäure löfen. Hiernach liefse fich wohl eine phosphorfaure Verbindung vermuthen.

Diefe Kryftalle bilden eine mäfsig dichte Tapezierung der inneren*) Seite des Ueberzuges, jedoch fo, dafs fie nicht ganz frei auf der Fläche liegen, fondern noch von einer ganz feinen Membran bedeckt find.

Nach dem optifchen Querschnitt auf einer Falte, von in verdünntem Glycerin liegenden, mit Säuren behandelten Präparaten, ift die gefammte Dicke des Ueberzuges, abgesehen von den Kryftallen, 23—26,5 μ . Das mit Effigfäure behandelte Präparat, das etwas gequollen fein dürfte, hat die letztere Dimenfion. Der Ueberzug befteht aus mehreren Lamellen, deren fich vier deutlich unterfcheiden laffen.

Die zwei mittleren von ungefähr gleicher Dicke machen zufammen $\frac{5}{6}$ des Ganzen aus. Eine Struktur ift an ihnen nicht nachzuweisen. Die äufferfte von nur ca. 3 μ Dicke enthält eine Lage äufferft feiner und dicht ftehender Hohlräumchen, die in der Flächenanficht, auch der nicht mit Säuren behandelten, fondern einfach in Waffer oder verdünntes Glycerin gelegten Präparate, dieselbe Befchaffenheit haben und bei mittleren Vergrößerungen fich als eine dichte und feine Punktirung der Membran zeigen. Mit starken und stärksten Syftemen läfst fich durch das Dunkeln derfelben beim Heben und Aufleuchten beim Senken des Tubus ihr negativer Charakter mit der gröfsten Bestimmtheit demonftriren. Perforationen der Membran können fie nicht fein, da fich dieses auf dem optifchen Querschnitt zeigen müfste. Sie können alfo nur Grübchen oder Hohlräume fein, und fpricht gegen erfteres schon das Bild des optifchen Querschnitts, fo wird der Nachweis, dafs es kleine rundliche Hohlräumchen innerhalb der Membran find, noch dadurch verstärkt, dafs bei trocken in steifen Canada-balfam gelegten Präparaten, obfchon der Balfam in den gröfsten Theil derfelben eindringt, fie doch an einzelnen Stellen als kleine Gruppen fcharf umgrenzter Bläschen beobachtet werden. So ift auch mit Anwendung der allerstärksten Vergrößerungen eine annähernde Meffung ermöglicht, nach welcher der Durchmesser der einzelnen Hohlräumchen ca. 0,6 μ ift. Die Entfernung von Mitte zu Mitte ift etwa 1,2 μ und würden fomit auf einem □ Millimeter der Membran nahe an 700,000 diefer kleinen Organe fein.

Die Dicke der innerften Schicht, in deren Lamellen die Kryftalle fich befinden, ift, wo fie nicht durch letztere ausgedehnt wird, ungefähr dieselbe als die der äuffersten, alfo ca. 3 μ .

Mit Bestimmtheit ift eine Struktur in derfelben, fo wie auch in den mittleren Schichten nicht nachzuweisen, aber Andeutungen einer ähnlichen, wenn auch unbestimmteren als der der äufferen Schicht, glaube ich doch in einigen halb abgelösten Läppchen derfelben zu fehen. Figur 25 und 26 Taf. IV erläutern das im Vorstehenden über die Struktur dieses Ueberzuges Angeführte.

Es wäre hier die Gelegenheit, auch Einiges von den Ueberzügen der Gehäufe anderer Gastropoden zu fagen, leider kann ich dieses aber nur für *Helix* thun. An *Limnaea* und *Planorbis* habe ich keine Struktur desselben nachweisen können, vielleicht mit deshalb, weil durch ihre Habitation im ftehenden Waffer Detritus aller Art fo feft an ihnen hängt, dafs die Beobachtung ungemein erschwert ift, dagegen giebt *Helix pomatia* beachtungswerthe Resultate.

Von gut erhaltenen frischen Exemplaren ift, zumal nach Anfeuchtung und Einknickung der Schale, der Ueberzug als ein biegfames Häutchen ziemlich leicht mit der Pincette abzuziehen, und auf Falten desselben der optifche Querschnitt ohne Schwierigkeit zu studiren. In Fig. 27 Taf. V. find nach einem folchen, in verdünntem Glycerin liegenden Präparat die wesentlichen Verhältniffe dieses Oberhäutchens bei 664facher Vergrößerung gezeichnet. Die Dicke des Häutchens schwankt im Allgemeinen zwischen ca. 6 u. 7 μ . Auf den Höhen der Wülste, welche fich auf der äufferen Fläche erheben und in annähernd parallelen, aber nicht fortlaufenden, fondern abgebrochenen Linien quer über die Anwachsstreifen, alfo in der Richtung der Spirale gehen, steigt fie bis über 11 μ . Das Häutchen befteht aus vier deutlich gefonderten Lagen, welche fich auch an den Rifsändern als folche zeigen. Die äufferste

*) Es ift allerdings verfäumd, bei Abnahme des Ueberzuges gleich zu notiren, welches innere und äufferere Seite desselben ift; es ift aber wohl nicht zu bezweifeln, dafs die glattere, glänzende Fläche die Aufsenfeite desselben vorstellt.

von ca. $1\ \mu$ Dicke, die sich aber auf den Wülften verstärkt, enthält ausschließlich die Körnchen, welche später erwähnt werden sollen; die innerste von nicht ganz $1\ \mu$ Dicke ist sehr stark lichtbrechend. Die beiden mittleren sind durch eine deutliche Grenzlinie getrennt und haben nichts besonders Auffallendes. Diese Verhältnisse ergeben sich am Klarsten aus Fig. 27 A, wo zugleich die Flächenansicht der Wülste angedeutet ist. Aus B ersieht man, daß die innere Fläche vollständig glatt ist. Dort sind auch die Körnchen gezeichnet, welche in der äußersten Schicht enthalten sind, und in der Flächenansicht am deutlichsten hervortreten. Annähernd wenigstens ergeben sich ihre Dimensionen und ihre Vertheilung aus der Abbildung. Es sind unzweifelhaft, — und dies ist eine ziemlich auffallende Abweichung von den Verhältnissen bei *Strombus* —, Körnchen, welche das Licht stärker als die Umgebung brechen, und keine Hohlräumchen, und zwar sind es keine Kalkkörnchen, denn sie bleiben bei Behandlung mit Essigsäure und sogar beim Erwärmen mit Salpetersäure gänzlich unverändert. An Interesse würden diese speciellen Strukturverhältnisse gewinnen, wenn sie von einer größeren Zahl verschiedener Genera und Species verglichen würden, aber das geht auch so aus ihnen hervor, daß sie auf Organisation beruhen, und zwar auf einer Organisation, in welcher auch nicht die leiseste Andeutung cellulärer Gestaltung zu finden ist.

Letzteres gilt auch für die Entwicklungszustände, die sich unschwer in der zarten Membran auffinden lassen, welche an noch wachsenden *Helices* an der Mündung den Schalenrand bildet. Diese Membran, in welche der Ueberzug der Schale ohne merkliche Grenze und ganz allmählig übergeht, ist keineswegs, wie es zuweilen bezeichnet wird, ein Schleimsecret, sondern ein organisiertes, wachsendes Gebilde.

Ein von einem jungen Thier abgelöstes Stück der Membran, welche den noch wachsenden Rand bildet, zeigte, in verdünntes Glycerin gelegt, eine allmählig vom festen Rande ausgehende Abnahme der Dicke, die bis auf nur $1,3\ \mu$ herunterging, was sich auf Falten leicht messen läßt, und an Rifsändern eine Zusammenfassung aus mehreren feinen Lagen und keine deutliche Struktur. Der Schleim, welchen die Weichtheile des Thieres in großer Menge absondern, enthält allerdings zahlreiche Zellen, welche von der Randmembran vorsichtig abgewaschen werden müssen. In größeren Stücken läßt sich diese Membran da gewinnen, wo die Außenlippe der Mündung, an der der Spitze des Gehäuses am nächsten liegenden Stelle, in die sogenannte Innenlippe übergeht, oder sich vielmehr an die ältere Windung anlegt. Ein dort entnommenes Stück der Membran, möglichst gereinigt, zeigt nach dem Eintrocknen unter dem aufgelegten Deckglase eine feine fibrilläre Struktur in der Art, daß die einzelnen Lagen aus nah und parallel an einander liegenden Fasern bestehen, deren Richtung sich in den verschiedenen Lagen zu kreuzen scheint. An einzelnen Stellen wird die Membran durch eingelagerte Körnchen (— wohl kohlenf. Kalk —) getrübt, an anderen tritt dagegen eine Punktirung durch kleine, dicht zusammenliegende Hohlräumchen auf, deren Durchmesser von unter $1\ \mu$ bis $3\ \mu$ geht.

Das sind allerdings sehr unbestimmte, aber mit demjenigen, was späterhin für die Conchiolinmembranen der Cormopoden nachgewiesen werden wird, übereinstimmende Resultate, und beanspruche ich für dieselben auch nur den Nachweis, daß diese Membran keine Schleimabsonderung, sondern etwas organisch Gewachsenes ist, wie sie denn im Uebrigen ja auch als eine Fortsetzung des Oberhäutchens der Schale auftritt.

An einem ziemlich jungen, noch lebenden Thiere hatte ich den Rand der Mündung mit der Pincette ausgebrochen und habe versucht, von dem sich schnell reproducirenden neuen Rande nach Tränken in Canadabalsam und Erhärten des letzteren einige Querschliffe durch die ältere und die reproducirte Schale zu fertigen. Es ist diese natürlich ziemlich schwierige Präparationsmethode, welche ich weiterhin noch mehrfach zu erwähnen habe, das einzige mir bekannte Mittel, um Aufschluß über die Verbindung älterer, vollständig erhärteter mit jüngeren, noch weichen Schalentheilen zu erlangen. Das Präparat war in diesem Falle wenig gelungen, und zur Wiederholung fehlte mir das Material. Während des Schleifens zeigte sich, daß der neugebildete Schalenrand allmählig sich verdünnend direct in die zarte Randmembran überging. Als durch weiteres Abschleifen der Schliff dünner wurde, ging die letztere leider verloren. Ganz bestimmt ergibt aber nun das Präparat, daß die Struktur des neugebildeten Randes eine andere ist, als die der älteren Schale. Die Struktur der älteren Schalen-

theile ist bei *Helix pomatia* im Wesentlichen dieselbe als die bei *Strombus* ausführlich beschriebene, namentlich ist die lamelläre Schichtung sehr ausgesprochen und durch scharfe Abwechslung dunkler und heller Lagen bezeichnet. In dem hier im Laufe einiger Tage neu gewachsenen Rande hört aber die lamelläre Schichtung allmählig ganz auf, bemerklich zu fein. Er ist scheinbar strukturlos, nur gleichmäßig gelblich getrübt. Es wird also die junge Schalensubstanz nicht fertig abgesetzt, sondern sie stellt ein Plasma dar, dessen Struktur sich noch weiter entwickelt. Wo der neue Rand beginnt, ist allerdings ein deutlicher scharfer Abfatz, der aber doch einen so geringen Theil der ganzen Schalendicke ausmacht, daß ich geneigt bin, zu vermuthen, die inneren jüngeren Schichten der Schale seien direct weiter gewachsen, und es habe sich der neue Rand nicht bloß unter der alten Schale als Fortsetzung neu entstandener Schichten derselben angefügt. Es beträgt nämlich die Dicke des neuen Randes, wo er sich an die frühere Bruchstelle anschließt, fast 132 μ , die Dicke des älteren Schalentheils dafelbst etwas über 219 μ , der Abfatz also nicht ganz 88 μ , und ich muß bezweifeln, daß die Schale, als ich den Rand abbrach, nur diese Dicke hatte und in wenigen Tagen so beträchtlich zunehmen konnte.

Doch diesen Punkt muß ich als durchaus zweifelhaft geblieben erklären, da an älteren vollständig ausgeheilten Schalenbrüchen Nichts auf einen ähnlichen Vorgang hinweist. Diese lagen freilich in älteren und vielleicht dadurch zur Prolification unfähig gewordenen Schalentheilen, und es wäre sehr begreiflich, wenn der Vorgang hier ein anderer als in den lebensfrischeren Randzonen ist.

Von einem ziemlich ausgewachsenen Exemplar von *H. pomatia*, das einen früher stattgehabten beträchtlichen, aber vollständig ausgeheilten Schalenbruch zeigte, habe ich durch die Bruchstelle einige Querschliffe gelegt. Sie zeigen eine vollständige Schließung derselben durch neue normale Schalenschichten, welche die directe, wenn auch in Krümmungen sich anschließende Fortsetzung der inneren Schichten des unverletzten Theils der Schale sind. Sie stehen in dem einen Schliff auch in gar keinem Zusammenhang mit der alten Bruchstelle, sondern gehen in einer Krümmung schon in einiger Entfernung von dem alten Bruchrande ab. Leider ist auch dieses Präparat kein sehr gelungenes, da *H. pomatia* wegen der glasartigen Sprödigkeit der Schale sehr schwer ganz gute Schliffe giebt.

Diese Resultate glaubte ich, so wenig entscheidend sie sind, nicht unerwähnt lassen zu dürfen und muß nun noch näher auf die Reaumur'schen Versuche eingehen.

Diese vielfach citirten Versuche bestanden darin, daß Reaumur Löcher in die Schalen lebender *Helices* machte, unter denselben zwischen die Weichtheile des Thiers und die Schale kleine Lederstückchen schob und nun bei guter Fütterung der Thiere die Wiederergänzung der Schale beobachtete. Sie erfolgte in der Art, daß sich das neue Schalenstück zwischen dem Leder und den Weichtheilen bildete. Reaumur zog hieraus den Schluß, daß somit die Schale nur ein Secret des Mantels sein könne, und fand darin ziemlich allgemeine Nachfolge. Dieses einmal als entscheidend —, als Angelpunct der ganzen Auffassung annehmend, mußte man, wie schon früher angeführt, nach den künstlichen Erklärungen für andere Erscheinungen, z. B. für das Vorrücken der Muskelanfätze in der Muschelschale greifen.

Man sieht, wie gefährlich es ist, Fundamentalfragen nach Schlußfolgerungen aus einer einzelnen Kategorie von Experimenten beantworten zu wollen, weil, wie hier, ganze Reihen auch von guten Köpfen sich durch einen Trugschluß irreleiten lassen können, denn — der obige Schluß ist durchaus kein zwingender, und das Experiment beweist in dieser Beziehung gar Nichts.

Ein ganz analoger Irrthum entstand früher bezüglich der Reproduction der Epidermis der Vertebraten aus der oberflächlichen Beobachtung der Heilung von Hautwunden, und liegt der Fall in vieler Beziehung ähnlich. Ist durch solche die Epidermis an einer größeren Stelle vollständig entfernt, so bildet sich die neue Epidermis auf der bloßgelegten Fläche des Coriums auch dann, wenn ein Schorf oder ein anderer todter Körper wie ein Pflaster die Wundfläche bedeckt. Es lag allerdings nahe, diese neugebildete Epidermis als ein Secret des Coriums zu betrachten, und erst die Entwicklung der Lehre von der Zellengenesis und der specifischen Verschiedenheit der Zellen des äußeren und des mittleren Keimblattes ließ suchen und finden, daß die Neubildung der verloren gegangenen Epidermis lediglich und ausschließlich von den Rändern der Wunde aus durch eine Wucherung der dort noch vorhandenen jungen Epidermiszellen vor sich geht.

Ganz ähnlich begreift sich der Vorgang bei der Heilung der Schalenwunde. Weiterhin wird nachgewiesen werden, daß die innersten Schichten der Schale die jüngsten sind, und daß wenigstens ein Theil des Wachstums in einer Prolification dieser innersten Schicht besteht; von dort muß also, wie meine Schlüsse durch geheilte Schalenbrüche bestätigen, auch die Neubildung ausgehen. Wir werden ferner sehen, daß, wie bei den Crustaceen, die Chitinmembranen, aus welchen sich der Panzer schichtet, Faferhäutchen sind, und wie wir in der Randmembran der wachsenden *Helix* Faferfchichten finden, auch die innersten Schichten der Muschelschale sich in einem günstigen Ausnahmefall bei *Anodonta* als Faferhäutchen erkennen lassen. Die seitliche Prolification der Faferhäutchen kann erst von da ausgehen, wo sie nicht mortificirt sind, was im Bereich des Lederstückchens wohl der Fall sein möchte; daß sie ein noch einfacherer Prozeß als die Zellenvermehrung sein dürfte, leuchtet ein, und daß sie nach innen zu von dem fremden Körper und nicht äußerlich um denselben herum ihre Richtung nimmt, kann nicht überraschen. So erklärt sich das Resultat dieser Reaumur'schen Experimente mindestens ebenfugut aus der Annahme eines Wachstums der Schale selbst, als aus der eines Secretionsprocesses.

Sollte man das Verlangen stellen, daß dieses innerste Schalenhäutchen als etwas Vorhandenes direct demonstriert oder vielmehr isolirt werden müsse, so verschweige ich nicht, daß ich dieses bei *Helix* vergeblich versucht habe, ich werde jedoch zeigen, daß mir dies wenigstens einmal, wie schon erwähnt, an *Anodonta* gelungen ist; aber auch davon abgesehen, müssen wir überhaupt für das Verlangen, jedes feinste Strukturverhältniß direct nachgewiesen zu sehen, wenigstens die Schranken setzen, daß es unberechtigt ist, eine Struktur, die wir nicht isoliren und die wir nicht sehen, deshalb für nicht vorhanden zu erklären. Membranen von nur 1μ Dicke begegnen wir in diesen Untersuchungen vielfach. Das sind die gröberen, sehr leicht nachzuweisenden; dann werden wir unmeßbar feine finden, die aber auch noch sicher und leicht zu isoliren sind, endlich aber so feine, daß sogar der Nachweis ihrer Existenz häufig mißlingt. Vergessen wir doch nicht, daß in diesen zarten durchsichtigen Gebilden es immer nur eine Differenz der Refraction ist, aus der wir das Vorhandensein erkennen können, und diese muß mit einer gewissen äußersten Düntheit auch für die kräftigsten optischen Hilfsmittel un wahrnehmbar werden. Dieses würde vielleicht schon in ziemlichem Maße bei einem Häutchen von noch $0,001\mu$ Dicke eintreten, und woher wollen wir denn wissen, ob nicht noch viel feinere Strukturen existiren? Es ist das auch eine Folge der Zellenidolatrie, daß, weil diese Form der Organisation immer nur in verhältnißmäßig riesenhaften Dimensionen auftritt, und weil man hier an der Grenze der Organisation angekommen zu sein vermeinte, diese doch so nahe liegenden Betrachtungen ganz in den Hintergrund getreten sind.

Meine Erklärung des Reaumur'schen Experiments beansprucht selbstverständlich durchaus nicht ein positiver Beweis zu sein, sie ist aber wenigstens ein negativer in Bezug auf die Tragweite, welche der bisher gültigen beigelegt wurde, und zeigt, daß diese Experimente über die Reproduction der Schale bedeutungslos für die Natur der Letzteren sind. So kurz und einseitig läßt sich die Sache eben nicht zur Entscheidung bringen. Wie ich schon im Vorhergehenden nachgewiesen zu haben glaube, daß die Struktur der Gastropodenschale viel zu complicirt ist, um auf einer cuticularen Bildung beruhen zu können, wird sich im Folgenden ergeben, daß die Cormopodenschalen dieses in den verschiedensten Form- und Strukturverhältnissen bestätigen.

Es ist ein eigenthümliches Ding mit der organisirten Struktur. Das Bewußtsein ihres specifischen Unterschiedes von der anorganischen ist ein tief begründetes und durch alle Sophismen wieder durchbrechendes. Während man durch Raifonnement diesen Unterschied zu verleugnen sucht, erkennt man ihn in Praxis an; wie z. B. die thierische Natur von *Eozoon* auch nach Max Schultzes neueren Untersuchungen dadurch als festgestellt betrachtet wird, daß seine petrificirten Kammerwände annähernd dieselbe von feinen Röhrchen durchzogene Struktur besitzen, als der Panzer der Crustaceen. So wird diese Struktur als der Beweis einer vorliegenden Organisation und sogar als der einer animalischen Organisation acceptirt, während sie im Krebspanzer eine Secretion, also das Gegentheil einer Organisation sein soll, und während man sogar die specifische Differenz zwischen animalischer und vegetabilischer Organisation bestreitet. Welche Logik, welche Consequenz!

Cormopoden.

Mytilus.

Eine glückliche Fügung hat diese Untersuchungen besonders auf *Mytilus*, dessen Gehäuse eine Fülle der belehrendsten Verhältnisse darbietet, gerichtet. Indem ich die Nothwendigkeit fühlte, von irgend einem Cormopoden eine grössere Zahl lebensfrischer Individuen in den verschiedensten Alterszuständen zu untersuchen, gedachte ich der kurz vorher in Borkum beobachteten Colonien von zahllosen *Mytilus* auf den dortigen Steinbühnen, und erhielt durch die Freundlichkeit von Herrn Amtsvoigt Abtmeyer in Borkum eine Sendung von zahlreichen Individuen von *Mytilus edulis* in den verschiedensten Altersstufen, die hier lebend ankamen, leider aber, da die Zeit zur Untersuchung nur allmählig gewonnen werden konnte, in schwachem Spiritus conservirt werden mußten.

Wenn ohne Zweifel auch die Untersuchung der Weichtheile, — denn ich muß von vornherein mich losfagen von einer »Logik«, welche diese allein als »Thier« bezeichnend, die verkalkten Theile des letzteren als etwas von ihm Differentes hinstellt —, Interessantes darbieten würde, so habe ich auf diese verzichten müssen. Nur auf den Byßus werde ich näher eingehen und mich im Uebrigen auf die Schale beschränken.

An dieser treten fünf verschiedene Bildungen entgegen. Der Ueberzug, — vielfach als eine Zellschicht betrachtet —; die äußere, blau oder violett gefärbte Schalenschicht, welche sich streng von der inneren Perlmutter-schicht sondert; die das Schalenband gegen die Schalenfläche begrenzenden, mit Grübchen versehenen, dem bloßen Auge gelb gefärbt erscheinenden Wälle — einem so interessanten und eigenthümlichen Gebilde, das dessen Nichterwähnung in allem mir bekannt Gewordenen kaum begreiflich erscheint; und endlich das Schalenband selbst.

Der Ueberzug ist äußerlich von dunkelolivengrüner oder auch leuchtend gelbrother, innerlich von derjenigen gelben Farbe, welche ich bei dem »Conchiolin«^{*)}, wo die Dicke feiner Schichten sie zu beobachten gestattet, überall gefunden habe.

Trägt man mit dem Messer flache Schichten von der äußeren Fläche der Schale, da wo der Ueberzug noch frisch und unverletzt ist, ab, so erhält man Bilder, deren Deutung auf ein aus Zellen bestehendes Gewebe freilich nahe liegt. Fig. 30 E Taf. V ergibt ein solches Bild, wenn auch nach einem etwas anders hergestellten Präparate, das deshalb eine regelmäßige feine Streifung nicht zeigt, welche auf feinen Leistchen der Oberfläche, die quer über die scheinbaren Zellen hinweggehen, beruht. In Fig. 28 B H u. I Taf. V, die allerdings jüngere Entwicklungsstufen des Ueberzuges darstellen, kann man diese Streifung sehen.

Querschnitte sind von dem fest mit der harten Schale verbundenen Ueberzuge mittelst des Messers nicht zu fertigen, aber an Schliffen der gut mit erhärtetem Canadabalsam, der ihn durchtränkt

^{*)} Sehr unwahrscheinlich ist es mir, daß »Conchiolin« für die häutigen Schichten der Molluskengehäuse insofern ein guter Ausdruck ist, als er eine gleichmäßige chemische Beschaffenheit derselben bezeichnen sollte. Offenbar ist die derbe, lederartige und gegen Lösungsmittel sehr widerstandsfähige Substanz, welche das Gerüst der sogenannten Faserschicht bei *Melagrina*, *Pinna*, *Ostraea* etc. bildet, chemisch eine durchaus andere, als z. B. die kaum auch der verdünnten Essigsäure widerstehende zarte Gerüstsubstanz von *Strombus*, und beim Mangel eines bestimmten Nachweises läßt sich nicht annehmen, daß sie auch nur in den verschiedenen Entwicklungsstufen derselben Spezies chemisch identisch sei; um aber die histiologische Zusammengehörigkeit dieser Gewebe fest zu halten, bedürfen wir eines gemeinfamen Ausdruckes. Sie als das »Organische« zu bezeichnen, würde die unbegründete Voraussetzung implizieren, als ob die, wenn auch große Menge von Kalksalzen enthaltenden Gewebe etwas Unorganisches seien. Die überlieferte Bezeichnung gewisser chemischer Verbindungen als organischer, anderer als unorganischer wirkt hier leicht verwirrend; aber so wenig es gestattet ist, nur Periost und Mark des Knochens der Vertebraten als organisch, das Uebrige als unorganisch zu bezeichnen, so wenig kann ich mich entschließen, folchem falschen Sprachgebrauch bei den Geweben der Evertbraten zu folgen. Für eine gesunde Logik ist ein Krytall von Benzoesäure ebenso unzweifelhaft etwas Unorganisches, als eine Schmelzfafer trotz des geringen Gehalts an verbrennlicher Substanz etwas Organisches ist. Ich gebrauche also den Ausdruck »Conchiolin« nur in dem Sinne, ein unverfängliches Wort für eine Reihe von Bildungen zu haben, deren Zusammengehörigkeit unbestreitbar, deren Wesen aber zunächst noch zu unklar ist, um eine charakteristische Bezeichnung zu ermöglichen, und verwahre mich dagegen, hiermit eine chemische Identität derselben anerkennen zu wollen.

und schleifbar macht, überzogenen Schale, läßt sich fein Querschnitt beobachten. Fig. 33 D ist nach einem solchen Präparat gezeichnet. Die zellenartigen Hohlräume sind nur theilweise von dem Balfam gefüllt, und sind die dadurch verbleibenden Luftblasen in der Zeichnung wiedergegeben. Auch hier ist der Eindruck ein zellenartiger, obgleich die in den tieferen Schichten befindlichen, theils in Lagern, theils senkrecht geordneten ganz kleinen Hohlräumchen schon darauf hindeuten, daß es sich nicht um eigentliche Zellen handelt.

Bestimmt geht dieses aus der Genefis des Gewebes hervor, die sich unschwer auch an älteren Thieren verfolgen läßt.

Betrachtet man einen geöffneten frischen *Mytilus*, so ist sehr auffallend, wie sich vom Rand aus der Ueberzug nach innen als eine umgebogene bräunliche Membran bis unter den Mantel fortsetzt. Mit einiger Gewalt läßt sich der Mantel von der fester mit der Schale verwachsenen Membran abstreifen und auch diese abziehen, nachdem man sie am Schalenrande losgeschnitten hat.

Die Flächenansicht dieser Membran in Glycerin bei ganz schwacher Vergrößerung giebt Fig. 28 A Taf. V; B, C, D, E, F, G, H und I derselben Figur die Details bei ganz starker Vergrößerung.

A zeigt bei a noch ein Fragment der Faserschicht des Mantels mit den auf und in ihr vorkommenden zelligen Elementen. Daneben, wo die Reste des Mantels gänzlich entfernt sind, sieht man die fragliche Membran in ein anscheinend gänzlich strukturloses Häutchen auslaufen. Bei g treten in derselben sehr kleine Hohlräumchen, theils nur $0,8 \mu$ groß, auf. Diese nehmen allmählig an Größe zu und werden dabei schärfer begrenzt, bis sie nahe am Schalenrande bis zu 8μ Durchmesser gehen, dabei aber sich zuweilen in ziemlich complicirten Formen darstellen. Ein ganz regelmäßiger Entwicklungsgang ist dabei nicht zu verfolgen. Bei C sind die Hohlräumchen wieder ganz klein, als ob sie aus einer Theilung der bei E abgebildeten größeren entstanden sein könnten, während andererseits Manches darauf hinweist, daß die größeren Hohlräume von B aus Verschmelzung der kleinen von C hervorgegangen sein könnten. Jedenfalls finden hier beträchtliche individuelle und örtliche Variationen statt; wie z. B. Fig. 28 I von einem ganz jungen Exemplar ein einfacheres Bild von größeren, regelmäßigeren und dicht stehenden Hohlräumen giebt.

Schon auf Falten der Membran läßt sich beobachten, daß sie nach dem Schalenrande hin schnell an Dicke zunimmt. Nah an der Stelle, wo sie von ihrem Ansatz an der inneren Schalenfläche abgerissen ist, hat sie nur $0,75 \mu$ Dicke, während diese vor der Umbiegung, mit welcher sie sich an den Schalenrand anschließt, 35μ erreicht. Auch auf den freien Theilen der Membran entsteht zuweilen ein der wabenförmigen Hohlraumchicht des fertigen Ueberzuges (Fig. 30 D) ähnliches Bild.

Noch vollständiger lassen sich die Beziehungen dieser Membran zu dem Ueberzug der Schale bei Schliffen der letzteren verfolgen. Dazu muß sie derartig präparirt werden, daß der Mantel und die inneren Weichtheile von der Randmembran so abgestreift werden, daß letztere an der Schale bleibt. Die trockne Schale wird nun in Terpentinöl gelegt, dann mit Canadabalsam überzogen und so lange erwärmt, bis dieser in erkaltetem Zustande vollständig hart ist*). Wird nun ein Schliff — am besten gleich von mehreren übereinander gelegten Schalenstückchen — quer durch den Rand ge-

*) Das Verfahren, das hier kurz beschrieben, ist überall da von der größten Wichtigkeit, wo es sich darum handelt, die Verbindung der eigentlichen Kalkschale mit weicheeren Theilen zu studiren. Schon früher hatte ich mich überzeugt, daß Schliffe von derartig erhärteten Weichtheilen, z. B. von den lederartigen Schalen von Schildkröten- und Schlangen-Eiern, Vorzüge vor Schnitten haben; wo aber spröde nicht schneidbare Gewebe in Verbindung mit weicheeren Theilen präparirt sein wollen, ist es nicht zu entbehren. Freilich mißlingen solche Schliffe zuweilen, wenn die Weichtheile wegen unvollständigen Eindringens des Balfams sich beim Schleifen ablösen, und muß das Abschleifen der zweiten Fläche immer erst dann stattfinden, wenn das Object, nachdem die eine Fläche angefeilt ist, auf dem definitiven Objectträger mit hartem Canadabalsam angeschmolzen ist. Man kann bei dieser Art des Schleifens auch bei anderen Schliffen viel weiter im Schleifen gehen, weil ein Splintern des Objects, das ja nicht abgelöst zu werden braucht, keine wesentlichen Nachtheile bringt. Daß solche Präparate nicht immer den höchsten Grad der Sauberheit haben, wird reichlich durch den Werth, den sie für das Studium der feinsten Verhältnisse haben, ersetzt. Erst später fand sich, daß in schwierigen Fällen die Anwendung von Wasserglas statt des Balfams, wo dann beim Schleifen mit Spiritus befeuchtet werden muß, zweckmäßiger sein kann, worüber an geeigneter Stelle das Weitere bemerkt werden wird.

legt, so gelingt es, namentlich wenn man nicht zu dünn schleift, häufig, die Randmembran vollständig zu erhalten und ihren Verlauf im Querschnitt zu beobachten.

Fig. 29 Taf. V giebt den charakteristischen Theil des Randes — und zwar vom Vorderrande, d. h. dem dem Schloß gegenüber liegenden, bei schwacher Vergrößerung mit Vermeidung jeglicher Schematisirung wieder; Fig. 30 A, B, C und D nach einem eben solchen, nur feineren und umgekehrt liegenden Präparat die Details charakteristischer Stellen bei starker Vergrößerung.

Danach kann es einem Zweifel wohl nicht unterliegen, daß diese umgebogene und mit der inneren Schalenfläche verwachsene Membran wirklich dasjenige Gewebe ist, aus welchem sich der sogenannte Ueberzug der Schale bildet, und folgt hieraus das weitere, sehr wichtige Resultat, daß der Ueberzug von *Mytilus* trotz des täuschenden Scheins kein celluläres Gebilde, für welches er doch so oft erklärt wurde, ist.

Hohlräumen, die als minimale Pünktchen in einem membranösen Gewebe entstehen und allmählig, ohne daß ein Kern oder sonstiger geformter Inhalt nachweisbar ist, anwachsen, bis eine im vulgären Sinne allerdings »zellige« Schicht daraus entsteht, sind eben keine Zellen in dem Sinne, den die neuere Histologie dieser Bezeichnung beilegt.

Dagegen erinnert die Entwicklung dieses Gewebes auf das lebhafteste an das, was ich an der Eischale von *Raja clavata* beobachten konnte und vorher beschrieben habe. Man wird nicht anzufragen brauchen, die Entstehung solcher Hohlräume, die doch gewiß nicht ohne functionelle Bedeutung sind, in Geweben, die keine zellige Struktur besitzen, als einen weit verbreiteten Vorgang zu acceptiren, mit welchem dann der oft ausgesprochene Satz: daß vielfach Hohlräume in Bindestoffen ohne cellulären Charakter bestehen können, zusammenfällt.

An Bedeutung für die Betrachtung der Schalen der Mollusken und auch der Crustaceen gewinnt dieser Befund noch dadurch, daß wir sehen werden, wie *Unio* und *Anodonta* einen Uebergang von dem pseudocellulären Ueberzug von *Mytilus* zu der sogenannten Fafer- und Zellschicht von *Pinna*, *Meleagrina*, *Ostraea* etc. ergeben.

Die Eischale von *Raja clavata* war ein unzweifelhaft fibrilläres Gewebe. Diese Struktur ist an der Randmembran von *Mytilus* allerdings nicht nachzuweisen; einen ziemlich deutlichen Hinweis auf dieselbe finden wir aber doch in der Beschaffenheit der äußeren Fläche dieser Membran.

Die Fig. 28 B, C u. I zeigen eine deutliche Streifung, die von der äußeren Fläche der Membran ausgehen muß, denn sie tritt nur bei Einstellung auf diese hervor. Fig. 28 H bestätigt dieses. Beim Abschneiden der Membran vom Schalenrande bleibt an manchen Stellen der umgebogene Theil der Membran am Präparate, und gewinnt man an diesem eine Profilanficht. Sie ergiebt, daß die bei Flächenansichten bemerkbare Streifung von dicht stehenden parallelen Leistchen herrührt, deren Richtung quer über den Rand geht. Sie haben eine Breite von 1,5—1,6 μ . Auf den jüngsten Theilen der Membran konnten sie nicht beobachtet werden. Es scheint mir nicht zu kühn, hiernach die Wahrscheinlichkeit einer fibrillären Grundstruktur der Membran anzunehmen. In den jüngsten Theilen, wo sich Hohlräumchen noch nicht zeigen, kann ich allerdings keinerlei Struktur nachweisen; in solchen Fällen aber das Vorhandensein einer Struktur kurzweg abzuleugnen, ist gewiß nicht zulässig, wenn es auch oft geschieht, und von »strukturlosen Membranen« gesprochen wird, wo es nahe genug liegt, daß nur die optischen Hilfsmittel zur Zeit nicht ausreichen, den Nachweis zu führen.

Jedenfalls glaube ich aus der Genesis des Ueberzuges nachgewiesen zu haben, daß er nicht aus Zellen in der angenommenen Bedeutung dieses Wortes entsteht.

In dieser Beziehung ist auch noch auf die jüngeren Formen des Ueberzuges hinzuweisen. Bei einem *Mytilus* von nur 5,5 mm Länge wurde ein Fragment des Ueberzuges mit dem Rasiermesser abgetragen und in verdünntes Glycerin gelegt. Von den Leistchen der Oberfläche ist hier noch gar nichts zu bemerken, und die Hohlräumchen sind so klein und stehen so eng, daß die Entfernungen von Mitte zu Mitte durchschnittlich kaum auf 2 μ anzunehmen sind, während sie, wie Fig. 30 E ergiebt, bei dem ziemlich ausgewachsenen Thiere auf 6—8 μ sich berechnen. Es ist dem Wesen eines cellulären Gewebes durchaus entgegen, in den jüngeren Formen mit soviel kleineren Dimensionen aufzu-

treten. Bei einem ganz kleinen Müschelchen, das ich in meiner *Mytilus*-Colonie fand, und dessen durchsichtige Schale die Beobachtung ohne Weiteres gestattete, war keine Struktur des Ueberzuges zu beobachten, und auch die umgeklappte Randmembran zwar gestreift, aber ohne alle Hohlräume; dagegen die äußere Fläche mit borstenartigen Anhängeln besetzt. Anfangs schien es zweifelhaft, ob dies ein *Mytilus* sei, ich fand dann aber auch an einer Schale von ca. 6 mm Länge, die unzweifelhaft als ein *Mytilus* zu erkennen war, diese borstenartigen Anhängel noch theilweis erhalten. Auf so früher Entwicklungsstufe mußte doch ein cellularer Ursprung des Ueberzuges deutlich zu constatiren sein, wenn ein solcher bestände.

Der unter dem Ueberzuge liegende Theil der Schale soll hier der Kürze halber, im Gegensatz gegen die innere oder Perlmutterfchicht, wegen seiner blauen oder an jüngeren Thieren violetten Farbe als die »blaue Schalenfchicht« bezeichnet werden.

Diese Schicht erscheint als das wesentlich Formbildende der Schale, da sie am Vorder- und Bauchrande, wo das Längen- und Breitenwachsthum der Schalen stattfindet, allein vorhanden ist, während das Perlmutter vom Rückenrande aus eine innere Verdichtungsfchicht bildet, ohne jemals den Vorder- und Bauchrand zu erreichen.

Trotzdem läßt sich nicht nachweisen, daß die blaue Schicht früher als das Perlmutter vorhanden ist. Schon an Exemplaren von nur 5 mm Länge finde ich eine reichlich entwickelte Perlmutterfchicht in derjenigen eigenthümlichen Verbindung mit der blauen Schicht, auf welche ich später zurückkommen werde. Zunächst ist die Struktur der blauen Schicht zu beschreiben.

Auf allen Schliffen quer durch die Schale sieht man schon bei mäßigen Vergrößerungen eine feine parallele Streifung der blauen Schicht, welche bei Schliffen, die in den von dem Wirbel ausgehenden Radien liegen, fast überall — auf die Ausnahmen komme ich zurück — einen Winkel von ca. 45° gegen die Flächen bildet. Auf Fig. 30 A u. B Taf. V ist sie angedeutet. Bei A sieht man ferner, daß die Fläche des Schalenrandes keine glatte ist, sondern daß in der Richtung der Streifen kleine Säulchen in den leeren Raum, welcher zwischen der umgebogenen Membran und der Schalenfläche sich befindet, hineinragen.

Am einfachsten und überzeugendsten sieht man diese Sculptur der freien Fläche der blauen Schalenfchicht, wenn man eine ganz kleine Schale, deren Jugendzustand sie noch ziemlich durchsichtig macht, wohl gereinigt und trocken oder in Glycerin so unter das Mikroskop bringt, daß ihre innere Fläche nach oben liegt. Man sieht sie dann bei starker Vergrößerung ganz bedeckt mit den abgerundeten Enden der Säulchen, aus denen die blaue Schicht besteht, und diese treten durch die schräge Richtung der Säulchen um so deutlicher hervor. Fig. 31 u. 32 Taf. VI sind nach solchen Präparaten von zwei ganz jungen Schalen gezeichnet.

Bevor mir diese so sehr leicht zu beobachtende Thatfache entgegentrat, hatte ich einen mühsameren, aber allerdings auch erfolgreichen Weg, um die prismatische Struktur der blauen Schicht nachzuweisen, eingeschlagen.

Legt man einen Schliff so, daß er die äußere Fläche des Schalenrandes in einem Winkel von etwa 45° in der Richtung nach dem Innern der Schale schneidet, so fällt er rechtwinklig auf die an den Querschliffen beobachtete schräge Streifung. Solche Schliffe sind auch von kleineren Schalen verhältnißmäßig leicht herzustellen, wenn man die eine Schalenhälfte mit dem Rande auf die Glasplatte legt, nur etwas abschleift, dann auf den Objectträger anschnilt und nun die ganze Schale so weit fortnimmt, daß nur ein genügend dünnes Plättchen des Randes bleibt. Einfach in Balsam eingelegt, zeigt es allerdings in der Mitte die Grenzen der einzelnen Prismen nur in schwachen Linien, aber am Rande des Schliffs, namentlich da wo derselbe durch die innere, im Wachsthum begriffene Fläche geht, zeigen starke Objectivsysteme dieselben sehr deutlich, und zwar so, daß bei hoher Einstellung die Querschnitte der Prismen hell und von dunkeln Säumen umgeben sind, — vergleiche Figur 33 Taf. VI —, während sich bei niedriger Einstellung die Begrenzungen hell und die Prismen dunkel darstellen. Letztere sind also die stärker lichtbrechende, wesentlich aus Kalkverbindungen bestehende Substanz, während die Scheidewände als ein Conchiolingerüst erscheinen, dessen Septen durch die Prismen ausgefüllt werden.

Dieses Gerüst durch Entkalkung mit Chromsäure für sich darzustellen, habe ich mit nur sehr zweifelhaftem Erfolge versucht. Das Conchiolin hat hier eine sehr viel zartere Textur, auch wohl andere chemische Beschaffenheit als in der Faserschicht von *Meleagrina*. Es bleibt nach erschöpfender Einwirkung der Chromsäure auf Stückchen der blauen Schicht allerdings ein beträchtlicher Conchiolinrückstand, der auch die Streifung in vollster Deutlichkeit zeigt; der Rückstand eines feinen Schiffs senkrecht auf die Prismen giebt aber nur ein sehr undeutliches Bild. Beim ganz frischen, nur in Wasser liegenden Präparat sind wohl Andeutungen eines ähnlichen, wenn auch ganz unbestimmten Netzwerkes, als es die Faserschicht von *Meleagrina* hinterläßt, zu finden, aber bei dem älteren in Chlorcalcium conservirten Präparat kann ich auch diese nicht wiederfinden. Die Conchiolin-Membran muß wohl in der blauen Schicht von *Mytilus* zu zart und zerstörbar fein; aber mit Chromsäure nur angeätzte Schiffe geben sehr schöne Resultate. Mit der größten Schärfe markiren sich die Enden der Prismen als hervorstehende Körper, von deutlichen Zwischenräumen getrennt. Es muß dies daher rühren, daß die Reste des Conchiolin gar nicht zur optischen Wirkung kommen und die Säure auch auf die Seitenflächen der Prismen wirkend, die Schiffsflächen derselben abrundet. Am schärfsten ist das Bild bei in Wasser, oder wenigstens verdünntes Chlorcalcium gelegten Präparaten, aber auch in Balsam gelegte sind noch von befriedigender Deutlichkeit.

Fig. 34, 35 u. 36 sind nach solchen Präparaten gezeichnet, und ihr Vergleich mit Fig. 31, 32 u. 33 ergibt, wie verschieden die Dimensionen der Querschnitte der Prismen sein können. Zuerst schien die Annahme gerechtfertigt, daß mit dem Alter des Thieres auch die neu anwachsenden Prismen erheblich größer würden. Vergleicht man z. B. Fig. 33, von einer ziemlich ausgewachsenen Muschel, mit Fig. 34 von einer erst 13 mm langen, und besonders Fig. 35 A, den später gewachsenen Theil, mit Fig. 35 B, dem früher gewachsenen Theil desselben Individuums, so liegt dieselbe sehr nahe; aber später ergab sich aus Fig. 31 u. 32, daß gerade bei den jüngsten Individuen die Dimensionen der Prismen sehr erheblich fein können. Uebrigens sind sie auch hier bei dem etwas älteren wieder merklich größer als bei dem allerjüngsten, und nachdem sich, wie Fig. 36 ergibt, mitten zwischen Schichten mit beträchtlich dicken Prismen Stellen mit ganz dünnen (Fig. 36 B) finden, so muß es zweifelhaft bleiben, ob hier irgend eine Regel festzustellen ist, obgleich ich noch dazu neige, auszusprechen, daß im Allgemeinen die Struktur bei den später gewachsenen Theilen erheblich gröber ist als bei den früher gewachsenen, wovon nur die sehr grobe Struktur in dem allerfrühesten Entwicklungszustande eine Ausnahme macht, sowie besondere Umstände das Verhältniß überhaupt modificiren können.

Ein anderweites Strukturverhältniß der blauen Schicht, welches diese Prismen quer durchsetzt, spricht sich in den Anwachsstreifen, wie sie in Fig. 29 Taf. V angedeutet sind, aus. Die blaue Färbung liegt in Schichten, welche diesen entsprechen, aber es zeigen sich auf den Querschliffen auch scharf bezeichnete dunkle Linien, welche derselben Richtung folgen. Bei einzelnen Exemplaren und Präparaten findet sich sogar eine feine regelmäßige Schichtung ausgesprochen, welche in derselben Richtung die von der prismatischen Struktur herrührende Streifung quer durchsetzt und zuweilen nur matt, wenn auch scharf angedeutet, zuweilen durch Lagen feiner undurchsichtiger Partikelchen bezeichnet ist.

Das Wesen dieser Schichtung kann ich nicht fixiren, bemerke aber, daß eine solche zwiefache Struktur in sich durchkreuzenden Richtungen fast als eine allgemeine Regel für die Gewebe, mit denen wir uns hier beschäftigen, betrachtet werden muß. In der Krabbenchale habe ich sie, wie früher schon abgehandelt ist, in ihren Einzelheiten verfolgen können; bei den Schnecken ist die Thatfache ihres Vorhandenseins wenigstens sehr deutlich, und wir werden ihr bei den Muscheln noch vielfach begegnen.

Für die blaue Schicht von *Mytilus* ist endlich noch zu constatiren, daß auch längliche Hohlräumchen in derselben vorkommen können, wie sie in Fig. 30 C Taf. V in den dicht unter dem Ueberzuge liegenden Schichten angegeben sind. Ob sie in den Kalkprismen oder in dem Conchiolingerüst liegen, muß ich dahingestellt sein lassen. Da in den anderen Theilen der Schale vasculöse Hohlräume im Conchiolingerüst vorkommen, ist letzteres auch hier wahrscheinlich.

Vor näherem Eingehen auf die Wachstumsverhältnisse der blauen Schicht muß ein Ueberblick

über die noch übrigen Bestandtheile der *Mytilus*-Schale gewonnen werden. Fassen wir zuerst das Perlmutter ins Auge.

Dafs das eigentliche Perlmutter, wie es einen wesentlichen Bestandtheil so vieler Schalen, z. B. von *Pinna*, *Meleagrina*, *Unio*, *Anodonta* bildet, grösstentheils aus zahlreichen, sehr eng übereinander gelagerten Blättern besteht, ist eine bekannte Sache; dafs diese Blätter nicht in vollständigen Ebenen liegen, sondern soweit Falten oder vielmehr Wellen bilden, dafs ein der Schalenfläche annähernd paralleler Schliff in dem Perlmutter ein System feinzackiger Linien zeigt, welche mannigfach wechselnde Figuren bilden, weil die Schliffebene die Blättchen in ihren Falten oder Wellen schneidet, ist ebenfalls ein von allen Autoren, die sich mit der Muschelschale näher beschäftigt haben, beschriebenes und meist auch abgebildetes Vorkommen. Hiermit ist aber dasjenige, was über das Perlmutter, namentlich von *Mytilus*, zu sagen ist, noch lange nicht erschöpft.

Wir finden dort, abgesehen von diesen feinen, je nach den verschiedenen Exemplaren 1,5—1,2 μ dicken Schichten oder Blättern, eine gröbere durch einen verschiedenen Grad von Durchsichtigkeit bezeichnete Schichtung, die aber mit der Lagerung der feinen Blättchen correspondirt.

Dieses Perlmutter ist überhaupt im Verhältnifs zu demjenigen von *Meleagrina* wenig durchsichtig, woher auch wohl fein nur matter Glanz bei der Betrachtung seiner Fläche mit blofsem Auge rührt, und diese Trübung, die den Querschliffen bei durchfallendem Licht einen bräunlichen Ton giebt, kommt lagenweise in verschiedenem Grade vor. Wo sie eine gewisse Intensivität hat, ist auf den Querschliffen die feine Schichtung nicht zu beobachten, aber auch bei ganz feinen und dadurch hellen Schliffen kann dieses stattfinden. Es scheint die Textur selbst dort zu unbestimmt und wie verwaschen oder zerbröckelt zu sein.

Der unglücklichen Erklärung der Entstehung von »netzförmigen Zeichnungen« der Flächenansicht dieser Blätter, welche Bronn nach Hefslinger citirt, habe ich schon früher erwähnt. Leidolt hat, wie ich der schon erwähnten Gustav Rose'schen Arbeit entnehme, durch Aetzung des Flächenschliffs des Perlmutter von *Pinna* und *Meleagrina* »symmetrische Sechsecke«, die also wohl als etwas KrySTALLINISCHES gelten sollen, erhalten, und Rose hat sie bei ähnlicher Behandlung nicht herstellen können, wohl aber ohne Aetzung »auf der inneren Seite der Perlmutterlage kurz vor ihrem Ende, wo sie sich an der Faferlage auskeilt«, sechseckige Zeichnungen gesehen, die er für Arragonit-KrySTALLE erklärt, was auch nach den gegebenen Zeichnungen wohl nicht zu bezweifeln ist; abgesehen von solchen besonderen Fällen, kann ich die von mir sowohl bei *Meleagrina* als bei *Mytilus* durch Aetzung mit Chromsäure erhaltenen netzförmigen Zeichnungen auf den Flächenschliffen des Perlmutter nicht für den Ausdruck einer krySTALLINISCHEN Struktur halten, sondern mufs sie als ein ORGANISCHES Strukturverhältnifs betrachten.

In Fig. 37 B Taf. VI ist die netzförmige Bildung gezeichnet, welche auf einem solchen geätzten Flächenschliff hervortritt. Das Präparat hat eine gewisse Trübung, und die zur genauen Wiedergabe der Linien, die bei höherer Einstellung dunkel sind, erforderliche starke Vergröfserung macht diese Linien etwas unbestimmt. Bei der tiefen Einstellung, wo sie als Vertiefungen hell auf dunkeln Grunde erscheinen, machen sie einen feineren, schärferen Eindruck, das Netz scheint sich aber in noch feinere Spalten zu verzweigen, so dafs die Abbildung noch schwieriger werden würde. So viel ist aber deutlich ersichtlich, dafs wir es hier nicht mit blofsgelegten KrySTALLFORMEN zu thun haben. Sehr auffällig ist die grofse Uebereinstimmung meiner Fig. 37 B mit der Fig. 14 T. I von Rose, welche als die »geätzte Faferlage von *Pinna subquadri-valvis*« bezeichnet wird.

Auch ohne Aetzung läfst sich auf Querschliffen eine die blättrige Struktur des Perlmutter senkrecht durchsetzende zweite Struktur sehr häufig nachweisen. Eine ziemliche Anzahl meiner Präparate zeigt dieselbe bei Individuen der verschiedensten Altersstufen; bei dickeren oder trüberen Schliffen nur durch die verschiedene Intensivität des bräunlichen Tons ausgedrückt, bei feineren Schliffen aber auch so, wie sie in Fig. 37 A Taf. VI bei mittlerer Vergröfserung mit möglichster Genauigkeit abgebildet ist.

Mit vollständiger Schärfe erkennt man die auf der Zeichnung in ungefähr senkrechter Richtung angegebenen dunkeln Linien als Hohlräume in der Schalenmasse von 0,5 μ Breite. Der Vergleich mit dem Netz, das der Flächenschliff zeigte, läfst zunächst vermuthen, dafs diese Hohlräume Spalten

und nicht Röhren find. Es kommen aber im Perlmutter auch, wenigstens an gewissen Stellen mit vollster Bestimmtheit zu erkennende, die blättrigen Schichten annähernd senkrecht durchbrechende feine Canälchen vor. Ich habe sie eigentlich zufällig an Flächenschliffen durch die später zu erörternen Schalenbandwälle entdeckt, welche der Natur der Sache nach zugleich durch die daneben liegenden Perlmutterfichten gingen. Diese Präparate wurden, um sie mit Chromsäure vollständig zu entkalken, mit Aether vom Objectträger abgelöst und vollständig vom Balsam gereinigt. Während der Einwirkung der verdünnten Säure auf diese Schliffe geschah die Auflösung des Kalkes in der Perlmutterficht so, daß zuerst ein System regelmäßig vertheilter feiner Löcher entstand, die sich nach und nach verbreiteten. Ein solcher isolirter und vollständig gereinigter Schliff wiederum ohne jeden Terpentinzufatz in ganz harten Canadabalsam mit möglichst geringer Erwärmung so eingeschmolzen, daß der Balsam die Luft nicht aus diesen Canälchen vertreibt, zeigt sie mit unzweideutiger Bestimmtheit die Blättchen der Schalentextur, deren durchgeschliffene, wellenförmige und gezackte Ränder man wie gewöhnlich sieht, durchbohrend. Es liegt wohl an der erwähnten Behandlung dieser Schliffe, daß sie hier so deutlich hervortreten, während sie bei meiner gewöhnlichen Behandlungsweise derselben, mit eingedrungenem Balsam ausgefüllt, sich der Wahrnehmung entziehen müssen. Etwas hängt ihr Auftreten vielleicht auch von dem Alterszustande des Thieres ab. Die Präparate, an welchen ich sie gefunden habe, waren von einem sehr alten Exemplar von 73 mm Schalenlänge.

So wenig es also überraschen könnte, wenn die in Fig. 37 A abgebildeten Hohlräume Röhren wären, muß ich sie doch hier nach ihrem Verhalten beim Senken des Tubus für Spalten erklären, welche man sich jedoch nicht als leere Räume, sondern als mit einer Conchiolinschicht oder Membran ausgefüllt, vorzustellen hätte. Canälchen würden hierbei verschwinden, nachdem sie erst hell geworden sind, Spalten dagegen, weil sie fast nie genau mit der Sehaxe coincidiren, beim Heben und Senken hin- und herschwanken. Die Trübheit dieser Präparate im Verhältniß zu den sehr starken Vergrößerungen, die für eine solche Beobachtung erforderlich sind, macht diese hier zu einer der schwierigen, wo man auch nach wiederholter reiflicher Prüfung sich eines inneren Vorbehalts gegen ihre absolute Richtigkeit nicht erwehren kann. Dieses will ich nicht verschweigen, wenn ich ausspreche, daß ich mich für Spalten gegen Röhren entscheiden muß. Indes berührt dieser Zweifel dasjenige nicht, worauf es hier ankommt: daß nämlich der sehr charakteristische, unregelmäßig gewellte und gebogene Verlauf dieser Hohlräume jeden Gedanken an krystallinische Formen ausschließt. Ihre unregelmäßige Vertheilung ergibt, daß die Struktur, die der geätzte Flächenschliff nachweist, wenn auch schon vor dem Ätzen vorhanden, doch als sichtbare, übrigens wahrscheinlich durch Conchiolin ausgefüllte Hohlräume auf dem nicht geätzten Querschliff nur an einzelnen Stellen hervortritt.

Es sei schon hier bemerkt, daß ich auch bei *Meleagrina* ähnliche netzförmige Zeichnungen auf einem geätzten Flächenschliff, wenn auch nicht so deutlich, finde, und da diese Erscheinungen von Anderen ganz allgemein dem Perlmutter zugeschrieben werden, dürfen wir die ihnen zu Grunde liegende Struktur nicht als auf *Mytilus* beschränkt annehmen, wenn auch das sehr bedeutame Hervortreten derselben auf den Querschliffen nur auf diesen beschränkt sein sollte.

Auch das Perlmutter ist also nicht nur von blättrigem Gefüge, sondern es ist zugleich in prismatische Septen — wie nicht anders anzunehmen ist durch Conchiolinmembranen — getheilt, und außerdem können feine Canälchen, die jedenfalls wohl in den Conchiolinmembranen liegen, dasselbe durchsetzen.

Doch wir können dasselbe damit noch nicht verlassen. Mitten im Perlmutter finden sich scheinbar ganz von demselben abweichende helle und klare Schichten, deren senkrechte Streifung so hervortritt, daß sie die blättrige sehr zurückdrängt. Ich muß annehmen, daß es sich auf diese Schichten bezieht, wenn Rose (a. a. O. pag. 83) davon spricht, daß zuweilen die Perlmutterficht recht dick wird und dann im Querbruch ein ganz safriges Ansehen bekommt. Ganz klar ist mir seine Ausdrucksweise hierbei jedoch nicht.

Wie dem auch sei, so ergeben Querschliffe durch die mächtiger gewordene Perlmutterficht älterer *Mytilus*schalen, daß theils mitten in dieser, theils auf ihrer Grenze gegen die blaue Schicht, namentlich aber am Ansatz des Mantels und der Schließmuskeln klare und helle Schichten vorkommen,

die sich in Folge ihrer Durchsichtigkeit leicht von den trüben Schichten des eigentlichen Perlmutter unterscheiden. Sie sind in eigenthümlicher Weise in das Perlmutter, fast wie Gänge in ein geschichtetes Gestein eingesprenkt. In Fig. 29 bei e Taf. 5 findet man ihre Lage am Ansatz des Mantelrandes, bei Fig. 38 Taf. VI sieht man ihr allmähiges Aufsteigen, in Fig. 37 A bei b derselben Tafel eine ganz schwache Lage zwischen der blauen Schicht und dem Perlmutter. Ihre eigenthümlichen Beziehungen zum Ansatz des großen Schließmuskels, die wegen der stärkeren Dimensionen bei *Meleagrina* deutlich hervortreten, ergibt Fig. 65 Taf. XIII.

Durchaus charakteristisch ist, daß ihre Lagerung mit der Schichtung des Perlmutter nicht übereinstimmt, daß sie dieselben schräg durchsetzen und durch Ausläufer, die sich von der Hauptmasse abzweigen, mit diesem verwachsen sind. Dergleichen ist schwer zu beschreiben, aber Fig. 38 und 65 werden dieses eigenthümliche Verhältniß verdeutlichen.

Die bestimmt ausgesprochene senkrechte Streifung muß bei *Mytilus* auf eine Perforation durch feine Canälchen zurückgeführt werden, wenigstens da wo diese Schicht die Basis des Schließmuskels bildet, sind solche auf Flächenschliffen deutlich nachzuweisen, wie Fig. 39 Taf. VI ergibt. Dort haben sie meistens 0,3—1 μ Durchmesser und die größeren zeigen eine unregelmäßige Form. Es liegt wohl nah, in ihnen einen Apparat zu sehen, der den Muskel in Beziehungen zum Innern der Schale bringt, aber ob man ihr Vorkommen generalisiren darf, verlangt eine weitere Prüfung. Bei *Meleagrina* kann ich es wenigstens nicht nachweisen. Hier zeigt dagegen ein Flächenschliff durch die Basis des Schließmuskels bei hoher Einstellung ein zartes Netz dunkler Linien (Fig. 64 Taf. XIII); dies ist aber nur da deutlich zu bemerken, wo der Schliff gegen die Oberfläche ausläuft, ist also ein Relief dieser letzteren, während der Schliff, da wo er mitten durch die Schicht geht, nur unbestimmt marmorirt ist. Die senkrechte Streifung der Querschliffe ist aber sowohl bei *Meleagrina* als auch bei der ähnlichen sehr mächtigen Schicht von *Ostrea edulis* vorhanden, und überhaupt eine prismatische Gliederung dieser interessanten Schichten neben der nicht immer nachweisbaren und zuweilen (z. B. bei *Ostrea*) nur zufällig bemerkbaren Perforation wohl unzweifelhaft vorhanden. Wenn ich auch erst weiterhin auf die Entwicklung der Schale bei *Mytilus* näher eingehen werde, liegt es doch zu nahe, daß die Lagerungsweise dieser Schichten bei einer »cuticularen« Entstehung des Perlmutter vollständig unerklärlich sein würde, um hierauf nicht schon jetzt hinzudeuten. Ferner begnüge ich mich hier mit der Andeutung, daß die Perlen, die bekanntlich auch in *Mytilus* vorkommen und deren Struktur mit der der edlen orientalischen Perlen übereinstimmt, direct aus dieser Schicht hervorgehen. Auch dieses wird bei der Entwicklung der Schale näher abgehandelt werden. Zunächst müssen wir den für das Verständniß des Schalenwachstums fast noch bedeutungsvolleren mit Grübchen versehenen Wall, der das Schalenband begrenzt, ins Auge fassen.

Die Verwunderung darüber, daß ein so eigenthümliches Gebilde, an einer so verbreiteten und gewöhnlichen Muschel als *Mytilus* ist, so geringe Beachtung gefunden hat, ist schon ausgesprochen. Etwas erklärlicher wird dies dadurch, daß beim Oeffnen der Schale gewöhnlich das Band zerrissen und zerbrochen und dadurch, besonders bei größeren Exemplaren, häufig auch dieser Wall lüdt wird. Will man diese Theile vollständig und unverletzt zur Anschauung bringen, so muß man von den ungeöffneten Schalen den ganzen Rücken abfügen, aber auch dann noch wird beim Eintrocknen des Schalenbandes durch dessen Contraction häufig, namentlich bei älteren Exemplaren, der Schalenband-wall zerrissen oder lüdt.

Fig. 40 Taf. VI giebt nach einem so erhaltenen Präparat die Ansicht des Schalenbandes von Innen bei directer Beleuchtung und schwacher ($2\frac{1}{2}$) Vergrößerung von einem ganz jungen Exemplar; Fig. 41 Taf. VII ebenso Theile des Walles von einem sehr alten Exemplar; Fig. 42 u. 43 derselben Tafel entsprechende Flächenschliffe bei durchfallendem Licht, und Fig. 44 u. 45 Taf. VIII Querschliffe rechtwinklig auf den Rückenrand ungefähr durch die Mitte des Schalenbandes und die angrenzenden Theile der Schale von einem alten und einem jungen Exemplare; Fig. 46 Taf. VIII endlich einen Querschliff durch einen Theil des einen Walles nach seiner Längsrichtung, der so gelegt ist, daß die Schliffebene annähernd mit den in dem Walle vorhandenen Löchern oder Gruben zusammenfällt, von einem alten Exemplar. Diese Zeichnungen werden genügen, um die Form dieses merkwürdigen

Gebildes zu verdeutlichen. Vollständig verzichte ich darauf, Vermuthungen über seine physiologische Bedeutung aufzustellen, möchte dieselbe sogar sehr gering anschlagen, da ich kein anderes Genus der Cormopoden kenne, bei dem etwas Aehnliches vorkommt, was schon dagegen spricht, daß es sich um ein Organ mit wichtigen Functionen handelt; auch habe ich eine entsprechende Struktur an demjenigen Theil der Oberfläche des Mantels, der sich gegen das Band und die Wälle legt, nicht bemerken können, außer einmal einem Abdruck der äußeren Form, der sich aber mechanisch wohl genügend erklärt.

Will man einen Zweck für dieses Gebilde finden, so liegt ein mehr mechanischer am Nächsten. Das einseitige Wachsthum von *Mytilus*, das auch die schiefe Form der Schale bestimmt, indem eine Vergrößerung des Schalenrandes nur am Vorder- und Bauchrande, nicht aber am Rückenrande stattfindet, führt dahin, daß die beiden Schalenflächen am Rückenrande, wo das Schalenband oder Schloßband liegt, einen erheblich stumpferen Winkel beim alten als beim jungen Thier bilden. Es würde sich also eine Lücke zwischen Band und Schale zu bilden streben, die durch das Wachsthum dieses Walles ausgefüllt wird. Doch solche Speculationen haben, auf Einzelheiten gerichtet, immer etwas Bedenkliches, und gar ein »Kampf ums Dasein«, durch welchen sich gerade *Mytilus* allein unter seinen Mitbewohnern einen solchen Apparat aus Zweckmäßigkeitsrückichten »allmählig angewöhnt« hätte, würde eine ziemlich absurde Fiction sein. Ich muß aber um deshalb für diesen Theil der Schale eine besondere Beachtung in Anspruch nehmen, weil seine Beschaffenheit auf das Bestimmteste zeigt, daß er nicht durch Apposition, sondern nur durch Intusufception wachsen kann.

Vergleicht man Fig. 42 mit Fig. 43 Taf. VII, namentlich aber Fig. 40 Taf. VI mit Fig. 41 Taf. VII, so wird man sich unschwer überzeugen, daß aus dem Wall, wie er beim jungen Thier existirt, der des älteren nie und nimmer durch ein bloßes Ansetzen neuer Schichten entstehen kann. Wie bei dem in Fig. 40 vollständig abgebildeten Schalenband die wirkliche Länge der Wälle 5,5 mm, bei dem älteren (Fig. 41) ca. 31 mm, also fast das 6fache ist, so verhalten sich auch alle anderen Dimensionen einschließlich des Durchmessers der Grübchen und ihrer Abstände unter einander. Auch die Zahl der Grübchen ist ungefähr dieselbe. Von sehr beachtungswerther Seite bin ich auf die Verhältnisse von *Haliotis*, als eines Analogon aufmerksam gemacht. Bekanntlich besitzt diese Schnecken- schale dem rechten Rande parallel eine Reihe von Löchern, durch welche die linken Seitenfäden des Fußes hervortreten, und steht allerdings auch hier die Größe der Löcher bei ungefähr gleicher Zahl derselben im Verhältniß zu der Größe der ganzen Schale, obgleich letztere, wie bei allen Gastropoden, nur am Rande wächst. Es erklärt sich dieses hier dadurch, daß sich in dem weiter wachsenden Rande neue, immer größere Löcher bilden, während die älteren kleineren sich schließen; aber ein solcher oder ähnlicher Vorgang ist bei den Schalenbandwällen von *Mytilus* einfach unmöglich.

Bei diesen sind die kleineren Grübchen an beiden Enden, die größeren in der Mitte; von dieser müßte also die Neubildung ausgehen. Ist dieses schon ein ziemlich unfasbarer Gedanke, und wäre dieses auch gar keine Apposition, sondern erst recht eine Intusufception, so braucht man nur die Längenmaße von Fig. 41 B u. C auf Fig. 40 zu übertragen, um sich zu überzeugen, daß eine solche Erklärung in keiner Weise genügen kann; es ist eben das Wachsthum dieser Wälle eine einfache Vergrößerung in allen ihren Dimensionen.

Um so interessanter ist die feinere Struktur des Gewebes, aus welchem sie bestehen.

Einigermassen läßt sich dieselbe aus Fig. 44 u. Fig. 46 ersehen, obgleich diese Zeichnungen nur nach geringen Vergrößerungen gefertigt sind. Wiederum ist die Gliederung eine zwiefache; einerseits in, der Hauptrichtung nach oben strebende, aber doch zuweilen auch in wunderlich stalaktiten- ähnlicher Form in verschiedene Richtungen wie geschobene oder gedrängte Prismen (Fig. 46); andererseits (Fig. 44) eine lagerhafte, der äußeren Fläche parallel liegende Schichtung. Betrachtet man das Präparat, nach welchem Fig. 46 gezeichnet ist, mit stärkeren Vergrößerungen, so sieht man Systeme von Canälen, die etwa 0,75 μ Durchmesser haben (vergl. Fig. 47 A und B Taf. VIII), theils regelmäßig und parallel neben einander verlaufen, wie im oberen Theile von Fig. 47 A, wo aber, da die Schliffebene ihre Richtung schneidet, nur kürzere Enden zur Anschauung kommen; theils aber auch in den mannigfachsten Windungen und Verzweigungen die Substanz des Walles durchziehen. Sie sind

nur an einzelnen Stellen des Präparats deutlich zu verfolgen und zwar da, wo der Canadabalsam nicht in sie eingedrungen ist. Wo dieses geschehen, treten nur Andeutungen derselben hervor. Löst man einen solchen Schliff, was leider nur bei dicker gehaltenen ohne Zerbröckelung thunlich ist, mit Aether von dem Objectträger ab und reinigt ihn durch Behandlung mit Aether, legt ihn dann trocken ohne Terpentinöl in erhärteten Canadabalsam bei möglichst geringer Erwärmung, so sieht man, wie diese Röhren fast überall die Substanz massenhaft in Systemen von verschiedener Richtung durchziehen, und auch mit größeren dunkeln Hohlräumen zusammenhängen. Leider sind solche Präparate zu wenig durchsichtig, um den Verlauf dieser Röhrensysteme überall deutlich verfolgen zu können. Präparate wie die, nach welchen Fig. 42 u. 43 Taf. VII gezeichnet sind, ergeben bei starken Vergrößerungen die entsprechenden Bilder: an einigen Stellen Netze von verzweigten und wirr durch einander laufenden Canälchen; an anderen den Querschnitt der regelmässig neben einander verlaufenden Canälchen, als ein System von ziemlich gleichmässig vertheilten dunkeln Punkten; endlich auch an noch anderen Stellen die Querschnitte der Prismen, aus welchen sich der grösste Theil der Substanz des Walles zusammensetzt. Zuweilen finde ich die dunkeln Punkte, als welche sich die Querschnitte der Röhren darstellen, an Stellen, wo der Querschliff keine Septirung in Prismen bemerken lässt, häufig letztere, ohne dass die dunkeln Punkte hervortreten, doch aber auch Stellen, wo Andeutungen von beiden in solcher Verbindung vorkommen, dass ich annehmen muss: die Canälchen liegen in den Scheidewänden, welche die Septen bilden, und nicht in den Kalkprismen, welche diese ausfüllen.

Ganz feine und saubere Schliffe durch die Schalenband-Wälle herzustellen, hat besondere Schwierigkeiten, und es liegt ohnehin in der Natur der Sache, dass da, wo die Septirung hervortritt, die Querschnitte der Röhren, gerade wenn sie, wie ich annehmen muss, in den Scheidewänden liegen, in den dunklen Linien, welche die Septen begrenzen, gar nicht oder nur unbestimmt wahrgenommen werden können. Dass ich da, wo die Septirung hervortritt, nie einen Röhrenquerschnitt innerhalb der Prismen, welche die Septen ausfüllen, bemerken konnte, ist einer dieser negativen Beweise, welche eine individuelle Ueberzeugung begründen oder verstärken können, aber allerdings einen vollen objectiven Nachweis noch nicht erreichen. Wir werden denselben weiterhin noch einigermaßen verstärken können.

Bei Behandlung von Fragmenten der Schalenbandwälle mit verdünnter Chromsäure bleibt ein beträchtlicher, aber doch ziemlich formloser Conchiolin-Rückstand. Aetzt man die obere Fläche von auf Canadabalsam liegenden Flächenschliffen mit Chromsäure an und legt sie dann mit ihrer Balsamunterlage in Chlorcalciumlösung ein, so tritt die gewöhnliche Folge dieses Verfahrens, nämlich eine deutlichere Bloßlegung der Struktur ein. Die Prismen, welche schon der ungeätzte Schliff zeigt, sind schärfer von einander gefondert, und auch wo eine Gliederung in solche vorher nicht bemerkbar war, sieht man je nach der Richtung der Struktur ein feines Netz oder eine Längsstreifung; in der Unregelmässigkeit des ganzen Baues liegt es aber, dass, weil eben keine regelmässigen Bilder entstehen, doch immer Zweifel bleiben, wie weit mechanische Splitterungen und Spaltungen oder eine wirkliche vorhandene Struktur dem, was man sieht, zu Grunde liegt.

An einem der Flächenschliffe sehe ich da, wo er durch die unteren Schichten des Walles geht, und zugleich die Einwirkung der Säure eine erschöpfende gewesen ist, ein deutliches und bestimmtes Netz, aus dessen Septen die Kalkmasse vollständig entfernt ist (Fig. 47 E Taf. VIII); ob dasselbe aber wirklich das Conchiolingerüst ganz unverletzt so darstellt, wie es ursprünglich vorhanden, muss ich bezweifeln. Man wird in dieser Beziehung etwas misstrauisch, wenn man öfter beobachtet hat, wie leicht in solchen Verhältnissen die sich entwickelnde Kohlenensäure Blasenräume erzeugt, die für ein ursprüngliches Strukturverhältniss gehalten werden können, ein Irrthum, der bei früheren Untersuchungen der Schale des Vogel-Eies auf so entschiedene Abwege geführt hatte. Ich glaube nun nicht, dass die hier beobachteten Netze nur solche Blasenräume vorstellen, aber ich vermuthete, dass ein Theil der Septen durch die Kohlenensäure-Entwicklung theilweise zerstört, und dadurch das Bild ein nicht ganz genaues geworden ist. Uebrigens würde man auch von einer unwahrscheinlichen Voraussetzung ausgehen, wenn man sich das Conchiolingerüst als einen absolut kalkfreien Organismus und den Inhalt seiner Septen als lediglich aus Kalksalzen bestehend dächte. Bei der Faferficht von *Meleagrina*, wo beide so sehr

scharf gefondert erscheinen, läßt trotzdem, wie wir weiterhin sehen werden, auch der Inhalt der Septen einen Conchiolinerückstand bei vorsichtiger Behandlung mit Chromsäure deutlich erkennen, und wenn das Gerüst, welches die Septen bildet, nur Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff enthielte, so würde dieses als etwas so Singuläres in der organischen Schöpfung dastehen, daß es gewiß nicht vorausgesetzt werden darf.

Ich habe die Mühe nicht gescheut, an den schon erwähnten, vom Objectträger mit Aether gelösten und vom Balsam gereinigten Schliffen durch erschöpfende Behandlung mit Chromsäure das Conchiolingerüst deutlicher darzustellen, aber ohne Erfolg. Betrachtet man diese Präparate während der Einwirkung der Säure unter dem Mikroskop, so sieht man an den Bewegungen, welche die Blasenentwicklung in der theilweise entkalkten Masse hervorbringt, daß letztere einen so weichen gelatinösen Charakter hat, daß bestimmte Formen leicht verloren gehen können; aber diese in einer Richtung mislungenen Präparationen haben ein anderes so wichtiges als überraschendes Resultat ergeben.

Die nach Auflösung des Kalks zurückbleibende Conchiolinmasse enthält noch eine Menge größerer Gasblasen, welche in dem Gewebe eingeschlossen bleiben, und bleibt außerdem an vielen Stellen sehr undurchsichtig. Bei Anwendung starker Vergrößerungen lösen sich diese dunkeln Stellen in ein System feinsten, mit Luft oder vielmehr wohl mit Kohlenensäure erfüllter Canälchen auf, deren Lumen bis unter 0.5μ herabsteigt, und die an vielen Stellen ein so dichtes Gewirr bilden, daß dadurch das ganze Conchiolingerüst der Schalenband-Wälle einen vasculösen Charakter erhält.

Diese Verhältnisse in der überzeugenden Bestimmtheit, mit welcher sie in den Schalenband-Wällen hervortreten, sind von so eminenter Bedeutung für das Verständniß der Schalenstruktur, daß ich sie auch noch auf Taf. VIII durch Fig. 47 C u. D, welche erstere einem Schliff in Balsam quer durch Röhrensysteme, letztere einem mit Chromsäure vollständig entkalkten Schliff in Chlorcalcium entnommen ist, illustriere. Dadurch, daß die Chlorcalciumlösung nicht in das vasculöse Röhrensystem des entkalkten Conchiolingerüsts eingedrungen ist, präsentirt sich jenes in ziemlicher Vollständigkeit.

Der Rückblick auf diese einzelnen Befunde ergibt also den Bau der Schalenbandwälle, als aus einem Conchiolingerüst bestehend, das ein System zahlloser Canälchen enthält, die eine Saft-circulation gestatten. Die durch dieses Gerüst gebildeten prismatischen Septen sind von Kalkmassen ausgefüllt; quer durch diese Prismen zieht sich aber auch hier, freilich nur an einzelnen Stellen bestimmt zu beobachten, dieselbe Schichtung, die wir bis jetzt in allen Theilen der Schalensubstanz gefunden haben.

Bei einem solchen Organismus ist ein Wachsen durch Intusussception leicht begreiflich. Daß in dem Conchiolingerüst sich neue Septenräume bilden können, die sich dann mit Kalkmasse füllen, ist ebenfowohl denkbar, als daß sich die vorhandenen vergrößern, und neue Kalkmasse im Anschluß an die vorhandene den erweiterten Raum ausfüllt.

Beim Schalenbande selbst ist ein Wachsen durch Intusussception, wie erwähnt, schon früher von unbefangenen Beobachtern als selbstverständlich angenommen. Trotzdem bietet der genauere Nachweis seiner Struktur ein erhebliches Interesse, weil wir in allem Wesentlichen auch hier denselben Typus als in der Schale wiederfinden.

Schliffe lassen hier die feinere Struktur nur mangelhaft erkennen. Das Schalenband quillt stark in Wasser auf, wird dann leicht beim Schleifen zerstört und wenn es so stark mit Terpentinöl und Canadabalsam getränkt und durch Erhitzen erhärtet ist, daß dies nicht eintritt, zeigt es Risse und Hohlräume, die Artefacte sind, wie z. B. bei Fig. 44 Taf. VIII. Die dort schwarz schattirten Stellen sind nur undurchsichtig geblieben, weil der Balsam nicht in sie eingedrungen ist, und wenn auch fowohl eine der Oberfläche parallele Schichtung als eine diese durchsetzende röhrlige oder faserige Struktur im Allgemeinen hervortreten, so sind doch feine Schnitte zu der Untersuchung, da wo es sich nicht um die Beziehungen zu der eigentlichen Schale handelt, den Schliffen weit vorzuziehen. Ihre Anfertigung mit dem Rasirmesser hat bei der hornartigen Consistenz der Substanz keine besonderen Schwierigkeiten.

Senkrecht auf die Oberfläche geführte Schnitte zeigen eine dieser Richtung entsprechende feine Streifung, welche, wie schon der bei den Schliffen in Canadabalsam zuweilen verbleibende Luftgehalt andeutet und die Flächenschnitte bestätigen, der Ausdruck von röhrligen Perforationen ist. (Fig. 48 Taf. VIII.)

Die genaue Feststellung dieses Verhältnisses ist aber auch hier keine ganz leichte. Die ganze Substanz ist fein punktirt, und zwar kann ich diese Punkte nicht für Querschnitte von Fibrillen halten, denn ich sehe sie als ebenfolche Pünktchen auf den senkrechten Schnitten. Soweit dies bei einer so feinen Struktur zu bestimmen ist, muß ich sie ferner für positiv, d. h. für Körnchen und nicht für Hohlräumchen erklären. Ob sie eine weitere, unferen Beobachtungsmethoden noch tief verschleierte organische Struktur andeuten, oder mechanisches Gefüge sind, muß gänzlich dahingestellt bleiben. Es ist wohl in dieser Beziehung noch zu bemerken, daß auch da, wo die Kalkprismen in den Septen so deutlicher Conchiolingerüste, als sie die Faserschicht von *Meleagrina* besitzt, mit Chromsäure behandelt werden, in dem Residuum immer diese feine Punktirung auftritt, die dort aber allerdings sehr leicht ein körniges Präcipitat fein könnte.

In den Flächenchnitten des Schalenbandes erschwert diese körnige Beschaffenheit der Substanz die exacte Feststellung der wirklichen Perforationen erheblich, indess gelingt sie an ganz feinen Stellen gut mit Glycerin aufgehellter Schnitte dadurch befriedigend, daß, abgesehen von den verschiedenen Dimensionen, bei tiefer Einstellung die Perforationen hell aufleuchten, während die Körnchen dunkel sind. In der Abbildung (Fig. 48) konnte ein solches Bild freilich nur unvollkommen wiedergegeben werden; dagegen ist die Stellung der dort hell erscheinenden Perforationen in möglichster Genauigkeit mit Anwendung des Zeichenprisma dargestellt, und man sieht, daß dieselben keineswegs gleichmäßig in der Substanz vertheilt sind, sondern ähnlich wie bei dem Perlmutter sich in Reihen ordnen, welche häufig nichtperforirte Inseln umgeben. Beim Perlmutter geht dieses wohl sicher daraus hervor, daß die Perforationen ein Gefäßsystem des Conchiolingerüsts bilden.

Abbildungen auch der senkrechten Schnitte zu geben, würde zu weit führen und keinen wesentlichen Zweck haben, und bemerke ich nur, daß die durch die Perforation bewirkte Streifung am deutlichsten in den Glycerinpräparaten, dagegen eine feine, der Oberfläche parallele, lamelläre Schichtung bei solchen Schnitten hervortritt, die trocken in Canadabalsam gelegt sind. Diese Schichten haben eine Dicke von nur ungefähr $1,4 \mu$ und werden, soweit ich verfolgen kann, durch eine regelmäßig alternirende Lagerung der erwähnten Körnchen bezeichnet.

Blicken wir auf die Menge der im Vorstehenden erörterten Einzelheiten der Struktur der verschiedenen Schalthetheile zurück, so ist das überraschende Resultat:

Eine Zurückführung aller dieser anscheinend so abweichenden Strukturen auf dasselbe Bildungsprinzip, auf dieselben Grundlagen des feineren Baues. Ueberall findet sich ein organifirtes Conchiolingerüst, meistens mit einem erkennbaren vasculösen System versehen. In dem Schalenbande ist eine Septirung desselben allerdings nur durch die Stellung der Perforationen angedeutet. Diese Septen sind theilweis leer — wie in der Epidermis —, theils mit Kalkmassen ausgefüllt, wie in der blauen Schicht und im Perlmutter; und überall findet sich, die obige Struktur quer durchsetzend, eine feine lamelläre Schichtung, die in der blauen Schicht allerdings nur angedeutet ist.

Das mehr oder weniger ausgesprochen in den Vordergrundtreten eines dieser Verhältnisse genügt, um den verschiedenen Theilen der Schale ihren Charakter aufzuprägen. Dieses selbe Bildungsprinzip habe ich in den Panzern der Crustaceen schon nachgewiesen; wir werden es, wie schon bei den Gastropoden, auch noch bei den übrigen Cormopoden finden, und ich muß dasselbe — wenn ich, meinen Schlufsbetrachtungen vorgreifend, dieses schon jetzt bemerken darf — als das gemeinsame der ganzen Bindegewebsgruppe, einschließlic des quergeftriften Muskels, der Sarkode und des romanhaften Protoplasma vermuthen. Dann nähme eine von dem vulgären Zellenbegriff morphologisch gänzlich unabhängige Struktur für den thierischen Organismus ein räumlich mindestens ebenfogroßes Gebiet als die Zelle in Anspruch.

Von diesem Gesichtspunkte aus soll gleich hier noch etwas über die Struktur des Byffus von *Mytilus* angeschlossen werden.

Für einen Theil der Leser darf ich vielleicht daran erinnern, daß der Byffus als ein Stämmchen aus der Basis des Fufses hervortritt, von welchem Stämmchen zahlreiche sehr elastische Fäden ausgehen, mit denen sich das Thier an fremde Gegenstände oder auch an Schalen von Individuen seiner

Art fest und dauernd anheftet, wodurch *Mytilus* eng zusammenhängende Colonien bildet, und daß Byffus nicht nur bei *Mytiliden* vorkommt, sondern auch in anderen Familien der *Cormopoden* (*Tridacniden* und *Myaciden*) erwähnt wird. Besonderes Interesse hat von Alters her der von *Pinna* wegen seiner technischen Verwendbarkeit zu Geweben erregt. Chemisch betrachtet wird der Byffus für Chitin erklärt, was für den von *Mytilus*, der in Alkalien leicht und beträchtlich aufquillt, jedenfalls ungenau ist. Eine derartige Unterbringung von Organismen in chemische Kategorien hat immer etwas Verfehltes, und so wichtig für den physiologischen Standpunkt die chemische Constitution sein kann, von so geringer Bedeutung ist sie für den morphologischen.

In Fig. 49 A Taf. IX. ist ein ungewöhnlich kleines Byffusstämmchen, wohl von einem sehr jungen Individuum herrührend, welches ich, schon aus diesem herausgerissen, mit einem größeren Stamm verwickelt fand, deshalb abgebildet, weil die Verhältnisse bei diesem kleinen Exemplar übersichtlicher darzustellen waren. Die Fäden waren größtentheils schon abgerissen, von denen die noch mit der Endplatte versehen sind, ist nur der eine vollständig abgebildet, von den andern sind in der Zeichnung nur die Stummel wiedergegeben, wodurch die Art des Ansatzes deutlicher geworden ist. Das Wurzelende ist, obgleich der Stamm aus einer wirklichen Spalte des Fusses hervortritt, mit der darunter liegenden Fafermasse des Leibes vollständig verwachsen und gehen die Fasern des Byffusstammes, so weit ich bei anderen Präparaten beobachten konnte, continuirlich in die Fasern der ersteren über. Hier ist das Wurzelende, wohl in Folge von Maceration der vergänglicheren Körpertheile, ziemlich stumpf abgerissen. Die fibrilläre Struktur des Stammes ist evident, wie in der Zeichnung angedeutet, aber auch in den Fäden, welche sich vom Stamm abzweigen, ist sie sowohl durch die Punktirung der Querschnitte, als auch beim Zerpupfen unzweideutig hervortretend. Außer dieser inneren fibrillären Masse ist eine differenzirte Rindenschicht vorhanden. Die letztere macht sich namentlich durch Runzeln bemerklich, die im Contur und als eine über die Fäden hingehende Querstreifung auftreten. Schon bei einigen Fäden von Fig. 49 A ist sie angedeutet und in C sind zwei Enden von Fäden bei derselben schwachen Vergrößerung, aber von einem älteren Individuum, wo alle Dimensionen entsprechend größer werden, abgebildet. Bei letzteren tritt die Runzelung deutlicher auf. Noch deutlicher geht die Sachlage aus Fig. 49 D hervor, wo die Profilanficht der einen Seite eines Fadens von mittlerer Dicke bei ganz starker Vergrößerung dargestellt ist. Man sieht hier sogar einen doppelten Contur, einer äußeren Membran von ca. $0,8\ \mu$ Dicke entsprechend. Daß diese die ganze Dicke der Rindenschicht repräsentirt, erscheint indess nicht wahrscheinlich. Die unregelmäßig quer über den Faden verlaufenden Falten zeigen sich bei hoher Einstellung, darunter bei tiefer Einstellung die fibrilläre Struktur des inneren Fadens. Die Erscheinung ist bei verschiedenen Präparaten und verschiedenen Fäden in den verschiedensten Phasen von einer ganz groben Faltung durch immer feinere Runzelung bis zu ganz glatten Fäden zu beobachten. Welche spezielle Ursachen für dieses verschiedene Auftreten maßgebend sind, darüber ließen sich vielerlei plausible Vermuthungen aufstellen, die aber nichts fördern würden. Die Grundursache liegt mit Evidenz vor: die Byffusfäden zeigen sich bei jeder Handhabung von überraschender Elastizität und Zähigkeit. Die Rindenschicht besitzt diese Elastizität nicht, sie faltet und runzelt sich also, sobald die innere Fafersubstanz aus irgend welchen Gründen contrahirt ist, und glättet sich, sobald der Faden verhältnismäßig ausgedehnt wird. Die von Anderen gegebene Erklärung, daß diese so sehr wechselnde Bildung mechanisch einem nicht organisirten Gespinnst aufgedrückt sein soll, ist eben — eine Erklärung und eine ungewöhnlich ungeschickte.

Daß die Fäden nicht rund, sondern entschieden abgeplattet sind, ergibt sich schon aus den verschiedenen Durchmessungen, welche ein und derselbe Faden an verschiedenen Stellen und namentlich da, wo er umgebogen ist, besitzt. Querschnitte der Fäden setzen dieses Verhältniß außer allen Zweifel und zeigen zugleich, daß die Form derselben meistens ein ziemlich regelmäßiges Oval ist.

Von sieben Fäden eines älteren Individuums sind folgendes die an den Querschnitten gemessenen Dimensionen:

	Längster Durchmesser.	Kürzester Durchmesser.
Nr. 1	224 μ .	103 μ .
» 2	206 »	103 »
» 3	201 »	85 »
» 4	155 »	78 »
» 5	113 »	52 »
» 6	103 »	52 »
» 7	99 »	60 »

Der längere Durchmesser ist also durchschnittlich etwas über das Doppelte des kürzeren.

Zugleich ergeben diese Messungen, wie sehr verschieden die Dicke der Fäden bei demselben Individuum ist.

Befondere Beachtung nehmen die Endplatten, mit welchen die Fäden an anderen Gegenständen angeheftet sind, in Anspruch. Es ist nicht zu erwarten, daß man diese Endplatten da vollständig vor sich haben kann, wo sie absichtlich oder zufällig von diesen Gegenständen abgelöst sind. So fehlt auch bei der in Fig. 49 A abgebildeten Platte ohne Zweifel ein erheblicher Theil des Randes. Man erkennt schon hier, daß die Endplatte aus zwei verschiedenen Schichten, einer inneren, von bei dieser schwachen Vergrößerung körnig erscheinender Struktur, und einer äußeren durchsichtigeren, von welcher ein Lappchen über die erstere hinwegragt, besteht. Daß oberflächliche Beobachtung zu der Annahme einer »trichterförmigen Endung« des Fadens geführt hat, ist nach Fig. 49 A auch wohl begreiflich.

Der wirkliche Bau der Endplatte ergibt sich am besten aus Schliffen, die durch solche Schalen gelegt werden, auf denen Fäden, die von anderen Individuen ausgehen, mit ihren Endplatten noch festsitzen. Werden diese Schalen mit einer reichlichen Schicht von Balsam überzogen, und dieser durch genügend langes Erwärmen in den erhärtenden Zustand gebracht, so bieten solche Präparationen keine besonders erheblichen Schwierigkeiten. Es kommt nur darauf an, den Schliff genau in der Richtung des Fadens zu legen und nur so weit abzuschleifen, daß der Ansatz des Fadens noch nicht verletzt ist. Fig. 49 B ist nach einem solchen Präparat gezeichnet. Die Epidermis der *Mytilus*-Schale, auf welcher die Endplatte angewachsen ist, hat sich von der blauen Schicht der Ersteren etwas abgehoben, aber der Zusammenhang der Platte mit der Epidermis ist ungestört. Die Platte ist keineswegs trichter- oder gar glockenförmig, sondern sie ist durchweg solide, aber es hebt sich die körnig erscheinende Masse als ein stumpfer Kegel bis in den Ansatz des eigentlichen Fadens, dessen Substanz sich zu der durchsichtigeren oberen Schicht der Platte ausbreitet.

Die feinere Struktur dieser beiden Schichten wird am besten aus Zerpupungspräparaten erkannt. Diese zeigen, daß die innere körnige Substanz ein Gewebe ist, welches zahlreiche kleine Hohlräumchen in sich schließt. An einigermassen dicken Lagen kann man dies freilich nicht erkennen, aber man erhält Stückchen der membranösen äußeren Schicht, an welchen eine nur so feine Schicht der inneren Masse geblieben ist, daß die besseren Systeme, z. B. die Hartnack'sche 10 à immersion, die Wandungen des zarten Gewebes, das diese kleinen Hohlräumchen umgiebt, in vollständiger Klarheit zeigen. Fig. 49 E giebt ein solches Bild bei tiefer Einstellung, wo die Wandungen dunkel erscheinen; bei hoher Einstellung bilden sie ein helles Netz auf dunkeltem Grunde. Die Durchmesser dieser kleinen Räumchen liegen zwischen 4,5 und etwas über 2 μ .

Dieselben für Zellen im engeren histiologischen Sinne zu erklären, liegt keinerlei Veranlassung vor, und das Auftreten von solchen, ganz isolirt am Ende eines rein fibrillären und membranösen Fadens würde schwer begreiflich sein. Zur Genüge ist nachgewiesen — z. B. bei der Eifchale von Raja und den Jugendzuständen der Epidermis der *Mytilus*-Schale — wie normal das Vorkommen solcher pseudocellulären Gewebe in fibrillären und membranösen Organisationen ist. Es ist die Gewebsform, die von manchen Autoren im Gegensatz zur cellulären mit einem allerdings nicht ganz unzweideutigen Ausdruck als »areolär« bezeichnet wird.

Die äußere Schicht der zerpupften Endplatte zeigt die zarten Membranen, in welche sie sich zertheilt, in Verbindung mit Lagen von Fasern, welche annähernd parallel neben einander verlaufen, und wenn auch der Faden selbst sich größtentheils in Fasern auflöst, so scheint es, daß auch diese

durch Membranen zusammenhängen können. Die größeren Fasern, in welche der Faden leicht beim Zerzupfen zerfällt, sind übrigens wohl noch nicht die Primitivfasern, sondern aus letzteren zusammenge setzte Bündel, denn einzeln erhält man Fäserchen von unmeßbarer Feinheit.

Wie von einem Gebilde, dessen organifirte Beschaffenheit so klar ist, die sonderbare Entstehungsgeschichte erfunden werden konnte, daß aus einer »Byffusdrüse« Fäden nach Analogie der Arachniden gesponnen werden sollen, welche der Fuß dann mit bewundernswerther pedaler Geschicklichkeit mit einem Ende an den Stamm — welchen wenigstens die neueren Autoren als etwas Organifirtes anerkennen, während die älteren ihn einfach ignoriren — ankleben, mit dem andern auf dem Gegenstande, an welchen sich das Thier anheften will, breit drücken soll etc.; — das ist allerdings schwer begreiflich. Alles dieses wird so beschrieben, als ob es wirklich gesehen wäre; es läßt sich aber doch verfolgen, wie die Erzählung mit immer neuen hypothetischen Details ausgeschmückt wird, je mehr ihr die fortchreitende Kenntniß der wirklichen Verhältnisse den Boden nimmt, wie denn z. B. die als »Querftreifung« bezeichnete, häufig eintretende Runzelung der Rindenschicht, die allerdings mit dem »Spinnen« des Fadens sich nicht zusammenreimen wollte, frisch weg mit der neuen hypothetischen Erfindung, daß sie der Abdruck einer Struktur der »Byffusrinne« im Fuß sei — allseitiger Abdruck einer Rinne! — »erklärt« wird.

Vergessen wir nicht, daß noch früher mit derselben Zuversichtlichkeit auch die Entstehung einer Entenspecies aus Muscheln, die als Blüthen an einem Baum wachsen, nicht nur beschrieben, sondern sogar abgebildet ist, daß es eine förmliche und leider weit verbreitete Manie geworden zu sein scheint, die organische Natur zu einer Art Spritzkuchen-Fabrik herabzuziehen, und daß, sobald dieses »Erklären« anfängt, die Wissenschaft ihr Haupt verhüllt.

Ohne Zweifel ist die Entwicklungsgeschichte eines schon durch das Fehlen der cellulären Elemente in ihm so interessanten Organismus, und die Reproduction der Fäden bei älteren Thieren, so wie die Bildung und Befestigung der Endplatte eines eingehenderen Studiums würdig, und müßte sie an ganz jungen, noch nicht angewachsenen Individuen, so wie an älteren, in Aquarien lebend erhaltenen nicht besonders schwierig sein. Mein Material war hierzu nicht mehr geeignet. Ich will nur noch anführen, daß der Vergleich älterer und jüngerer Byffusstämme von den getödteten Thieren wohl das als unzweifelhaft ergibt, daß der Stamm nicht an feiner Spitze, sondern hauptsächlich von unten her wächst, wo sich auch die Knospen neuer Seitenzweige bilden möchten. Damit soll indeß ein nebenhergehendes weiteres Anwachsen des ganzen Stammes von Innen heraus nicht als unmöglich ausgeschlossen werden. Für ein solches spricht sogar die verhältnißmäßige Vergrößerung aller Dimensionen in den älteren Stämmen. Wie ausgesprochen dieses Verhältniß ist, will ich doch durch die folgenden Meßungsergebnisse nachweisen.

Colonne 1 enthält die Dimensionen eines ganz kleinen Stammes, und zwar des in Fig. 49 A gezeichneten; Col. 2 die eines etwas älteren, und Col. 3 die eines ziemlich großen, wenn auch noch nicht zu den größten gehörigen. Die Maße sind Micromillimeter (0,001 mm = μ).

	1.	2.	3.
Durchmesser des Hauptstammes, dicht unter			
den ersten Zweigen . . .	131	315	970
» der Fäden, kleinster . . .	14	30	90
» » » größter . . .	49	103	273
Länge einer Platte	530	880	2300
Breite derselben	440	630	2000

Die Maße der Platten beruhen auf nicht ganz sicheren Annahmen, da dieselben, wie schon erwähnt, nicht unverletzt isolirt werden können.

Endlich muß ich noch eines sehr auffallenden Befundes erwähnen, der sich erst ergibt, als ich behufs der vorstehend registrirten Messungen die Präparatenammlung durchmusterte; nämlich eines

Byffusfadens, der mit ganz unzweideutigen, feitlichen Fortfätzen oder feinen Seitenzweigen versehen ist. Einige sind in Fig. 50 A Taf. IX abgebildet, und stehen mehrere derselben ziemlich dicht zusammen in einer Region des Fadens. Es ist ein ganz isolirtes Vorkommen und leider gestattet dieses Präparat die Anwendung der Systeme mit ganz kurzem Focus nicht überall, so daß mir Manches bei demselben unklar bleibt. Bei A sieht man den Ansatz in ziemlich reinem Profil, und ist der Nebenfaden offenbar ganz intact; zweifelsohne abgeplattet zeigt er 13—19 μ Durchmesser und läßt sich bis zu einer Länge von 1,2 mm. verfolgen, wo er stumpf zu enden scheint. Eine matte Längsstreifung ist deutlich zu erkennen und auch in der Zeichnung wiedergegeben. Die fibrilläre Struktur dieser Nebenfäden wird auch anschaulich, wo sie gesplittert sind. Bei C ist ebenfalls eine reine Profilanficht eines anderen Ansatzes abgebildet, der Faden ist aber bis in seine Basis gesplittert und nur Rudimente desselben vorhanden. Gerade dadurch wird aber der aus einer fein punktierten Masse bestehende stumpfe Kegel, der sich in den Ansatz erhebt, um so deutlicher. Bei B erscheint die Spitze dieses Kegels sogar mit einem abgegrenzten Umriss. Ich gestehe, daß ich die dieser Figur zu Grunde liegende Bildung schwer deuten kann. Man sieht den Ansatz nicht in reinem Profil. Er sitzt etwas mehr nach dem dem Beschauer zugekehrten Theil der Ründung. Bei ganz hoher Einstellung erscheinen nur die Linien α und β deutlich und scharf, dann tritt beim weiteren Senken des Tubus die Linie γ hervor, aber der Focus liegt noch immer über dem Kontur des Hauptfadens. Erst bei noch tieferem Senken des Tubus tritt der punktirte Kegel in den Focus und scheint sein Kontur in den des Hauptfadens überzugehen. Vielleicht ist der Ansatz nicht mehr ganz vollständig.

Wer die Schwierigkeit kennt, mikroskopische Bilder bei starken Vergrößerungen genau ohne jedes Schematisiren zu zeichnen, wenn die Formen, welche sie darstellen sollen, nicht in allen Beziehungen klarliegen, wird diese Zeichnungen, bei denen übrigens der Hauptfaden nur flüchtig skizzirt ist, mit einiger Nachsicht beurtheilen. Sie werden indess genügen, um zu beweisen, daß es sich nicht um zufällige Täuschungen, sondern um wirkliche aus dem Hauptfaden hervorgewachsene Seitenzweige handelt, und dieses würde allein schon genügen, um die Spinnhypothese über den Haufen zu werfen. Ein solches Vorkommen nur einmal beobachtet zu haben, ist ja immer etwas mißlich, aber ich wüßte nicht, wie in der Hauptfache eine Täuschung möglich wäre, und möchte auch das für erwiesen halten, daß die Knospen dieser Seitenzweige aus der körnigen Substanz unterhalb oder innerhalb der Rinde des Hauptfadens gebildet werden und daß jedenfalls auch hier eigentliche celluläre Elemente bei diesem Wachsthumsvorgange gänzlich unbetheiligt sind.

Kehren wir nach dieser, meinem Hauptthema allerdings nicht fremdartigen Abschweifung zu der Schale selbst und zwar zu der Art des Wachstums der verschiedenen Schichten, deren Bau im Vorstehenden erörtert ist, zurück; wobei auf den Ueberzug nicht nochmals eingegangen zu werden braucht, da seine Entstehung aus einem zarten, unter dem Mantel hervortretenden Häutchen schon klargelegt ist.

Es muß zunächst die Entwicklung der äußeren Form der Schale, die bei *Mytilus* eine gewisse Eigenthümlichkeit darbietet, vollständig vergegenwärtigt werden, um sich beim Vergleich junger mit alten Schalen, aus welchem allein Schlüsse auf die Art des Wachstums gezogen werden können, ohne Umhertappen zu orientiren.

Daß sich bei Betrachtung der äußeren Fläche die Jugendformen der Schale in den Anwachsstreifen deutlich erkennen und verfolgen lassen; daß am sogenannten Wirbel die junge Muschel noch unverändert vorhanden und nur durch Anwachsen neuer Substanz am Rande vergrößert ist, tritt anscheinend mit solcher Evidenz entgegen, daß hierdurch die Meinung: die ganze Schale wachse nur durch Apposition am Rande, allerdings nahegelegt war. Wir werden weiterhin sehen, daß der Schein in dieser Beziehung trügt, und auch bezüglich der äußeren Schalenschicht die Sache keineswegs so einfach liegt, obgleich sie allerdings auch am Rande sich wesentlich vergrößert.

Eine genaue Verfolgung der Anwachslineien (vergl. Fig. 51 Taf. X) zeigt, daß bei *Mytilus* diese Vergrößerung der jungen Schale nur am Vorder- und Bauch-Rande stattfindet. Der Rückenrand verbreitert sich nicht, er verlängert sich nur durch die am Bauchrande erfolgenden Ansätze, was mit einem entsprechenden Längenwachsthum des Schalenbandes und der dasselbe umgebenden Wälle ver-

bunden ist, so daß die Anwachsstreifen hier nicht gegen den Wirbel gerichtet sind, sondern mehr oder weniger stumpf gegen die das Schalenband begrenzenden Schalenränder auslaufen. Am Vorderrande findet dagegen überall eine wenn auch geringere Verbreiterung als am Bauchrande statt, die je näher dem Wirbel um so geringer ist, so daß die Anwachslinien in der Vorderansicht als Radien gegen das Centrum, das der Wirbel bildet, zusammenlaufen. Hieraus folgt, daß derjenige Theil der äußeren Fläche, welche dem jungen Müschelchen angehörte, nicht in der Mittellinie bleibt, sondern ganz nach dem Rückenrande hinübergedrängt wird; es folgt ferner, daß es unmöglich ist, ganz adäquate Schliffe durch junge und alte Schalen, die man vergleichen will, zu legen. Man wird constructiv immer zu krummen Linien gelangen, in deren Richtung sich natürlich nicht schleifen läßt. Wenn ich z. B. durch eine junge Schale einen Schliff lege, welcher genau vom Wirbel durch die Mitte des großen Muskeleindrucks geht, so berührt er zwischen beiden Punkten andere Schalenregionen, als wenn ich den Schliff ebenso durch eine alte Schale lege (vergl. Fig. 52 Taf. X).

Unklarheit über dieses Verhältniß hat mich im Anfang dieser Arbeiten fast auf Irrpfade geführt und mich wenigstens zu manchen vergeblichen Präparationen verleitet; es hat deshalb schon für die Untersuchungsmethode eine große praktische Bedeutung, und schien es angemessen, durch Fig. 51 Taf. X dieses Verhältniß vollständig zu verdeutlichen. Sie wird keine weitere Erläuterung bedürfen, als daß A die Ansicht vom Vorderrande eines vollständigen, halbausgewachsenen Individuums, B vom Rückenrande her, wo das Schloß sichtbar wird, und C senkrecht auf die Wölbung der Schale ist. Bei A und C sind die Byßusfäden mit ihren Endplatten angedeutet.

Die Gestalt der inneren Schalenfläche wird durch die Fig. 52 dargestellt, und ist, um auch den Entwicklungsgang anzudeuten, eine jüngere Schale in die ältere eingezeichnet. Die Zeichnung ist etwas perspektivisch gemacht, und um die jüngere Schale und alle ihre Details sicher an ihren richtigen Fleck zu bringen, ist erst die junge in die alte nach einigen genauen Messungen, für welche Wirbel und Schalenband die Grundlage bilden, möglichst genau eingezeichnet, und danach die Figur entworfen. Für die Bedeutung der Buchstaben beziehe ich mich im Allgemeinen auf die ausführliche Figuren-Erklärung und mache zunächst nur darauf aufmerksam, wie bei der Ansicht von Innen die ältere Muschel bis in die kleinsten Details der jüngeren vollständig ähnlich ist und sich nur als eine Vergrößerung der letzteren in allen Dimensionen darstellt. Ebenso evident, als bei der Betrachtung der äußeren Fläche der Anwachs bloß am Rande, erscheint bei der Betrachtung der inneren Fläche ein Wachsen von Innen heraus. Schon hieraus läßt sich wohl entnehmen, daß es sich um sehr complicirte Verhältnisse handelt.

Für die blaue Schicht ist ein Anwachsen in der bei Fig. 52 Taf. X mit c und c' bezeichneten Region aus Querschliffen durch den Schalenrand (Fig. 29 und 30 Taf. V und 53 Taf. X) sehr einleuchtend. Deutlich kann man die Anwachsstreifen, welchen, wie früher erwähnt, auch öfter eine feinere Schichtung parallel liegt, verfolgen, so wie die Köpfe der vorwachsenden Prismen als runde Hervorragungen, beobachten.

Hier ist zunächst daran zu erinnern, daß gerade hier die Schale gänzlich frei liegt. An manchen Stellen mag die Frage nach irgend welchem Zusammenhange der Weichtheile mit der Schale schwierig mit Bestimmtheit zu verneinen sein, hier kann dieses aber mit Sicherheit geschehen; denn die um den Schalenrand gebogene Membran, aus welcher sich der Ueberzug entwickelt, läßt hier einen Hohlraum, und irgend welche Berührung des Mantels mit der blauen Schalenschicht ist unmöglich.

Es ist ein glücklicher Umstand, daß hierdurch die Unmöglichkeit, daß der aus der blauen Schicht bestehende Rand der Schale eine Absonderung des Mantelrandes sein könne, so schlagend nachgewiesen wird. Die blaue Schicht kann hier nur aus sich selbst heraus wachsen, da sie außer jeder Berührung mit den Weichtheilen des Thieres ist.

Ein fernerer sehr bedeutsamer Umstand, welcher auch aus den Fig. 29 Taf. V und 53 Taf. X zu ersehen ist, besteht darin: daß die den Anwachsstreifen entsprechende Schichtung mit den Schichten des Perlmutters correspondirt — geradezu eine Fortsetzung derselben ist.

Was über die gemeinfame Grundlage der Struktur aller Schalenfichten früher angegeben ist, macht den Gedanken weniger befremdlich, daß die, wenn auch in den Muschelschalen nicht wie in der Crustaceen-Schale ifolirbaren, Membranen, welche die lamelläre Struktur des Perlmutter bewirken, dieselben find, welche die den Anwachstreifen entsprechende Schichtung der blauen Schalenmasse bilden. Uebrigens wird dieses Verhältniß, das bei *Mytilus* allerdings der oberflächlicheren Betrachtung entgegen kann, noch dadurch bestätigt, daß bei *Meleagrina* in der auffallendsten Weise die Schichtung des Perlmutter continuirlich auch durch die Prismen der fogenannten Faferficht hindurchgeht.

Eine fehr wichtige Frage ist: ob aufer diesem Wachsthum des freien Randes der blauen Schicht ein Dickenwachsthum derselben auch da stattfindet, wo fie schon mit dem emailartigen Ueberzuge des Perlmutter bedeckt ist. Sie ist nicht leicht zu entscheiden.

Daß die blaue Schicht bei älteren Thieren erheblich dicker als bei jüngeren ist, springt in die Augen; aber auch bei dem ältern Thier für sich betrachtet, ist fie an den früher gewachsenen Theilen nach dem Wirbel zu auffallend dünner, als an den später gewachsenen nach dem Rande zu. Um maßgebende Resultate zu erlangen, müssen vergleichbare Schliffe durch junge und alte Schalen so gelegt werden, daß fie die entsprechenden Regionen der Schale, und zwar solche Regionen, wo auch bei den jüngeren schon ein Perlmutterüberzug nachweisbar ist, in genau derselben Richtung schneiden. Die Auswahl hierzu geeigneter Exemplare wird leider dadurch eine ziemlich beschränkte, daß bei den älteren Thieren die äußere Schalenfläche größtentheils so corrodirt ist, daß auf die eigentliche Dicke der blauen Schicht dort kein Schluf gezogen werden kann; man kann also für die extremen Alters- und Jugendzustände keine vergleichenden Größen erhalten, und muß sich begnügen, verhältnißmäßig wenig auseinanderliegende Entwicklungsstufen zu vergleichen.

Die erlangten Resultate hatten anfangs etwas fehr Verwirrendes. An vielen Stellen war die blaue Schicht des älteren Exemplars entschieden stärker, als die des jüngeren an der correspondirenden Stelle. Gerade aber an den dickeren Stellen nach dem Rande hin, wo doch das auffallendste Resultat zu erwarten stand, fand sich meistens das Umgekehrte. Fast gab ich die Hoffnung auf, ein bestimmtes Resultat zu erlangen. Es lag ja so nahe, die scheinbaren Widersprüche auf individuelle und zufällige Verschiedenheiten zurückzuführen. Indefs wufte ich aus Erfahrung, daß in solchen Fällen einzelne Messungen häufig im Unklaren lassen, und daß erst eine graphische Darstellung aller Dimensionen zur Klarheit verhilft. Diese ist hier allerdings eine mühsame Aufgabe.

Auch bei nur 24facher Vergrößerung geht das zum Zeichnen benutzbare Sehfeld nicht über 3 mm hinaus; es müssen also die Präparate durch auf dem Deckglase angebrachte Farbenstriche in entsprechende Sektionen getheilt, jede der letzteren für sich gezeichnet, und dann das Ganze durch Zusammenkleben der einzelnen Zeichnungen verbunden werden.

In dieser oder ähnlicher Art habe ich 4 verschiedene Präparationen von zur Vergleichung geeigneten Schliffen älterer und jüngerer Schalen behandelt, und das Resultat ist bei allen vier darin ein vollkommen übereinstimmendes, daß auf dem mittleren Theil der Schale eine Dickenzunahme der blauen Schicht ohne Ausnahme und regelmäfsig zu beobachten ist. Fast ebenso ausnahmelos findet sich aber daneben, daß da, wo an der jüngeren Schale die meistens ziemlich deutlich markirte Anschwellung der blauen Schicht in der Nähe des Randes stattfindet, die der älteren an der correspondirenden Stelle eine verhältnißmäßige Depreffion zeigt, so daß fie dort absolut dünner ist, als die jüngere, obgleich die auch bei ihr stattfindende Anschwellung der Randzone dicker als die Randzone der jüngeren ist.

Diese Thatfache erklärt sich nur dann, aber auch dann fehr einfach, wenn man annimmt, daß die Vergrößerung der blauen Schicht nicht nur durch Ansatz am Rande und nicht nur durch Zunahme in der Dicke, sondern auch zugleich durch ein innerliches Wachsthum in allen Dimensionen geschieht. Es ist dann fehr begreiflich, wie die ursprünglich näher am Centrum des Wachstums liegenden, an und für sich dünneren Regionen der blauen Schicht so nach dem Rande zu vorgefchoben werden, daß fie in diejenige Zone gerathen, wo bei der jüngeren Schale die Anschwellung des Randes liegt.

Sind wir hiermit schon bei der blauen Schicht auf den Kern der Frage der Schalenentwicklung gelangt, so möchte ich auch dem Leser diejenige Evidenz nach Möglichkeit verschaffen, die mir aus der Bearbeitung und dem andauernden Studium dieser Präparate in ganz überraschender Weise entgegentrat. In Fig. 53 Taf. X sind 2 correspondirende Schiffe von Exemplaren verschiedenen Alters in einer ziemlich ausgeführten Skizze abgebildet; aber abgesehen von der Schwierigkeit, auch die übrigen in dieser Art hier zu reproduciren, bedürfte es immer noch zahlreicher Messungen und eines eingehenden Studiums, um die Endresultate aus ihnen zu ziehen. Daneben mußten diese Figuren gegen das in 24:1 GröÙe gezeichnete Original auf $\frac{1}{4}$, also auf 6:1 reducirt werden. Die sorgfältige Ausführung hat die Darstellung eines großen Theils der Strukturverhältnisse trotzdem ermöglicht, aber die Reduction hat doch nicht so genau geschehen können, daß man zutreffende Messungen der Dickenverhältnisse an dieser Figur vornehmen könnte. Ich habe also in Fig. 54 derselben Tafel die gesammelten Resultate in der Art graphisch, aber schematisch dargestellt, daß die correspondirenden Schiffe in einander gezeichnet sind und ihre Umrisse durch verschiedene Ausführung leicht unterscheidbar gemacht sind. Dabei sind aber, während die Durchmesser der Schalen Schichten in 12facher GröÙe aufgetragen sind, die Längendimensionen der Schiffe nur in 3facher GröÙe auf eine Linie aufgetragen, welche der wirklichen Krümmung der Schale ungefähr entspricht. Letzteres erleichtert nicht nur die Publikation der sonst riefenhafte Tafeln beanspruchenden Zeichnungen, sondern es läßt auch das, warum es sich handelt, schärfer und charakteristischer hervortreten. Freilich ist dabei eine gewisse Verzerrtheit der Bilder unvermeidlich, die umfomehr eintritt, als die Grenzlinie zwischen der blauen Schicht und dem Perlmutter in der Wirklichkeit keine einfache Curve ist, sondern sich nach dem Schalenrande zu mehr oder weniger in stufenförmigen Abfällen bewegt (vergl. Fig. 53). Ganz besonders verzerrt würde die durch die innere Fläche des Perlmutters gebildete Linie wegen der aus der Verkürzung der Abscissen hervorgehenden übertriebenen Convergenz der Ordinaten wenigstens auf den Querschiffen erscheinen; sie ist deshalb dort, als ohnehin für die vorliegende Demonstration unwesentlich, größtentheils fortgelassen, und nur der Auslauf des Perlmutters gegen den Rand hin angedeutet. Neben jeder einzelnen Zeichnung sind die Muscheln, von denen die Schiffe gefertigt sind, in Umrisen in $\frac{1}{2}$ der natürlichen GröÙe gezeichnet und darin durch eine punktirte Linie die Situation des Schiffes markirt. Die Zahlen über den Ordinaten sind die wirklichen Durchmesser der blauen Schicht in Millimetern, und gilt die höher stehende Zahl immer für das ältere, die darunter stehende für das jüngere Exemplar.

Zu diesen Zeichnungen ist im Speciellen zu bemerken, daß bei den Längsschliffen A der Rand der älteren Schale um fast 19 mm weiter reicht, als die Zeichnung. Das Maximum der Dicke der blauen Schicht ist dort an der Randanschwellung 0,96 mm, das Minimum 0,5 mm. Sehr charakteristisch treten am Längsschliff der älteren Schale drei erhebliche Anschwellungen hervor. Selbstverständlich entsprechen sie der als Anwachstreifen bezeichneten Skulptur der Oberfläche der Schale. Ihr Fehlen an der correspondirenden Region der jungen Schale halte ich nicht für zufällig. Es dürfte Regel sein, daß bei den älteren Schalen diese Anwachstreifen sich häufig wie von innen gehoben zeigen in Regionen, wo dieses bei den jungen Schalen gar nicht oder nur ganz ausnahmsweise vorkommt. Sehr erklärlich ist dieses, wenn ein Dickenwachsthum stattfindet, da dieses doch schwerlich ein überall gleichmäßiges ist, mindestens durch jede Störung der normalen Entwicklung, deren Spuren wir vielfach an den Schalen finden, so beeinflusst werden muß, daß Stauchungen innerhalb der blauen Schicht eintreten, die zu derartigen theilweisen Erhebungen führen können. Interessant ist es, in dieser Beziehung auch die faferige Struktur in den Schliffen quer über die Schale vom Rücken- zum Vorderrande zu vergleichen. In den beiden Enden dieser Schiffe liegt die Faserrichtung, abgesehen von einzelnen, wie Wirbel auftretenden Unregelmäßigkeiten, ganz schräg gegen die Oberfläche; nur in der Curve, welche die Mittellinie der Schale bildet — wie sie in Fig. 51 C durch eine punktirte Hüllsline bezeichnet ist, und mit der bei *Mytilus* übrigens wenig hervortretenden radiären Streifung, die dort ebenfalls angedeutet ist, aber fast nur an ganz jungen, noch durchscheinenden Schalen durch die Färbung bemerklich ist, entspricht — kann in diesen Querüberschliffen die Faserrichtung senkrecht zur Oberfläche stehen. Dieses kommt aber nur in den jüngeren Schalen in klarer Weise zum Ausdruck, während in den älteren Schalen auch hier die Faserrichtung wie geknickt und gestaucht erscheint (vergl. Fig. 53). Es darf

auch hierin wohl eine innere Strukturveränderung, die mit dem allseitigen Wachsthum der blauen Schicht zusammenhängt, gesehen werden.

Da die Querüberchliffe wie B, C und D die Curven der Erhöhungen, welche die sogenannten Anwachsstreifen bei älteren Schalentheilen bilden, quer durchschneiden, können hierdurch leicht Unregelmäßigkeiten in der scheinbaren Dicke bewirkt werden. Am einfachsten tritt das Verhältniß bei B hervor, und ich würde, wenn es sich um Wiederholung dieser Präparation handelte, mich vorzugsweise an jüngere Schalen halten.

Bei C ist, wie bei den übrigen, die jüngste Schale in punktirtem Umriss, die ältere in voller Linie gezeichnet. Auch bei diesen beiden sind die beregten Verhältnisse bestimmt ausgesprochen. Bei der ganz alten Schale, deren Umriss mit kleinen Kreuzen bezeichnet ist, war die Oberfläche aufsen am Rande so corrodirt und weggerieben, daß die ursprüngliche Dicke nicht mehr meßbar war. Daselbe gilt von der älteren Schale bei D, einem eigentlich zu einer anderen Vergleichung angefertigten Präparat, bei welchem übrigens die Vorschübung sehr deutlich hervortritt.

Die Messungsergebnisse der ältesten Schale bei C (— Umriss mit Kreuzchen bezeichnet —) habe ich nur deshalb eingezeichnet, um mit gutem Gewissen sagen zu können, daß ich kein Resultat, auch wenn es mit der Theorie weniger stimmt, verschwiegen habe. Vergleichen wir sie mit der jüngsten (— Umriss in punktirter Linie —), so ist allerdings auch hier eine wirkliche Vorschübung des Randes, die nicht in einem bloßen Ansatz bestehen kann, evident; aber der Vergleich zwischen der ältesten und der mittleren (— mit einer einfachen Linie umrissen —) ergibt Formbeziehungen, die zwar ebenfalls nicht durch Apposition am Rande erklärlich sein würden, jedoch die Vorschübung nicht zeigen. Der Grund liegt nahe genug in der abnormen Beschaffenheit, welche der Randwulst der mittleren Schale überhaupt in seiner geringen Dicke und speciell in der tiefen Einkerbung zeigt, deren wirkliche Beschaffenheit sich aus Fig. 53, wo sie mit den verhältnißmäßigen Dimensionen gezeichnet ist, ergibt.

Bedenken wir die Verwicklung des ganzen Wachsthumsvorganges, die sich noch mit den individuellen Variationen, welche schon die äußere Form der *Mytilus*-Schalen so häufig zeigt, mit der für alle Conchylien angenommenen öfteren Divergenz zwischen Größe und Alter, so wie endlich mit lokalen Entwicklungsstörungen, deren Spuren viele Schalen zeigen, complicirt, so müssen nicht sowohl einzelne Abweichungen, sondern vielmehr die große Uebereinstimmung in dem Hauptresultat, die ich nachgewiesen zu haben glaube, überraschen.

Wegen dieser Complicationen stehe ich aber gänzlich von dem Versuche ab, das Maß der einzelnen Relationen zu bestimmen. Neben der Breiten- und Längen-Ausdehnung, die in dem Vorrücken des Randwulstes nachgewiesen wurde, besteht, wie ich mich bemühen werde, weiterhin nachzuweisen, doch noch ein wirkliches Ansetzen neuer Schichten am Rande; die Dickenzunahme wird theilweis scheinbar abgeschwächt durch das bei der Flächenausdehnung eintretende Vorschüben der früher gewachsenen und ursprünglich dünneren Theile der blauen Schicht, so daß in der That in meinen Schliffen gar nicht die wirklich correspondirenden Schalenregionen verglichen wurden. Hierdurch konnte nun nicht etwa eine Täuschung in der Art eintreten, daß ein fehlendes Dickenwachsthum simulirt wurde, sondern es mußte im Gegentheil das Maß desselben scheinbar verringert werden.

Zu beklagen ist es, daß genauere Bestimmungen ziemlich ausichtslos sind, denn aus solchen würde vielleicht entschiedener zu entnehmen sein, in welchen Perioden das Dickenwachsthum der blauen Schicht stattfindet, ob es z. B. ein continuirliches oder auf einen gewissen Entwicklungszustand beschränktes ist. Letzteres ist aus manchen Gründen das Wahrscheinlichere, doch möchte ich mich mit Erwägungen von Wahrscheinlichkeiten nicht aufhalten.

Der Vollständigkeit halber ist hier noch Einiges über die früher schon erwähnte eigenthümliche Abgrenzung der blauen Schicht von dem Perlmutter in der Nähe des Schloßbandes zu sagen. Den Sachverhalt ergeben die Fig. 44 und 45 Taf. VIII in den verschiedenen Altersstufen im Wesentlichen ohne Weiteres. Auch bei einem Muschelchen von nur 5 mm Länge zeigt der Querüberchliff schon ganz ähnliche Verhältnisse als Fig. 45.

Es hatte dieses leistenförmige Hervorragen der Schichten in einander und auch die stufenförmigen Abfälle der Begrenzungslinie anfangs etwas sehr Befremdliches, was sich aber verliert, da

wir wissen, daß, indem die Lamellen des Perlmutter direct in die den Anwachstreifen entsprechende Schichtung der blauen Schicht übergehen, ähnliche Beziehungen auch zwischen Perlmutter und Schalenbandwall und ohne Zweifel ebenso zwischen letzterem und dem Schloßbande bestehen, die verschiedenen Schichten einen zusammenhängenden Organismus bilden, in welchem, wenn ich ein Bild aus der Textilindustrie und die *termini technici* derselben anwenden darf, die Lamellen des Perlmutter und die ihnen entsprechenden der anderen Schalentheile den »Aufzug« des Gewebes bilden und nur die Verschiedenheiten des »Einschlages« den Schichten ihren Charakter geben. In welchem Entwicklungsstadium der Letztere unterscheidbar hervortritt, muß dahingestellt bleiben, da, wie schon erwähnt, die jüngsten Individuen, die mir in 5 mm langen Schälchen zur Disposition standen, ihn schon auf das Vollständigste zeigten.

Der Gedanke, an der weiteren Entwicklung dieser so charakteristischen leistenförmigen Verzahnungen beider Hauptschichten die Art des Wachstums zu erkennen, lag nahe. Querschliffe rechtwinklig auf den Rückenrand in derselben Entfernung vom Wirbel, ergaben bei jüngeren und älteren Thieren wesentlich dieselben Dimensionen der blauen Schicht, bei einer unverhältnismäßigen Verdickung des Perlmutter, das, ähnlich wie bei Fig. 44 Taf. VIII, die blaue Schicht derartig überwalmt, daß es mit dem Schalenbandwall in directe Verbindung tritt. Wurden jedoch entsprechende Schliffe, nur wenige Millimeter weiter ab vom Wirbel, durch dieselben Individuen gelegt, dann veränderte sich das Bild. Die blaue Schicht nimmt an Dicke und Länge (— letztere von dem äußersten Ende der Leiste bis zum Rückenrande gemessen —) zu.

Diese Resultate, über welche ich eine kleine Suite von Zeichnungen besitze, welche aber doch nicht wichtig genug erscheinen, um die Publikation zu beanspruchen, betrachtete ich damals als negative. Jetzt wo genügend constatirt ist, daß alle Schalentheile in den vom Wirbel ausstrahlenden Radien gegen Bauch- und Vorderrand vorgeschoben werden, beweisen dieselben Zeichnungen, daß auch hier ein Wachstum durch Intusception stattfindet, denn die beim jüngeren Thier näher am Wirbel liegenden Schalentheile sind ja dieselben, welche am älteren Thier weiter ab liegen und dort eine erhebliche Expansion in allen Dimensionen zeigen.

Endlich ist noch, obgleich ich für jetzt keine Nutzenanwendung daraus zu ziehen vermag, der auffallende Umstand zu registriren, daß gerade in der Leiste, welche aus der blauen Schicht in das Perlmutter hineintritt, mit der größten Constanz eine Aenderung in der Richtung der Streifung, welche auf dem prismatischen Bau beruht — eine Art von Scheitelung — eintritt. In Fig. 44 und 45 Taf. VIII ist dieses durch eine leichte Schraffirung in der Richtung der feinen Streifung der blauen Schicht zur Anschauung gebracht.

Was die Entwicklung des Perlmutter betrifft, so liegt es in der Natur der Sache, daß wenn die anderen organisch mit ihm verbundenen Schalentheile wirklich von Innen heraus fortwachsen, auch jene nicht lediglich in einer äußerlichen Apposition bestehen kann. Um die Beziehungen, in welchen die verschiedenen Formen der Schalensubstanz zu einander stehen, und die gegenseitige Abhängigkeit ihrer Entwicklung recht schlagend zu demonstrieren, ist in Fig. 55 Taf. XI eine schematische Zeichnung, entsprechend den Querüberschliffen, d. h. solchen, die vom Rückenrande (Schalenband) nach dem Vorderrande gehen, entworfen. Das Schema entspricht insofern der Natur nicht, als in Wirklichkeit die Schale verhältnismäßig dünner ist. Es ist ferner gänzlich davon abgesehen, daß gleichzeitig mit dem Anwachsen neuer Schichten eine Expansion der vorhandenen in allen Dimensionen stattfindet. Dieses auszudrücken, würde das Schema nur verwirrt und unklar gemacht haben, während seine Einfachheit nicht ausschließt, daß auch diese Vorgänge daran verdeutlicht werden. So wird man sich leicht davon überzeugen können, daß das früher nachgewiesene Dickenwachstum der blauen Schicht auch an den Stellen, wo sie schon mit Perlmutter ausgekleidet ist, bei der schrägen Stellung ihrer Faserrichtung zu der begrenzenden Fläche des Perlmutter nothwendig mit einer entsprechenden Ausdehnung der Schichten des letzteren in allen Dimensionen verbunden sein muß; denn ohne eine solche gemeinsame Ausdehnung würde nicht nur die Continuität der Anwachslien unterbrochen, sondern auch die Verbindung beider Schalentheile mit einander gelöst werden.

Um das Schema nicht mißzuverstehen, muß im Auge behalten werden, daß es einen Quer-

überchliff darstellt, dessen Scheitelpunkt bei g, der punktierten Linie bei Fig. 51 C Taf. X entsprechend, ist. Daraus folgt, daß dort die in Schraffirung angedeutete Lage der Fibrillen der blauen Schicht senkrecht auf die Flächen gerichtet erscheint. Ihre Schrägheit würde nur in einer andern Schliffebene bemerkbar sein. Es folgt ferner, daß wenn die erste der angedeuteten Anwachslineen m—l nur blaue Schicht in sich schließt, daraus nicht zu entnehmen ist, daß in einem gewissen Entwicklungsstadium die Schale nur aus dieser besteht. Die Betrachtung von Fig. 51 C wird verständlich machen, daß auch dieses Segment nach dem Wirbel zu mit dem Perlmutter in Verbindung steht.

Der Querüberchliff ist aus folgenden Gründen für dieses Schema gewählt. Es kam nicht nur darauf an, zu verdeutlichen, wie mit dem für die blaue Schicht nachgewiesenen Wachstum von Innen heraus ein Gleiches für das Perlmutter mit Nothwendigkeit folgt, denn dieses Sachverhältniß halte ich für leicht erweisbar; aber wir müssen auf Grund desselben der Frage ernstlich näher treten: ob denn wirklich positive Beweise die allerdings nahe liegende Annahme, daß daneben auch ein Wachstum durch Ansatz an der inneren Fläche und am Rande stattfindet, bestätigen. Diese finden sich in der That, wenn wir die gegenseitigen Beziehungen des Wachstums am Rande und am Schalenbände prüfen.

In Fig. 55 Taf. XI ist durch die stark ausgeführte Linie i—h die innere Fläche der Schale in einem bestimmten, leicht zu beobachtenden und charakteristischen Entwicklungszustande bezeichnet, wo an gewissen Stellen am Rückenrande der Schalenbandwall und das Perlmutter noch nicht zusammenstoßen, wie dies bei den in dem Schema angedeuteten späteren Entwicklungsstadien der Fall ist, sondern an der mit n bezeichneten Stelle die Leiste der blauen Schicht frei von einem Perlmutterüberzuge, die innere Schalenfläche bildet. Während am Vorderrande die Vergrößerung der Dimensionen ebenfalls durch verhältnißmäßige Zunahme aller einzelnen Theile, als durch Anwuchs neuer Schichten, eingetreten sein könnte, ist dieses am Rückenrande nicht der Fall. Der Vergleich des durch die Linie i—h begrenzten jüngeren Entwicklungszustandes mit dem älteren ergibt, daß hier eine Ueberwalmung, ein wirklicher Ansatz neuer Perlmutter-schichten, stattfindet*). Das Schema enthält übrigens in dieser Beziehung keine Fiktion; durch eine Reihe comparativer Schliffe kann ich nachweisen, daß am Schalenbände wirklich diese erhebliche Verdickung der Perlmutter-schichten, während welcher die blaue Schicht verhältnißmäßig stationär bleibt, eintritt. Sind aber die zwischen der Linie i—h und der inneren Schalenfläche liegenden Perlmutterlagen neu angewachsen, so müssen dieses auch die mit ihnen correspondirenden Lagen der blauen Schicht sein.

Soweit ich die Verhältnisse beim Schalenbandwalle und dem Schalenbände selbst verfolgen kann, findet hier ebenfalls ein Anwuchs neuer Schichten statt, was natürlich nicht ausschließt, daß, wie früher nachgewiesen ist, die schon vorhandenen durch Intusfussception weiter wachsen.

Beruht aber auch nur ein Theil der Größenzunahme der Schale auf Anwuchs am Rande, so tritt die Schwierigkeit, sich die Vorgänge zu verdeutlichen, aus welchen das genau im Verhältniß der allgemeinen Größenzunahme stehende Vorrücken der Ansätze des Mantels und des großen Schließmuskels entsteht, von Neuem hervor; denn bei beiden liegen die Verhältnisse — was bisher übersehen worden zu sein scheint — vollständig analog. Drückt das in Fig. 55 gegebene Schema nur die Ver-

*) Anm.: Mit dem Ausdruck: »Ansatz neuer Schichten« gebe ich nicht auf, daß dieser Ansatz ein organisches Wachstum und keine mechanische Apposition ist, als welche die Cuticularbildung, wie sie dargestellt wird, zu betrachten sein würde. Will man letzteres nicht zugeben, oder leugnet man, wie viele der neueren Schule, prinzipiell den Unterschied zwischen organischer und mechanischer Entwicklung, so läßt sich hier der Gegensatz der Auffassungen noch immer darin constatiren, daß ich auch bei dem Ansatz der neuen Schichten das morphologisch Bestimmende in der Schale selbst sehe, während die Cuticulartheorie dasselbe in einem außerhalb der Schale liegenden, als cellular präsumirten Gewebe suchen muß, dasselbe freilich bei der Muschel, wie nachgewiesen, nicht finden würde.

Uebrigens schließt meine Auffassung des Anwachsens neuer Schichten nicht aus, daß, soweit es sich um das Perlmutter handelt, das Anwachsen so stattfindet, daß eine vorhandene Membran sich abhebt und so die neuen Lamellen bildet. Eine solche kann so fein sein, daß sie nicht nachweisbar ist. Uebrigens läßt sich an ganz jungen Individuen, wenigstens beim Schalenbandwalle, erkennen, daß seine Oberfläche mit einer zarten gelben Conchiolin-Schicht überzogen ist, welche sich auf das Band selbst fortsetzt.

größerung durch Anwuchs aus, so folgt daraus, daß der Ansatz des Mantelrandes wirklich von k nach d vorrückt, also seine Lage gegen die Schichten der Schale erheblich verändert.

Schon früher ist auf die Incongruenz und Willkürlichkeit der zuerst von Reaumur gegebenen Erklärung: daß die Muskelfasern des nach dem Wirbel gerichteten Theiles resorbirt und neue nach dem Schalenrande hin gebildet würden, aufmerksam gemacht. Ich muß dem hier noch hinzufügen, daß, da die Verhältnisse für den Mantelfaum ganz analog sind, hier dasselbe angenommen werden müßte, dann aber bei einem Verschwinden der angewachsenen Fasern eine *solutio continuus* im Mantel entstehen würde. Hier kann man ja freilich wieder durch die Phantasie irgend eine beliebige Abhülfe suppeditiren, aber die ganze Sache würde dadurch noch weiter auf Gebiete gerathen, welche mehr die Heimath des Dichters als des Naturforschers sind.

Wir haben aus der Wirklichkeit zunächst zu constatiren, daß die Basis, mit welcher sowohl der Muskel als der Mantelfaum innig verwachsen ist, stets durch das eigenthümliche Schalengewebe gebildet wird, welches mehrfach schon als durchsichtige oder prismatische Perlmutterfschicht bezeichnet und abgehandelt ist. Das regelmäßige Vorkommen dieses interessanten Gewebes in Verbindung mit dem Schließmuskel und dem Mantelfaum läßt auf die engen Beziehungen schließen, welche zwischen Beiden bestehen. Die gangartige Einsprengung dieses Gewebes in die Schichten des gewöhnlichen Perlmutters (— man vergleiche Fig. 29 Taf. V und 38 Taf. VI, auch Fig. 65 Taf. XIII von *Meleagrina*, so wie das dazu Abgehandelte —) weist schon darauf hin, daß sich dasselbe mit einer gewissen Selbstständigkeit innerhalb der übrigen Schichten entwickelt und für sich fortwächst.

Auf diese Weise ist es sehr wohl zu verstehen, wie diese eigenthümlichen Perlmutterfschichten, mit den auf ihnen angewachsenen Weichtheilen, sich correspondirend weiter entwickeln und mit ihnen stärker vorgeschoben werden, als die übrigen Schalentheile, so daß die Muskel- und Mantelansätze durch die neugebildeten Perlmutterfschichten nicht überwalmt werden, sondern ihre relative Position behaupten.

Diese Auffassung wird erheblich verstärkt durch Vorgänge bei der Perlenbildung. Die Struktur der Perle wird beschrieben als eine einerseits concentrisch geschichtete, andererseits radiär gestreifte. Hiermit stimmen Schiffe durch edle orientalische Perlen, deren Einsicht ich Herrn v. Schlicht in Potsdam verdanke, welcher solche Präparate gefertigt hat, überein. Sie zeigen außerdem dieselbe klare Beschaffenheit, als die so eben abgehandelte Basalschicht der Muskelansätze und des Mantelfaums und stimmen überhaupt mit diesem Gewebe, soweit ich übersehen konnte, vollständig überein. Ich habe nun das Glück gehabt, in einem ziemlich ausgewachsenen *Mytilus* zwei kleine noch angewachsene Perlen, dicht neben einander stehend, in der Basis des großen Schließmuskels zu finden, und gelang es, einen befriedigenden Querschliff durch diese Schalenregion und die beiden Perlchen selbst herzustellen, aus welchem in Fig. 56 Taf. XI das Wesentlichste abgebildet ist.

Dieses interessante Präparat ergibt mit unzweideutiger Bestimmtheit, daß die äußere Schicht dieser Perlchen, deren Struktur vollständig mit der der orientalischen Perlen übereinstimmt, eine continuirliche Fortsetzung der Basalschicht des Muskelansatzes ist; bei starken Vergrößerungen sind die feinen Porencanälchen, welche sie durchziehen, sowohl in den Perlen selbst, als in der benachbarten Basalschicht ungewöhnlich schön zu beobachten; sie ergibt ferner, daß der Punkt, von welchem die Bildung dieser Perlen ausgeht, unterhalb der Basalschicht und innerhalb des gewöhnlichen Perlmutters liegen muß, wie denn auch ihr Inneres noch mit geschichteten Massen des letzteren, das in diesen Regionen häufig eine deutlich röthliche Färbung hat, ausgefüllt ist; daß aber auch die blaue Schicht, wie sich an dem etwas größeren Perlchen zeigt, an diesen abnormen Vorgängen participirt.

Fremdartige Körper sind wenigstens in der kleineren Perle bestimmt nicht vorhanden, und auch die unklaren rundlichen Massen in der größeren dürften schwerlich solche sein. Es ist ja doch auch gar nicht abzusehen, wie dergleichen unter die übrigens noch von dem Muskel beschützte Basalschicht des letzteren gelangen sollten. Die blaue Schalenfschicht ist unmittelbar über den Perlen durchaus normal und unverletzt. Erst in einiger Entfernung davon hat sie eine corrodirt und beschädigte Stelle, die ja möglicherweise die Perlenbildung beeinflussen kann, aber doch nicht in mechanischer Weise. Dauert der Bildungsprozeß, der diese Perlen schon soweit aus der Perlmutterfschicht hat hervorwachsen

lassen, an, so muß er früher oder später zu einer wirklichen Abschnürung derselben führen, nach welcher sie sich dann in den Weichtheilen des Thieres finden werden. Doch es handelt sich hier noch um ein sehr unklares Gebiet, und bin ich weit entfernt, die Möglichkeit dessen zu bestreiten, daß Perlen sich auch, wie häufig behauptet wird, in den Weichtheilen des Thieres ohne Zusammenhang mit der Schale bilden können. Es steht ferner fest, daß bei *Margaritana* Perlen vorkommen, welche gar nicht die Struktur der hier beschriebenen haben. Ich verdanke Herrn Möller in Wedel die Einsicht eines Präparats, welches Schiffe von Norwegischen Süßwasserperlen (*Margaritana margaritifera*?) enthielt. Diese zeigen eine ganz ähnliche Struktur, als die äußere pseudocelluläre Schalenschicht der *Unioniden* und *Anodonten*, repräsentiren freilich ohne Zweifel nur den Typus der dunkeln und deshalb werthlosen Exemplare der Süßwasser-Perlen.

Ob aber die von mir an *Mytilus* beobachtete und in Fig. 56 dargestellte Bildung den normalen Vorgang des Perlenwachstums repräsentire oder nicht, so beweist sie die große Entwicklungsfähigkeit der Basalschicht des Schließmuskels und des Mantelfaums. Ein Gewebe, an welchem solche Wucherungen stattfinden können, ist jedenfalls eines lebhaften Wachstums und einer beträchtlichen Weiterentwicklung fähig, und solches genügend, um leicht begreiflich zu finden, daß Schließmuskel und Mantelrand mit dieser Basis ein von den übrigen Schalenbestandtheilen unabhängiges Fortrücken zeigen können.

Kann ich hiermit *Mytilus* endlich verlassen, so brauche ich mich gegen den Vorwurf, die Struktur- und Entwicklungsverhältnisse seiner Schale oberflächlich behandelt zu haben, nicht zu verwahren; mit gutem Gewissen glaube ich auch sagen zu können, daß die Schlussfolgerungen aus den einzelnen Beobachtungen objectiv und ohne Tendenz auf ein bestimmtes Resultat gezogen sind. Bei der geringen Mußezeit, die mir für diese Untersuchungen bleibt, hat mich die *Mytilus*-Schale, wenn auch mit Unterbrechungen durch andere in diesen Gedankenkreis gehörige Objecte, über ein volles Jahr beschäftigt, und bis vor Kurzem blieb ich im Zweifel über einzelne der wichtigsten Fragen. Erst als beim Abschluß der Gesamtergebnisse der Umstand, daß auch die blaue Schicht nicht nur durch Anwuchs am Rande, nicht nur durch Dickenzunahme wächst, sondern zugleich durch eine innerliche Zunahme, welche die Dimensionen in allen Richtungen vergrößert, in ganz überraschender und unerwarteter Weise hervortrat —; erst da stimmte alles Uebrige harmonisch zusammen. Ist man in solcher Weise zu den Endresultaten gelangt, so hat auch die Ueberzeugung, im Wesentlichen das Richtige getroffen zu haben, eine objective Berechtigung, und diese beanspruche ich für den Nachweis einer complicirten, organisirten Struktur, welche aber von cellulären Bildungen unabhängig ist, in allen Theilen der Schale einschließlic des Bandes, so wie der typischen Uebereinstimmung und des organischen Zusammenhanges derselben unter einander; ich beanspruche sie ferner für solche Spezialitäten, wie das Wachsthum der Schalenbandwände durch Intusussception, für die Entwicklung des pseudocellulären Ueberzuges aus der Randmembran, für das Wachsthum der blauen Schicht außer jedem Contact mit den Weichtheilen des Thieres etc. —; Resultate, welche vollständig genügen, um die bisher herrschenden Auffassungen zu beseitigen, und von großer Bedeutung für die wichtigsten Fragen der Histologie von einem wirklich philosophischen Standpunkt aus erscheinen.

Freilich sind die Schwierigkeiten, welche sich einer vollständigen Erschöpfung des Thema entgegenstellen, so große, daß ich darauf gefaßt sein muß, noch manche Einzelheiten übersehen zu haben, welche Einzelnes zu einem noch vollständigeren Verständniß führen könnten, als ich es gebracht habe, und damit auch selbstverständlich Manches zu berichtigen haben würden.

Dieses wäre namentlich einerseits von einer noch weiter zurückgreifenden Bearbeitung der Entwicklung von *Mytilus*, andererseits von einem ähnlichen eingehenden Studium anderer Schalentypen zu hoffen, auf welche ich aus vielen Gründen verzichten muß.

Was ich im Folgenden über einige andere Cormopoden hinzuzufügen habe, muß einen mehr fragmentarischen Charakter haben, wie es mich aber wesentlich in der Auffassung der Verhältnisse bei *Mytilus* geleitet und geführt hat, wird es auch geeignet sein, das für diesen Gefundene zu bestätigen und zu illustriren.

Meleagrina margaritifera.

Meine Untersuchungen dieser schönen Muschel beschränken sich auf eine ziemlich jugendliche Schale, wie deren vielfach als Nippes-Gegenstände käuflich sind, allerdings in einem Zustande, wo der Rand und die äußere Fläche abgestoßen und beschädigt sind, und wo über den Zusammenhang des Erfteren mit den Weichtheilen des Thieres sich Nichts constatiren läßt.

Demjenigen was sich über das Perlmutter von *Meleagrina* auszuführen schon bei *Mytilus* Gelegenheit fand, habe ich hier nichts Wesentliches hinzuzusetzen. Es ist die sogenannte Fafer- oder Zellschicht, die ich, wie bei den *Crustaceen*, mit »Wabenschicht« bezeichne, welche hier ein besonderes Interesse in Anspruch nimmt. Sie ist bei so vielen Muscheln, wo sie ziemlich ähnlich vorkommt, als bekannt beschrieben und auch abgebildet, daß es doch eine gewisse, wenn auch ungerechtfertigte Ueberraschung erregt, wenn sie bei näherer Untersuchung zahlreiche, bisher ganz unbeachtete Bildungen darbietet, die doch sehr bedeutungsvoll sind.

Fig. 57 C Taf. XI, ein bei schwacher Vergrößerung gezeichneter Querschliff in radialer Richtung durch die Wabenschicht und einen kleinen Theil des Perlmutters, läßt dieselben schon einigermaßen erkennen. Die horizontale oder lamelläre Schichtung, welche die Septirung der Wabenschicht quer durchsetzt, ist weder der äußeren Fläche noch der Grenzlinie gegen das Perlmutter parallel, sondern setzt sich aus letzterem in die Wabenschicht fort, was nach dem bei *Mytilus* ausführlich dargestellten nicht überraschen kann, da ja auch bei Letzterem die lamelläre Schichtung eine durch ganz verschieden gebaute Schalentheile im Zusammenhang hindurchgehende und gegen die Oberfläche auslaufende ist.

Es zeigt die erwähnte Abbildung ferner, daß die septirten Abtheilungen der Wabenschicht keine eigentlichen Prismen sind, sondern daß der größte Theil der Säulchen, deren Querschnitt nahe an der Oberfläche Fig. 57 B Taf. XI darstellt, kegelförmig nach dem Innern der Wabenschicht auslaufen, so daß die Zahl der Abtheilungen sich nach innen verringert und ihr Querschnitt sich dem entsprechend vergrößert. In wie beträchtlichem Maße dieses stattfindet, ergibt der Vergleich von Fig. 57 A, dem Flächenschliff der Wabenschicht dicht über der Grenze des Perlmutters, mit B. Beim Vergleich beider mit Fig. 57 C ist nicht zu übersehen, daß jene Figuren in dem 3 fachen Maßstäbe dieser gezeichnet sind, was erforderlich war, um bei B die genügende Deutlichkeit zu erreichen.

Man sieht ferner, daß die Septen in ihrem Längsschnitt nicht glatt verlaufen, sondern meistens eine Wellenlinie darbieten. Eine spirale Bildung scheint sich in den schräg gestellten dunkeln Streifen, die in mehreren Abtheilungen sichtbar werden, auszusprechen. In wiefern sie wirklich vorhanden ist, wird weiterhin erörtert werden. Außerdem finden sich gegen die äußere Fläche hin dunkle Querstreifen in den Septen, welche durchaus anders als die durch die ganze Wabenschicht hindurch gehende Schichtung erscheinen, und endlich zeigt die Grenzlinie zwischen Wabenschicht und Perlmutter darin ein eigenthümliches Bild, daß die erstere wie mit dunkeln Faferbüscheln in dem letzteren zu wurzeln scheint.

Alle diese Erscheinungen haben wir eingehender zu verfolgen, ehe die Bildung der Wabenschicht verständlich werden kann. Beginnen wir mit der schrägen Streifung, mit der scheinbaren Spirale.

Wäre wirklich eine die einzelnen Prismen umziehende spirale Cannelirung vorhanden, so müßte man dieselbe an günstigen Stellen dickerer Schliffe mit dem Focus verfolgen können, man müßte überhaupt die Schrägstreifung nicht nur in einer Richtung, sondern je nachdem diese oder jene Wandung der Prismen durch den Schliff bloß gelegt wäre, in den verschiedenen entsprechenden Richtungen sehen können; aber mit ganz verschwindenden Ausnahmen stellt sich dieses Verhältniß so, wie es in Fig. 57 C abgebildet ist, dar, und zwar bei Schliffen, die in der Richtung vom Wirbel aus radial auf den Rand gerichtet sind, stets so, daß diese schrägen Streifen nach dem Rande hin ansteigen und nach dem Wirbel hin abfallen. Ich besitze nicht weniger als 6 zur Beobachtung dieses Verhältnisses geeignete Querschliffe in radialer Richtung, und bei allen ist das Verhältniß, wie eben beschrieben und in Fig. 57 C abgebildet. Allerdings finden sich in einigen derselben ganz vereinzelte Stellen vor, wo Unregelmäßigkeiten der Art, welche die Abbildung nahe an der Grenze des Perlmutters zeigt, vor-

kommen; sie sind aber nichts auf eine wirkliche Spirale Hindeutendes, sondern mehr ein zickzackförmiger Verlauf der Streifung und übrigens viel zu feltene Unregelmäßigkeiten, als daß sie die oben ausgesprochene Regel umstoßen könnten.

Vollständig anders präsentiert sich das Bild in einem Querschliff, welcher parallel mit einer Tangente des Randes geführt ist, also die früher erwähnten ungefähr rechtwinklig schneidet. Ein charakteristisches Segment dieses Schliffes ist in Fig. 58 A Taf. XII bei stärkerer, der Fig. 57 A und B Taf. XI gleicher Vergrößerung abgebildet. Hier zeigt sich die schräge Cannelirung der Septen nur in der Verkürzung; es sind also nur diejenigen Theile derselben schräg cannelirt, welche annähernd in der Richtung der vom Wirbel nach dem Schalenrande gehenden Radien liegen. Nun sehen wir allerdings in Fig. 57 A, daß die Richtung der Septen eine anscheinend regellose ist, aber darin mag es eben liegen, daß auch in den radialen Querschliffen die Schrägstreifung nur in einem verhältnißmäßig kleinen Theil der Septen auftritt. Es werden dies diejenigen sein, welche in einem gewissen Grade mit der radialen Richtung coincidiren. Ein morphologisches Motiv für dieses eigenthümliche Strukturverhältniß, das für *Melagrina* charakteristisch sein möchte — es tritt wenigstens in der sonst so ähnlichen Wabenschicht von *Pinna*, *Ostraea* und der *Unioniden* nicht entgegen —, weiß ich nicht anzugeben, und somit kann ich ihm eine wesentliche Bedeutung nicht vindiziren; dasselbe dürfte aber doch nicht mit Stillschweigen übergangen werden, da es in den inneren Lagen der Wabenschicht von *Melagrina* sehr auffallend ist und leicht mißdeutet werden kann.

Wo wie bei Fig. 57 C die schräge Cannelirung der Septen in Gestalt von breiteren dunklen Streifen auftritt, lassen sich diese mit ganz starker Vergrößerung in feine Körnchen, die aber nicht positiv, sondern Hohlräumen sind, auflösen. Es ist dies eine Struktur der Septen selbst und nicht ihres Inhalts, wie im Folgenden näher dargelegt werden soll.

Die correspondirend durch die Masse der Wabenschicht und des Perlmutter hindurchgehende Schichtung ist in Fig. 58 A Taf. XII bei stärkerer Vergrößerung und nach einem feineren Schliff anschaulicher wiedergegeben, als in Fig. 57 C Taf. XI. Innerhalb der Wabenschicht sind die einzelnen Lagen durch dunkle Linien gefondert, welche der Ausdruck des Querschnitts ganz dünner Schichten von Körnchen sind. Außerdem wechseln in den so gefonderten Lagen weniger durchsichtige mit durchsichtigeren Schichten ab, werden aber nicht scharf gegen einander begrenzt. Diese Lagerung, als eine durch die ganze Masse der Wabenschicht hindurchgehende, spricht sich auf den Querschliffen, auch dann, wenn letztere nicht in derselben Ebene als die Axen der von den Septen eingeschlossenen Prismen liegen, stets als eine in geraden und zusammenhängenden Linien durch die Querschnitte der Septen hindurchgehende aus.

Eine zweite Art von Querstreifung der Prismen, welche vorwiegend nach der äußeren Schalenfläche zu auftritt, ist in dieser Region schon in Fig. 57 C Taf. XI angedeutet; ausnahmsweise findet sie sich auch in den tieferen Lagen der Wabenschicht, und sind Spuren derselben in Fig. 58 A zu erkennen, so wie ein Vorkommen derselben in den äußeren Lagen in Fig. 58 B a Taf. XII bei ganz starker Vergrößerung abgebildet ist. Diese Querstreifung, die überhaupt einen ganz andern Eindruck als die zuerst erwähnte macht, tritt, wo der Schliff die Axen der Prismen in einem mehr oder weniger starken Winkel schneidet, durch die Perspektive in entsprechenden Curven auf. Schon hierdurch ist sie als eine Struktur der Septen selbst, und nicht der von dieser eingeschlossenen Masse, bezeichnet. Sie fällt demgemäß unter Umständen nicht mit der Schichtung der letzteren zusammen, wie dieses auch in Fig. 58 A zu ersehen ist. Auch darin läßt sie sich von jener unterscheiden, daß, während die lamelläre Schichtung auf der oberen Schlifffläche und bei ganz hoher Einstellung in scharfen Linien zu erkennen ist, die Struktur, welche die Flächenansicht der Septen zeigt, erst bei tieferem Senken des Tubus deutlich wird. Auf das allerbestimmteste aber tritt die Struktur der Septen da hervor, wo ein günstiger Zufall in den Präparaten Querschnitte der Septen genau beobachten läßt.

In Fig. 58 B c ist ein solcher aus einem mit Chromsäure entkalkten, ganz feinen Schliff, der in Chlorcalciumlösung liegt, bei ganz starker, über 1300fach gehender Vergrößerung abgebildet. Um ein sonst wohl gerechtfertigtes Mißtrauen zu vermeiden, muß ich bemerken, daß die Beobachtung mit der ganz soliden Vergrößerung von 664 auf 32 cm Sehweite angestellt ist und schon schwächere

Vergrößerung genügt, um das Sachverhältniß — der Perforation der Septen durch Canäle, deren Querschnitt im Präparat erscheint — klar zu stellen; für das Entwerfen der Zeichnungen einen größeren Maßstab zu nehmen, ist aber in solchen Fällen eine Erleichterung und macht die Sache auch deutlicher.

Der Vergleich dieser Querschnitte der Septen mit ihren Flächenansichten lehrt, daß die bei letzteren auftretende Querstreifung der Ausdruck von Canälen ist, welche in der Wandung selbst verlaufen, wie auch schon die mehrfach früher erwähnte Prüfung durch Heben und Senken des Tubus nachweist, daß sie negativer Natur, also keine hervorragenden Leisten sein konnten.

Die parallel und gradlinig verlaufenden Canäle, wie solche der obere Theil der Fig. 58 B a darstellt, sind die am regelmäsigsten und namentlich in den äußeren Lagen der Waben-schicht vorkommende Struktur; ein unregelmäßiger Verlauf, wie er in den unteren Theilen derselben Figur auftritt, ist seltener, ich habe aber doch mehrere solcher Stellen in meinen Präparaten gefunden. Diese breiteren — beinahe $2\ \mu$ — Canäle geben bei Anwendung der stärksten Vergrößerungen Bilder, über deren Deutung ich einigermassen zweifelhaft bleibe. Noch bei Anwendung der Hartnack'schen No. 10 à *immersion* mit so starkem Ocular, daß sich auf 20 cm Sehweite eine 775fache Vergrößerung ergibt, bleibt bei hoher Einstellung das Bild eines Canals, wie dies in a' bei 1550facher Vergrößerung abgebildet ist; bei tiefer Einstellung dagegen das in a'' ebenso gezeichnete. Ich habe dieses zuerst so deuten zu müssen geglaubt, daß die beiden parallel laufenden, mit dem gewöhnlich einen Hohlraum bezeichnenden röthlichen Schein versehenen, aber scharf und dunkel conturirten Streifen innerhalb eines Canals liegen und vielleicht auf eine distincte Wandung desselben hinweisen. Mit der Gundlach'schen No. VIII à *immersion* und demselben starken Ocular, welche Combination eine 1400fache Vergrößerung bei 21 cm Sehweite ergibt, wird das Bild aber deutlich das zweier neben einander herlaufender Canälchen von wenig über $0,6\ \mu$ Breite, die aber schließlic in eine Endschlinge zusammenlaufen. Es ist dieses in a''' bei 1400 gezeichnet. Daß so feine und so dicht neben einander liegende Canälchen bei schwächerer Vergrößerung oder hoher Einstellung sich als ein einziger Canal darstellen können, ist leicht ersichtlich. Indefs wird die Beobachtung auch der gelungensten derartigen Präparate, da man die Flächenansichten der Septen nicht auf der Oberfläche des Schliffs studiren kann, durch eine gewisse Trübung, welche der Masse der Waben-schicht inhärrt und störende Refractionseffecte innerhalb der letzteren bewirkt, erschwert, und möchte ich diesen Zweifel unentschieden lassen. Der Gegenstand desselben hat auch um so weniger eine absehbare Tragweite, als die Struktur der Septen überhaupt in den verschiedenartigsten Formen auftritt. Außer dem parallelen oder unregelmäßigen Verlauf der Canäle sehen wir schon in Fig. 58 B a, wie sich einzelne Canäle in linear geordnete längliche oder runde Hohlräumchen abtheilen; wir sehen zwischen den Canälen solche schwächer conturirte Punkte perlchnurartig sich aufreihen und endlich auch größere Flächen mit dieser von Hohlräumchen herrührenden Punktirung bedeckt. An anderen Stellen der Präparate und namentlich gegen die Grenze des Perlmutters hin ist von Canälen Nichts zu bemerken, dagegen größere, in der Flächenansicht rundliche, aber wohl jedenfalls linsenförmig abgeplattete Hohlräume, deren Durchmesser bis nahezu $2,5\ \mu$ geht, und die häufig ganz unregelmäßig in der Septe verstreut erscheinen. Ein solches Segment einer Septe ist in Fig. 58 B b abgebildet. In dieser Zeichnung ist auch die lamelläre Lagerung der Waben-schicht angegeben. Sie erscheint in scharfen Linien nur bei ganz hoher Einstellung auf die Oberfläche des Schliffs, während die runden Hohlräumchen erst bei viel tieferer Einstellung deutlich werden, und zwar tritt dieses bei letzteren für alle gleichzeitig ein, woraus sich ergibt, daß sie nicht in der Masse der Waben-schicht zerstreut sind, sondern in einer Septe liegen. Wir werden weiterhin sehen, daß dieses auch dadurch bewiesen wird, daß wir sie bei Flächenschliffen in der Masse der Waben-schicht nicht finden.

Eine zu weit führende Aufgabe würde es sein, alle die wechselnden Bilder, welche die Struktur der Septen an den verschiedenen Stellen der Präparate darbietet, abzubilden und zu beschreiben. Es sei nur noch erwähnt, daß auch eine Längsstreifung, aber anscheinend nicht durch in der Septe liegende Canäle, sondern durch Leisten oder Fältchen, ausnahmsweise vorkommt. Dann aber ist es wesentlich, hervorzuheben, daß das Auftreten der beschriebenen und abgebildeten Strukturen gänzlich unabhängig von dem Canadabalsam ist, welcher zur Aufhellung der Präparate allerdings Dienste leistet.

Ich besitze einen nach möglichstem Poliren trocken eingelegten Querschliff der Wabenschicht, der allerdings durch zahlreiche Sprünge und sonstige Unvollkommenheiten im Ganzen ein unklares und unreines Bild giebt; dessen ungeachtet sind aber an vielen Stellen die Strukturdetails gut zu erkennen und sie treten dort ganz so, wie in den Balfam-Präparaten auf. Ferner sind in den vom Balfam abgelösten, mit Chromsäure vollständig entkalkten und dann in Chlorcalcium gelegten Schliffen in den zurückbleibenden Septen die Details der Struktur ganz entsprechend und häufig mit besonderer Schärfe zu beobachten, so daß, abgesehen von den einzelnen, ausdrücklich als zweifelhaft verblieben hervorgehobenen Punkten, diese Feststellung der Struktur der Septen an Präzision wenig zu wünschen übrig läßt. Daß sie auch bei *Pinna* und den *Unioniden* in den meisten Punkten bestätigt wird, sei hier vorläufig erwähnt. Daß die Prismen der Wabenschicht wie mit feinen Wurzeln in das Perlmutter eingepflanzt zu sein scheinen, ist schon Eingangs bemerkt. Die Fig. 58 A zeigt dieses Verhältniß ziemlich deutlich.

In Flächenschliffen stellen sich diese Gebilde so dar, wie in der Fig. 59 Taf. XII. Bei A a geht die Schliffebene so dicht unter der Wabenschicht durch, daß sie dieselbe in der Mitte fast tangirt. Das dunkle Netz wird bei tieferer Einstellung hell. Es macht den Eindruck von Spalten, aber bei mit Chromsäure entkalkten ähnlichen Präparaten zeigt sich, daß es mit Conchiolinmembranen erfüllt ist, und auch in der Mitte, wo die Zwischenräume der Infelchen breiter werden, bleiben jene nach dem Entkalken als eine gelblich gefärbte Conchiolinmasse zurück und die Infelchen als Hohlräumchen in derselben. Auch bei entkalkten Querschliffen sieht man, wo in Fig. 58 A die dunkeln Fasern von der Wabenschicht ausgehen, statt derselben ein genau ebenso geformtes Conchiolingerewebe.

Bei Fig. 59 A b, wo der Schliff durch ein höher liegendes Gebilde geht, löst sich das Netz schon mehr auf und bei Fig. 59 B, nach einer andern Region des Schliffes gezeichnet, wo die Schliffebene wesentlich tiefer liegt, sieht man nur noch isolirte, unregelmäßig eckige Flecke, wie dies auch dem Bilde des Querschliffs entspricht.

Schon bei *Mytilus* war gezeigt, daß die Lamellen des Perlmutter von Conchiolinmembranen derartig durchsetzt werden, daß diese auf geätzten Flächenschliffen als ein engmaschiges Netz hervortreten, und des ähnlichen Verhaltens des Perlmutter von *Meleagrina* gedacht. Hiernach ist die Deutung dieser Befunde nicht schwierig. Das zarte Conchiolingerüst, welches auch das Perlmutter durchsetzt, entwickelt sich gegen die Grenze mit der Wabenschicht zu stärkeren Fasern und Septen, und diese stehen mit den Septen der Wabenschicht in organischem Zusammenhang und gehen in sie über. Die ganze Schale ist eben, wie an *Mytilus* specieller nachgewiesen wurde, von einem zusammenhängenden Conchiolingerüst durchzogen, und ihre verschiedenen Theile sind nur Modificationen desselben Bildungsprinzips.

Bei *Meleagrina* läßt sich sogar verfolgen, wie die Lücken des Conchiolingerüsts dicht unter der Wabenschicht an den Septen kleiner werden und allmähig in kleine Hohlräumchen innerhalb der Septe selbst übergehen.

Sogar mitten im Perlmutter finden sich ausnahmsweise stärker entwickelte Conchiolinschichten, die pseudo-celluläre Lücken enthalten. Eben solche stärkere Conchiolinschichten finden sich auch in der Wabenschicht und fordern diese in größere Abtheilungen, welche sich auskeilen und so ganz allmähig in das Perlmutter übergehen. Endlich durchsetzen von der äußeren Schalenfläche her solche Conchiolinlagen die Wabenschicht, bis sie allmähig in die gewöhnliche Schichtung derselben übergehen. In Fig. 60 A sind diese Verhältnisse, die in vieler Beziehung bedeutsam sind, dargestellt. Mit dem stufenförmigen Bau der äußeren Fläche hängt die Schuppenbildung derselben zusammen, wie ich bei einem Schliff von einer wohl erhaltenen *Pinna* nachweisen kann; bei den Exemplaren von *Meleagrina*, die ich kenne, ist die Oberfläche so abgerieben, daß nur noch die Rudimente der Schuppen vorhanden sind. Bei c der Fig. 66 A sieht man aber noch den Punkt, wo die Schuppe sich abgehoben haben wird.

Die Auskeilung von Abtheilungen der Wabenschicht in das Perlmutter finde ich bei meiner *Meleagrina* nur ausnahmsweise an einzelnen Stellen und zwar in der Nähe des Schalenrandes. Bei den *Unioniden* ist sie etwas Normales und überall regelmäßig Vorkommendes.

Die dunkle körnige Linie, in welche bei Fig. 60 A an der unteren Begrenzung der Wabenschicht die immer kürzer werdenden Prismen derselben auslaufen, verliert sich allmählig und vollständig in die normale Schichtung des Perlmutter. An einem mit Chromsäure entkalkten Schliff gewährt ein günstiger Zufall eine Flächenansicht der Conchiolinmembran, deren Querschnitt diese dunkle Linie darstellt. Ein Segment dieser Ansicht ist in B bei starker Vergrößerung und hoher Einstellung, welche die Hohlräume, in denen sich die Struktur dieser Membran ausdrückt, dunkel erscheinen läßt, abgebildet.

Die Verfolgung dieser Verhältnisse ist deshalb so interessant, weil sie, wie schon angedeutet, die genetische Uebereinstimmung der Wabenschicht mit dem Perlmutter nachweist, und die Vermuthungen, nach welchen man der ersteren einen cellulären Charakter und eine vom Perlmutter abweichende Entstehung vindizieren wollte, gänzlich hinfällig macht. Von ganz besonderer Bedeutung ist sie aber noch deshalb, weil sie den Nachweis, daß die lamelläre Schichtung durch organifizierte Membrane bewirkt wird, wesentlich verstärkt und vervollständigt.

Auf stark mit Chromsäure geätzten Querschliffen tritt in der Wabenschicht die lamelläre Schichtung sehr deutlich hervor. Die Masse, welche von den Septen eingeschlossen wird, hat eine körnige Beschaffenheit angenommen und ist dadurch ziemlich undurchsichtig geworden, und in derselben sieht man bei tiefer Einstellung helle zarte Querstreifen, welche den dunkeln Linien entsprechen, die in den ungeätzten Schliffen, wie bei Fig. 58 A und B b, die Lamellen bezeichnen. In Fig. 61 Taf. XII ist dieses Verhältniß nach einem in Chlorcalcium liegenden, geätzten Schliff mit möglichster Wiedergabe des Effects bei ganz starker, 775facher Vergrößerung gezeichnet. A ist aus dem Innern der Wabenschicht, wo die einzelnen Lagen ziemlich dick sind. Die breiteren hellen Streifen sind ca. $0,5\ \mu$ dick, aber einzelne sind wesentlich schmaler, wie der fünfte von oben auf dieser Zeichnung, und vielleicht ist der auf diesen folgende Zwischenraum deshalb so breit, weil ein in ihm liegender heller Streifen so fein ist, daß er sich der Beobachtung entzieht. In anderen Regionen der Wabenschicht liegen die Streifen viel enger, wie dies in B abgebildet ist.

Von besonderem Interesse ist der Vergleich der gänzlich entkalkten Stellen, die in dem Präparat vorkommen, mit den bloß geätzten. Meistens bemerkt man an ersteren nur Flächenansichten der Septen und unbestimmten Detritus; an einigen kann ich aber beim sorgfältigen Absuchen des Präparats beobachten, daß nun statt der früheren hellen Streifen matte dunkle Linien vorhanden sind, welche sich von der durchsichtig gewordenen Masse freilich nur ganz schwach abheben. Ein solches Vorkommen ist bei Fig. 61 C gezeichnet; a ist der Querschnitt einer Septe. Auf der einen Seite ist der Inhalt nur geätzt, auf der andern gänzlich entkalkt, und die hellen Streifen von ersterer setzen sich als dunkle in letztere fort. Eine Verwechslung mit der Struktur der Septen ist nicht möglich, denn die Streifung, welche diese zeigen, ist, wie wir gesehen haben, weil von in ihnen liegenden Canälchen herrührend, negativ; sie ist bei hoher Einstellung dunkel, bei tiefer hell, während die hier beobachteten Streifen bei tiefer Einstellung dunkel sind und beim Heben des Tubus hell werden. Die hellen Streifen in den geätzten Schliffen sind also nicht bloß Spalten, sie haben einen positiven Inhalt: es sind Membrane, welche nach vollständiger Einwirkung des Lösungsmittels zurückbleiben.

Es handelt sich hier allerdings um eine dieser feinen und schwierigen Beobachtungen, auf welche allein Schlußfolgerungen zu bauen immer bedenklich bleibt, es gilt aber in der That doch nur, eine Annahme zu bestätigen, die ohnehin nahe liegt, sogar fast unabweisbar ist.

Daß die lamelläre Schichtung des Crustaceen-Panzers, die so ganz analog auftritt, durch Membrane bewirkt wird, die sich handgreiflich darstellen lassen, und deren Organisation klar vorliegt, wurde früher nachgewiesen. Es ist ferner gezeigt und in Fig. 60 A abgebildet, wie auch bei *Meleagrina* unzweifelhaft aus diesen Lamellen deutliche Conchiolinmembrane hervorgehen, deren Struktur eine sehr bestimmte ist (vergl. Fig. 60 B). Endlich werden wir weiterhin in der jungen Wabenschicht des Schalenrandes von *Anodonta* (Fig. 69 B Taf. XIV) diese Conchiolinmembrane mit ganz unzweideutiger Bestimmtheit finden.

Es ist schon erwähnt, daß die dunkeln Linien, welche die lamelläre Schichtung in den nicht

geätzten Querschliffen bezeichnen, aus Lagen feiner Körnchen oder vielmehr Hohlräumchen zu bestehen scheinen. Auf Flächenschliffen bestätigt sich dieses.

Stellt man ein gutes starkes Objectiv genau auf die Oberfläche eines Flächenschliffs durch die Wabenschicht so ein, daß die Conturen der Septen in voller Schärfe erscheinen, so zeigt der Inhalt des Netzes, welches durch ihre Querschnitte gebildet wird, nur eine gewisse Trübung und Unklarheit. Senkt man nun allmähig den Tubus, so tritt plötzlich ein Moment ein, wo in diesem Inhalt eine Lage ganz feiner dunkler Körnchen von ziemlich unregelmäßiger Gestalt und meistens unter $0,5\ \mu$ Durchmesser sichtbar wird, wie dies in Fig. 62 Taf. XIII abgebildet ist. Beim weiteren Senken des Tubus werden sie hell, sind also Hohlräumchen. Ihr gleichzeitiges Ein- und Austreten aus dem Focus beweist, daß sie eine horizontale Lage bilden und nicht etwa in der Masse zerstreut sind, was vollständig mit dem Bilde der Querschliffe übereinstimmt, und ist durch eine solche Coincidenz aller Beobachtungen wohl zur Genüge nachgewiesen, daß auch die lamelläre Schichtung durch feine, organisierte, mit Hohlräumchen versehene Membrane bewirkt wird, daß hier also noch eine zweite Septierung vorliegt, und die von denjenigen Septen, welche hier bisher katexochen als solche bezeichnet wurden, eingeschlossenen Prismen solche eigentlich nicht sind, sondern, wie eine Geldrolle die einzelnen Geldstücke einschließt, aus einem System übereinander liegender dünner Scheibchen gebildet werden, welche durch parallel gespannte Membrane von einander gefondert sind. Selbstverständlich werden wir dadurch berechtigt, die analoge lamelläre Schichtung aller Cormopoden- und Gastropoden-Schalen auf dasselbe Motiv zurückzuführen.

Es bleibt bei der Wabenschicht von *Meleagrina* der Inhalt der Maschen dieses Systems von Conchiolin-Membranen zu betrachten. Eingangs war der Gustav Rose'schen Untersuchungen gedacht, welche ihn bei *Pinna* und *Inoceramus* auf Querschliffen der Wabenschicht entschieden crySTALLINISCHE Bildungen haben finden lassen, die durch Aetzung mit Salpetersäure hervortreten. Ich habe bei Behandlung der Flächenschliffe von *Meleagrina* mit Chromsäure Ähnliches nicht erhalten. Werden von der Balsamunterlage durch Aether abgelöste und gereinigte Schliffe mit so starken Lösungen dieser Säure behandelt, daß eine lebhafte Gasentwicklung eintritt, so ist nach Vollendung der Reaction der Inhalt des durch die Septen gebildeten Netzes vollständig verschwunden; dies ist jedoch nur eine Folge der mechanischen Aktion der Kohlenensäureentwicklung, denn, wird eine verdünntere Säure angewendet, so bleibt das Netz von einem zarten organischen Substrat ausgefüllt, das aber ebenfowohl von den schon nachgewiesenen, die einzelnen Lamellen trennenden Conchiolin-Membranen, als von dem eigentlichen Inhalt herrühren könnte. Ist der Schliff nur geätzt, so zeigt sich das Netz mit einer feinkörnigen helldurchsichtigen Masse erfüllt, wie wir dieses schon in den geätzten Querschliffen (vergl. Fig. 61 Taf. XII) kennen gelernt haben.

Ein Hervortreten der Andeutung einer crySTALLINISCHEN Struktur finde ich in keinem Stadium dieser Reaction, es sei denn, daß man eine ganz ausnahmsweise auftretende feine, parallele und rechtwinklig auf die Septen gerichtete Streifung als solche betrachten dürfte.

Ähnliches findet sich häufiger und bei einzelnen Präparaten mit einer gewissen Regelmäßigkeit auf Querschliffen. Die in Fig. 63 A und B gegebenen Abbildungen werden diesen eigenthümlichen Befund besser, als eine bloße Beschreibung verdeutlichen. In Fig. 63 A Taf. XIII ist der Effect bei tiefer Einstellung, welche das charakteristischste Bild giebt, möglichst genau wiedergegeben. In der körnigen Grundsubstanz erscheinen die zarten parallelen Streifen wie Spalten. B ist, um die mühsamere Ausführung zu vermeiden, bei hoher Einstellung gezeichnet. Bei beiden sieht man die Querschnitte der die Lamellen fondernden Membrane als dunkle körnige Linien.

Nach wiederholter Prüfung der Präparate und reiflicher Ueberlegung kann ich diese Linien nur für Spalten erklären, die durch das Aetzen erweitert und deutlicher geworden sind, und zwar in sofern für Artefakte, als sie erst durch das Schleifen entstanden sind. Dafür spricht außer ihrem unregelmäßigen, gewissermaßen zufälligen Auftreten der Umstand, daß auch schon in den nicht geätzten Schliffen, namentlich in den Flächenschliffen, ähnliche Spalten auftreten, und daß auch solche Spalten, die ihrem unregelmäßigen Verlaufe nach offenbar durch Splitterung mechanisch entstanden sind, nach dem Aetzen ein ähnliches Bild zeigen.

Wenn aber auch diese Linienysteme Artefakte sein sollten, so bleiben sie ein bedeutungsvoller Hinweis auf eine vorhandene Struktur. Niemals könnten in einer amorphen Masse durch mechanischen Effect Spaltungen in solcher vollendeten Regelmäßigkeit entstehen. Dafs die vorhandene Struktur, aus welcher sie hervorgehen müssen, keine organische, sondern eine crySTALLINISCHE ist, erscheint mir unabweisbar, und wird um so wahrscheinlicher den ROSE'schen Untersuchungen gegenüber, die eine so bestimmte crySTALLINISCHE Struktur bei *Pinna* und *Inoceramus* nachgewiesen haben. Dann ist aber der Umstand sehr bedeutsam, dafs diese crySTALLINISCHE Struktur die organischen Strukturverhältnisse so rücksichtslos, wenn ich diesen Ausdruck gebrauchen darf, durchsetzt. Man sieht allerdings an den Abbildungen, dafs an einigen Stellen der Verlauf der Spalten durch die lamellen-bildenden Membrane bedingt wird, dafs sie an diesen absetzen oder ihre Richtung verändern; aber an anderen Stellen setzen sie sich quer durch dieselben fort. Erklärungen sind allerdings »so wohlfeil als Brombeeren«, und es möchte schwierig sein, irgend welche wirkliche oder vermeintliche Thatfache hinzustellen, welche sich nicht mit einigem Aufwand von Dialektik erklären liesse. Mufste ich aber in den einleitenden Bemerkungen über die bisherigen Auffassungen bezüglich der Gehäufte der Mollusken referiren, dafs der Stachel einer Radiate alles Ernstes als ein CrySTALL, als »ein einziges Individuum von Kalkspath« bezeichnet wird, so ist es doch wohl geboten, sich die Veranlassung eines solchen Mißbrauchs etwas klarer zu machen.

Dafs der regelmäfsige crySTALLINISCHE Bau auf einer polaren Attraction gewisser kleiner, gleichmäfsiger Theilchen beruhe, ist eine plausible und wohl berechtigte Hypothese, und dafs, wenn dem so ist, diese polaren Kräfte auch auf Entfernungen und durch eine Membrane trotz deren Organisation wirken können, hätte nichts Unwahrscheinliches. Dann darf es aber auch nicht überraschen, dafs sich crySTALLINISCHER Bau und crySTALLINISCHE Spaltungsflächen quer durch organische Strukturverhältnisse hindurch fortsetzen können. Nur die Berechtigung mufs bestritten werden: einen Organismus deswegen als einen »CrySTALL« zu bezeichnen, weil eine solche Anordnung seiner nicht organisirten Einschlüsse in seinem Innern stattfindet; und nun gar deshalb von einem Arragonit- oder Kalkspath-Individuum zu sprechen ist mindestens sehr mißverständlich. Außerhalb des organisirten kann von einem eigentlichen Individuum überhaupt nicht die Rede sein. Begreiflich ist, wie eine einseitige Behandlung ihrer Objecte Mineralogen zu diesem schlechten Sprachgebrauch verleiten konnte; wenn aber solche incorrecte Ausdrücke in andere Gebiete hineingetragen werden, droht eine wirkliche Verwirrung der Begriffe.

Von diesen Gesichtspunkten ausgehend konnte ich mich sehr wohl mit dem ROSE'schen Befund crySTALLINISCHER Struktur in dem Inhalt der Septen der Wabenschicht, obgleich derselbe von organischen Strukturverhältnissen durchzogen ist, abfinden; es hatte aber doch der Wunsch, das von ROSE Gefundene zur eigenen Anschauung zu bringen, etwas Unabweisliches, und da dieses bei *Meleagrina* durch Aetzen mit Salpetersäure ebenfowenig als mit Chromsäure gelang, mufste ich es bei *Pinna* versuchen. Hierzu standen mir zwei in einer Naturalienhandlung erstundene Exemplare, oder vielmehr Fragmente derselben, zur Disposition. Das eine dort als *P. nigrina* bezeichnet, von einer grofsen, ca. 0,5 m langen und entsprechend dicken Schale, tief violett schwarz gefärbt, welche Färbung sich aber auf Dünnschliffen in ein zartes Rosa umwandelt, das andere von einer sehr viel kleineren, dünneren, von gelblich rother Färbung. Leider kann ich nicht angeben, welcher Species das zweite angehört. Sie könnten möglicherweise Individuen derselben Species, aber verschiedenen Alters sein. Bei Beiden ergibt das Aetzen von Flächenschliffen durch die Wabenschicht in der von ROSE empfohlenen Weise, d. h. mit ziemlich concentrirter Säure*), die man nur kurze Zeit einwirken läfst, keine, auch nicht die entfern-

*) Das Aetzen mit Salpetersäure habe ich so ausgeführt, dafs ich auf etwas stärkere Schliffe als die gewöhnlichen, die auf der Balsamunterlage befestigt blieben, und die mit einer Wasserschicht bedeckt waren, mit einem Glasstabe einen starken Tropfen reiner nicht rauchender Salpetersäure, die übrigens auch durch längeres Aufbewahren schon ziemlich an Stärke verloren hatte, fallen lies. Ehe das sofort eintretende lebhafte Aufbrausen beendet war, wurde die Action durch Uebergiefsen mit einer gröfseren Menge reinen Wassers unterbrochen, und das Präparat, nachdem es vorläufig in Wasser geprüft war, noch immer auf der Balsamunterlage in Chlorcalcium eingelegt. Dieses Verfahren hat erstens das Gute, dafs nur die eine Fläche geätzt wird, wodurch das Bild klarer bleibt, und dafs bei einem gröfseren Schliff an denselben verschiedenen Stellen die Action mit gradueller Intensivität eintritt, so dafs man dann die Stellen auffuchen kann, welche als die gelungensten erscheinen.

testen Spuren von crySTALLINISCHER Bildung, wohl aber zeigt sich auf den Querschnitten der von den Septen eingeschlossenen Prismen auf den Stellen, die ich als die gelungensten betrachte, ein zartes Netz oder Maschenwerk, das sich bei hoher Einstellung hell auf dunklem Grunde, bei tiefer Einstellung als ein System dunkler Linien auf hellem Grunde darstellt. In Fig. 66 A Taf. XIII ist der Querschnitt eines Prisma mit den ihn einschließenden Septen bei tiefer Einstellung mit möglichst genauer Wiedergabe des Linien Systems, welches das Netz bildet, dargestellt. Es tritt hierbei derselbe Umstand ein, als bei den Netzen, welche durch Aetzung mit Chromsäure auf den Flächenschliffen des Perlmutter von *Mytilus* erzeugt werden (vergl. Fig. 37 B von *Mytilus* auf Taf. VI): daß nämlich einzelne Linien ohne Anschluß in den Maschen allmähig verlaufen und überhaupt ein Theil der Linien so fein wird, daß der Eindruck entsteht, als könnte ein allmähiger Uebergang in noch feinere, aber nicht mehr wahrnehmbare Linien vorhanden sein. Der wesentliche Unterschied von den obenerwähnten Netzen ist aber der, daß die von *Pinna* beim Heben des Tubus mit voller Klarheit in hellen Linien auf dem dunklen Grunde stehen. Hiernach ist wohl kein Zweifel darüber, daß bei der Erosion der Grundsubstanz durch die Säure Membrane, welche die erstere durchziehen, unzerstört geblieben sind und die netzförmige Zeichnung als Relief auf der Erosionsfläche steht.

An den früher bei *Mytilus* beschriebenen Aetzungen mit Chromsäure trat das Gegentheil ein. Das Netzwerk erschien als ein vertieftes, und da wenigstens in der blauen Schicht von *Mytilus* das Vorhandensein von membranösen Septen zwischen den Kalkfäulchen schon an nichtgeätzten Schliffen nachweisbar war, hatte ich die vertiefte Zeichnung des Netzes nach dem Ätzen damit erklären zu müssen geglaubt, daß die Membrane, deren Querschnitte das Netz bilden, zu zarter und zerstörbarer Natur sind, um nach dem Ätzen optisch zur Geltung zu kommen, während sie ein Eindringen der langsam wirkenden Chromsäure in die Masse erleichtern, so daß also Furchen an ihrer Stelle entstehen.

Um zu prüfen, ob die entgegengesetzte Wirkung der Salpetersäure auf die Schliffe von *Pinna* von dem Object oder dem Reagens herrührt, wurde ein dazu gefertigter Schliff durch die blaue Schicht von *Mytilus* mit Salpetersäure geätzt und war das Resultat dasselbe, als bei den früheren Aetzungen mit verdünnter Chromsäure; ebenso bot ein mit Salpetersäure geätzter Flächenschliff von *Meleagrina* sowohl im Perlmutter als in der Wabenschicht wesentlich dieselben Resultate, als die früheren Aetzungen mit Chromsäure. Es ist also in erster Linie das Object und nicht das Reagens, auf welchem die Verschiedenheiten beruhen. Ich sage: in erster Linie, denn freilich habe ich auch bei *Pinna* die schönen Resultate, welche die Salpetersäure ergiebt, mit verdünnter, längere Zeit wirkender Chromsäure nicht erreicht; allerdings nur einen derartigen Versuch gemacht.

Die verdünnte Chromsäure ergab dieselben unregelmäßigen Bilder, als die Stellen, wo die Salpetersäure zu lange eingewirkt hatte, und glaube ich dieses damit erklären zu müssen, daß auch die Grundsubstanz nicht aus bloßen Kalksalzen besteht, sondern ein organisches Substrat zurückläßt. Bei einer energischen Einwirkung der Säure, wenn sie nicht zu tief eindringt, wird dieser Detritus durch die lebhafte Gasentwicklung fortgerissen und beseitigt, während er bei der langsamen Einwirkung der verdünnten Chromsäure, die ohnehin bekanntlich die organischen Rückstände erhärtet, oder bei einem tiefern Eindringen der Action zurückbleibt und der Erosionsfläche ein unregelmäßig zerfressenes Aussehen giebt. Einen solchen Unterschied in der Einwirkung auch für Chromsäure je nach ihrer Verdünnung oder Concentration habe ich schon früher hervorgehoben.

Nach alledem muß man den Umstand, daß bei den mit Salpetersäure geätzten Flächenschliffen der Wabenschicht von *Pinna* das Netz als ein Relief der Erosionsfläche auftritt, als darauf beruhend annehmen, daß die Membrane, welche es bilden, derber und weniger zerstörbar, als bei den früher untersuchten Objecten sind.

Kehre ich nun zu dem Vergleich mit den von Rofe erhaltenen Ätzresultaten zurück, so ist es wohl evident, daß die in Fig. 66 A dargestellten Formen keine Beziehungen zu crySTALLINISCHEN zeigen. Weit davon entfernt, hiermit insinuieren zu wollen, daß in einer so gründlichen und volles Vertrauen erweckenden Arbeit, als die von Gustav Rofe ist, und welche ich übrigens in so vielen Details nur bestätigen konnte, ein so grobes Versehen enthalten sein könnte, als das sein würde, in etwas, das meinen Präparaten ähnlich wäre, crySTALLINISCHE Formen zu sehen, acceptire ich vollständig, daß er

wirklich Crystallgestalten durch Aetzung bloßgelegt hat, und dieses um so mehr, als ich ja auch, wie schon berichtet, in der Wabenschicht von *Meleagrina* bestimmte Andeutungen einer die organische Struktur durchsetzenden crystallinischen Struktur gefunden zu haben glaube.

Für die Divergenz der Resultate lassen sich mancherlei Gründe denken. Wirkliche Crystalle scheinen in den Gehäusen der Mollusken ziemlich häufig, aber mit einer gewissen Inconstanz aufzutreten. So habe ich zahlreiche Crystalle in gewissen interstitziellen Schichten bei einer jungen Auster, ganz übereinstimmend mit dem was Rose darüber sagt, gefunden, während in älteren Schalen mir nichts Derartiges vorkam. Dafs der Inhalt des Conchiolingerüsts unter gewissen Umständen crystallinische Form annimmt, unter anderen Umständen nicht, könnte nicht überraschen, und dafs die crystallinische Anordnung über die von organischen Membranen gesetzten Grenzen hinausgehen kann, habe ich bei *Meleagrina* schon gezeigt.

Wollte man übrigens annehmen, dafs meine Aetzungen so mißlungen seien, dafs mir dadurch die crystallinischen Gestaltungen entgangen, so glaube ich dieses zwar nicht zugeben zu können, denn auch in mißlungenen Präparaten hätten sich doch wenigstens Andeutungen zeigen müssen; aber es würde auch dies den Kern der Sache nicht berühren, denn das membranöse Netz, welches bei meinen Aetzungen bloßgelegt ist, stellt ein positives Resultat dar, welches ich nicht anfechten lassen kann, und ob der Inhalt desselben crystallinisch oder amorph ist, hat keine wesentliche Bedeutung. Crystallinisch dieser Inhalt unter gewissen Verhältnissen, so werden sich, wie ich es bei *Meleagrina* gefunden habe, die Spaltungsflächen correspondierend aus einer Netzmasche in die andere fortsetzen können. Die Maschen werden in eckige Formen geprefst werden, wie es an den Crystallen bei *Ostraea* stattfindet, die nach der Auflösung in Säure einen ihre Form genau beibehaltenden Hohlraum zurücklassen, der von einer deutlichen Membran umgeben ist. So ist es erklärlich, dafs Rose die in der von ihm gefundenen crystallinischen Struktur vorhandenen Membrane übersehen haben kann.

Dafs das in Fig. 66 A dargestellte Netz keine prismatischen Räume einschließt, ergeben die Querschliffe der Schale. Ein Segment eines solchen, ebenfalls mit Salpetersäure geätzten Schliffes ist in Fig. 66 B abgebildet. Die Schliffe in dieser Richtung splintern mehr, als die Flächenschliffe, und geben keine so sauberen Präparate, so dafs das auch hier sich zeigende Netz nach dem Ätzen nicht so fein und regelmäfsig, als bei den Flächenschliffen hervortritt. Vergleicht man aber die vor dem Ätzen rauhe, gar keine bestimmte Struktur zeigende Schlifffläche mit dem Bilde, welches sie nach dem Ätzen darstellt, so bleibt kein Zweifel, dafs auch hier ein membranöses Netz bloßgelegt wird, und die Membrane unregelmäfsig geformte, pseudo-celluläre Räume einschliesen, in denen aber doch eine gewisse, schräg aufsteigende Richtung vorwaltet, die übrigens, wie es die Abbildung auf der Seite links vom Beschauer zeigt, alterniren kann.

Dieses Alles gilt aber nur für die äufseren, nicht ganz die Hälfte der Wabenschicht einnehmenden Lagen derselben, wo auch die nicht geätzten Querschliffe die lamelläre Schichtung nicht erkennen lassen. In den inneren Lagen, wo diese auf den nicht geätzten Schliffen, wenn auch nicht so deutlich als bei *Meleagrina* vorhanden ist, findet sich auch nach dem Ätzen das in Fig. 66 B Abgebildete nicht. Theils liegen die Membrane flach geschichtet wie bei *Meleagrina*, theils bleiben zwischen der flachen Schichtung nur kleinere, dieselbe nicht störende Hohlräume.

Kehre ich nach diesem Seitenblick auf *Pinna* zu *Meleagrina* zurück, so darf ich durch denselben wohl bestätigt sehen, dafs die Spuren crystallinischen Baues etwas Accessorisches, nur neben der organischen Struktur Vorhandenes sind. Dafs die Septen, welche der Wabenschicht das charakteristische Gepräge geben, und ebenso die Membrane, welche die lamelläre Schichtung bewirken, organisch sind, glaube ich genügend nachgewiesen zu haben. Es bleibt die Frage: ob der Inhalt der durch diese Membrane abgeschlossenen Räume ebenfalls noch Organisation enthält, oder ob er nur einen entweder amorphen oder crystallinischen Charakter besitzt.

Zunächst glaube ich an den mit Chromsäure vollständig entkalkten Querschliffen constatiren zu können, dafs dieser Inhalt ein, wenn auch sehr zartes Substrat hinterlassen hat, also nicht blofs aus auflösliehen Kalkverbindungen bestehen kann. Dann mufs die mehrfach erwähnte körnige Beschaffenheit dieses Inhalts in den mit Chromsäure nur geätzten Schliffen erwogen werden. Ich hatte auf die-

felbe, indem ja auch amorphe, fogenannte organische Substanzen mit Chromsäure körnige Niederschläge geben, keinen befonderen Werth gelegt. Da aber auch Salpetersäure bei *Meleagrina* dieselbe körnige Beschaffenheit der Grundsubstanz hervorruft als Chromsäure, da ferner bei *Pinna* beide Aetzmittel nichts dergleichen, sondern das Gegentheil thun, indem dort allerdings auch Punktirungen hervortreten, die aber negativer und nicht wie bei *Meleagrina* positiver Natur find, so muß es mindestens als sehr wahrscheinlich betrachtet werden, daß es sich hierbei nicht um Präzipitate handelt, sondern daß auch in der von den Septen eingeschlossenen verkalkten Grundsubstanz noch eine organifirte Struktur vorhanden ist, welche bestimmter zu definiren ich allerdings mit den jetzt gegebenen optischen Hilfsmitteln außer Stande bin. Auf folche Dinge hinzuweisen, wenn sie zunächst auch offene Fragen bleiben, dürfte nicht nur gerechtfertigt, sondern geboten sein, denn ihre weitere Ergründung ist doch etwas, was unsere Auffassung von dem Wesen der Organisation erheblich fördern könnte, während die vielfach gebräuchliche Weise: Organismen als strukturlos zu bezeichnen, wenn nicht unter gewissen Objectivsystemen des Mikroskops Refractionsercheinungen ohne Weiteres bestimmte Gestaltungen erkennen lassen, etwas höchst unfruchtbares ist.

P i n n a.

Dem was im Vorhergehenden über *Pinna* schon angeführt ist, habe ich nur einige Einheiten hinzuzufügen. Die Struktur der Septen der Wabenschicht ist im Wesentlichen dieselbe als bei *Meleagrina*, nur weniger deutlich hervortretend. Einige wohl vorhandene Abweichungen näher zu erörtern, ist keine Veranlassung. Es kann hier überhaupt nicht die Aufgabe sein, im systematisch-zoologischen Sinne diese Themata erschöpfend zu behandeln. Die gegebenen Andeutungen werden hoffentlich ein genügender Anlaß sein, daß so interessante Verhältnisse nicht ferner so wenig berücksichtigt werden als bisher. So will ich auch nur kurz anführen, daß die Septen, wo sie an der Grenze gegen das Perlmutter enden, sich wie mit Fufслеisten plötzlich verbreitern und dort auch die Membrane, welche die einzelnen Prismen von dem Perlmutter trennen, in dem Centrum der Erfteren knopfartige Erhebungen bilden.

Diese Bildung ist jedoch keine durchweg vorkommende. Ich finde sie nur bei meinem größeren Exemplar und auch da nur in der Region des Schließmuskels. Da die Entwicklungsfähigkeit dieser Conchiolinmembran schon anderweitig genügend constatirt ist, gebe ich keine Abbildung davon, obgleich die Bilder solcher Flächenfchliffe äußerst zierliche find.

Dagegen erscheinen die Strukturverhältnisse der fogenannten Schuppen der Schale bedeutfam genug, um näher auf sie einzugehen.

An der Schale des schon erwähnten kleinen röthlichen Exemplars find die Schuppen sehr wohl erhalten und gelang es, einen radialen, d. h. vom Wirbel nach dem Rande gerichteten Querschliff so durch die Schale zu legen, daß er ungefähr durch die Scheitellinie von 2 Schuppen geht, von welchen wenigstens der größte Theil erhalten blieb. In Fig. 67 Taf. XIV ist ein Segment desselben, welches den Anfaß der einen Schuppe enthält, bei schwacher Vergrößerung gezeichnet, bei welchem der Pfeil nach dem Rande der Schale zeigt, und die Querschnitte der Septen der Wabenschicht nur skizzirt sind. Die Schale besteht hier lediglich aus der Letzteren, und ist vom Perlmutter wenigstens Nichts wahrzunehmen. Das mit *c* bezeichnete Anhängfel (Nebenschuppe) scheint eher Regel als Ausnahme zu sein, denn auch die andere im Präparat enthaltene Schuppe zeigt eine ähnliche Bifurkation ihres Querschnitts. Man sieht, daß die Schuppe sich aus der Wabenschicht als ein identisch gebautes Anhängfel derselben heraushebt. Irgend ein mechanisches Motiv für ihre Bildung ist ganz unerfindlich, und muß das Motiv ihrer Bildung in der Wabenschicht selbst gesucht werden. Es ist ein organischer Wachsthumsvorgang und leicht dadurch begreiflich, daß an bestimmten, symmetrisch vertheilten Punkten derselben eine lebhaftere Substanzvermehrung eintritt, aus welcher die Abhebung und Krümmung dann mit Nothwendigkeit erfolgen muß. Solche Fälle, wo man gerade der Einfachheit der Form wegen, die Veranlassung der Bildung bestimmter und charakteristischer organischer Gestaltung so deutlich

erfassen kann, scheinen mir sehr interessant, wenn schon die tiefere Ursache sich unserm Erkennen entzieht.

Dafs eine wirkliche Entwicklung — ein eigentliches organisches Wachsthum — auch in der Wabenschicht vorgeht, und nicht blofs ein äufserlicher Anfsatz erfolgt, wird übrigens weiterhin bei *Anodonta* auf das Bestimmteste nachgewiesen werden.

Ueber das Perlmutter von *Pinna* habe ich nichts Befonderes zu erwähnen und nur noch zu bemerken, dafs auch hier die Basis des Schließmuskels durch eine, freilich ziemlich schwache, aber sonst der bei *Mytilus* und *Meleagrina* ähnliche »Prismatische Schicht« gebildet wird.

Anodonta.

Die wichtigsten Folgerungen für die Natur der Muschelschale ergeben sich, wie *Mytilus* gezeigt hat, nur aus der vergleichenden Untersuchung von Reihen lebender oder doch wenigstens vollständig in Spiritus conservirter Individuen verschiedenen Alters. Den glücklichen Fund einer gröfseren Zahl von *Anodonten* in einem oberhalb Magdeburg durch neuere Wasserbauten gröfstentheils trocken gelegten Elbarme habe ich deshalb gern benutzt, um die bei *Mytilus* erlangten, so überraschenden Resultate zu controliren resp. zu ergänzen.

Unter etwa einem Dutzend Exemplaren hatte bei dem gröfsten die Schale 109 mm Länge bei 66 mm Breite, bei dem Kleinsten 79 mm Länge bei 51 mm Breite. Soweit es sich um einen Zweifel handeln könnte, ob *A. cygnea* oder *A. anatina* vorlag, mufste ich mich für Erstere entscheiden, da sich Individuen, welche das Maximum der Gröfse erreichen, immer nur ganz vereinzelt aus gröfseren Mengen herausfuchen lassen. Mit welchen der neuerdings aufgestellten mehreren Spezies von *Anodonten* ich es zu thun hatte, wage ich indefs nicht zu entscheiden, und möchte überhaupt solchen Spezies-Aufstellungen einen gewissen Scepticismus entgegenbringen. Unterschiede in der Gröfse, äufseren Form und Färbung der Schale dürfen, sowie jetzt die Speziesfrage steht, nicht ohne Weiteres maßgebend sein. Die feinere Struktur der Schalen, wenn sie erst gründlicher studirt sein wird, kann hier vielleicht später Licht geben.

Für den Zweck meiner Untersuchungen ist es glücklicherweise gleichgültig, ob ich es mit der eigentlichen *A. cygnea* oder einer nahe verwandten Spezies zu thun habe. Für einige Bestimmungen, wie man sehen wird, ist es freilich von Erheblichkeit, dafs die verglichenen Individuen einer und derselben Spezies angehören; das aber bei einem Dutzend Thieren, demselben, nur einige Quadratfuß grofsen Tümpelchen entnommen, die keinen äufserlichen Unterschied als den der Gröfse und diesen in einer regelmäfsigen Reihenfolge zeigen, zu bezweifeln, dürfte wohl zu weit gegangen sein.

Zunächst wurde ermittelt, ob bei *Anodonta* etwas Aehnliches, als die bei *Mytilus* so leicht nachweisbare, unter dem Mantelfaum aus der Schale hervorwachsende und am Rande in die Epidermis übergehende Membran vorhanden sei. Dieses ist der Fall. Sowohl an lebend geöffneten, als an nicht zu alten Spiritusexemplaren läfst sich bei vorsichtigem Eingreifen mit einer Nadelspitze die Existenz einer solchen ganz zarten Membran constatiren, aber nur ihre Existenz. Sobald sie von dem Anfsatz unter dem Mantelrande abgerissen ist, schnurrt sie bei ihrer grofsen Zartheit und Elastizität dermaßen zusammen und verliert sich in den blättrigen Membranen, in welche der Schalenrand verläuft, dafs es mir unmöglich gewesen ist, sie zu isoliren und ihre Struktur zu untersuchen, was übrigens auch wahrscheinlich resultatlos gewesen sein würde, denn auch in den Membranen des Schalenrandes ist selbst in trockenem Zustande keine Struktur nachweisbar, und man wird sich erinnern, dafs dieses selbst bei *Mytilus* nur in den derberen Theilen der Membran, nicht aber da, wo sie noch ganz zart ist, geschehen konnte. Selbstverständlich mufste unter diesen Umständen auch darauf verzichtet werden, zu constatiren, ob der Uebergang der Membran in den Schalenrand in derselben Weise als bei *Mytilus* stattfindet.

Zweckmäfsig scheint es, an dieser Stelle zu erwähnen, dafs es schon früher gelungen war, eine ähnliche zarte Membran bei *Ostraea edulis* aufzufinden, mit freilich noch gröfserer Schwierigkeit. Ich

hatte zwei Dutzend frisch geöffneter Auln mit der größten Aufmerksamkeit unterfucht, ohne sie finden zu können, und glaubte danach schon ihre Nichtexistenz annehmen zu dürfen, als sie bei Wiederholung der Unterfuchung an einem anderen Tage bei einzelnen Exemplaren unzweideutig hervortrat. Setzt man die Spitze einer Nadel vorsichtig in den Raum zwischen Mantelrand und Schalenrand ein, so hebt man in günstigen Fällen die zarte Membran, die offenbar dort nur lose auf der Schale liegt, ab, aber auch hier ist sie so zart, daß man ihrer fast nur durch den Refractionseffect, der aus ihrer Bewegung erfolgt, gewahr wird. Warum es nur in einzelnen Fällen gelang sie nachzuweisen, kann ich nicht bestimmt angeben. Wahrscheinlich wird sie bei dem Oeffnen des Thiers, das doch immer mit einer gewissen Gewaltfamkeit geschehen muß, meistens zerstört. Danach darf vermuthet werden, daß diese Membran ein normales Gebilde der *Cornopoden*, wenn auch vielleicht nur bei *Mytilus* so stark und deutlich entwickelt ist.

Ich kann nicht unterlassen hier darauf hinzuweisen, wie bedenklich es ist, aus fehlendem Nachweise ähnlicher Verhältnisse positive Schlusfolgerungen ziehen zu wollen, wenn derselbe für solche Gebilde und Zusammenhänge bei den Mollusken auch unter günstig erscheinenden Verhältnissen solche Schwierigkeiten hat, die sich bei älteren Spiritusexemplaren noch wesentlich erhöhen.

Wenn z. B. deshalb bei *Argonauta* ein organischer Zusammenhang der Schale mit den Weichtheilen des Thieres fristweg geleugnet wird, so müßte eine einigermaßen philosophische, ja auch nur logische Auffassung dergleichen doch ohne Weiteres als einen *nonsens* erkennen lassen, während es selbstverständlich ganz in der Ordnung ist, nicht zu verschweigen, daß bisher die Auffindung dieses Zusammenhanges nicht gelang. Besteht dieser Zusammenhang durch so zarte Organismen als das Randhäutchen von *Anodonta*, so ist leicht begreiflich, daß er beim todten Thier schon durch das eigene Gewicht desselben sich löst und nachher nicht nachweisbar ist.

Eine weitere für die Schalenstruktur wichtige Beobachtung wurde in ganz unbeabsichtigter Weise an diesen Anodonten gemacht. Aus einem der größten, einige Tage in Spiritus liegenden Exemplare waren nach Oeffnung der Schalen die Weichtheile vorsichtig entfernt. Der ungewöhnlich lebhaft Schiller des Perlmutter veranlaßte mich mit dem Finger über die innere Fläche zu streichen, wobei durch den Druck desselben eine häutige Lamelle von derselben in überraschender Weise abgelöst wurde. Die Ablösung einer solchen gelang noch an mehreren Stellen und am andern Tage hatten sich von der trocken gewordenen Schale an den meisten Stellen solche Lamellen freiwillig soweit abgelöst, daß sie leicht mit der Pinzette gänzlich abgezogen werden konnten. Die Dicke dieser Lamellen ist in feuchtem Zustande in Glycerin liegend und nach dem optischen Querschnitt der Falten bestimmt, etwa $8,75\ \mu$; doch ist sie wechselnd: an einzelnen Stellen durch Wülste bis fast $10\ \mu$ verstärkt, daneben wieder bis auf $7,5\ \mu$ herabgehend. Die Lamellen erscheinen als aus mehreren Lagen zusammengesetzt, was allerdings auf den Falten der Glycerinpräparate, wegen der gleich zu erwähnenden Trübheit dieser Bilder, nicht scharf entgentritt, aber diese Struktur wird auch durch die Rißränder trocken eingelegter Präparate bestätigt.

Diese Trübheit der Lamellen ruht daher, daß sie mit dichten Lagen zahlloser Kalkkörnchen von $0,7$ — $0,5\ \mu$ Durchmesser bedeckt sind. Noch feinere Pünktchen sind vorhanden, entziehen sich aber der Größenbestimmung. Zuweilen kann man eine Anordnung der Körnchen in unregelmäßig verlaufenden Linien beobachten. Wo sie sich häufen, verschmelzen sie zu unregelmäßig gekrümmten Stäbchen, aber auch zu ringförmigen Gebilden von 3 — $4\ \mu$ äußerem Durchmesser. Es kommen auch Stellen vor, wo nur die eine Fläche der Lamelle mit diesen Körnchen besetzt ist, und von der noch feuchten Schale können mit der Pinzette ganz feine Lamellen abgezogen werden, die an einzelnen Stellen von Kalkkörnchen frei, an andern nur ganz dünn damit besetzt sind. Der Grad der Verkalkung ist eben ein sehr verschiedener. Daß die Körnchen wesentlich aus kohlenfaurem Kalk bestehen, geht daraus hervor, daß ein Tröpfchen Säure sie unter Aufbrausen verschwinden macht.

Wird eine so mit Chromsäure behandelte Lamelle nach vollständigem Auswaschen mit destillirtem Wasser, in der schon öfter erwähnten Weise, unter dem aufgelegten Deckgläschen dem Eintrocknen überlassen, so tritt eine fibrilläre Struktur in sich durchkreuzenden Lagen, ganz ähnlich als bei den Lamellen des Hummerpanzers, nur nicht ganz so regelmäßig und scharf, hervor.

In dieser Art habe ich diese Beobachtung nur an einem Exemplar und zwar dem größten meiner Anodonten machen können. Bei einer jüngeren Schale, die zufällig einige Stunden in Seifenwasser gelegen hatte, traten ebenfalls nach dem Einknicken der Schale an der inneren Fläche an den Bruchrändern Fetzen einer zarten durchsichtigen Membran auf, die sich leicht in größeren Stücken abschälen liefs. Wurden Stücke derselben Schale in reines Wasser gelegt, so trat dieses nicht ein, wohl aber bei Wiederholung der Behandlung mit Seifenwasser. Mit reinem Wasser abgepülte Fetzen der so gewonnenen Membran waren viel zarter und weicher als die von dem älteren Exemplar abgelösten. Auch nach dem Eintrocknen unter dem aufgelegten Deckglase war eine fibrilläre Struktur nicht zu erkennen. Dieselbe kann sehr möglicherweise durch die alkalische Aktion des Seifenwassers undeutlich geworden sein; dagegen waren an einigen Stellen ähnliche feine Körnchen als die früher erwähnten und auch eben solche kleine Ringe zu bemerken. Die Dicke dieser Membran, auf einer Falte des trockenen Präparats gemessen, betrug nicht ganz 4 μ . Mag die freiwillige Ablösung der Membran auch auf abnormen, vielleicht sogar pathologischen Verhältnissen des Thieres, welches sie zeigte, beruhen und ihre Ablösbarkeit in dem zweiten Falle auch auf chemischer Aktion, so verringert sich dadurch die Bedeutung der Beobachtungen nicht. Diese sehe ich darin, dafs sie eine neue Analogie der Cormopodenschale mit dem Panzer der Crustaceen ergeben, und nachweisen, dafs auch die lamelläre Schichtung der ersteren, durch organifirte Membrane von fibrillärer Struktur bewirkt wird. Diese Membrane müssen, wie ich es schon früher aussprach, auf der inneren Schalenfläche durch ihre Prolifikation wesentlich bei der Verdickung der Schale mitwirken.

Die Struktur der Wabenschicht von *Anodonta* bietet keine wichtigen Besonderheiten dar. Es sind ihre Wachstums- und Entwicklungsverhältnisse, welche ich, da die Individuen verschiedenen Alters hierzu die Gelegenheit boten, hauptsächlich ins Auge gefafst habe.

Wie schon erwähnt, hatte das größte meiner Exemplare 109 mm Länge bei 66 mm Breite, eins der Kleinsten 79 mm Länge bei 51 mm Breite. Durch die Schalen derselben wurden zwei correspondirende Schliffe in der Richtung vom Wirbel durch den kleineren, dem Wirbel am nächsten liegenden Schließmuskel gelegt, und da am Wirbel die Wabenschicht, wie bekannt, stets abgerieben ist, an beiden eine abgemessene Länge von 9 mm beseitigt. Die Schliffe wurden, wie dies früher bei *Mytilus* geschah, sectionsweise gezeichnet, und die einzelnen Zeichnungen auf einem größeren Blatt zusammen aufgeklebt. Ebenfalls wie früher wurde das Resultat, was die Dickendimensionen betrifft, dadurch anschaulicher gemacht, dafs auf einer geraden, die Grenzlinie zwischen Wabenschicht und Perlmutter bedeutenden Linie, die Länge nur einer 6fachen Vergrößerung entsprechend, nach oben die Dicken der Wabenschicht, nach unten die des Perlmutters, beide bei 24facher Vergrößerung aufgetragen, und die wirklichen Dicken in mm dabei notirt sind. Beide Schalen wurden in einander gezeichnet, und die jüngere mit punktirtem Umrifs angegeben.

Diese Abbildungen werden, um die Zahl derselben nicht noch mehr zu häufen, hier nicht publizirt, da das Resultat klarer als bei *Mytilus* hervortritt und durch Beschreibung eher verdeutlicht werden kann.

Man wird sich erinnern, dafs bei Jenem die blaue Schicht eine Aufwulstung des Randes zeigte, durch deren Vorfiebung bei dem Wachstum durch Intusussception die Dickenzunahme theilweise undeutlich wurde. Die Wabenschicht von *Anodonta* besitzt eine solche Aufwulstung nicht, und in Folge davon ergibt sich die Dicke derselben an allen correspondirenden Stellen des älteren Exemplars als erheblich und augenfällig dicker als am jüngeren Exemplar, wie folgende kleine Tabelle zeigt, welche die Messungen von vier correspondirenden Stellen, die so weit vom Rande abliegen, dafs die dort häufiger vorkommenden schuppigen Unregelmäßigkeiten der Oberfläche die Constanz der Zahlen nicht alteriren, wiedergibt.

	Älteres Exemplar.	Jüngeres Exemplar.
Näher am Rande	0,375 mm	0,208 mm
weiter ab	0,279 »	0,154 »
» »	0,229 »	0,100 »
» »	0,179 »	0,096 »
Summa:	1,062 mm	0,558 mm

Die Dicke der Wabenschicht des älteren Exemplars ist also fast das Doppelte von der des jüngeren an den correspondirenden und gleich weit vom Wirbel abliegenden Stellen, und dieses Verhältniss repräsentirt noch nicht einmal das volle Dickenwachsthum der von den Weichtheilen des Thieres doch gänzlich isolirten Wabenschicht, denn es wird weiterhin ein Vorschieben aller Theile der Schale auch bei *Anodonta* aus anderen Beobachtungen erwiesen werden, und obige kleine Tabelle ergibt, dass auch bei jedem Individuum für sich betrachtet, die Wabenschicht an den dem Wirbel näher liegenden Theilen dünner ist, als an den dem Rande näher liegenden.

Beim Perlmutter von *Anodonta* scheint das Verhältniss ähnlich als bei der blauen Schicht von *Mytilus* zu sein, tritt aber doch nicht so bestimmt hervor, dass sichere Schlüsse daraus gezogen werden könnten. Unter diesen Umständen hatte es ein besonderes Interesse, die Dimensionen der Querschnitte der Prismen der Wabenschicht in verschiedenem Alter zu vergleichen.

Von denselben beiden Schalen habe ich je einen Flächenchliff gefertigt, dessen Mittelpunkt an der genau correspondirenden Stelle 17—18 mm vom Wirbel liegt. Die Schliffebene, die bei der Krümmung der Schale natürlich nicht parallel der Oberfläche, sondern in einer Tangente derselben liegt, schneidet bei beiden die Grenze zwischen Wabenschicht und Perlmutter derartig, dass in der Mitte des Schliffs ein Infelchen des Perlmutters hervortritt, während der Rand durch diejenigen Stellen gebildet wird, wo die Schliffebene die äussere Schalenfläche schneidet. An dem Uebergange der Wabenschicht in das Perlmutter wurden nun bei jedem Präparat zwei Segmente der Wabenschicht, die auf den beiden Seiten des ungefähr 3 mm breiten Perlmutter-Infelchens, das eine nach dem Wirbel, das andere nach dem Rande zu liegen, bei 24facher Vergrößerung mit dem Zeichenprisma gezeichnet. Die Grösse der gezeichneten Flächen wurde mit dem Amsler-Lafond'schen Planimeter bestimmt, der für die Messung solcher unregelmässig begrenzten Flächen ein, vorsichtige Handhabung vorausgesetzt, sehr empfehlenswerthes Instrument ist. Die Resultate sind folgende:

	wirkliche Grösse der gezeichneten Fläche in □ mm.	Zahl der darin befind- lichen Querschnitte von Prismen.	Zahl der Prismen- Querschnitte pro □ mm.
A. Junge Schale ca. 16 mm vom Wirbel . . .	0,1325	120	906
B. Dieselbe > 19 > > > . . .	0,1565	116	741
Durchschnitt			823
C. Alte Schale ca. 16 mm vom Wirbel . . .	0,2321	102	440
D. Dieselbe > 19 > > > . . .	0,2430	102	420
Durchschnitt			430

Danach verhält sich also die Fläche der einzelnen Prismen-Querschnitte an der Grenze des Perlmutters bei der grösseren Schale gegen die bei der jüngeren fast wie 2 : 1, genauer = 1,914 : 1. Das Verhältniss der ganzen Schalenflächen ist ungefähr = 7 : 4, genauer 1,785 : 1; ungefähr dasselbe Verhältniss, als zwischen den Flächen der ganzen Schale stattfindet; und würde die ganze Grössenzunahme der Muschel auf Vergrößerung der einzelnen Prismen zurückzuführen sein, während doch, abgesehen von der Unmöglichkeit, dass die Dicke der einzelnen Prismen stärker zunimmt als die Fläche der ganzen Schale, unzweifelhaft auch ein Anwachsen am Rande mit Bildung neuer Prismen stattfindet. Es ist jedoch zu bedenken, dass, wie früher bei *Meleagrina* erwähnt und abgebildet — und was auch bei *Anodonta* zutrifft — die sogenannten Prismen keine wirklichen Prismen sind, sondern dass sie sich von der Oberfläche her theilweise auskeilen, also in der Nähe des Perlmutters ihre Zahl kleiner, und demnach die Querschnitte der einzelnen grösser sind, als in der Nähe der äusseren Fläche. Schwerlich ist aber anzunehmen, dass die Dickenzunahme der Wabenschicht nur in einem gleichmässigen Auswachsen ihrer einzelnen Lagen besteht. Es finden sich entschiedene Andeutungen davon, dass das Wachsthum der neu gebildeten Lagen allmähig schwächer wird, und die inneren sind unzweifelhaft die jüngeren. Ausserdem ist — namentlich bei *Anodonta*, wo die Prismen der Wabenschicht nicht durch eine ausgesprochene Conchiolinmembran vom Perlmutter abgetrennt sind, — die Möglichkeit eines Ansatzes von Wabenschicht von Innen her nicht ganz ausgeschlossen. Fände aber eine stärkere Dickenzunahme der inneren Lagen der Wabenschicht oder gar ein Ansatz von unten statt, so müsste

bei der fortwährenden Auskeilung eines Theils der Prismen hierdurch allein schon eine gewisse Vergrößerung des Querschnitts der übrig bleibenden entstehen. Ich nehme also nicht an, daß die oben gegebenen Zahlen das exakte Verhältniß der Vergrößerung der einzelnen Prismen-Querschnitte beim Wachsthum ausdrücken, eine erhebliche Zunahme findet aber gewiß statt, und wir können auch annähernd bestimmen, wie stark diese Vergrößerung mindestens nach den beiden untersuchten Individuen sein muß.

Die Querschleife zeigen, daß in der den Flächenschleifen entsprechenden Region die Dicke der Wabenschicht der älteren Schale fast das Doppelte (375 : 208) ist. Legte man die Schleifebene durch die ältere Schale so, daß sie eine Lamelle der Wabenschicht auf 0,555 der gesammten Dicke letzterer tangirt, so würde dies der Grenzschicht gegen das Perlmutter bei der jungen Schale dann entsprechen, wenn nur ein Anfaß von unten die Verdickung bewirkte. So genau läßt sich die Schleifebene natürlich nicht legen; wenn man indeß an meinem Präparate, dessen Schleifebene, wie schon erwähnt, in der Mitte einen kleinen Theil des Perlmutters, an den Rändern die Außenfläche der Wabenschicht schneidet, zwischen diesen beiden Grenzen eine geeignete Stelle auswählt, so kann man die Flächen der Prismen-Querschnitte aus beliebigen Lagen der Wabenschicht annähernd bestimmen. Allerdings muß dabei die Wölbung der Schale in Betracht gezogen werden, denn ein Punkt, der genau in der Mitte zwischen der Linie, wo der Schliff den Anfang des Perlmutters schneidet, und derjenigen, wo er die Epidermis schneidet, sich befindet, liegt wegen der Wölbung der Schale nicht in der Mitte der Wabenschicht, sondern etwa auf 0,554 derselben. Es ist ein Zufall, daß diese Zahl fast genau mit der oben für das Dickenverhältniß angegebenen übereinstimmt. Ich hatte eigentlich ein Segment des Flächenschliffs zeichnen und dessen Prismen-Querschnitte bestimmen wollen, das genau in der Mitte zwischen den beiden Grenzlinien lag. Beim Nachmessen fand ich jedoch, daß es etwas näher an der Linie liegt, wo die Schleifebene die Epidermis schneidet (das genaue Verhältniß ist 0,53 : 0,47). Sicher liegt es also innerhalb derjenigen Lagen der Wabenschicht der älteren Schale, welche der Dicke der ganzen Wabenschicht bei der jüngeren an der correspondirenden Stelle entsprechen, und repräsentirt dieses Messungsergebnis das Minimum der Vergrößerung der Querschnitte der Prismen durch das wirkliche Wachsthum in die Breite.

Das in derselben Größe als die früheren gezeichnete Segment, dessen Mitte ebenfalls 17 bis 18 mm vom Wirbel lag, wurde in zwei Hälften getheilt, deren eine mehr nach dem Wirbel, die andere mehr nach dem Rande zu lag. Erstere hatte 0,1902 □ mm wirkliche Größe mit 111 Prismen-Querschnitten, letztere 0,1882 □ mm mit 101 Prismen-Querschnitten.

Bei der Ersteren enthält also 1 □ mm 583 Querschnitte,
bei der Letzteren 537

Durchschnitt 560 Querschnitte.

Bei der jüngeren Schale war der Durchschnitt beider Messungen 823, also ergibt sich, da die durchschnittliche Flächengröße der einzelnen Querschnitte im umgekehrten Verhältnisse steht, auch hier eine Zunahme von 47 Procent.

Hätten diese Zahlen eine exactere Bedeutung, so würde allerdings noch eine kleine Correction dafür anzubringen sein, daß in Folge der Wölbung der Schale bei dem gezeichneten Segment die Axe der Prismen nicht ganz senkrecht auf der Schleifebene steht. Es würde jedoch die Bedeutung, welche ich diesen Zahlen überhaupt nur beilege, mißverstanden werden können, wollte ich auf solche Minutien eingehen. Ohne Vergleich stärker wird ihre Genauigkeit in umgekehrter Richtung durch einen Fehler beeinflusst, welcher sich wohl erkennen, aber nicht eliminiren läßt. An der Schale desselben Individuums sind nämlich gleichzeitig in den Regionen, welche nach dem Rande zu liegen, die Prismen erheblich dicker als in den Regionen, die nach dem Wirbel zu liegen. Dieser Unterschied ist so erheblich, daß es der Anfertigung besonderer Flächenschleife zu seinem Nachweise nicht bedurfte. Schon die in radialer Richtung vom Wirbel ausgehenden Querschleife zeigen ihn unzweideutig und er läßt sich auch schon aus den angeführten Messungsergebnissen von Flächenschleifen erkennen, wo ja immer zwei Segmente, das eine nach dem Wirbel, das andere nach dem Rande zu gemessen sind.

Im Folgenden sind die Resultate so, daß sie in dieser Richtung vergleichbar sind, zusammengestellt:

A. Aeltere Schale von der Grenze mit dem Perlmutter

nach dem Wirbel zu: 440 Abth. pro □ mm, nach dem Rande zu: 420.

B. Dieselbe auf 0,554 der Wabenschicht von der äußern Fläche gerechnet

nach dem Wirbel zu: 583 Abth. pro □ mm, nach dem Rande zu: 537.

C. Jüngere Schale an der Grenze mit dem Perlmutter

nach dem Wirbel zu: 906 Abth. pro □ mm, nach dem Rande zu: 741.

Man sieht, daß das Verhältniß auch auf diese kurzen Distanzen ganz constant hervortritt, und dürfte diese Constanz, nebenbei bemerkt, zugleich ergeben, daß diese Zahlen nur in engen Grenzen von Zufälligkeiten beeinflusst werden.

Da wir nun wissen, daß mit dem Wachsthum der Schale eine Ausdehnung der schon vorhandenen Theile in der Flächenrichtung verbunden ist, was übrigens auch durch die Größenzunahme der Prismen-Querschnitte in den Flächenschliffen allein schon bewiesen wird, habe ich, indem ich Segmente der älteren und der jüngeren Schale in gleicher Entfernung vom Wirbel wählte, das gar nicht erreicht, die wirklich correspondirenden Stellen zu vergleichen. Das Segment der älteren Schale, das jetzt die gleiche Lage zum Wirbel hat, als das der jüngeren, hat sich näher am Wirbel gebildet, als das Letztere. Es wurde schon darauf hingewiesen, daß das Gefüge der Wabenschicht, wie es durch die Septirung besteht, je näher dem Wirbel um so feiner ist; wenn ich also die Dimensionen dieses Gefüges bei der älteren Schale 17—18 mm vom Wirbel bestimme, so entspricht diese Stelle für die jüngere Schale einem um so viel näher am Wirbel liegenden Segment, als die Verschiebung nach dem Rande zu durch die Flächenausdehnung innerhalb dieser Altersstufe betragen hat. Dieses Moment meiner Untersuchungsmethode mußte also nothwendig die Vergrößerung der Prismen-Querschnitte erheblich geringer erscheinen lassen, als sie wirklich ist.

Ergibt es sich nach alle dem, daß es nicht gelingen kann, das Flächenwachsthum durch Intusception gegenüber der Vergrößerung durch Anfaß neuer Schichten am Rande in exacten Zahlen festzustellen, so dürfte um so sicherer nachgewiesen sein, daß ein solches Wachsthum durch Intusception überhaupt stattfindet und daß die Vergrößerung der Muschelüberwiegenden Theile auf dieses Wachsthum zurückzuführen ist, und nur zum kleineren Theil auf Anfaß neuer Schichten am Rande.

Ich lege den größten Werth darauf, daß bei Fragen von so großer Tragweite und immerhin schwieriger Lösung die letztere nicht von einzelnen Beobachtungen abhängig gemacht wird, bei deren Interpretation ja so leicht eine Uebereilung vorkommt, wie denn schon bei *Helix* erörtert ist, daß die ungerechtfertigten Schlusfolgerungen, welche Reaumur aus seinen ganz einseitigen Experimenten mit der Heilung beschädigter Schnecken schalen zog, die ganze Frage nach der Natur der Gehäuse der Mollusken für drei Viertel eines Säculum auf einen unfruchtbaren Irrweg gebracht haben, wobei, um die Interpretation einer isolirten Beobachtung aufrecht erhalten zu können, die kühnsten und unwahrscheinlichsten »Erklärungen« aus der Luft gegriffen wurden. Deshalb glaube ich dem günstigen Leser das wiederholte Eindringen in solche Einzelheiten der Untersuchung zumuthen zu dürfen. Das Flächenwachsthum der Schale war freilich schon bei *Mytilus* durch die Verhältnisse ihrer äußeren Gestalt nachgewiesen worden, und da in der Wabenschicht eine Neubildung von Septen in jedem Präparat durch das Vorhandensein ihrer Anfänge bemerkbar sein mußte, was nicht der Fall ist, so war eine Vergrößerung der Querschnitte der durch die Septen begrenzten Prismen durch das Schalenwachsthum ohnehin vorauszusetzen. Daß sie aber, wie gezeigt worden, bei *Anodonta* auch nachweisbar ist, hat einen großen Werth, indem sie einen zweiten selbstständigen Beweis für das Wachsthum durch Intusception liefert. Dieses Convergiere der Resultate aus Untersuchung der Form und Untersuchung der Struktur — dieses Zusammen-Klappen der beiden Beweisführungen — scheint mir eben die Zuversicht auf die Richtigkeit der Schlusfolgerung wesentlich zu rechtfertigen.

Es bleibt noch Einzelnes von dem bei *Anodonta cygnea* Beobachteten zu erwähnen.

1) Die Schicht, welche ich bei *Mytilus* als »prismatisches Perlmutter« bezeichnete, findet sich ganz ähnlich als bei diesem und bei *Melcagrina* in dem Querschliff der älteren *Anodonta* und ebenso aus den äusseren Lagen des Perlmutter mit gangartiger Durchsetzung feiner Schichten in die inneren Lagen herabsteigend, bis sie, wo der Ansatz des Schliessmuskels beginnt, an die innere Fläche tritt und die Basis des Muskelfansatzes bildet. Ihre Dicke beträgt aber innerhalb der Schale höchstens 15,5 μ , als Basis des Muskelfansatzes nur 13,7 μ .

Bei dem jüngeren Exemplare sind nur Andeutungen derselben zu sehen. Da sich diese prismatische Schicht auch bei der sonst so abweichenden *Ostrea* als Basis des Muskelfansatzes wieder finden wird, dürfen wir sie wohl bis auf Weiteres als ein regelmässiges und gewiss sehr bedeutungsvolles Strukturverhältniss der Cormopoden-Schale betrachten, das sich aber in jüngeren Schalen nicht immer mit Bestimmtheit nachweisen lassen wird.

2) Aetzung eines Flächenschliffs mit Salpetersäure bringt in den äusseren Lagen des Perlmutter ein ungemein schönes und deutliches, negatives Netz hervor, in der Wabenschicht nur eine sehr feine Punktirung, die sich als positiv, d. h. von Körnchen oder Hervorragungen und nicht von Grübchen — wie bei *Pinna* — herrührend, ergibt, ohne dass eine andere Struktur oder Andeutungen von Crystallisation bemerkbar wären.

3) Der Schalenrand von *Anodonta*, so wie der von *Unio* charakterisirt sich durch eine eigenthümliche, weiche und blättrige Beschaffenheit. Blättrige Ansätze finden sich schon in einiger Entfernung vom Rande. Dass die blättrige Beschaffenheit des Randes nur ein ausgesprochenes Auftreten dieser Bildung sein muss, tritt von selbst entgegen; wichtig erschien es aber doch, die Endung der Wabenschicht, also überhaupt der harten Schale — denn das Perlmutter läuft schon früher aus — genau beobachten zu können.

Dies hat seine besondere Schwierigkeit. Tranken der mit der grössten Vorsicht behandelten Randstücke mit Terpentinöl und dann mit Canadabalsam, wo es auch bei dem anhaltendsten Erwärmen kaum möglich ist, den zwischen den blättrigen Membranen befindlichen Balsam zum vollständigen Erhärten zu bringen, gestattete die Anfertigung von Querschliffen, welche manche später zu erwähnende Verhältnisse sehr schön zeigen; aber der Auslauf des eigentlichen Randes der Wabenschicht konnte in mehrfachen Präparationen nicht zur Anschauung gebracht werden. Er war immer abgebrochen oder mehr und weniger beschädigt; es wurde also zu einer anderen Präparationsmethode geschritten.

Wasserglas ist schon vor längeren Jahren — irre ich nicht von Welcker — als einfaches und zweckmässiges Medium zum Einlegen von Präparaten empfohlen, aber nicht zur allgemeinen Anwendung gelangt. Bei Schliffen von Eischalen habe ich früher einige Versuche damit gemacht, sie aber nicht fortgesetzt, aus Gründen, die hier nicht interessieren. Ich überzog nun ein grösseres Randstück einer jüngern, noch feuchten *Anodonta*-Schale mit mehreren auf einander folgenden Schichten von gutem dickflüssigem Wasserglas in der Art, dass namentlich der ganze Rand in eine ziemlich dicke Wulst erhärteten Wasserglases eingehüllt war. Nach vollständiger Erhärtung des Ueberzuges wurde das Stück mit einer Laubfuge in passende Theile zerlegt und diese mit neuen Schichten von Wasserglas so auf einander gekittet, dass ein handliches Stückchen entstand. Das vorläufige Schleifen auf einem kleinen Schleifftein konnte trocken geschehen; zum Feinschleifen darf natürlich Wasser nicht angewandt werden. Hierzu diene Alkohol und zwar gewöhnlicher roher Brennsprit von ca. 80° Tralles, da schon dieser eine merkliche lösende Wirkung auf das Wasserglas nicht hat. Das Befestigen der zuerst abgeschliffenen Fläche auf dem Objectträger geht sehr leicht mittelst eines reichlichen Tropfens Wasserglas. Die Schliffebene haftet sofort sehr fest, und nachdem durch wiederholtes Auftragen von Wasserglasschichten zur besseren Befestigung des Schliffs rings um denselben auf dem Objectträger ein mässig ansteigender Rand gebildet ist, macht das Schleifen der andern Fläche, erst trocken auf dem Stein, dann mit Spiritus und einer Feile, und endlich mit Smirgel auf einer Glasplatte keine besonderen Schwierigkeiten. Das Einlegen des fertigen Schliffs ist eine ausserordentlich einfache Procedur. Auf den leicht mit destillirtem Wasser befeuchteten Schliff wird ein Tropfen Wasserglas gebracht, und das Deckglas ohne weiteres aufgelegt. Dieses muss aber mit sorgfältiger Beachtung der richtigen Lage geschehen, denn

das Wafferglas faßt so schnell, daß schon nach einem sehr kurzen Zeitraum das Deckglas nicht mehr verschiebbar ist.

So habe ich ein im Wesentlichen befriedigendes Präparat erlangt. Uebelstände waren erstens, daß der Schliff unerwartet früh Anfänge von Splitterung zeigte, so daß nicht gewagt werden durfte, ihn so fein zu schleifen, als wünschenswerth gewesen sein würde; zweitens, daß nach dem Auflegen des Deckglases Luftbläschen hervortraten, die früher nicht bemerklich waren. Ich habe dieses schon bei früheren Präparaten bemerkt. Es scheint mir nur daher rühren zu können, daß beim Festwerden des Wafferglases irgend eine Gasentwicklung eintritt. Daß der Schliff foviell leichter splittet als in Balfam, möchte darin liegen, daß bei letzterem die weichere, elastischere Einbettung die kleinen Stöße und Dröhnungen, welche das Schleifen unvermeidlich begleiten, weniger heftig auf die zu schleifende Substanz einwirken läßt.

Bei alle dem wird das Verfahren, wo man zarte Weichtheile wegen ihrer Verbindung mit harten Geweben, die unschneidbar sind, um diese Verbindung zu studiren, schleifen muß, wohl im Auge zu behalten sein.

Fig. 68 A Taf. XIV giebt einen solchen Schliff vom Auslauf des Bauchrandes eines ziemlich jungen, nur 77 mm langen Exemplars bei schwacher Vergrößerung. Die Wabenschicht, an ihrer äußeren und inneren Fläche von derben Conchiolinhäuten und deren Detritus bedeckt, läuft mit diesen in eine leuchtend rothgelbe Conchiolin-Membran aus, von welcher sich nach außen und innen zahlreiche Blätter abspalten und in der mannigfaltigsten Weise sich verzweigen und kräufeln. Der Schliff ist nicht fein genug, um überall nur die reinen Querschnitte dieser Blattersysteme zur Anschauung zu bringen. Dazu liegen sie auch wohl nicht regelmässig genug. Zudem sind ihre Zwischenräume auch mit Detritus aller Art, theils gewiss von ihrer eigenen Zerfetzung und Zerstörung herrührend, angefüllt. Leider befinden sich unter diesem Detritus auch zahlreiche Sandkörnchen, die an und zwischen den Blättern festgeklebt sind und, so weit sie sich beim Dünnschleifen ablösen, den Schliff leicht beschädigen. So konnte in der Zeichnung nicht überall der Verlauf der einzelnen Blätter in ihrem Querschnitt exact dargestellt werden, denn das sogenannte Schematisiren ist bei allen diesen Zeichnungen streng vermieden, oder wenigstens da, wo es stattgefunden hat, ohne Rückhalt eingestanden. Jedenfalls wird man aus der Fig. 68 A das Wesentliche dieser eigenthümlichen und überraschenden Struktur des Schalenrandes entnehmen können.

Noch complicirter ist bei einem ältern Exemplar die Bildung am Vorderrande, d. h. dem bei *Anodonta* vom Wirbel am weitesten abliegenden Theile des Randes. Die Ausläufer gehen hier nicht nur von der Oberhaut aus, sondern die sich abspaltenden Blätter bestehen aus Abzweigungen der verkalkten Wabenschicht selbst. Man vergleiche in dieser Beziehung die Fig. 69 A Taf. XIV nach einem Schliff in Balfam, welche, um einen orientirenden Ueberblick zu bieten, in noch kleinerem Maßstabe als Fig. 68 A gezeichnet ist. Hier liegt offenbar eine ganz ähnliche Bildung vor, als diejenige, welche die abstehenden Schuppen so vieler Muschelschalen veranlaßt. Unter den mannigfachen Versuchen, die Bildung der Muschelschale mechanisch zu erklären, ist mir ein solcher in Beziehung auf diese Schuppen nie aufgefallen. Es möchte auch die lebhafteste Phantasie Schwierigkeiten bei demselben finden, ebenso wie es bei der Betrachtung solcher Randformen, als Fig. 68 A und 69 A sie darstellen, sich als eine Ungeheuerlichkeit ergibt, sie als cuticulare Secretionen des Mantelfaums zu erklären. Alle solche Erklärungen sind eben ohne Untersuchung und Kenntniss der wirklichen Beschaffenheit gemacht, was freilich sehr bequem ist.

Diese Präparate gestatten einen ziemlich tiefen Einblick in die Genesis der Wabenschicht. Bei demjenigen, auf welches sich Fig. 69 bezieht, ist der eigentliche Rand durch Beschädigung unvollständig, aber an der mit d,d bezeichneten Stelle gewährt er bei starker Vergrößerung ein sehr charakteristisches Bild, das in Fig. 69 B, allerdings nicht ohne etwas zu schematisiren*), dargestellt ist. Man sieht ein

*) Dieses Schematisiren geht nur soweit, daß, da die Querschnitte der horizontalen Membrane in dem ziemlich dicken, etwas getrübbten Schliff an einzelnen Stellen nur undeutlich waren, sie dort den anderen günstigeren Stellen entsprechend ausgeführt wurden. Zahl, Abstand und Dicke derselben sind nach der Natur. Was die senkrechten Septen betrifft, so sieht man eine größere Zahl, als gezeichnet, aber nur undeutlich. Weil diese Septen prismatische — hier freilich mehr tafelförmige — Ab-

verhältnismäßig derbes Conchiolingerüst, welches die Wabenschicht sowohl in horizontaler, als in senkrechter Richtung septirt. Die horizontalen Membrane verlieren sich vom Rande nach dem Wirbel zu, indem sie immer schwächer werden und allmählig in die gewöhnliche horizontale Schichtung der älteren Wabenschicht übergehen, wie in Fig. 69 A angedeutet ist. An einigen Stellen der Fig. 69 B sieht man in der Flächenansicht der Septen die runden Hohlräumchen, welche bei *Meleagrina* ausführlich abgehandelt sind und hier weiterer Erwähnung nicht bedürftig sind.

Von größerem Interesse sind die dunkeln, d. h. undurchsichtigen Theile der Wabenschicht nahe an dem inneren Conchiolinüberzuge. Die Undurchsichtigkeit rührt ohne Zweifel davon her, daß der Balsam hier nicht in den Schliff eingedrungen ist. Diese Wirkung ist aber nur dadurch erklärlich, daß die Verkalkung noch unvollständig ist, denn die ausgebildete Grundmasse der Wabenschicht bedarf des Eindringens des Balsams nicht, um durchsichtig zu sein. Auch an der mit a bezeichneten Stelle der Fig. 69 A erscheint die Wabenschicht durch Trübung, Färbung und Nüthervortreten der Septen als noch nicht, oder wenigstens nicht vollständig verkalkt. Ein weiterer interessanter Einblick in die Genesis der Kalkschale ergibt sich aus Fig. 68 B. Sie stellt aus einem andern Schliff des Wasserglaspräparats den Uebergang der verkalkten Wabenschicht in den membranösen Conchiolinrand dar. Man sieht, wie Rudimente der ersteren isolirt mitten in dem letzteren auftreten. Es kommen auch in der äußeren Conchiolinhaut, die überhaupt eine lamelläre Schichtung zeigt, regelmässig gelagerte Hohlräume vor, wie beides in Fig. 69 B zu sehen ist.

Fassen wir alles dieses zusammen, so ergibt sich, daß die Wabenschicht von innen heraus organisch aus den Schichten der Conchiolin-Membran erwächst, ziemlich ähnlich, als wir bei *Mytilus* die Entstehung der sogenannten Epidermis aus der Randmembran haben verfolgen können. Diese Analogie war dort schon angedeutet. Es ergibt sich ferner, daß eine innere Entwicklung in der Wabenschicht verfolgt werden kann; daß, während in den Jugendzuständen die Conchiolin-Membrane prävaliren, sie später immer mehr in den Hintergrund treten, während die kalkigen Massen, welche das Conchiolingerüst erfüllen, in allen Dimensionen zunehmen, woraus natürlich auch ein eigentliches, innerliches Wachstum schon gebildeter Schalentheile, wie es früher nachgewiesen wurde, erfolgen muß.

Die Verhältnisse bei *Unio pictorum* sind denen von *Anodonta* so ähnlich, daß ich nicht weiter darauf eingehe, obgleich ich einige Schliffe auch von Ersterer besitze, und glaube ich, das wesentliche Ziel dieser Abhandlung der Cormopoden-Gehäuse: den Nachweis, daß sie durchaus organisirter Natur sind, und zwar Organismen, deren Grundlage nicht die Zellenform ist, erreicht und diesen Nachweis auf ein Material von genügendem Umfange und von der verschiedensten Art fest begründet zu haben; ich könnte diese Untersuchungen also hier abschließen, denn ihnen auch nur eine annähernde Vollständigkeit im zoologischen Sinne zu geben, daran darf ich leider nicht denken.

Es liegt mir jedoch in einer Reihe von Präparaten von *Ostrea edulis* ein Material vor, das wegen der von den untersuchten *Dimyariiden* und auch von den *Malleiden* so ganz abweichenden Struktur eine gewisse Wichtigkeit hat, und das ich deswegen nicht ganz mit Stillschweigen übergehen möchte, da es wenigstens zeigt, wie oberflächlich die Beschaffenheit einer so alltäglich vorliegenden Muschelschale bis jetzt bekannt war.

Gerade hier würde eine eingehende Untersuchung für die Beziehungen der Schalenstruktur zur Speziesfrage, bei den mannigfachen Formen, in denen *Ostrea* vorkommt, von besonderer Wichtigkeit sein; leider dürften aber wenig Schalen einem genaueren Studium so große Schwierigkeiten entgegenstellen, als gerade diese. Es liegt darin, daß es außerordentlich schwierig ist, gute Querschliffe der Schale herzustellen. Bei Flächenschliffen tritt diese Schwierigkeit nicht ein, aber die Querschliffe lösen sich beim Dünnschleifen, indem sie zerplittern, mit einer alle Geduld ermüdenden Consequenz von dem Objectträger ab. Die Ursache hiervon ist mir nicht ganz klar geworden. Auch die Hoffnung, daß

theilungen der Wabenschicht umschließen, kommen in einem dickern Schliff auch solche Septen, die nicht von der Schliffebene geschnitten werden, und in nicht reinen Profilanfsichten undeutlich zur Anschauung. Diese sind, um die Zeichnung nicht unklar zu machen, bis auf eine schwach angedeutete weggelassen worden.

mit Wasserglas ein besserer Erfolg zu erreichen sei, hat sich nicht realisiert. Man kann indess aus einer längeren Reihe auch mangelhafter Präparate immer noch gewisse Resultate ziehen.

Ich habe zuerst die sogenannte holsteinsche Auster aus der Nordsee untersucht. Ein mit einer mäßig feinen Laubfuge gefertigter Querschnitt einer Schale vom Schalenbunde aus durch den grossen Schliessmuskel bis zum Rande ergibt schon dem unbewaffneten Auge ein überraschendes Resultat. Eine Darstellung desselben giebt Fig. 70 Taf. XIV in doppelter natürlicher Grösse. Vom Ansatz des Schliessmuskels nach dem Schloß zu findet sich bei a ein System durch feine Zwischenwände vollständig von einander getrennter Kammern. In der Zeichnung wurden sie schraffirt, um sie gegen die dichte Schalenmasse zurücktreten zu lassen. Sie sind beim lebenden Thier mit einer wässrigen Flüssigkeit gefüllt, und ist es auffallend, wie lange — mehrere Wochen lang — diese Flüssigkeit sich ohne merkliche Verdunstung noch in der todten Schale, aus welcher die Weichtheile entfernt sind, hält. Leider habe ich veräumt, ihre Beschaffenheit, die physiologisch wahrscheinlich von Interesse ist, rechtzeitig zu untersuchen. In jetziger Jahreszeit ist kein Material dazu vorhanden. Sehr befremdend war es mir, ein so interessantes Strukturverhältniss, das doch bei der holsteinschen Auster so von selbst hervortritt, dafs grofse Voracht dazu gehört, die dünne Lamelle, welche diese Hohlräume gegen das Innere der Schale abschliesst, nicht zu verletzen, gewissermassen erst entdecken zu müssen, während doch eines ähnlichen Verhältnisses bei *Spondylus* als »höchst eigenthümlich« erwähnt wird.

Auch Rofe sagt in dieser Beziehung in der öfter angeführten Arbeit nur, dafs man »zuweilen« bei dicken Schalen bemerke, dafs die Schichten der Perlmutterlage nicht vollständig auf einander liegen, sondern flache Höhlungen zwischen sich einschliessen, in denen dann oft eine schneeweisse Haut liege, in der man lose neben einander liegende Kalkspathrhomboëder mit dem Mikroskop erkennen könne.

Ich finde in den Kammern weder Häutchen noch Crystalle, wohl aber die Flächen der Scheidewände, welche im Uebrigen die später zu beschreibende Struktur der Schalen-Grundsubstanz besitzen, mit dicht stehenden rundlichen Hervorragungen überzogen.

Rofe beschreibt fons sehr anschaulich, und hat ihm offenbar dasjenige, was Fig. 70 zeigt, nicht vorgelegen, sondern etwas mehr an die Struktur der jungen Austerschale Erinnerndes, und dürfte diese Kammerung der Schale der holsteinschen Auster eigenthümlich sein. Ich habe einige Exemplare der sogenannten grünen Auster, die im Atlantischen Meer zu heimathen scheint, untersucht und keine solche Kammerung, überhaupt die Schale viel dünner und fester und zwischen Muskelansatz und Schloß ganz solide gefunden. Wahrscheinlich wird es so auch bei der sogenannten englischen Auster, die ich aber zu untersuchen keine Gelegenheit hatte, sein. Ist ein so erheblicher Unterschied im Schalenbau spezifisch oder Variation? Das ist eine interessante Frage, die ich hier nur stellen, aber nicht beantworten kann.

Ein weiteres für *Ostrea* charakteristisches Strukturverhältniss, das aber bei allen Formen derselben, nur bei den dünnchaligeren in geringerer Ausdehnung vorkommen dürfte, ist das in Fig. 70 mit e bezeichnete und durch Punktirung der von ihm eingenommenen Flächen gegen die solide Schalensubstanz hervorgehobene.

Rofe erwähnt feiner, indem er darüber sagt: »Zwischen den verschiedenen Schichten der Perlmutterlage kommt an verschiedenen Stellen, besonders bei dem Muskeleindruck, eine schneeweisse »erdige Masse abgefondert vor, die unter dem Mikroskop aus kleinen Stäbchen und Körnchen besteht, die aber eine regelmässige Form nirgends erkennen lassen.«

Er fügt dann noch hinzu, dafs *Ostrea lamellosa* von Montpellier diese »Kreideschicht« in viel gröfserer Menge habe und sie dort förmliche Schichten bilde, deren senkrechte Faerbung eine gewisse Aehnlichkeit mit der Faerlage von *Pinna* zeige. Diefem ist nach dem Befunde bei der holsteinschen Auster doch noch Manches hinzuzufügen.

Aus Fig. 70 Taf. XIV und 71 Taf. XV wird man ein besseres Bild von dem Bau dieses Theils der Schale, als aus einer langen Beschreibung entnehmen können. In ersterer sind die »Kreidemassen«, wie schon bemerkt, durch Punktirung bezeichnet. Die Septen, welche sie abtheilen, konnten bei dem kleinen Mafsstab der Zeichnung nur angedeutet werden. Fig. 71 läfst dieselben deutlicher ersehen, wie sie sich bei Beleuchtung von unten in dem ziemlich dicken, in Balsam liegenden Schliff halbdurchsichtig

von dem durch feinen Luftgehalt undurchsichtigen Gewebe, das von R o s e als Kreideschicht bezeichnet wird, abheben.

Hier von einer förmlichen Schichtung zu sprechen, ist wenigstens mißverständlich. Das Grundgewebe der Schale, das allerdings ein geschichtetes ist, hat sich lagenweis gespalten und bildet dadurch ein System von Hohlräumen, ähnlich, wenn auch nicht ganz übereinstimmend mit denjenigen, die zwischen Muskelanatz und Schloß liegen, aber nicht, wie diese, leer oder nur mit einer Flüssigkeit, sondern mit einem eigenthümlichen lufthaltigen Gewebe erfüllt, dessen genauem Studium erhebliche Schwierigkeiten entgegenreten.

Wir werden sehen, daß dieses Gewebe aus einem complicirten System feiner Blättchen besteht, welche lufthaltige Hohlräumchen einschließen. Um saubere, exacte Schliffe zu erlangen, müßte man nicht nur vorher den Luftgehalt derselben durch Canadabalsam vollständig austreiben, sondern letzteren auch vollständig erhärten. Beides gelingt nicht. Dazu kommt noch, daß die Grundsubstanz der Schale so splittert, daß man Situationschliffen eine Dicke von beinahe einem Millimeter lassen muß, um sie unbeschädigt zu erhalten, wo dann die »Kreideschicht«, wie ich sie hier noch nennen will, ganz undurchsichtig bleibt, wenn auch die sie durchziehenden Septen, wie bei Fig. 71, glücklicherweise schon ziemlich durchsichtig sind.

Die besten Präparate zum Erkennen der feineren Struktur der Ersteren habe ich erhalten, indem ich gar nicht mit Smirgel schliff, sondern das auf einer Seite mit einer feinen Feile trocken behandelte und dann mit Terpentinöl befeuchtete Stück, nachdem steifer Canadabalsam mit einer heißen Messerklinge möglichst eingetrieben war, auf den Objectträger festschmolz und dann soweit abfeilte, daß nur ganz dünne, wenn auch fragmentarische Blättchen desselben blieben. Wird nun das Deckglas mit reichlicher Anwendung von Terpentinöl und stärkerem Erwärmen aufgelegt, so wird die Luft aus diesen Rudimenten genügend entfernt, und in größeren Fragmenten, sowie in den nach gewöhnlicher Art hergestellten, wenn auch unansehnlichen Schliffen findet man immer einzelne Stellen, welche die Zusammenhänge der Struktur genügend übersehen lassen. Nach einer solchen ist Fig. 72 Taf. XV bei mäßiger Vergrößerung gezeichnet, Fig. 73 A, B und C daselbst nach ganz dünn gefeilten Präparaten bei stärkerer Vergrößerung.

Der Vergleich von Flächenchliff und Querschliff ergibt, daß es sich um ein System von Septen und nicht um Fasern handelt. Am deutlichsten treten diejenigen Septen hervor, welche annähernd senkrecht auf den Lagen der Grundsubstanz stehen. Sie bilden ein System unregelmäßig prismatischer Räume, welche aber in allen Richtungen von anderen Septen durchsetzt werden, so daß sich zahllose allseitig geschlossene Fächer bilden. Diese sind es, welche die Luft so hartnäckig festhalten. Die senkrechte Stellung der Hauptsepten ist jedoch keine durchgehende. Schon Fig. 72 zeigt, daß sie von der näher an der Oberfläche befindlichen Lage der Grundsubstanz in gekrümmter Richtung und ziemlich spitzen Winkeln ausgehen. Deutlicher noch sieht man dieses bei dem in Fig. 73 D gezeichneten Fragment. Hier gehen in der einen Richtung die Blättchen so dicht liegend und in so spitzen Winkeln von der Lage der Grundsubstanz aus, daß der Eindruck von einem Uebergange der Grundsubstanz in die Blätterfächer, — so zu sagen von einer Auflösung der Ersteren in die Letztere —, sich schwer zurückweisen läßt. Und dieser Eindruck wird noch durch einen andern Umstand verstärkt.

In Fig. 72 ist die untere, breitere, sich theilende Lage der Grundsubstanz durch das Schleifen abgesplittert und zeigt die gleichzeitig eingetretene Lockerung ihrer Struktur, daß sie aus zahlreichen feineren Lagen geschichtet ist; aber diese Schichtung liegt, wie es gezeichnet ist und wie es das Präparat mit unzweideutiger Bestimmtheit erkennen läßt, nicht parallel mit den Flächen der Lage, sondern verläuft in allerdings ziemlich spitzen Winkeln gegen dieselben.

Wie schon angeführt, beschreibt R o s e die Blätterfächer als aus kleinen Stäbchen und Körnchen bestehend, die aber eine regelmäßige Form nirgends erkennen lassen sollen. Er hat danach das Gewebe nur untersucht, nachdem sein Zusammenhang gänzlich zerstört war. Man kann, auch ohne daß Letzteres eintritt, die feineren Formelemente noch weiter verfolgen, als die Schliffe gestatten, wenn man mit dem Rasirmesser in trockenem Zustande ganz feine Querschnittchen ablöst und diese in Wasser oder ganz verdünntem Glycerin beobachtet. Die Blätterfächer selbst schneiden sich bei der außer-

ordentlichen Zartheit der Blättchen, trotzdem letztere aus einer spröden Substanz bestehen, ganz gut; nur kann nicht erwartet werden, daß die Schnittchen Zusammenhang behalten. Zerbricht man indess die ganze Schicht so, daß die für den Schnitt hinderlichen Lagen der eigentlichen Schalensubstanz entfernt werden, und führt diesen dann derartig, daß die Schneide des Messers rechtwinklig mit der Längsrichtung der Lage liegt, oder mit der senkrechten Septierung übereinstimmt, so bleiben zusammenhängende Fragmente von genügender Größe, und gerade die kleineren zeigen die feinere Struktur am besten. Ein solches ist in Fig. 73 E genau nach der Natur bei ganz starker Vergrößerung gezeichnet. Man sieht, daß die Septen, von denen in den Schliffen vorwiegend nur die Querschnitte zur deutlichen Anschauung kommen, aus einem Gewebe von Stäbchen oder Fasern bestehen, die sich in verschiedenen Winkeln kreuzen und so ein Netzwerk bilden, und daß die Zwischenräume dieses Netzwerks mit ganz feinen Platten ausgefüllt sind. Die stärksten Stäbchen haben etwa $1\ \mu$ Dicke, aber ein Theil derselben geht bis auf unmeßbare Feinheit herunter, und wird auch für die Hartnack'sche No. 10 *à immersion* so undeutlich, daß die Möglichkeit des Vorhandenseins noch feinerer Stäbchen, die sich nur aus den Platten nicht bestimmt genug abheben, nahe gerückt wird.

Die Frage, ob jenes in E gezeichnete Netzwerk wirklich aus Stäbchen resp. Fasern besteht, oder ob es nur die Ueberreste und Querschnitte anderer Platten, die sich in Winkeln an diejenigen ansetzen, deren Flächenansicht man hier sieht, darstellt, darf nicht umgangen werden, aber sie wird unbedenklich für die erstere Alternative zu beantworten sein. Man kann eine Platte, die doch nur ausnahmsweise ganz genau in der Sehaxe stehen könnte, bei so starken Systemen sehr wohl an der scheinbaren Seitwärtsbewegung ihres Bildes beim Auf- und Niederschrauben des Tisches von einem Stäbchen unterscheiden, und überdies finden sich, wie ja schon Rose bemerkte, bei weiterer Zertrümmerung des Gewebes Fragmente von Stäbchen in großer Menge. Daß einzelne der Stäbchen, welche solche Fragmente, als das in E abgebildete, zeigen, nur die Basis abgebrochener Plättchen darstellen möchten, kann um so eher zugegeben werden, als es ohne Zweifel für das ganze Gewebe charakteristisch ist, daß von einem Theil derselben Plättchen in anderer Richtung ausgehen.

Das ganze Gewebe stellt also ein in verschiedenen Richtungen sich kreuzendes System von zarten Stäbchen oder Fasern dar, die zwar wieder in verschiedenen Richtungen, aber doch in einer dominirenden — der senkrechten — durch Plättchen oder verkalkte Membrane verbunden sind. Auch dieses anscheinend so heterogene Gewebe wird also durch die nähere Untersuchung auf den allgemeinen uns überall in der Bindesubstanz begegnenden Typus der Faferhäutchen zurückgeführt. Wesentlich unterscheidet es sich von anderen, z. B. der Wabenschicht, dadurch, daß bei dieser Conchiolinmembrane eine verkalkte Substanz septiren, während bei jenem die Septen und die Fasern selbst verkalkt sind, und die so gebildeten Räume nur Luft einschließen.

Uebrigens sei noch, namentlich für diejenigen, die überall Crystallifikationen vermuthen, bemerkt, daß bei Behandlung mit verdünnter Chromsäure keine einfache Auflösung erfolgt, sondern das dem Charakter der Organisation entsprechende Substrat zurückbleibt.

Die eigentliche Grundsubstanz der Schale, in welcher diese verschiedenen Hohlräume liegen und aus welcher auch die feinen und feinsten Plättchen bestehen, welche diese Räume abtheilen, ist die von Carpenter als *»subnacreous«* bezeichnete. Sie wird von Rose in ihrer gröberen Struktur anschaulich beschrieben und auch nach einem Splitter eine Abbildung ihrer blättrigen Lagen, die eine in rechten oder spitzen Winkeln sich kreuzende Streifung zeigen, abgebildet. Die Auflösung oder Zerbröcklung in diese Blätter ist das, was diese Struktur auf Querschliffen der Schale nur zu deutlich hervortreten läßt; sie ist aber, wie auch Fig. 72 ergibt, etwas anderes als die regelmäßige Schichtung des wirklichen Perlmutters. Die Lagen ändern häufig ihre Richtung, so daß eine fasrige Verwachsung entsteht, in welcher allerdings eine, wenn auch unvollständige, blättrige Absonderung prädominirt.

Auffallender Weise haben sowohl Rose als Carpenter übersehen, daß diese Substanz überall von einem dichten System feiner Röhrchen durchzogen ist, welche es eben sind, die das Bild einer »Streifung« geben. Letzterer sagt sogar ausdrücklich, daß eine röhrige Struktur in den wahren Austern nur wenig zu finden sei. Ob dieses nur in der Anwendung ungenügender Vergrößerungen, oder auch

darin liegt, daß geeignete Balsampräparate nicht untersucht wurden, muß dahingestellt bleiben. Carpenter's von anderen Autoren als problematisch betrachtete »röhrige Struktur«, die mir leider bei meinen Untersuchungen niemals aufgestoßen ist, soll in Röhrchen von $\frac{1}{20000}$ — $\frac{1}{2000}$, meistens von $\frac{1}{4500}$ Zoll Durchmesser bestehen. Das wäre 1,3—13, resp. 5,5 μ , während die Röhrchen in der Schalen-substanz der Auster allerdings nur ca. 0,7 μ Durchmesser besitzen. Am besten sieht man sie in feinen nicht geschliffenen Lamellen, oder an Flächen Schliffen, die ohne Terpentinöl in steifen Canadabalsam gelegt sind; aber auch an vorher mit Terpentinöl behandelten Präparaten sind sie noch leicht zu erkennen. Häufig läßt sich sehen, wie in verschiedenen Lagen diese Röhrchen sich in mehr oder weniger spitzen Winkeln kreuzen, aber ein vollständiger Parallelismus findet auch in derselben Lage nicht statt, und häufig wird die Richtung eine ganz unregelmäßige, zuweilen sogar Wirbel bildende. Verzweigungen lassen sich nicht bemerken, und selten kann man auf längere Strecken ein und dasselbe Röhrchen im Zusammenhang verfolgen. Auf 40 μ Länge gelingt dies aber doch leicht und häufig, wenn auch kürzere Endchen vorherrschen. Ob hierbei mitspricht, daß die Röhrchen streckenweis obliteriert sind, muß dahingestellt bleiben, denn jedenfalls liegt dieses auch vielfach daran, daß die Schliffebene oder die Fläche der abgesprengten Lamelle die Richtung der Röhrchen in verschiedenen Winkeln kreuzt. Auch an Präparaten, wo eine feine Lamelle so eingelegt ist, daß die innere Fläche der Schale unverletzt bleibt und nur von oben her dünn geschliffen wurde, ist der Eindruck der, daß die Röhrchen in wenig spitzen Winkeln auf dieser Fläche ausmünden, wie dieses Carpenter auch für seine röhrige Struktur anführt.

Bleibt, so lange gute, feine Querschliffe der Austerschale fehlen, die Struktur der Grundsubstanz einigermaßen dunkel, so geht doch wiederum aus dem Vorhandensein dieses Systems von flach verlaufenden Röhrchen wenigstens das hervor, daß von einer Cuticularbildung nicht die Rede sein kann, sondern ein organisiertes Gewebe vorliegt.

So verschieden auch diese Grundsubstanz von dem Perlmutter anderer Muscheln erscheint, so läßt doch das gleichmäßige Vorkommen derjenigen Schicht, welche ich bei *Mytilus* als »prismatisches Perlmutter« bezeichnet hatte, und der *Meleagrina*, *Pinna*, *Anodonta* und *Unio* im Wesentlichen ähnlichen Wabenschicht, bei dem Zusammenhange, der sich für diese mit dem gewöhnlichen Perlmutter ergeben hat, darauf schließen, daß letzteres mit der Grundsubstanz der Austerschale auf demselben Bildungsprinzip beruht.

In Fig. 71 ist ein Theil der eigenthümlich klaren und durchsichtigen Schicht, aus welcher auch bei *Ostraea* die Basis des Schließmuskels besteht, abgebildet. Theilweis ist das Präparat abgebrockelt, aber die Linie a—b deutet den Verlauf der inneren Fläche in der Richtung nach dem Wirbel an. Von c bis über a hinaus ist der Ansatz des Schließmuskels; man sieht also, daß ganz wie bei *Mytilus*, *Meleagrina* und *Anodonta* diese charakteristische Schicht aus den inneren Lagen der Schale zum Muskelansatz herabsteigt, und findet auch Andeutungen eines ähnlichen Zusammenhanges mit der Grundsubstanz der Schale, als bei jenen mit dem Perlmutter. Sie giebt ferner auf Quer- und Flächen Schliffen im Wesentlichen ähnliche Bilder; aber ein Unterschied liegt darin, daß sie bei *Ostraea* viel stärker entwickelt ist und, wie die Figur zeigt, die erhebliche Dicke von fast 0,5 mm erreicht.

Was die Wabenschicht betrifft, so stimmt sie im Allgemeinen und, was die in den Septen vorkommenden Strukturen betrifft, auch im Besonderen mit den früher beschriebenen *Cornuopoda* überein. Ein wesentlicher Unterschied besteht jedoch in der Art ihrer Verbindung mit der bei *Ostraea* das Perlmutter vertretenden Grundsubstanz der Schale und dem entsprechend in der ganzen Form ihres Auftretens.

In Bezug hierauf sagt Rose, nachdem er bemerkt hat, daß *Ostraea edulis* innere Perlmutter- und äußere Zell-Lage*) enthalte, sehr zutreffend: »Letztere ist aber oft nicht vollständig zusammenhängend, da sie nur aus den äußeren Rändern der verschiedenen, neben einander liegenden, bei dem jedesmaligen Wachsen des Thieres immer mehr vorgehobenen Schichten besteht, und diese oft nicht aneinander stoßen.«

*) Daß die Bezeichnung der Wabenschicht als »Zell-Lage« ein Mißbrauch ist, wurde früher schon zur Genüge erörtert.

Ich habe diese Beschreibung, an der mir auffallend entgegentrat, wie einem unbefangenen guten Beobachter das Verhältniß der Schale als eines Theiles des Thieres selbst und ihres wirklichen Wachstums so einleuchtend ist, daß er gar nicht das Bedürfnis fühlt, diese Auffassung noch eingehender zu rechtfertigen, treffend genannt; deutlich wird sie aber erst, wenn man sie an die Wirklichkeit hält.

In Fig. 74 Taf. XV ist nach einem Schalenstückchen, das erst durch successives Auftragen mit einer starken Schicht von Wasserglas überzogen, dann in radialer Richtung angefeilt und mit Wasserglas auf einem Objectträger befestigt ist, bei directer Beleuchtung eine Zeichnung des Querschnitts gegeben, welche die Rofe'sche Beschreibung verdeutlichen wird. Man sieht daraus, daß die Waben-schicht bei *Ostrea* in der That keine zusammenhängende Masse bildet, sondern nur die Ausläufer der unregelmäßig gelagerten Grundsubstanz der Schale darstellt. Die Endungen dieser Schuppen habe ich bei den mir zur Disposition stehenden Aустern niemals unverletzt beobachten können. Die Art des Transports der zum Verzehr bestimmten Exemplare scheint sie mehr oder weniger zu zerstören. Vermuthlich wird etwas Aehnliches, als das bei *Anodonta* beschriebene vorhanden sein.

Hier ist noch eines von Rofe nicht bemerkten Verhältnisses zu gedenken. So schwierig es auch ist, Querschliffe von derjenigen Feinheit herzustellen, welche gestattet, die Details der Struktur zu erkennen, ohne daß zugleich eine Zersplitterung und Zerbröckelung des Präparats eintritt, so finden sich doch auch in solchen zerbröckelten Präparaten einzelne, zur genaueren Beobachtung geeignete Stellen. Fig. 75 Taf. XVI ist nach einer solchen gezeichnet und ergiebt eine ganz eigenthümliche Beziehung der von Carpenter als »subnacreous« bezeichneten Grundsubstanz zu der Waben-schicht.

Während bei denjenigen Schalen, die ein wirkliches Perlmutter haben, die lamelläre Schichtung des Letzteren, wie mehrfach gezeigt worden ist, sich vom Wirbel nach dem Rande zu in die Lagerung der Waben-schicht fortsetzt, sehen wir in Fig. 75 ganz bestimmt, daß die Linien, welche die Struktur der Grundsubstanz bezeichnen, aus der Waben-schicht entspringen und nach dem Rande zu verlaufen. Die Lagerung der Waben-schicht, welche bei *Ostrea* allerdings nur aus der Struktur der Septen zu erkennen ist, correspondirt nicht mit der Lagerung der Grundsubstanz, sondern stößt quer auf dieselbe. Hieraus ergiebt sich, daß die Struktur der Grundsubstanz von *Ostrea* von der des Perlmutter bei *Mytilus*, *Meleagrina*, *Pinna*, *Anodonta* und *Unio* wesentlich verschieden, und daß es unzulässig ist, diese Verhältnisse zu generalisiren. Die Struktur der Grundsubstanz bei *Ostrea* ist eine verwirre und wie durch einander geflochtene, und ihr Uebergang in die Waben-schicht ist ein derartiger, daß nicht eine bloße Apposition der einen an die andere stattgefunden hat, sondern beide zusammen organisch gewachsen sein müssen.

Rofe führt an, daß angebohrte Aустern an den beschädigten Stellen erst eine grüne und dann eine Perlmutter-Schicht vorlegen. In der grünen papierdicken Schicht sieht man eine Menge kleiner, scharf begrenzter Kalkspath-Rhomboeder, die in Zellen mit dunkelgrünen runden Wänden zu liegen scheinen. Abbildungen dieser Gebilde giebt er a. a. O. auf Taf. II, Fig. 3 und 4, und citirt Carpenter, welcher in dem Report von 1844 auch solche Rhomboeder in Aустern mit unvollständig verkalkten Schichten (*with layers incompletely calcified*) gefunden hat.

In dem Querschliff einer jungen Auster-schale finde ich, während von den früher abgehandelten Hohlräumen und der Blätter-schicht Nichts vorhanden ist, die Grundsubstanz von mehreren gelben Conchiolinschichten bis über 50 μ Dicke, aber auch ganz dünn auslaufend, welche ganz mit diesen Crystallen erfüllt sind, durchzogen. Der Schwierigkeit, von Auster-schalen gute Querschliffe zu erhalten, ist schon öfter gedacht, und es sind Flächenschliffe oder aus der zertrümmerten Schale mit dem Messer ausgepräparirte Fetzen der Conchiolinschichten, an welchen sich die Crystalle am besten studiren lassen. Ihrer größten Zahl nach sind es ziemlich regelmässige Rhomboeder, deren Kanten 7–5 μ Länge haben. Viele sind aber nur 3 μ groß. Sie stehen durch geringe Zwischenräume getrennt, gleichmäßig vertheilt und jeder Crystall für sich und ohne Zusammenhang mit den anderen in der gelb gefärbten Conchiolinschicht, lösen sich leicht in Salpetersäure und hinterlassen dann einen Hohlraum, der außer bei den größten Crystallen, wo er sich abrundet, genau und scharf der Form des früheren Crystalls entspricht. Der Hohlraum zeigt sich von einem dichteren Saum begrenzt, der sich deutlich von der übrigen Conchiolinmasse abhebt.

Ich möchte fast vermuthen, daß die auffallende Angabe von Rofe, wonach die Einhüllung der Kryftalle in organifche Materie bewirken foll, daß man fie lange und mit concentrirter Säure kochen müffe, um fie aufzulösen, worunter dann auch die organifche Materie leide, auf einem Mißverftehen der oben erwähnten Verhältniffe beruht.

Die Täufchung, welche die nach der Behandlung mit Säure verbleibenden fcharf eckigen Hohlräume als noch vorhandene Kryftalle erfcheinen läßt, ist in der That eine fehr vollkommene, namentlich dann, wenn das Präparat frifch in concentrirtes Glycerin gelegt ist, wo durch die ftarke Wafferanziehung des Glycerins den Hohlräumchen auch der flüffige Inhalt entzogen wird. Obgleich mir von früheren Unterfuchungen der Markfubftanz des Haares diefe eigenthümliche, übrigens auch bei concentrirten Kochfalzlösungen vorkommende, aber nur vorübergehende Wirkung des Glycerins bekannt war, täufchte fie mich doch fo, daß ich erst durch wiederholte Behandlung mit Salpeterfäure mich überzeugte, daß die Auflöfung der Kryftalle fofort und ohne alle Schwierigkeit fchon durch verdünnte Säure und in der Kälte eingetreten war. Ist das Präparat erst einige Tage alt geworden und dadurch das Glycerin felbst allmählig in die Hohlräumchen eingedrungen, dann treten die durch die Säure bewirkten Veränderungen wieder deutlicher hervor, und läßt fich an den bekannten optifchen Erfcheinungen beftimmt erkennen, daß Hohlräumchen vorhanden find, obgleich fie auch in alten Präparaten — die meinigen find, indem ich diefes niederfchreibe, über 13 Monat alt — noch vollkommen die fcharfe Kryftallform behalten haben.

Mißlich bleibt es ja, bei einem Anderen, namentlich wenn man nicht ganz daffelbe Object, fondern nur ein Aehnliches unterfucht hat, einen folchen Irrthum, wie er übrigens in der Mikroskopie fchon häufig vorgekommen ist, vorauszufetzen; ich kann aber fogar die Vermuthung nicht zurükweisen, daß auch dabei, daß die rhomboëdrifchen Kryftalle häufchenweis in Zellen enthalten fein follten, eine irrige Deutung des Beobachteten unterläuft. Rofe fagt ja auch ausdrücklich nur, daß die Kryftalle in den fogenannten Zellen zu liegen fcheinen, beanfprucht alfo gar nicht, diefes Verhältniß beftimmt nachgewiefen zu haben.

Ich finde nun bei meiner jungen Auster, daß unter der gelben Conchiolinfchicht, welche die kleinen Kryftalle enthält — oder nach der inneren Schalenfläche zu — diefe nicht durch die gewöhnliche Grundfubftanz begrenzt wird, fondern dort die Kryftalle in größere rundliche Maffen von kalkiger Schalenfubftanz übergehen, welche durch Conchiolinfchichten von einander getrennt werden. Beim Auspräpariren der kryftallhaltigen membranöfen Schicht bleibt diefe Uebergangsfchicht häufig mit erfterer fo verbunden, daß wenn letztere beim Präparat nach oben liegt, man deutlich diefe runden Maffen und darunter die eigentliche Kryftalllage nur undeutlich durchfcheinend fieht. Erst dann, wenn diefe kugeligen Maffen in Säure aufgelöst find, treten die kleinen Kryftalle oder die Hohlräume, welche fie zurüklassen, deutlich hervor. Daß Rofe von feinen »Zellen« fagt, daß fie fich nur auf der Oberfläche finden, fich mit Salzfäure fortnehmen laffen, und man dann erst die Rhomboëder deutlicher fehe, ftimmt, was die beobachteten Facta betrifft, hiermit fo auffallend überein, daß es wirklich nahe liegt, eine Täufchung in der Annahme zu fehen, daß die Kryftalle in und nicht unter den fogenannten Zellen liegen follten.

Ich fage »fogenannte Zellen«, denn es ist auch nicht der geringfte Anhalt dafür vorhanden, fie als folche im Sinne der jetzigen Zellentheorie bezeichnen zu können, obfchon an geeigneten Stellen der mit Salpeterfäure entkalkten Präparate die Conchiolinfchichten, welche die verkalkten kugeligen Maffen von einander trennen, als ein deutliches netzförmiges Gewebe zurükbleiben. Es find eben Hohlräume, welche fich in dem Bindegewebe, das hier in der Form des Conchiolins auftritt, wie in fo vielen andern Fällen zeigen, und mit Ablagerungen ausgefüllt find, in welchen die Kalkverbindungen vorherrfchen, und es fcheint mir auch nicht zweifelhaft, daß in der mit den kleinen Kryftallen erfüllten Schicht diefe fich in ähnlichen Hohlräumen des Conchiolingewebes bilden. Ihre regelmäßeige Vertheilung und ihre durchgehende und vollftändige Vereinzelung, obgleich fie doch fo dicht bei einander liegen, wäre ohne diefes nicht zu verftehen.

Auch diefe eigenthümlichen Schichten der Austerschale ordnen fich fomit in das Schema eines organifirten Conchiolingerüfts, deffen Maschen mit Kalkverbindungen ausgefüllt find, ein, und Rofe's

Entdeckung, daß Verletzungen der Schale durch die Bildung eines solchen Gewebes ausheilen, ist unter den den organisierten Charakter der Molluskengehäuse nachweisenden Thatfachen eine der bedeutungsvolleren.

Cephalopoden.

Die Acquisition einer anscheinend ungewöhnlich gut erhaltenen Schale von *Nautilus pompilius* liefs mich nicht widerstehen, auch ein *Cephalopoden*-Gehäuse zu untersuchen. Bekannt ist, daß die *Nautilus*-Schale hauptsächlich aus einem sehr glänzenden und schönen Perlmutter besteht, das mit einem Ueberzuge, der als eine »derbe kalkige Schicht« beschrieben wird und die braun und weiß gestreifte Färbung trägt, versehen ist (vergl. Fig. 82 A Taf. XVI). Dieses Perlmutter stimmt im Wesentlichen mit dem, das bei den *Cormopoden* vorkommt, überein; nur ist diejenige Struktur, welche die Lamellen quer durchsetzt, bei Ersterem sehr viel auffallender und hervortretender, so daß in Balsam gelegte Querschliffe eine ohne Weiteres und besonders in den äußeren Schichten sehr deutliche, senkrecht auf die Flächen gestellte dichte Streifung zeigen (vergl. c bei Fig. 76 Taf. XVI). Noch mehr erscheint diese Struktur auf den Flächenschliffen als die prädominirende. Die bekannten, von anderen so oft abgebildeten zackigen Wellenlinien, welche sich aus den durchgeschliffenen Lamellen auf den Flächenschliffen des Perlmutters bilden, sieht man hier nur, solange der Schliff noch nicht in Balsam eingelegt ist, nachdem dieses geschehen, sieht man der senkrechten Streifung entsprechend die Querschnitte dünner Säulen sich abheben; mit scharfer Begrenzung allerdings nur zuweilen in der äußersten und innersten Perlmutterfschicht. Im Allgemeinen geben die Prismen-Querschnitte nur ein undeutliches Bild, und diesem entspricht es auch, daß auf den Querschliffen die Streifung nur wie verwaschen erscheint. Auch nach Aetzung mit Säuren tritt das helle Netz, welches, wie bei dem Perlmutter der *Cormopoden*, den membranösen Scheiden der Prismen entspricht, weniger scharf hervor; daß jedoch im Wesentlichen die früher an den *Cormopoden* erörterte Struktur vorliegt, ergibt sich nicht nur daraus, daß in dickeren und nicht vollständig von Balsam durchdrungenen Quer- und Flächenschliffen kleine Lufträumchen bleiben, deren Lage sich nach der Streifung der Querschliffe ordnet, sondern auch daraus, daß bei vollständiger Entkalkung eines Flächenschliffs durch die äußeren Perlmutterfschichten an Stelle der Prismen Löcher erscheinen, die allerdings nicht scharf begrenzt sind und durch ein verhältnismäßig voluminöses Gewebe getrennt werden. Wo der Schliff in den tieferen Schichten durch die Chromsäure nur stark geätzt ist, sieht man dagegen die Prismen als Hervorragungen und durch verhältnismäßig schmale Rinnen getrennt. Somit erscheint das membranöse Gerüst als ein sehr voluminöses, in verschiedenem Grade mit Kalkverbindungen imprägnirtes und meist von den Kalkprismen nicht scharf gefondertes Gewebe. Im Allgemeinen ist also die dem Perlmutter der *Cormopoden* homologe Struktur unverkennbar, aber die die Lamellen durchsetzende Säulenbildung mehr in den Vordergrund tretend.

In Fig. 77, 78, 79 Taf. XVI sind einige Abbildungen gegeben, welche diese Verhältnisse verdeutlichen.

Fig. 77 ist aus einem ziemlich dicken Flächenschliff durch die äußersten Schichten des Perlmutters. Der Balsam ist in die Gerüstsubstanz so wenig eingedrungen, daß sie dunkel geblieben ist, und die Säulchen sich als helle Scheiben von derselben abheben. Wird eine entsprechende Schliffstelle mit Chromsäure vollständig entkalkt, so bleiben, wie Fig. 78 zeigt, an Stelle derselben Lücken, durch breite Zwischenräume des Conchiolingerüsts getrennt. Bei ganz feinen nicht entkalkten Schliffen kann der Canadabalsam so weit in dieses Gerüst eindringen, daß auch diese Zwischenräume durchsichtig werden und die infelartig in ihnen liegenden Querschnitte der Kalkprismen sich ohne scharfe Umriffe und bei hoher Einstellung nur als helle runde Flecke abheben; fast immer bleiben aber auch dann in dem Conchiolingerüst von dem Balsam nicht ausgefüllte unregelmäßige Lufträumchen.

Fig. 79 ist aus den mittleren Perlmutterfächern eines stark mit Chromsäure geätzten Schiffs. Wie gewöhnlich ist die Säure in und an dem Conchiolingerüst tiefer eingedrungen, so daß die Querschliffe der Prismen Hervorragungen bilden, welche sich bei hoher Einstellung hell, wenn auch ohne scharfe Grenzen abheben. Man sieht, daß dieselben in den mittleren Schichten einen erheblich größeren Durchmesser als in den äußersten haben.

Fig. 80 endlich ist ein Flächenschliff in Balsam liegend durch die innerste Perlmutterfächer. Die prismatische Gliederung tritt hier auch ohne Ätzung mit großer Deutlichkeit und um so schärfer hervor, als das Conchiolingerüst ein dünnwandiges und dabei scharf abgegrenztes ist; namentlich bei tiefer Einstellung, wo das durch den Querschnitt des Gerüsts gebildete Netz in hellen Linien auftritt. Die Querschnitte der Prismen zeigen hier theilweise noch größere Flächen, aber ähnlich wie bei dem geätzten Flächenschliff durch das Perlmutter von *Mytilus* (Fig. 37 B Taf. VI) sieht man auch hier, wie unvollständige oder wenigstens nicht genau zu verfolgende Scheidewände in den Feldern verlaufen, so daß leicht verständlich ist, wie sich in den äußeren Schichten die Zahl der Prismen vermehren kann.

Bei einem meiner Flächenschliffe durch die innersten Perlmutterfächer findet sich unter dieser Prismenfächer noch eine dünne undurchsichtige Lage. Diese Undurchsichtigkeit wird durch eine Menge eingeprengter dunkler Partikelchen bewirkt; ob es Körnchen oder Hohlräumchen sind, muß ich unentschieden lassen. Sie sind in einer gewissen Lage dieser Schicht so in Reihen geordnet, daß eine feine, der Axe der Windungen parallele Streifung erscheint. Leider kann ich die Stelle des Gehäuses, von welcher dieser Schliff gefertigt ist, nicht mehr feststellen. Ich wollte aber den Umstand doch nicht mit Stillschweigen übergehen, da er auch anderen Forschern aufstoßen könnte und er jedenfalls mit auf die complicirte Organisation des Gehäuses hinweist.

Wird der Ueberzug des Gehäuses (a bei Fig. 76 und 82 A) als eine »derbe« Schicht bezeichnet, so ist dieser Ausdruck kein zutreffender, denn er besteht, wie feine Quer- und Flächenschliffe übereinstimmend ergeben, zum größten Theil aus einem Aggregat kleiner Kügelchen, die lufthaltige Zwischenräume zwischen sich lassen; nur die innerste Schicht hat eine mehr faserige, aber ebenfalls lückenhafte Struktur.

Bei vollständiger Entkalkung mit Chromsäure bleibt ein zartes Substrat, das aber eine Struktur nicht mehr erkennen läßt, ich wage also die Frage: ob auch hier die Form der Kalkmassen durch organisierte Septen bestimmt wird, oder eine mechanische Bildung vorwiegt, nicht zu entscheiden, obgleich Ersteres wahrscheinlicher ist.

Erwähnenswerth ist, daß bei Schliffen durch die Scheidewand zweier Gewinde dieser charakteristische Ueberzug die mittlere Schicht der Scheidewand bildet, was freilich nicht anders zu erwarten stand. Ueberraschender dürfte sein, daß bei ausgeheilten Brüchen des Gehäuses, wo sich der Anwuchs neuer Schichten, wie bei den Gastropoden, auf der inneren Fläche der Schale zeigt, schon unter der alten Schale der sogenannte Ueberzug des neuen Stücks auftritt: eine Bestätigung des genetischen Zusammenhangs der in der Form so verschiedenen Gewebe der Schale, wie er bei den Cormopoden schon nachgewiesen ist. Auch Fig. 82 A läßt diesen Zusammenhang an der mit e bezeichneten Stelle ziemlich deutlich erkennen.

Von großem Interesse ist die feinere Gestaltung der dünnen dunkeln Schicht, welche zwischen Perlmutter und Ueberzug liegt (b bei Fig. 76 und 82 A). Bei den als Flächenschliffe zu bezeichnenden Präparaten liegt die Schliffebene durch die Wölbung dieser Flächen streng genommen immer tangential, und stellt sich eine dünne Schicht auf solchen Flächen- oder Tangential Schliffen nothwendig als ein Ring dar; es ist aber dadurch auch leicht, in demselben Präparat mehrere über einander liegende Schichten zu verfolgen, und ohne Schwierigkeit jede derselben zur Anschauung zu bringen. Was sich auf den Querschliffen als eine undurchsichtige, also dunkle Schicht zwischen dem Ueberzug und dem Perlmutter darstellt, zeigt sich auf feinen Tangential Schliffen da wo der Balsam nicht eingedrungen ist, als ein System dunkler sich kreuzender Linien — als ein dichtes Netzwerk. Mit der Gundlach'schen No. VIII à immersion und nicht ganz schwachem Ocular (800fache Vergrößerung auf 217 mm Sehweite) lösen sich diese dunklen Linien mit der größten Bestimmtheit in luftgefüllte röhrenförmige Hohlräume von 0,8—0,6 μ Durchmesser auf (vergl. Fig. 81 A). In den äußersten Schich-

ten, d. h. da wo diese Faferlage in den sogenannten Ueberzug übergeht, ist ein ausgesprochener fein gewellter (? spiraler) Verlauf der Röhren, die übrigens auch in der inneren Lage nicht scharf gestreckt sondern etwas wellig erscheinen, auffallend und charakteristisch (Fig. 81 B). Warum gerade an diesem Object die Hartnack'sche No. 10 und die Winkel'sche No. 8 auch mit den stärkeren Ocularen, die sie vertragen, mangelhafter definiren, ist mir nicht deutlich, aber über das Verhältniß selbst lassen auch sie keinen Zweifel. Uebrigens läßt sich auch da, wo der Balsam in diese Röhren eingedrungen ist, dieses negative Netzwerk innerhalb der kalkigen Schalensubstanz deutlich erkennen.

Wird ein möglichst feiner Schliff von der Balsam-Unterlage mit Aether abgelöst und gereinigt, dann mit verdünnter Chromsäure so lange behandelt, bis er wenigstens stellenweis gänzlich entkalkt ist*), und in verdünntes Chlorcalcium gelegt, so ändert sich das Bild dahin, daß nunmehr ein positives Fafernetz in dem zarten, zurückbleibendem Substrat auftritt. Diese Fafern stellen sich allerdings nicht so scharf begrenzt dar, daß man ihren Durchmesser genauer bestimmen kann. Die ganze Masse hat, wie es die Anwendung der Chromsäure gewöhnlich mit sich bringt, ein körniges Aussehen, das die Schärfe des Bildes beeinträchtigt, aber ein Netz von hellen Linien bei hoher und ein entsprechendes von dunkeln bei tiefer Einstellung ist so bestimmt und zwar am schönsten mit schwächeren Systemen zu beobachten, daß an dem Vorhandensein wirklicher Fafern bei den entkalkten Präparaten kein Zweifel bleibt.

Es stellt die fragliche Schicht somit eine Lage sich netzförmig kreuzender Fafern, welche in die Kalkmasse der Schale eingebettet sind, dar, und zwar dürfte nach den Balsampräparaten wenig Zweifel sein, daß diese Fafern röhrenförmig, d. h. hohl sind und in der todten Schale nur noch Luft enthalten.

Fafermembrane hatte ich schon in andern Mollusken-Gehäusen mehrfach nachgewiesen, aber an deutlicher Ausbildung stehen diese bei *Nautilus* noch weit voraus, und auch die Aehnlichkeit der wellig verlaufenden Formen mit gewissen elastischen Fafern ist etwas Frappantes. Die Formen in dieser Schicht der *Nautilus*-Schale auf etwas anderes als Organisation zurückführen zu wollen, wird wohl Niemand mit Erfolg unternehmen.

So schwierige und complicirte Verhältnisse, als die Entwicklung der Mollusken-Gehäuse darbietet, lassen sich, wie meine Untersuchungen bei *Mytilus* und *Anodonta* ergeben, nur an größeren Reihen verschiedenaltiger und vollständiger, frischer Individuen mit Erfolg studiren; etwas bietet aber doch auch der Schalenrest eines todten Thiers dar, und da mein Exemplar wirklich ein ungewöhnlich gut erhaltenes zu sein scheint, möchten einige an demselben sich darbietende Beobachtungen nicht mit Stillschweigen zu übergehen sein.

Die herrschende Auffassung ist bekanntlich auch hier, daß das Gehäuse ein Absonderungsprodukt des Mantels ist. Ebenso für die Kammerwände**), und sollen die Kammern selbst dadurch gebildet werden, daß das Thier gewissermaßen ruckweise sich gegen den Schalenrand vorschiebt, wodurch dann jedesmal das Motiv zur Absonderung einer neuen Kammerwand gegeben sein soll: eine Prozedur welche einigermaßen an die sinnreiche Idee des großen Jägers Münchhausen erinnert, der um den Balg eines Fuchses ohne Beschädigung des »Thieres« zu erlangen, die äußerste Spitze der Schwanzhaut mit einem Nagel befestigte, in die Stirnhaut einen Einschnitt machte und den Fuchs dann durch Hiebe veranlaßte, seine Haut zu verlassen. Bei *Nautilus* wäre der Vorgang allerdings

*) Um Schliffe zu erhalten, welche sich ohne zu zerbröckeln ablösen lassen und doch an einzelnen Stellen genügende Feinheit erhalten, muß man sie etwas keilförmig schleifen, und da bei vollständiger Entkalkung das zarte Substrat sich rollt, faltet oder reißt, empfiehlt es sich, die Action der Säure zu unterbrechen, sobald der Randtheil des Schliffes so weit entkalkt ist, als für die anzustellende Beobachtung erforderlich erscheint.

**) Für einzelne Leser muß ich, um das hier zu Erwähnende zu verdeutlichen, vielleicht bemerken, daß das Gehäuse der *Nautiliden* sich von dem der *Gastropoden* dadurch wesentlich unterscheidet, daß es größtentheils durch zahlreiche Querwände in Kammern getheilt ist. Nur der Theil des Gehäuses, welcher vor diesen Kammern liegt, enthält nach der bisherigen Annahme die Weichtheile, die mißbräuchlicher Weise allein als »das Thier« bezeichnet werden. Die Kammern sind Lufträume und in ihnen befindet sich nur der sogenannte *Sipho*, ein mit den übrigen Weichtheilen zusammenhängendes, als »häutig« bezeichnetes Rohr, welches die Scheidewände der Kammern in ihren Centren durchbohrt.

nicht ganz so anschaulich, da erstens die Schale nirgends anders, als an den Weichtheilen befestigt ist, und zweitens auch das drahtförmig vorwärts treibende Motiv fehlt.

Dafs eine Neubildung von Kammern mit dem fortschreitenden Wachsthum stattfindet, und wenigstens die dem Rande zunächst befindliche Kammerwand sich zuletzt bildet, ist allerdings wohl nicht zu bezweifeln. Die zahlreiche Suite theilweis in der Mittellinie durchschnittener Gehäufes des Berliner zoologischen Museums zeigt an mehreren Exemplaren die vorderste Wand rudimentär, d. h. nur einen ringförmigen Ansatz an der innern Fläche des Gehäufes. Die Untersuchung frischer in einem solchen Entwicklungs-Stadium befindlicher Exemplare würde vermuthlich Andeutungen über die Art der Bildung geben. Ohne eine solche Grundlage sind Vermuthungen ziemlich müfsig.

Ein negatives Resultat wenigstens läfst sich indess aus solchen Schliffen gewinnen, welche quer durch das Gehäufes und den Ansatz einer Kammerwand an demselben gelegt sind. Fig. 82A ist nach einem solchen Präparat bei nur 12facher Vergrößerung, um die Uebersicht des Verhältnisses zu gewähren, gezeichnet. Sie ergibt, dafs die inneren Schichten des eigentlichen Gehäufes keineswegs in die der Kammerwand übergehen. Erstere bilden ein durch den Ansatz der Letzteren nicht unterbrochenes Continuum und die Schichtung der Kammerwand läuft gegen die innere Fläche aus, ohne sich in das Gehäufes fortzusetzen.

Fände ein der gewöhnlichen Annahme ähnlicher Vorgang statt, so müßte die Lagerung der Schichten so fein, wie sie in dem Schema Fig. 82B angedeutet ist. Das Gehäufes müßte innerhalb der Kammer weniger Schichten haben und dünner sein, als es vor derselben ist. Es verhält sich in diesen Beziehungen aber gerade umgekehrt, wie aus Fig. 82A zu ersehen ist. Ueberdies ergibt diese Abbildung auch, dafs die innere Wölbung des Gehäufes durch den Ansatz der Scheidewand merklich beeinflusst wird: ein organischer Zusammenhang, welcher bei einer mechanischen Entstehung der letzteren nicht wohl begreiflich wäre.

Als ein erhebliches Moment erscheint es ferner, dafs bei meinem Exemplar die convexe, von dem Rande abliegende Fläche (auf Fig. 82A mit f bezeichnet) aller Scheidewände, mit einer zarten sich in Fetzen ablöfenden bräunlichen, in Wasser liegend etwa 2μ dicken*) Membran bedeckt ist. In der Flächenansicht zeigt sie sich dicht besetzt mit scharf begrenzten Körnchen von ca. $0,8\mu$ Durchmesser. Da dieses Häutchen im ganzen Verhalten demjenigen sich sehr ähnlich zeigt, das ich früher, als auf der innern Schalenfläche von *Anodonta* zuweilen vorkommend, beschrieben habe, liegt es um so näher, auch hier diese Körnchen für eine Kalkablagerung zu halten, als sie bei Behandlung mit Säuren verschwinden. Allerdings scheint kalte verdünnte Salpetersäure ohne Einwirkung auf sie zu sein und löst sie erst beim Erwärmen auf. Dieses läßt sich leicht daraus erklären, dafs in Säuren schwerer lösliche, etwa phosphorsaure Kalksalze in ihnen vorwalten. In dieser Auffassung wurde ich dadurch beirrt, dafs in älteren Glycerinpräparaten die Körnchen verschwunden waren, aber auch in anderen Fällen ergab sich, dafs das verwendete Glycerin nicht absolut säurefrei war und Kalkverbindungen in den Präparaten allmählig aufgelöst hatte.

Falten der Membran ergeben, dafs diese Körnchen der freien Fläche der Membran nicht äußerlich aufliegen. Ich glaube zu sehen, dafs die Membran aus zwei Schichten, einer äußern etwas stärkeren und aus einer innern ganz feinen besteht, und die Körnchen zwischen diesen beiden liegen.

Keines der aufgefägten Exemplare des Berliner Museums zeigt Spuren dieser Membran, die nur ausnahmsweise in den Schalen-Ueberresten des todtten Thieres, welche die gewöhnlichen Sammlungsobjecte bilden, erhalten sein dürfte und deshalb auch schwerlich in meinem Exemplar noch intact, sondern mehr oder weniger schon in Zerfetzung übergegangen sein wird. Um so schwieriger ist es, über sie vollständig ins Klare zu kommen. Ihre organisierte Natur kann aber wohl nicht ernstlich in Zweifel gezogen werden, und dann spricht ihr Vorkommen auf der convexen Fläche der Kammerwände sehr entschieden gegen die bisherige Annahme einer Bildung der Letzteren durch Absonderung des Mantels, die doch von der concaven Fläche aus stattfände.

*) Diese Dimension, welche sich aus der Messung des einen der Präparate ergibt, theile ich nur zum ungefähren Anhalt mit. Die Dicke der Membran ist eine ziemlich variable; so steigt sie in einem andern Präparat an der Stelle, wo die Kammerwand gegen das Gehäufes stößt, auf über $3,5\mu$.

Auch über den *Sipho* konnte ich einiges den bestehenden Ansichten so widersprechendes feststellen, daß es überraschen mußte, wenn es nicht leider fast immer so wäre, daß eine genauere Untersuchung Früheres berichtigen muß.

Der *Sipho* wird als ein »häutiges« Gebilde bezeichnet, und soll in den todten Gehäusen bis auf kurze, röhrlige Ansätze an den Perforationen der Scheidewände durch Fäulnis verschwinden. Daran ist die Vermuthung geknüpft, daß er sich von der Mantelhöhle aus mit Wasser anfüllen und in den Kammerräumen dick anschwellen könne, wodurch dann das Thier, sein spezifisches Gewicht vermehrend, sich in die Tiefe senke, während es bei Entleerung des *Sipho* an die Oberfläche steige. Dieser Deutung seiner Funktion wird nun zwar andererseits aus Gründen, welche die Vergleichung mit den fossilen Ammoniten ergibt, *a priori* widersprochen, dabei aber doch in schwer zu begreifender Weise übersehen, daß es einfach unrichtig ist, ihn als ein lediglich häutiges Gebilde zu bezeichnen. Auch die durchschnittenen Exemplare des Berliner Museums zeigen, daß eine derartige Erhaltung desselben, daß sich seine wenigstens theilweise feste und nicht bloß häutige Beschaffenheit constatiren läßt, keineswegs zu den seltenen Ausnahmen gehört. Auch in meinem Exemplar ging er als eine continuirliche Röhre durch sämmtliche Kammern und wenigstens in den vordern derselben besitzt er einen so festen verkalkten Ueberzug, daß er bei Befeuchtung nicht erweicht. Allerdings erweicht er in den hintern Kammern bei Behandlung mit Wasser soweit, daß er biegsam wird und dem Druck des Deckglases nachgibt. Dieses liegt aber nur daran, daß das kalkige Gewebe, welches den Ueberzug bildet, zarter ist, und im Innern befindet sich allerdings ein membranöses Rohr. Jedenfalls macht aber dieser Ueberzug eine Ausbauchung des *Sipho* in die Kammern durch einen in ihm stattfindenden Wasserdruck zu einer Unmöglichkeit.

Bei der Untersuchung eines neuen Objects ist es selten möglich, gleich die richtigen Methoden anzuwenden. Man muß erst durch Schaden klug werden, und es kann geschehen, daß das Material verbraucht ist, bis man in dieser Beziehung orientirt ist. So erging es mir mit meinem *Nautilus*. Der Versuch, ihn in der Mittellinie zu zerfagen, zerstörte den *Sipho* im größten Theil der Kammern, und nur in den vorderen erlauben seine Dimensionen die Verwendung zu gewissen Präparationen. Man muß, um die Zerstörung zu verhüten, den Schnitt etwas neben die Mittellinie legen, und ich ahnte freilich nicht, daß der *Sipho* ein so interessanter Gegenstand sein würde; ebenso wenig die Schwierigkeiten, welche seine Untersuchung darbietet. So muß ich Manches in seiner Struktur im Unklaren lassen, sogar — was ich sehr ungern thue — über Einiges mehr Vermuthungen als Gewißheit aussprechen. Dieses ist indess bei der Untersuchung eines todten Exemplars, dessen Weichtheile mehr oder weniger der Zerfetzung unterlegen sind, ohnehin schwer zu vermeiden, und der Befund bietet immerhin so Manches Unerwartete dar, daß es Erwähnung verdienen dürfte.

Um die Beziehungen des *Sipho* zu den Kammerwänden zu übersehen, sind Längsschnitte durch seine Axe an denjenigen Stellen, wo er durch jene hindurchgeht, erforderlich. Sie sind wegen der Beschaffenheit der Kammerwände natürlich nur durch Schleifen herzustellen, und muß also der membranöse Theil des *Sipho* so gehärtet werden, daß er schleifbar wird, und ebenso sein sehr bröcklicher Ueberzug die nöthige Consistenz erhält. Mehrere Versuche, dieses durch Tränken mit Canadabalsam zu erreichen, schlugen fehl. Hat man auch nach demselben so lange erwärmt, daß der Balsam äußerlich genügend erhärtet scheint, so bleiben in den Membranen und dem lockeren Gewebe des Ueberzuges weiche Balsamreste, die den Präparaten die erforderliche Widerstandsfähigkeit nehmen. Die Schleife sind mir bei diesem Verfahren sämmtlich mißglückt.

Wahrscheinlich würde Wasserglas befriedigende Resultate gegeben haben, wenn ich noch genügendes Material gehabt hätte. Wiederholtes Ueberziehen eines passenden Stückes des Gehäuses mit Schichten von gutem concentrirtem Wasserglas, das schnell trocknet, wobei dasselbe auch tropfenweis in das Innere des *Sipho* geleitet wird, versprach ein brauchbares Resultat. Daß solche Wasserglaspräparate mit Spiritus und nicht mit Wasser geschliffen werden müssen, ist schon früher angeführt. Leider war aber bei dem letzten hierzu brauchbaren Gehäusefragment, das ich noch besaß, doch nicht die nöthige Vorsicht angewendet, um das Innere des *Sipho* ganz mit Wasserglas zu füllen. Es war eine Luftblase darin geblieben, und wieder brach beim Schleifen der ersten Fläche der *Sipho* aus der

Kammerwand aus. Es gelang den Schliff noch so weit fertig zu machen, daß die Zeichnung Fig. 83A Taf. XVI danach entworfen werden konnte. Ihre Ausführung ist allerdings eine vorwiegend schematische. Namentlich konnte die Verbindung der Kammerwand d,d mit der membranösen Scheide des *Sipho* b,b,b,b nicht bestimmt festgestellt werden. Ich besitze indess einen Schliff durch die vorderste Kammerwand, bei dem allerdings der *Sipho* verloren gegangen ist, sich aber verfolgen läßt, wie das Perlmutter der Kammerwand, indem sie sich stark verjüngt, in eine membranöse, weichere Substanz übergeht. Daß der *Sipho* ebenfalls aus verschiedenen Lagen, welche die dem »Conchiolin« eigenthümliche tiefgelbe Färbung besitzen, besteht, läßt sich leicht nachweisen, und das Verhältniß, welches bei h der Fig. 83A angedeutet ist, wo in dem Präparat eine dunkle, allerdings weiter nicht erkennbare Masse abatzweise in die Schichten der Kammerwand eindringt, spricht ebenfalls für einen Uebergang beider Gewebe in einander — ein Uebergang, der übrigens nach Allem, was sich in diesen Untersuchungen schon über die Beziehungen der Gehäuse zu solchen Conchiolinmembranen ergab, nichts Ueberraschendes haben kann. Glücklicherweise giebt der schon erwähnte kalkige Ueberzug des *Sipho* c,c,c,c der Fig. 83A etwas bestimmtere Resultate.

Schon bei einem einfachen Abschaben desselben ist seine complicirte Struktur zu erkennen. Zuweilen und wohl da, wo er schon in Zerfetzung übergegangen, ist er allerdings so mürbe, daß wenig mehr als ein aus ganz feinen Nadeln von bald etwas mehr, bald etwas weniger als $1\ \mu$ Dicke bestehender Detritus erhalten wird. Meistens finden sich aber noch aus diesen Fasern bestehende Bündel, die unter sich zu einem sehr charakteristischem Gewebe vereinigt sind. In Fig. 84 Taf. XVI sind einige solche, den Zusammenhang im Gewebe noch mehr oder weniger zeigende Fragmente aus Präparaten, wo solche Abschabfeln in verdünntes Chlorcalcium oder Glycerin eingelegt sind, abgebildet.

Bei B und C sieht man diese Bündel und ihre Verbindung unter einander, die meistens annähernd in einem Winkel von 60° stattfindet, am deutlichsten. Man kann sich diese Verbindung so veranschaulichen, daß die Lage dieser Bündel ungefähr den Kanten eines Systems von Tetraedern entspricht. Die Tetraeder selbst hat man sich aber als Hohlräume und auch ohne Flächen vorzustellen, so daß ein von zusammenhängenden Hohlräumen durchzogenes Gerüst entsteht. An eine mathematische Regelmäßigkeit dieses Baues darf man freilich nicht denken. Ich finde, daß die gröbere Struktur sich in situ am besten bei starker direkter Beleuchtung an den Enden des *Sipho* aus den hinteren Kammern, die nach Tränkung mit Terpentinöl in Balsam gelegt sind, übersehen läßt. Man sieht dann die Faserbündel wie ein lockeres Gewebe von Krytallen sich mit Silberglanz von dem intensiv rothgelben Grunde, welchen die membranöse Scheide darbietet, abheben, und die Interstizien der Bündel meist, wenn auch unregelmäßige Dreiecke darstellen. Bei A sieht man, wie in diese Hohlräume auch mehr oder weniger vereinzelte Nadeln oder Fasern hereinragen, welche eine weitere lockere Verbindung der Bündel unter einander herstellen. Zuweilen ist zu sehen, daß diese lockeren Nadelgruppen durch eine zarte Membran verbunden sind. In welchem Zustande dieses eigenthümliche Gewebe im frischen Thiere sich befindet, bleibt leider zweifelhaft, denn wie es hier zur Untersuchung vorlag, ist seine Integrität schwerlich auch in den best conservirten Theilen noch eine vollständige, und an anderen Theilen ist eine gewisse Zerstörung oder Verwesung ziemlich evident.

Schon bei A bemerkt man ein dort mit a' bezeichnetes Bündel, das Fasern oder Nadeln nur noch an den Enden zeigt, und ein mit a bezeichnetes, wo kaum noch Andeutungen der Fasern vorhanden sind. Durchweg tritt eine solche Verwitterung der Elemente des Gewebes bei Fig. 85 hervor. Die Figur ist nach einem Tangentialchliff durch die Hülle des *Sipho* in einer der vorderen Kammern, der vorher um ihn schleifbar zu machen mit Wasserglas durchtränkt und überzogen war, gezeichnet. Den lockeren Zusammenhang des Gewebes kann man auch hier ziemlich deutlich übersehen, aber statt der Bündel hat man nur kompaktere, gestreckt citronenförmige Körper, an denen die Nadeln oder Fasern nur noch in Rudimenten vorhanden sind, vor sich. Die Faserbündel scheinen im Innern zu einer festeren Masse verschmolzen zu sein, und nur diese hat hier einem Zerfetzungs- oder Verwesungsprozesse widerstanden, während von dem zarteren Theil des Gewebes nur noch Detritus vorhanden ist.

Ein innigerer Zusammenhang dieses Ueberzuges mit dem membranösen Rohr des *Sipho* ist

nicht nachzuweisen. Die Faserbündel scheinen gegen letzteres nur zu einer dichteren, pflasterähnlichen Schicht zu verschmelzen; dagegen ist eine Verbindung des Siphon-Überzuges mit dem Perlmutter der Kammerwand deutlich. Ich besitze einen Schliff, der einen ziemlich gelungenen Längsschnitt des Überzuges von der Stelle, die in Fig. 83 A in der Nähe von f liegt, enthält. Er hat sich in der Gegend von f abgelöst, aber gerade dadurch bemerkt man um so deutlicher, wie dort aus den äußeren Perlmutterfichten Nadeln und Prismen hervorsprossen, welche vollständige Uebereinstimmung mit denjenigen Gebilden zeigen, aus welchen an der entsprechenden Stelle die äußere Schicht des Siphon-Überzuges besteht. Fig. 83 B stellt den Querschnitt der äußeren Schicht der Kammerwand mit den aus ihr hervorsprossenden Nadeln und Prismen an der in Fig. 83 A mit f bezeichneten Stelle dar.

Solche Auswüchse zeigt die Kammerwand nicht nur an dieser einen Stelle. Bei g der Fig. 83 A sind die Hervorragungen ihrer Oberfläche, soweit es der kleine Maßstab der Zeichnung gestattete, angedeutet, und in Fig. 83 C dasselbe Verhältniß in stärkerer Vergrößerung dargestellt.

Ähnliche Protuberanzen, obgleich vereinzelter, besitzt auch die vorderste Kammerwand in der Gegend, wo sie sich, um den Siphon aufzunehmen, trichterförmig einfenkt. Zu den Weichtheilen des Thieres scheinen sie mir aber dessen ohnerachtet in keinen bestimmten Beziehungen zu stehen, sondern einfach als eine gewisse Hypertrophie der Kammerwände aus diesen hervorgewachsen zu sein.

Ich mußte mich begnügen, die so interessanten Struktur-Details von *Nautilus* kurz zu beschreiben. Verwerthen werden sie sich erst dann lassen, wenn das ungeheure Forschungsgebiet, das diese und ähnliche Organisationen der Evertebraten darbieten, seiner Bedeutung entsprechend weiter bearbeitet wird. Bis jetzt hat die Phrase »Cuticularbildung« ein bequemes Beruhigungsmittel für die Unkenntniß derselben gewährt. Vielleicht ist es aber nicht zu voreilig, wenn ich wenigstens darauf hinweise, daß für die *spiculae* der Spongien, die doch als ein ziemlich räthselhaftes Curiosum dastehen, Analoga in den Nadelbündeln des Siphon-Überzuges und ähnlichen noch ebenso unbekannten Geweben, als dieser es bis jetzt war, sich finden könnten.

Conclusionen.

Aus den Untersuchungen der Crustaceen-Panzer und Mollusken-Gehäuse ergibt sich mit Evidenz zunächst das Resultat, daß es sich bei ihnen wirklich um lebende und wachsende Organisationen und nicht um mechanisch geformte Secretionen handelt. Man hat die letztere Auffassung durch Statuirung sogenannter »Cuticularbildungen« genießbarer machen wollen. Dieser Erklärungsversuch reicht in keiner Weise aus, um die der Oberfläche parallelen Faserlagen des Crustaceen-Panzers und im Besonderen die Formen der Wabenschicht, welche die äußere Lage desselben bei *Platycarcinus* bildet, zu motiviren. Ebenfowenig harmonirt er mit der eigenthümlichen Struktur, welche bei den Gehäusen der *Gastropoden* die Regel bildet und hier an *Strombus* speziell verfolgt wurde, und den Verhältnissen, welche die Gehäuse der *Cornuopoden* ergeben. Das freie Wachsthum des Randes von *Mytilus*, der durch die Randmembran nachweislich außer jedem Contact des Mantels steht, dessen Zellen man die Secretion der Schale mit kühner Phantasie angedichtet hatte, würde allein genügen, um über die Cuticular-Hypothese den Stab zu brechen. Dem kommt noch die ganze complizirte Struktur der Schale und ihrer so verschiedenen Schichten hinzu, nebst den Beziehungen dieser Schichten zu einander, wie sie bei *Mytilus*, *Meleagrina*, *Ostraea* und anderen ausführlich erörtert ist. Immer und überall zeigt sich diese Hypothese hier als unhaltbar. Endlich aber wird die ganze Auffassung dieser Bildungen als mechanisch geformter Secrete vollständig vernichtet durch den Nachweis, daß bei ihnen, neben dem Ansatz am Rande und an der inneren Fläche, ein Wachsthum durch Intussusception, also eine Entwicklung, wie sie organisirten Geweben ausschließlich zukommt, stattfindet. Dieser Nachweis begründet sich nicht auf ein isolirtes Factum. Die Entwicklung der eigenthümlichen Wälle, welche das Schalen-

band von *Mytilus* begrenzen, die Dickenzunahme der blauen Schalenschicht desselben, obgleich sie durch das Perlmutter von dem Mantel isoliert ist, die Formveränderung der schon gebildeten Schale bei *Mytilus*, wie sich dieselbe durch das Vorrücken des Randwulstes manifestiert, die Größenzunahme der schon gebildeten Pseudo-Zellen der Waben-schicht bei *Anodonta* und das Wachsthum des Randes der letzteren, das sind vollständig harmonisirende Thatfachen und wohl vielseitig genug, um darauf zu begründende Conclusionen zu rechtfertigen.

Ist somit der organisirte Charakter diesen Panzer- und Schalenbildungen vindiziert, so ist dieser Nachweis um so bedeutamer, als sich zugleich ergeben hat, daß ihre Entwicklung ohne jeglichen directen Zusammenhang mit cellulären Elementen stattfindet.

Was bisher häufig in den Panzern und Schalen als Zellen betrachtet wurde, nämlich die von mir als Waben-schichten bezeichneten äußeren Lagen des Krabbenpanzers und vieler Muschelschalen, so wie die sogenannte Epidermis von *Mytilus*, besteht keineswegs aus Zellen im histiologischen Sinne.

Daß wenigstens im Thierreiche Organisation und Leben außerhalb des Gebietes der Zelle in reichem Maße bestehen kann und besteht, muß ich sonach als vollständig erwiesen betrachten.

Und zwar dürfen wir diese von der Zelle unabhängige Organisation nicht als auf das engere Gebiet der Panzer und Gehäuse von *Evertebraten* beschränkt uns vorstellen. Die Strukturverhältnisse, welchen wir hier begegnen, bieten die frappantesten Analogien mit denjenigen der Bindegewebssubstanzen im weiteren Sinne, welchen ich auch das Muskelgewebe einreihen muß*). Analogien zu verfolgen, birgt freilich eine gewisse Gefahr, deren Bewußtsein man nicht verlieren darf, aber die Verfolgung muß versucht werden, wenn man das Bestreben, sich der Wahrheit zu nähern, nicht aufgeben will.

Nur ein Theil der Panzer- und Schalen-substanzen ist nachweisbar fibrillär. Bei diesem liegt die Analogie mit den fibrillären Bindegeweben sehr nahe; aber auch unter letzteren kommen solche Formen vor, in welchen Fibrillen nicht erkennbar sind (Knochen und hyaliner Knorpel). Die lamellären Schichtungen der Panzer und Schalen finden sich im Knochen wieder; die Combination zweier sich kreuzender Strukturen (lamelläre Schichtung von prismatischer Gliederung durchsetzt) im quergestreiften Muskelgewebe; die Septirung der »Waben-schichten« sowohl in Muskel- als Sehnenbündeln; ein ähnliches scheinbar unregelmäßiges Fibrillen-System, als in der Hauptmasse der Austernschale in dem Bindegewebe der Cutis; und endlich findet sich das für Panzer und Schalen so charakteristische Verhältniß, daß Kalkverbindungen einen erheblichen und integrirenden Theil des Gewebes ausmachen, außer in den Eischalen, was weiterhin erörtert werden wird, nur in einigen Bindegewebssubstanzen wieder.

Dieses gilt nur für die Grundsubstanzen der Bindegewebe; aber gerade deren Beziehungen zu den cellulären Elementen, welche in ihnen enthalten sind, bilden das Problem, mit welchem sich die Histologie schon so vielfach beschäftigt hat, ohne zu einer ganz befriedigenden Lösung desselben zu gelangen. Es war ein schwerer Entschluß, diese Substanzen, die doch als lebende und organisirte

*) Schon bei der Beschreibung des Crustaceenpanzers ist Gelegenheit genommen, unter Hervorhebung auffallender Analogien der allgemeinen Struktur des quer gestreiften Muskels mit derjenigen der Waben-schicht des Ersteren, einiges über das Muskelgewebe anzuführen, an das ich hier erinnern darf. Die Aussonderung des letzteren aus der Gruppe der Bindegewebssubstanzen, obgleich über seine genetische Zugehörigkeit zu derselben kein Zweifel besteht, ist allerdings dann erklärlich, wenn man das Primitivbündel als eine Zelle betrachtet; aber ein ausreichendes Motiv für diese Betrachtungsweise scheint mir jetzt nicht mehr vorhanden, und dieselbe durch die Untersuchungen von G. R. Wagner, namentlich die in den Marburger Sitzungsberichten No. 4 vom Juni 1873 über die Verbindung von Muskel und Sehne, vollständig unhaltbar geworden zu sein. Ich glaube in Uebereinstimmung mit dessen Auffassungen in den Schwanzmuskeln der Batrachierlarven einen directen Uebergang der Muskel-fibrillen in die Fibrillen des Bindegewebes zu sehen. Ganz unzweifelhaft wird das Primitivbündel gegen das Bindegewebe nicht durch eine Fortsetzung des *sarcolemma* abgeschlossen. Schüttelt man erst die traditionelle, aber durch Nichts begründete Auffassung des Primitivbündels als einer Zelle ab, so tritt die übereinstimmende Struktur von Muskel und Sehne — beides fibrilläre Gewebe, deren Fibrillen durch membranöse Septen, welche celluläre Elemente enthalten, in Bündel gefondert sind — auf das frappanteste hervor. Allerdings bliebe die Querstreifung, aber sie ist, wie bekannt, keine nothwendige Eigenschaft des Muskels, und auch bei der Sehne kommt sie, nach den schon früher citirten Lieberkühn'schen Untersuchungen, wenigstens an den Septen der Bündel vor. Heitzmann findet sie sogar in den Fibrillen der Sehne und anderer Bindegewebe (Untersuchungen über das Protoplasma in den Wiener Sitzungsberichten Bd. LXVII S. 141; namentlich sind Abbildungen Fig. 5 u. 7 charakteristisch).

Gewebe anerkannt werden mußten, begrifflich von den Zellen loszulösen, die ihre nothwendigen Begleiter mindestens bei ihrer Entwicklung zu sein schienen.

In diesen Zweifel dürfte dasjenige, was sich aus der näheren Untersuchung der Panzer- und Schalengewebe ergeben hat, entscheidend eingreifen. Sind sie lebendige Organismen, welche sich ohne irgend welche celluläre Elemente entwickeln, und bieten sie zugleich mannigfache Analogien mit den Grundsubstanzen der Bindegewebe dar, so müssen wir auch in den letzteren ein neben ihren cellulären Einschlüssen selbstständiges organisches Leben anerkennen. Selbstständig zwar nicht in dem Sinne, als ob die Lebensvorgänge in den Grundsubstanzen unabhängig von den Lebensvorgängen der Zellen und umgekehrt sein könnten. Kein Theil eines Gesammt-Organismus — eines Individuums — kann eine unbedingte Selbstständigkeit von den anderen Theilen desselben besitzen, und in physiologischer Beziehung müssen ja sehr enge Beziehungen zwischen der Grundsubstanz und den Zellen stattfinden —; aber morphologisch selbstständig in ähnlichem Sinne, als es z. B. Epidermis und Cutis von einander sind, obgleich erstere unzweifelhaft von der letzteren ernährt und substantiell gebildet wird. Dieser Begriff der morphologischen Selbstständigkeit, als eine physiologische Abhängigkeit nicht ausschließend, ist schon in den einleitenden Bemerkungen deutlich zu machen gesucht, und wenn auch der günstige Leser einige Wiederholungen äußerer und innerer Gründe, die sie schwer vermeiden ließen, hoffentlich zu Gute halten wird, darf doch darin nicht zu weit gegangen werden.

Diese morphologische Selbstständigkeit der Grundsubstanzen der Bindegewebe wird aber nicht etwa nur durch ihre Analogie mit anderen zellenlosen Geweben bewiesen, sie geht schon aus ihrer eigenen Struktur hervor, wenn z. B. die lamelläre Schichtung des Knochens in keine formale Beziehung zu den von ihm eingeschlossenen Knochen-Körperchen zu bringen ist, und ebenfowenig die Fibrillen der faserigen Grundsubstanzen zu den von ihnen eingeschlossenen Zellen. Der einfachen Anerkennung dieser faktischen Verhältnisse widersetzten sich aber theoretische Voraussetzungen; deshalb ist allerdings der Nachweis von der Bindefsubstanz im Uebrigen analogen Geweben, die aber gänzlich zellenfrei sind, fomit keine Hinterthür in dieser Beziehung offen lassen, von erheblicher — vielleicht darf ich sagen, von entscheidender Bedeutung.

Dafs in scheinbarem Gegensatz hierzu gewisse hyaline Knorpel in Zellenterritorien getheilt sind, wenigstens in solche zerfallen können, sei hier nicht übersehen. Wie dieses dem Obigen nicht widerspricht, wird sich ergeben.

Zeigen die Panzer- und Schalengewebe einerseits eine Struktur-Analogie mit den Bindefubstanzen, so thun sie dieses nicht minder mit den Eihüllen. Die fibrilläre und lamelläre Struktur ist in dem Eiweifs und den zu demselben gehörigen Faferhäuten, die aus paralleler Schichtung und diese durchsetzender prismatischer Gliederung bestehen, sowie in den Eischalen vertreten. Auch der Umstand, dafs Kalkverbindungen einen so wesentlichen Theil der Substanz bilden, aus welchen das Gewebe besteht, tritt bei letzteren ein. Endlich bieten die Verdickungen der Fasern in der Schalenhaut des Eies von *Trogopogon natrix* und die Hohlräume in den Fafermembranen des Eies von *Raja clavata* und der Eitrauben von *Buccinum undatum* Beispiele des Vorkommens ähnlicher pseudo-cellulärer Räume, als in Geweben der Muschelschalen vorkommen.

Hiermit wird einerseits das Gebiet dieser Gewebe, die ich, um eine kurze zusammenfassende Bezeichnung für dieselbe zu haben, Bindegewebe im weiteren Sinne nennen möchte*), ein sehr

*) Gewifs ist es bedenklich, einen so gebräuchlichen Ausdruck als »Bindegewebe« in einem Sinne anzuwenden, der sich mit dem bisherigen nicht deckt. Zu einiger Entschuldigung möge dienen, dafs dem Verfasser die möglichste Beschränkung in der Erfindung neuer Bezeichnungen an und für sich als erwünscht erscheint, dafs seine Auffassungen ja ihrer Natur nach zu einer Abänderung des jetzigen Gebrauchs des Ausdrucks in mancher Richtung streben müssen, dafs derselbe schon vor der Herrschaft der Zellentheorie eine berechtigte Bedeutung hatte, deren Beiseitelassung damals auch unberechtigt war, und dafs in anderen Richtungen die Anwendung, die ich mir erlauben möchte, sich nicht so sehr von derjenigen, die auch jetzt schon davon gemacht wird, entfernt.

Wenn z. B. fast allgemein die Gewebe des thierischen Körpers in Zellgewebe und Gewebe der Bindefubstanz gefondert, und diesen als dritte Gruppe das Muskelgewebe angereiht wird, so würde zunächst, wenn meine Auffassung des letzteren als dem eigentlichen Bindegewebe analog zugegeben wird, dann die Berechtigung, das Muskelgewebe auch der Bindefubstanzgruppe, deren Begrenzung ja aus theoretischen Voraussetzungen erfolgt ist, anzureihen, anerkannt werden müssen. Die Bezeichnung des

umfassendes; leicht verständlich wird es auch, wie in einzelnen Fällen die Grundsubstanz von den Membranen der Zellen, die sie umschließt, auswachsend, in Zellenterritorien getheilt sein kann, wie bei gewissen hyalinen Knorpeln; aber andererseits läßt sich dem bisher hier ausgeführten dann das entgegensetzen, daß diese Bindegewebe nun doch mit der Zelle in enge Beziehungen treten, daß sie dann eigentlich nur als eine Amplifikation der Zellenmembran zu betrachten seien, also eigentlich nur als in gewissen Fällen selbstständig gewordene Theile der Zelle, als die persistirende Membran nicht mehr nachweisbarer Mutterzellen. Es kommt immer darauf an, von welchem Gesichtspunkt man bei solchen Fragen ausgeht. Mir würde der dem Obigen entgegengesetzte näher liegen, nämlich zu sagen: wenn zu diesem im thierischen Organismus so weit verbreiteten Bindegewebe auch die Zellenmembran gehört, so verliert die Zelle noch mehr die Bedeutung eines Elementarorganismus; sie ist dann nur eine der Gestaltungen des Bindegewebes, sie würde ihrer Form nach etwas Negatives, d. h. eine Vacuole des Bindegewebes sein, und nur ihrem Inhalt nach wäre sie positiv zu charakterisiren.

Die Entscheidung zwischen diesen beiden gegensätzlichen Betrachtungsweisen implicirt ein altes naturphilosophisches Problem, das populär in die Frage: ob das Huhn oder das Ei zuerst existirt habe, gefaßt werden kann.

Diese Frage geht allerdings sehr tief. Betrachtet man Huhn und Ei als Begriffe, so wird man »*ab ovo*« anfangen müssen; behandelt man sie als reale Dinge, so scheint es, daß eine mächtige Portion gefunden Menschenverstandes dem Huhn die Priorität zuerkennen muß, da ein Ei, namentlich ein noch ungelegtes, ohne daß ein Huhn vorhanden ist, einen ziemlich erfolglosen »Kampf ums Dasein« führen möchte, während ein Huhn ohne Ei hierin günstiger gestellt ist. Hiermit würde der gesunde Menschenverstand freilich in einige Differenz mit der Häckel'schen Phylogenie gerathen. Doch ist es mit dem gefunden Menschenverstand jetzt eine eigene Sache. Manchem erscheint es ein menschenwürdiges Gefühl, an Darwin, Vogt und Häckel statt an einen Schöpfer zu glauben. *De gustibus non est disputandum.*

Ein completes neues System der Histologie aufzustellen, ist die Präention dieser Arbeit nicht gewesen. Mit solchen Systemen ist es wiederum eine eigene Sache. Es sind Dinge und nicht Systeme erschaffen, und wenn diese Dinge auch einen schöpferischen Gedanken enthalten, dessen Darlegung ein System und zwar das einzige wahre System sein würde, so geht die Erfüllung dieser Aufgabe über das hinaus, was menschliche Forschung leisten kann. Die Systeme, die wir aufstellen können, sind deshalb nothwendig unvollkommen, und je schärfer und consequenter sie formulirt werden, desto bestimmter muß bei erweiterter Kenntniß früher oder später an gegebenen Punkten ihre Unrichtigkeit hervortreten.

eigentlichen Bindegewebes behält dabei ihre unveränderte Bedeutung, nur daß ich selbstverständlich die darin vorkommenden Zellen als ein Accessorium, wenigstens nicht als begrifflich dazu gehörig, anerkennen kann. Der Gegensatz zwischen Zellengewebe und Bindegewebe im allgemeineren Sinne wird dann ein viel klarerer.

In der gebräuchlichen Eintheilung, eine ganze Gruppe als »Gewebe der Bindefsubstanz« zu bezeichnen und diese dann im Einzelnen, wie z. B. in Kölliker's 5. Auflage, als

Einfache Bindefsubstanz,
Knorpelgewebe,
Elastisches Gewebe,
Bindegewebe,
Knochengewebe,

aufzuführen, liegt etwas entschieden Unlogisches. Zwei »Gewebe der Bindefsubstanz« durch die Bezeichnungen des einen als »einfache Bindefsubstanz«, des andern als »eigentliches Bindegewebe« unterscheiden zu wollen, ist lediglich conventionell; denn, wenn beide »Gewebe der Bindefsubstanz« sind, können sie sich wirklich nicht dadurch unterscheiden, daß das eine Bindefsubstanz, das andere Bindegewebe ist. Eine derartige Terminologie kann eine dauernde Bedeutung nicht beanspruchen, und glaube ich sie deshalb nicht respectiren zu müssen.

Uebrigens würde ich einen bezeichnenderen Ausdruck vorziehen, aber für einen solchen ist die Frage noch nicht reif. Fibrilläre Gewebe, im Gegensatz zu Zellengeweben, würde vielleicht einigermaßen zutreffen. Da aber in einigen derselben der fibrilläre Charakter noch nicht nachgewiesen werden konnte, mag ich, obwohl er auch dort vorhanden sein mag, diesem Nachweis nicht vorgreifen.

Diejenigen Bindegewebe, wie Schale und Panzer, die Zellen nicht enthalten, also auch *membranae propriae* u. dergl., würden als incelluläre Gewebe kurz und deutlich bezeichnet werden können.

Selbstverständlich ist dies kein gegen solche Versuche sprechender Grund, da sie trotzdem notwendige Stufen der wissenschaftlichen Erkenntnis bilden, und es ist ein hohes Verdienst eines begabten Geistes, ein System aufgestellt zu haben, das für eine gewisse Periode die Summe des erfahrungsmässigen Wissens einer Disciplin zusammenfasste und die Einreihung der neuen Forschungsergebnisse gestattete. Dafs ein solches System keine beschränkte Zeitdauer hat, hebt dieses Verdienst nicht auf.

Einen solchen Preis beanspruche ich in keiner Weise, und es scheint mir eine solche Aufgabe augenblicklich als eine besonders schwierige. Das Zusammenbrechen eines so bedeutenden Systems als das der Zellentheorie ist für die Wissenschaft, welche es beherrscht hat, immer ein kritischer Zustand, und wenn man die Sprünge und Lücken, welche in seinem Gefüge entstanden, mit Worten hat zukleibern wollen, wie es mit dem »Protoplasma« geschehen ist, statt durch sie hindurch neue Gesichtspunkte zu suchen, dann steigert sich die Schwierigkeit. Das möchte ich aber versuchen, diejenigen Lücken anzudeuten, die m. A. n. auszufüllen sind, um wieder zu einem ähnlichen System gelangen zu können.

Da die Zelle als »Elementarorganismus« nicht mehr haltbar ist, kann die allerdings sehr bequeme Gewohnheit nicht mehr genügen, sie als Grenze der Forschung zu acceptiren, d. h. wenn man ein »rundes Ding mit einem zweiten runden Ding darin« gefunden hat, sich damit zu beruhigen, dafs man nun an den Grenzen der Organisation angekommen sei. Die neuere Schule weifs dann freilich, dafs dieses Ding kriecht, frisst, trinkt, sich reproducirt, ja nachdem auch denkt, und nimmt nun an, dafs sie das personifizierte Leben vor sich hat und dasselbe durch in Holz geschnittene Abbildungen, die wenigstens unter sich eine grofse Portraitähnlichkeit haben, verdeutlichen kann.

Statt dessen gilt es m. Erachtens, die Elemente dieser complicirten Organisationen und zunächst den Inhalt der Zelle näher zu studiren, was bei so riesenhaften Zellen, als viele Eier sind, Aussicht auf Erfolg hat. Die bisherigen Untersuchungen drehten sich zu einseitig um die Frage: ob die Dotter-Elemente »Zellen« seien oder nicht, und mit einem Argument für die eine oder andere Meinung beruhigte man sich im Wesentlichen, weil ja nach der geltenden Theorie davon ihr Charakter als Organismen abhing, während doch gerade dann, wenn sie keine Zellen sind, es um so wichtiger ist, ihrem Verhalten und ihrer Beschaffenheit auf den Grund zu kommen. Dafs so bestimmte Formen, als die der Dotterkörper, auf Organisation beruhen, ist *a priori* wenigstens zu vermuthen.

Dann handelt es sich um die Zellenmembran. Dafs die Membran der Ei-Zelle in einem gewissen Entwicklungszustande ein organisiertes Gewebe darstellt, ist m. A. n. eine festgestellte Thatsache. Die Verfolgung ihrer Entwicklung nach rückwärts müfste ergeben, ob sie in den früheren Stadien, wo die Existenz der Membran bis jetzt bestritten ist, wenigstens rudimentär, etwa in zarten Fasernetzen doch schon vorhanden ist, was ich, wie schon in der Einleitung gesagt, annehmen möchte, oder aus welchen anderen Anfängen sie sich entwickelt. So lange nicht eins von beiden nachgewiesen ist, bleibt die Frage der Zellenmembran Sache der Meinung.

Nur aus bestimmterer Definition des Inhalts und der Membran der Zelle und deren Vergleichung mit den Entwicklungsstufen der zellenartigen Hohlräume in Bindegeweben, welche mir so vielfach — z. B. in der Eifchale von *Raja* und *Buccinum*, auch im Byffus von *Mytilus* — entgegentraten, wird ferner zu bestimmen sein, in wie weit diese Pseudozellen von wirklichen Zellen scharf zu trennen sind. Bis jetzt habe ich für letztere das Kriterium festhalten zu müssen geglaubt, dafs sie als Theilprodukte schon vorhandener Zellen entstehen. Es besteht aber noch immer, worauf ich bei Erwähnung der Robin'schen Auffassungen zurückkommen werde, der Zweifel, ob nicht auch wirkliche Zellen aus anderen organisierten Geweben, also nicht blofs durch Reproduktion entstehen können.

Endlich sehe ich auch bei der Entwicklung der Gewebe des äufseren und inneren Keimblatts, also der epidermoidalen und epithelialen, einen noch ungelösten Zweifel. In der Einleitung habe ich kurz berührt, dafs nach der Entwicklung des Knorpels des sprossenden Rehgehörns, die bisher als Kerne bezeichneten Theile der Bindestanzellen, einschliesslich der sogenannten Kerne des Muskel- und wahrscheinlich auch des Nervengewebes die wirklichen Zellen sind, d. h. wie von den Knorpelzellen schon allgemein anerkannt und nachgewiesen ist, Segmenten der Dotterhöhle entsprechen. *)

*) Vergl. meine Abhandlung in Reichert's Archiv. 1869.

Wie es in dieser Beziehung mit den Zellengewebe im engeren Sinne steht — ob z. B. in der Epidermis nicht auch der sogenannte Kern dem eigentlichen Zellenraum entspricht, und die bisher als die wirkliche Zelle betrachtete äußere Schicht ein extracelluläres, wenn auch fast immer in Zellenterritorien getheiltes Gewebe darstellt — dafür dürfte, wenn man den Muth hat, die Frage zu stellen, in den bisherigen embryologischen Untersuchungen eine bestimmte Antwort fehlen. Für die Gewebe des mittleren Keimblatts liegt in dem Nachweise der Persistenz von Dotterkörnchen in der embryonalen Knorpelzelle eine solche Antwort. Aehnliche Beobachtungen an epidermoidalen Zellen habe ich nicht finden können, und die bekanntlich so sehr controverse Genesis der letzteren, so wie die Entstehung der als Schleim- und Eiterkörperchen bezeichneten Gebilde als Theilprodukte, die nur dem sogenannten Kern der Epithelialzellen entsprechen, macht diese Frage zu keiner unmotivirten*). Auch an die noch ziemlich unklaren Verhältnisse der Samenelemente dürfte hier zu erinnern sein.

Ich kann diese Frage nur als eine noch offene betrachten.

Ohne also ein umfassendes und erschöpfendes System darstellen zu können oder zu wollen, glaube ich noch auf folgende allgemeinere Beziehungen der Anschauungen, die sich aus der Reihe dieser Arbeiten ergeben haben, hinweisen zu dürfen.

In der wesentlichen Einheit und dem Zusammenhange dieser Bindegewebe, die mindestens den aus dem mittleren Keimblatt resultirenden Theil des Organismus überall durchziehen, kommt der Begriff des Individuums zu einem präzisen und deutlichen Ausdruck und wird in einer Weise verständlich, welche aus der Zellentheorie nicht zu entnehmen war. Diese hatte dazu geführt, die »Selbstständigkeit« der Zelle in einer geradezu carrikirten Weise zu betonen. Richtig ist freilich, daß bei gewissen niederen Thieren die Frage: was dort eigentlich das Individuum sei, schwer und für jetzt vielleicht gar nicht zu beantworten ist; daraus aber entnehmen zu wollen, daß der Begriff der Individualität ein nicht mehr haltbarer sei, wäre unberechtigt, und der Nachweis thierischer Gewebe, in welchen die Zusammengehörigkeit der einzelnen Theile des Organismus sich documentirt, dürfte einen wesentlichen Fortschritt gegen die Auffassung bieten, welche das Individuum nur als Conglomerat von Zellen hinstellt.

Dieses führt auf einen Vergleich mit der pflanzlichen Organisation. Das Vorkommen einer Art von Intercellularsubstanz in den Pflanzen ist von Schacht zwar nachgewiesen; daß sie aber eine erhebliche Bedeutung für das Leben der Pflanze habe, ist meines Wissens noch niemals behauptet worden. Jedenfalls ist sie mit den Bindegewebe der thierischen Organismen nicht in eine Linie zu stellen, und incelluläre**) Gewebe kommen bei keiner Pflanze vor. Parallel hiermit schwächt sich auch der Begriff der Individualität bei der Pflanze bedeutend ab, wenn er überhaupt hier noch aufrecht erhalten werden kann.

Aus dieser Betrachtung springt mit überraschender Schärfe ein Unterschied der thierischen von der pflanzlichen Organisation entgegen, der allerdings zu frappant ist, als daß er gänzlich hätte übersehen werden können, der aber doch seiner Bedeutung nach viel zu wenig gewürdigt sein dürfte. Wir finden das mittlere Keimblatt sogar vielfach als *animales* richtig bezeichnet, da aus ihm Gewebe, welchen diejenigen Functionen, die den Thieren, nicht-aber den Pflanzen eigenthümlich sind, entspringen, und doch wird mit dieser Unterscheidung kein rechter Ernst gemacht.

Die Schuld liegt hierbei an den Fesseln, in welche die Zellentheorie und ihre einseitige Festhaltung auch die bedeutendsten Geister schlug. Dujardin's Entdeckung der *Sarcode* mußte in die Zellentheorie eingezwängt und, um dies zu ermöglichen, zum »Protoplasma« verfälscht werden. Von der ganz willkürlichen Voraussetzung aus, daß jeder Organismus nur »zellig« sein könne, gingen solche irrationale Fragen, als die: ob die Infusorien »einzellig« oder »mehrzellig« seien, aus. Argumente gegen beides liegen auf der Hand, und ist demnach die solchermaßen falsch gestellte Frage eine un-

*) Vergl. Fig. 91, 92 u. 147, so wie den entsprechenden Text in Frey's Histologie, 2. Auflage.

**) Leider weifs ich einen bessern Terminus zur Bezeichnung gänzlich zellenloser und auch genetisch nicht auf die Zellenform zurückführbarer Gewebe nicht vorzuschlagen. Er schließt die Verwechslung mit »intracellulär« erfahrungsmässig nicht vollständig aus, aber »acellulär« würde Barbarismus sein, einigermaßen auch »uncellulär«. »Nicht cellulär« ist freilich deutlich, aber nicht ein Wort.

lösbar geworden. Abgesehen davon, ob die Infusorien einzelne Zellen enthalten oder nicht, worüber ich mir keine Meinung anmache, scheint es mir für eine unbefangene Auffassung ganz klar, daß sie eben kein zelliger Organismus sind, daß sie aus Sarkode oder — wie ich es ausdrücken muß — aus incellulären oder Bindegewebe bestehen. Gegen die Sarkode ist meines Wissens, abgesehen davon, daß man sie in die Zellentheorie nicht einreihen konnte, also nicht anerkennen durfte oder wollte, nur das geltend gemacht, daß in einzelnen Fällen Sonderung vermeintlicher Sarkode in Zellen auftrat oder vermeintliche Zellen zu Sarkode verschmolzen. Ich glaube gezeigt zu haben, daß Septirung in Pseudo-Zellen ein häufiger Vorgang in Bindegewebe ist, und abgesehen von der Conjugation, die ein besonderer charakteristischer Act ist und keineswegs etwas der Sarkode ähnliches producirt, würde das gänzliche Verschwinden des cellulären Charakters eines cellulären Gewebes etwas so abnormes sein, daß man wohl Zweifel hegen darf, so lange es sich nur um optische Eindrücke handelt, die von Refraktionsphänomenen bedingt werden*). Uebrigens ist wohl nie an einem Infusorium eine Sonderung der Sarkode in Zellen beobachtet worden, und daß Spongien nicht bloß aus Zellen bestehen, liegt auf der flachen Hand. Von allem Uebrigen abgesehen, stellt sich das sogenannte hornige Fafergerüst**), das sich an dem gewöhnlichen Badeschwamm so leicht untersuchen läßt, als ein unzweifelhaft incelluläres Gewebe heraus.

Also auch bei den niedrigsten Thierformen und gerade bei ihnen am entschiedensten treten die incellulären oder Bindegewebe auf, die den Pflanzen gänzlich fehlen, und stellt dies eine überraschend scharfe Grenzlinie zwischen Thieren und Pflanzen, auf deren Abwesenheit die materialistische Hypothese so großes Gewicht legen muß, her.

Wenn bei kleinsten Organismen unsere Beobachtungsmethoden nicht ausreichen möchten, um ein Sarkode-Körperchen von einer einzelligen Pflanze zu unterscheiden, so ändert dies nichts an der Natur der Dinge, die ja von dem geringeren oder höheren Grade unserer Fähigkeiten oder unserer Unwissenheit nicht alterirt wird. Uebrigens behauptet Robin***), durch chemische Reaktion auf Ammoniak auch in solchen Fällen den Unterschied constatiren zu können, worüber ich mir ein Urtheil nicht erlaube. Wenn bei den Geschlechtsprodukten eine gewisse prinzipielle Uebereinstimmung — denn von Identität kann ja selbstverständlich auch nicht einmal bei verschiedenen Spezies desselben Reiches die Rede sein — herrschen sollte; wenn sogar das noch in der Furchung begriffene Ei oder der Larvenzustand gewisser Thiere in gewissen Stadien rein celluläre Gewebe zeigt, und andererseits auch die Membran der Pflanzenzelle Anknüpfungspunkte an die Struktur-Elemente der Bindegewebe darbietet, so kann eine solche Harmonie der pflanzlichen und thierischen Schöpfung nicht überraschen und ändert Nichts daran, daß entwickelte Thiere und entwickelte Pflanzen wesentlich verschieden sind.

Ich habe ohne Bedenken den Ausdruck »Sarkode« acceptirt und würde es für ganz angemessen erachten, ihn beizubehalten oder wieder zur verdienten Geltung zu bringen als Bezeichnung für die-

*) Dieses bedarf vielleicht der Erläuterung: zarte Septen machen sich dem Beobachter optisch nur dadurch bemerkbar, daß der Brechungsindex ihrer Substanz ein etwas verschiedener von dem des Inhalts, gewöhnlich ein stärkerer ist. Ändert sich der Brechungsindex des Inhalts, z. B. dadurch, daß letzterer dichter wird, so kann der Unterschied sich soweit ausgleichen, daß die Septen für den Beobachter verschwinden; damit würde aber die wirkliche Struktur eines solchen Gewebes nicht verändert sein.

**) Dieses Fafergerüst als »hornig« zu bezeichnen, was wenigstens in allgemeineren zoologischen Werken geschieht, hat man sich wohl erlauben zu dürfen geglaubt, weil allerdings kein Sachkundiger daran denken kann, hier ein wirkliches Horngewebe zu suchen. Reift aber eine solche Unfite erst ein, so ist die Grenze schwer zu finden. In Hoffmann's Jahresbericht für 1874 finde ich pag. 418, daß Schenk dem Rochen-Ei außer einer fafrigen auch eine »hornige« oder vielmehr gar drei hornige Schichten giebt. Es wird sogar von »Keratin« gesprochen. Ich habe vom Ei von *Raja clavata* zu erwähnen gehabt, wie leicht an den in Seewasser macerirten Schalen desselben, mit Ausnahme der pseudo-cellulären Vacuolenschicht, der durchweg fibrilläre Charakter nachzuweisen steht. Dies mag an frischen Schalen von *R. quadrimaculata* nicht der Fall sein, aber von Horn im histiologischen Sinne darf selbstverständlich nicht gesprochen werden. Dies nebenbei zu bemerken lag nahe.

Das Fafergerüst des Badeschwamms ist eines derjenigen Gewebe, die nach ihrer Resistenz gegen Alkalien einen Uebergang von Elastin zu Chitin bilden. Bei energischer Behandlung mit alkalischer Lauge aufgequollen, contrahirt es sich wieder auf Zusatz von Essigsäure und ist, wenn die Lauge nicht zu zerstörend gewirkt hat, dann der fibrilläre Charakter des Gewebes, wenigstens der Corticalschicht der Fäden, an einzelnen Stellen ziemlich deutlich.

***). Anatomie & Physiologie cellulaires. Paris 1873. pag. 280.

W. von Nathusius-Königsborn.

jenigen incellulären Gewebe, deren wirkliche Struktur noch nicht ergründet werden kann, für welche also ein allgemeiner unpräjudizirlicher Ausdruck erwünscht ist. Es würde fogar gefattat fein, »Protoplasma« als Bezeichnung für noch in der Bildung begriffene Gewebe beizubehalten, wie es ja z. B. bei den Bildungszuständen der Muskelfaser für die jüngsten Theile des Gewebes, die noch keine Form erkennen lassen, auch von solchen gebraucht wird, die sich von den Verirrungen der Protoplasma-Hypothesen fern gehalten haben. Es würde aber dann die Anwendung auf extracelluläre unfertige Gewebe beschränkt werden müssen, und nicht nur der bisherige Mißbrauch, sondern auch der Umstand, daß Protoplasma in der Botanik eine bestimmte und unanfechtbare Bezeichnung gewisser Theile des Zellinhalts ist, macht dieses unzulässig.

Solche allgemeinere Betrachtungen bieten unvermeidlicher Weise mannichfache Angriffspunkte dar, und bin ich mir dessen wohl bewußt, daß es eine gewisse Kühnheit war, sie zu wagen, darf also wohl daran erinnern, daß der Nachweis lebender und wachsender, aber dabei incellulärer Organismen in den Panzern und Schalen, so wie in dem Byßus von *Mytilus*, den ich geführt zu haben denke, von dem nicht alterirt wird, was an diesen allgemeineren Betrachtungen bestreitbar fein könnte, und daß mit diesem Nachweis die Annahme der Zelle als ausschließlichem Elementar-Organismus, mag man ihn als *Cyta*, *Cytode*, *Plastide* oder *Biont* zu benamen für gut finden, unvereinbar ist.

In die Sarkode, deren Struktur zu erkennen wir noch nicht im Stande sind, konnte man mit einem gewissen Aufwande von Phantasie die Fiction eines Conglomerats von »Plastiden« hereintragen, die nachweisbare, wohl definirte Struktur der Panzer und Schalen schließt eine solche phantastische Fiction abfolut aus.

Bevor ich schliesse, muß ich noch zweier Werke gedenken, deren Erscheinen in die Zeit fällt, wo ich mit diesen Arbeiten schon beschäftigt war, und die erst zu meiner Kenntniß gelangten, als die Resultate der Letzteren schon niedergeschrieben waren, so daß ich diese Werke bis hierher nur durch einige kurze Einschreibungen berücksichtigen konnte. Sie greifen so tief in mein Thema ein, daß es angemessen erscheint, nun hier noch etwas näher auf sie einzugehen.

Es sind die in den Sitzungsberichten der Wiener Akademie der Wissenschaften von 1873 (Band LVII und LVIII) erschienenen 5 Abhandlungen von Heitzmann: »Untersuchungen über das Protoplasma« und das selbstständige, ebenfalls 1873 erschienene Werk von Robin: »Anatomie et physiologie cellulaires«.

Heitzmann hat unter Anwendung der stärksten Objectiv-Systeme, wie der Hartnack'schen No. 15 in Amöben, Blutkörperchen des Krebses, farblosen Blutkörperchen des Triton und des Menschen und in Colostrumkörperchen eine Struktur gesehen, welche er derartig beschreibt, daß die Körnchen, welche diese Organismen enthalten, durch »Speichen« oder Fädchen mit den benachbarten Körnchen zusammenhängen, so daß sich ein Netz- oder Maschenwerk bildet. Ein ähnliches Netz sieht er, meistens die Vergoldung oder Verfilberung zu Hülfe nehmend, in der Grundsubstanz des hyalinen Knorpels und im Zusammenhang mit den Fäden desselben speichenartige Fortsätze des »Protoplasma« des Knorpel-Körperchens. In dem letzteren selbst soll durch Vacuolenbildung ein ähnliches, wenn auch dichteres Netz vorhanden sein, und endlich der Kern aus noch dichterem ähnlichen Gewebe bestehen. Entsprechende Angaben werden für die meisten Bindegewebe und Bindestoffen gemacht und auch auf Epithelien ausgedehnt.

Dieses Alles wird zu einem förmlichen System verallgemeinert, in welchem die »Zelle« so gut als bedeutungslos wird, wogegen »lebende Materie« im Kern und dem »Protoplasma-Körper«, — d. h. der Zelle im älteren Sinne — der sich durch »Schalenbildung« — d. h. Membran — abgrenzen kann, dichter angehäuft, die Grundsubstanz mit einem Netz- oder Maschenwerk durchzieht, in dessen Interstizien die charakteristischen, z. B. die leimgebenden Substanzen, je nach Umständen mit Kalksalzen verbunden, abgelagert sind. Im Besonderen wird dieses System auf den osteogenen Prozeß und die

pathologischen Zustände von Knochen und Knorpel angewendet, worauf ich hier nicht weiter eingehen möchte. Es ist ohnehin schwierig genug, in so kurzer Wiedergabe den Sinn des Autors zu treffen.

Was die von Heitzmann mitgetheilten thatfächlichen Befunde betrifft, so scheinen sie mir wesentlich in Harmonie mit den hier ausgesprochenen Auffassungen zu stehen. Das Fasernetz in den Amöben, Blutkörperchen und Leucocyten läßt ihr fogenanntes Protoplasma als eine Form des Bindegewebes erscheinen und macht ihre Contractilität, die nicht Eigenschaft einer Substanz, sondern nur einer Gewebesform sein kann, verständlich*). Die Prüfung der von Heitzmann gegebenen Abbildungen der Struktur zahlreicher Bindefubstanzen — leider fehlen solche von Amöben, Blutkörperchen und Leucocyten — ergibt bei den Goldpräparaten der fibrillären Bindegewebe (Fig. 5 und 7 zu Abhandlung II) eine entschiedene Querstreifung der Fibrillen und ihrer Bündel und zwar eine ebenfalls auf Fasern zurückzuführende; besonders bei Fig. 7. Auch im Text wird der an Rifsstellen, welche der Längsfaserung folgen, hervorragenden Fasern als »Zäckchen« gedacht. Bei den Silberpräparaten zeigen dieselben Objecte allerdings ein unregelmäßigeres Netz, wie die osteogenen Gewebe überhaupt, in welchen das ganze Bild undeutlicher wird und nur elastische Platten quergestreift, sowie Zellen- und Kernmembrane radiär gestreift sind.

Ohne diese Beobachtungen bemängeln oder bestätigen zu können, würde ich eine solche Erweiterung des Nachweises fibrillärer Struktur in den Zwischensubstanzen und der Querstreifung in fibrillären Bindegeweben, als sich vollständig an meine Auffassungen anschließend, gern acceptiren, aber das System, das Heitzmann auf seine Untersuchungen begründen zu können glaubt, muß gerechte Bedenken erwecken. Es bietet ein Beispiel davon, wie gefährlich es ist, von einer zwar nicht unbeträchtlichen Zahl von Untersuchungsobjecten aus, die aber doch gegen das ganze Gebiet der Histologie verschwindend klein ist, Alles bisher angenommene auf den Kopf stellen zu wollen. Eine solche totale Leugnung der Bedeutung der Zelle, eine solche Verwischung des Unterschiedes zwischen extracellulärer und intracellulärer Organisation wäre nicht nur ein entschiedener Rückschritt, sondern ist auch unvereinbar mit den thatfächlichen Befunden an vielen anderen von Heitzmann nicht berücksichtigten Untersuchungsobjecten, namentlich an dem Ei, diesem Prototyp der Zelle. Ein Hühner-Ei zeigt uns dieses Prototyp in so erheblichen Dimensionen, daß etwas dem Heitzmann'schen Schema der Organisation Aehnliches darin leicht nachweisbar sein müßte, wenn es wirklich vorhanden wäre; es ist aber überall das Gegentheil dieses Schema nachweisbar. Wo sollen im Dotter Netze lebender Materie vorhanden sein? Wo sind »Speichen« in den Fasernetzen der Dotterhaut zu finden? Schon Heitzmann's eigene Abbildungen der wirklichen Objecte zeigen in dem Zelleninhalt nirgends das Netz, das er in dem Schema auf S. 156 der IIten Abhandlung abbildet. Wie man ferner die Dotterfurchung, ja den ganzen Vorgang der Zellentheilung und der Gemmation, der wenn er auch nicht die einzige Form der Zellenbildung sein sollte, doch immer in gewissen Fällen eine unleugbare Realität hat, mit dem gegebenen Schema in ungezwungene Verbindung bringen will, ist unerfindlich. Auch die Organisation der Panzer und Schalen wüßte ich in diesem Schema nicht unterzubringen.

*) Wie man einen solchen Organismus als ein kernloses Blutkörperchen, wenn man es als keinerlei celluläre Elemente enthaltend, sondern nur als aus einer bindegewebsartigen Faserstruktur bestehend betrachtet, bezeichnen will, stelle ich anheim. Daß solche Organismen, wenn auch nur teratologisch in Dimensionen und unter Umständen vorkommen, bei welchen über eine solche Struktur kein Zweifel ist, zeigen einzelne der von Haushühnern so häufig gelegten fogenannten Spur-Eier. In Bd. XIX d. Z. f. wissensch. Zool. Fig. 24 habe ich ein solches Spur-Ei abgebildet, in welchem Dotter nicht nachweisbar war, und diese Verhältnisse pag. 339 erörtert. Dieses Ei, obgleich es einen Dotter nicht befaß, hatte eine normale Faferhaut und eine Kalkschale, deren Struktur allerdings wie bei andern Spur-Eiern teratologische Abweichungen von der normalen haben mochte, gebildet, und sein Inhalt war wirkliches Eiweiß von im Wesentlichen normaler Struktur. Hier haben wir also einen solchen abgeschlossenen Organismus, der Nichts von dem enthält, was das Ei als cellulär charakterisirt, und doch als ein Ei, wenn auch als ein abnormes bezeichnet werden muß. Uebrigens ist a. a. O. schon angeführt, daß die meisten Spur-Eier Dotter enthalten, nur zuweilen in so geringen kaum nachweisbaren Spuren in die Faferhäute des Eiweißes eingehüllt, daß ich nicht behaupten kann und mag, daß minima von Dotter-Elementen auch in dem Fig. 24 abgebildeten Spur-Ei gefehlt haben. Träte Aehnliches bei einem Organismus von der Kleinheit eines Blutkörperchens ein, so wäre es absolut unnachweisbar. Daß bei Eiern ein so wichtiger Bestandtheil als der Dotter fehlen kann, macht es vielleicht weniger befremdlich, daß in Blutkörperchen der Mammalien der fogenannte Kern fehlt, während er bei Vögeln doch vorhanden ist.

Warum denn immer das Kind mit dem Bade ausschütten und sich aus einem Extrem in das andere stürzen? Warum soll denn, weil allerdings in den Bindefubstanzen und den Geweben der niederen Thiere nicht alles Zelle ist, nun auf einmal gar Nichts mehr Zelle sein? Und wo bleibt denn schliesslich die wesentliche Aehnlichkeit der pflanzlichen und der thierischen Zelle, denn das Heitzmann'sche Schema ist doch auf die Pflanzenzelle gänzlich unanwendbar.

Gerade aus der Anerkennung einer extracellulären Organisation scheint mir die biologische und physiologische Wichtigkeit der Zelle um so schärfer hervorzutreten. Solche Polaritäten, wie sie im Gegensatz der extracellulären und der intracellulären Organisation liegen, sind häufig die Bedingung lebhafterer Aktion und ich sehe eine grosse Bedeutung darin, dass wie einerseits dem niedrigeren pflanzlichen Organismus die extracellulären Gewebe fehlen, die incellulären Gewebe der Thiere theils nur äusseren Zwecken dienen und trägere Aktion besitzen, während die höheren Lebensfunktionen in Nerv und Muskel an das neben einander Vorkommen von beiderlei Organisation geknüpft erscheinen.

Ohne also den hohen Werth der Heitzmann'schen Untersuchungen, was neue Thatfachen betrifft, verkennen zu wollen, und obgleich ich im speziellen in seiner Theorie der Osteogenese, namentlich in der Annahme eines, auch bei der Umschmelzung der Grundsubstanz persistirenden Gewebes, eine sehr befriedigende Klärung dieses Vorganges sehen würde, muss ich das allgemeine Schema der Organisation, welches er aufstellt, als ein nicht genügend begründetes betrachten; aber schon in einem Versuch etwas Durchdachteres an die Stelle des nichtsagenden Protoplasma zu setzen, liegt etwas Verdienstliches.

Das Robin'sche Werk ist ein zu bedeutendes, um hier in seiner Totalität auch nur einigermaßen gewürdigt werden zu können. Seine Gegnerschaft gegen die Virchow'sche Cellulärpathologie und gegen Zellentheorie überhaupt, insofern als letztere die gesammte Organisation unter das Schema der Zelle bringen will, müssen in wissenschaftlichen Kreisen als bekannt vorausgesetzt werden, wenn sie es vielleicht auch in Deutschland nicht in dem Masse sind, als die eingehende Gründlichkeit seiner Behandlung dieser Fragen, und die Originalität und Unbefangenheit seiner Auffassungen verdienen.

Dem Thema meiner Arbeiten widmet er ein tieferes Eingehen, als es sonst in histologischen Werken der Fall ist, und diese Beziehungen darf ich nicht mit Stillschweigen übergehen. Leicht ist es nicht, sie in der Kürze völlig klar zu stellen, denn in dem, was einerseits Robin's grosses Verdienst ist, nämlich dieses durchaus besonnene Zurückweisen jedes Generalisirens und Systematisirens, das über die Thatfachen hinausgeht, liegt andererseits die Gefahr, dass seine Meinungen nicht mit voller Schärfe und Klarheit hervortreten.

Ein klar und consequent durchgeführter Ausdruck einer Meinung impliziert schon eine Theorie oder ein System, und wo man ein solches nicht aufstellen will oder darf, muss eine gewisse Unklarheit bleiben.

In dem I. Capitel Theil I über die anatomische Beschaffenheit der Zellen führt Robin pag. 4 aus, dass nicht sämmtliche anatomische Elemente Zellen seien oder auch nur früher waren, und fährt fort: »Endlich sind viele skelettartige Organe der Echinodermen, Polypen und Cephalopoden, die so häufig mit complicirter Struktur versehenen Chitin-Decken der Gliederthiere, die besonderen Ei-Hüllen der Vögel, Reptilien, Selachier und Cephalopoden, der Zahnschmelz, die Linfenkapsel, die Scheide der *Chorda dorsalis*, die *tunicae propriae* der Drüsen etc. ohne jeglichen cellulären Charakter, in welcher Periode ihrer Entwicklung man sie auch beobachten möge«*).

Diese Zusammenstellung der Panzer und Schalen mit anderen Objecten, denen Robin an anderen Orten den organisirten Charakter zu vindiziren scheint, sowie der Ausdruck »*organes squelettiques*« scheint keinen Zweifel darüber zu lassen, dass er diese sämmtlichen nicht cellulären Bildungen als organisiert betrachtet.

Liest man dann aber das VI. Capitel 2ten Theils: *des éléments non cellulaires tant calcaires,*

*) Enfin, beaucoup d'organes squelettiques des échinodermes, des polypiers, des céphalopodes, les téguments chitineux à structure souvent si complexe des articulés, les enveloppes spéciales des oeufs des oiseaux, des reptiles, des sélaciens, des céphalopodes, l'émail dentaire, la capsule du cristallin, la gaine de la notocorde, les parois propres des tubes glandulaires etc., n'ont aucun des caractères des éléments cellulaires à quelque période de leur évolution qu'on les observe.

que chitineux, so wird man doch über Robins eigentliche Meinung bezüglich der organisierten Beschaffenheit der Panzer- und Schalenbildungen zweifelhaft.

Geht auch aus dem, was Robin über Mollusken-Schalen, Crustaceen-Panzer und Ei-Hüllen sagt, hervor, daß er eigne Untersuchungen über dieselben angestellt hat, und versteht es sich auch bei einem solchen Forscher von selbst, daß diese meist richtige Resultate gegeben haben, so sind sie doch nicht umfassend genug. So ist es eine sehr erhebliche Lücke, daß von Gastropoden-Gehäusen nur die Randmembran von *Helix* erwähnt wird. Gerade die Struktur der Gastropoden-Gehäuse, wie ich sie von *Strombus* im Speziellen beschrieben habe, dürfte geeignet gewesen sein, Robins Auffassungen wesentlich zu modifizieren.

Was auf pag. 137 über das Perlmutter gesagt ist*), weicht so vollständig von dem Befunde beim eigentlichen Perlmutter ab, daß ein Forscher von Robins Bedeutung dabei unmöglich dieses vor Augen gehabt haben kann. Prismatisches Gefüge kommt allerdings, wie ich nachgewiesen habe, auch dem Perlmutter zu und ist bei *Nautilus* auch schon ohne Aetzung sehr deutlich, aber stets sind diese Prismen rechtwinklig auf die Schalenfläche gestellt und nie laufen sie in Kegel aus. Wohl aber paßt die Beschreibung auf die blaue Schicht von *Mytilus*, und muß Robin diese oder eine ähnliche vor sich gehabt haben. Am besten stimmt sie mit dem überein, was Carpenter von *Terebratula* und *Lima* abbildet.

Ferner ist es nicht richtig, daß die Borsten des Crustaceen-Panzers immer durch alle Panzer-Schichten durchgehen, bis auf die darunter liegende Haut reichen, und ihr Central-Kanal stets zellenartige Vacuolen darstellt, wie pag. 141 gesagt wird. Meine Abbildung Fig. 20 A Taf. IV zeigt, daß sie auch auf der Oberfläche eingelenkt fein und einen einfach cylindrischen Kanal, der eine Fortsetzung der Papille ist, auf welcher sie stehen, enthalten können; und gerade diese Borsten, die Anhängel des Panzers selbst und Nichts von ihm wesentlich Verschiedenes sind, charakterisieren sich auf das Bestimmteste als Organisationen.

Wenn endlich Robin die Fasern der Schalenhaut der Eier nicht als wirkliche Fasern anerkennen will, sondern (pag. 132) dieselben mit Coste als ein Drüsensekret betrachtet, so ist dies nur möglich, weil er ihre strikte Analogie mit den Fasern der Dotterhaut übersieht und ihre complizierte Zusammensetzung bei den Vögeln und ihr röhrenförmiger Bau und ihre keulenförmigen Endungen bei Reptilien ihm unbekannt geblieben waren. Ich kann ebendasselbst die Meinung, daß deutliche, so zu sagen handgreifliche Faserbildungen nur als eine Uebertreibung (*exagération*) der in Eiweißmembranen und ähnlichen Organismen sich zeigenden Streifung (*état strié*) seien, nicht billigen. Es liegt doch wahrlich näher, wenn man häufig Fasern bestimmt nachweisen kann und zuweilen in analogen Geweben nur Andeutung von Streifung sieht, die ersteren als das Wirkliche, die letztere als den undeutlichen Ausdruck der ersteren zu betrachten.

Bestimmt und ausdrücklich bestritten übrigens Robin den organisierten Charakter der Panzer- und Schalenbildungen auch in diesem Capitel nicht, wenn er aber schließlich Analogien zwischen ihrer Struktur und den *Calcosphäriten*, die Harting auf mechanisch-chemischem Wege erzeugt hat, sehen will, so müßte er consequenter Weise ihren organisierten Charakter leugnen.

Eines Theils liegt diese Unklarheit wohl daran, daß es Robin hauptsächlich auf die Negation einer cellulären Bildung der Panzer und Schalen ankommt, worin ich vollständig mit ihm übereinstimme und mich einer so bedeutenden Bundesgenossenschaft dankbar erfreue; andernteils aber in einer gewissen Unklarheit, die mit Nothwendigkeit aus Robins Definition der *»substance organisée«* folgt.

Schon in einer Anmerkung zu S. 22 meiner einleitenden Bemerkungen ist versucht, gegen die Consequenzen der These, daß Organisation von Struktur-Eigenschaften unabhängig sei, Verwahrung einzulegen, es muß aber doch noch einmal darauf eingegangen werden.

*) Die Stelle lautet im Original: La nacre ou couche interne, irisée, est formée de prismes morphologiquement analogues au précédents, — nämlich der Prismen der Wabenschicht, die Robin als *»le têt ou test proprement dit«* bezeichnet — mais beaucoup plus petits et pourvus d'une ligne centrale plus foncée que le reste. Ils sont disposés très-obliquement par rapport à la surface du test et viennent se terminer par une extrémité amincie conique.

Am vollständigsten drückt Robin seine Auffassung der Organisation im Cap. III des ersten Theils aus, ich wage aber das positive Resultat nicht in kurzen Sätzen wiederzugeben. Auch hier kommt es ihm hauptsächlich darauf an, hervorzuheben, daß die Organisation nicht an bestimmte Formen, als Zelle, Nucleus, Fafer, Röhre oder dergleichen gebunden sei, und man wird vielen Sätzen, wie z. B. dem, daß die Organisation etwas anderes sei, als einfach eine physische oder mechanische Disposition der Theilchen, daß es sich nicht um etwas Maschinelles handle, daß ihre Wesenheit sich nicht direkt durch das Auge, auch wenn es mit den stärksten Vergrößerungen bewaffnet sei, erkennen lasse, daß Organismus und Mechanismus etwas durchaus verschiedenes seien, daß endlich die auf verschiedenen Wegen zu constatirenden Lebens-Aeusserungen das allein entscheidende Kriterium für das Vorhandensein der Organisation ausmachen, vollständig beipflichten können; aber man wird eine Lücke fühlen, und diese sehe ich darin, daß der Gegensatz zwischen Organisation und unbelebtem Stoff ein vollständig unklarer bleibt; daß gar kein Grund für die große und entscheidende Thatfache, daß Organisation niemals autogen aus todttem Stoff hervorgehen kann, daß sie immer von einer schon vorhandenen Organisation tradirt oder reproducirt werden muß*), aus demjenigen, was Robin von der *matière organisée* sagt, hervorgeht, obgleich er doch ihren Gegensatz gegen die *matière brute* auch seinerseits festhält.

Wäre er hierin vollständig klar, so könnte er nicht auf pag. 592 über Bennetts molekuläre Theorie der Organisation sich wie folgt aussprechen:

»Wenn man die folgenden Sätze des ausgezeichneten Edinburger Pathologen mit demjenigen »vergleicht, was ich an den oben angeführten Stellen ausgesprochen habe, wird man sehen, daß in »vielen Punkten unsere Lehre übereinstimmt. Er sagt: Die letzten Elemente des Organismus sind »nicht die Zellen und eben so wenig die Kerne, sondern kleine Partikelchen, welche selbstständige »physische und vitale Eigenschaften besitzen, vermöge deren sie sich zu höheren Gestaltungen »einigen und ordnen. Diese Gestaltungen sind die Kerne, die Zellen, die Fasern, die Membrane. Alle »diese können sich direkt aus diesen Molekülen bilden. Die Entwicklung und das Wachsthum der »Gewebe wird bewirkt durch die Bildung histogenetischer und histolytischer Moleküle, welche sich »unter einander verbinden, sowohl innerhalb als außerhalb der Zelle; aber es ist weder der Kern »noch die Zelle, welche dabei als Centrum agiren«**).

Wie eine Uebereinstimmung im Wesentlichen mit Robin's Ausspruch, daß Organisation von Gestaltung, von Struktur unabhängig sei, hierin gefunden werden kann, ist mir unbegreiflich. Diese Bennett'schen Moleküle sind doch offenbar etwas ganz anderes, als Atome oder Moleküle im chemischen Sinn. Sie sind ja eben ein Strukturverhältniß.

Im Einzelnen ließe sich gegen die Bennett'sche Ausdrucksweise Einiges einwenden, was um so weniger zu verwundern ist, als seine Werke schon vor 20 Jahren publizirt sind. Ich möchte namentlich das moniren, daß sich Zelle, Kern, Membran und Fafer jedes direkt aus den Molekülen bilden soll, und eher dazu neigen, die Zelle, wenn zunächst von ihrem Inhalt abstrahirt wird, aus der Mem-

*) Ich übersehe hierbei nicht, daß immer wieder die Versuche erneuert werden, Organismen aus todttem Stoff abzuleiten, und daß man es neuerdings wieder möglich gemacht hat, in dieser Beziehung wenigstens eine Controverse anzuregen. Das ist aber auch gegen die am festesten stehenden Wahrheiten stets möglich. Wäre die autogene Entstehung von Organismen aus todttem Stoff ein natürlicher oder der natürliche Vorgang, so würde sie uns auf Tritt und Schritt entgegentreten, es könnte gar nicht schwer sein, Hunderte von Beispielen dafür anzugeben; aber es sind umgekehrt immer mehr Fälle, die man früher auf solche Vorgänge zurückführte, als einfache Reproduktion vorhandener Organismen nachgewiesen, und daß man in einzelnen Fällen Zweifel dagegen geltend machen kann, daß der Beweis eines Reproduktionsvorganges vollständig geführt sei, hat keine Bedeutung gegenüber der erdrückenden Masse des Beweismaterials das gegen die *generatio originaria* spricht.

**) En lisant les pages suivantes de l'éminent pathologiste d'Edimbourg, comparativement aux pages qui viennent d'être indiquées, on verra que nous soutenons en bien des points la même doctrine. Les éléments ultimes de l'organisme ne sont point des cellules, ni des noyaux, dit-il, mais de petites particules possédant des propriétés physiques et vitales indépendantes, en vertu desquelles elles s'unissent et s'arrangent pour constituer des formes plus élevées. Ces formes sont les noyaux, les cellules, les fibres, les membranes. Le développement et la croissance des tissus s'opèrent par la formation de molécules histogénétiques et histolytiques, pouvant s'unir entre elles ici en dedans, là en dehors des cellules; mais ce n'est point le noyau ni la cellule qui agissent comme centre.

bran und die Membran aus der Faſer hervorgehen zu ſehen, ſo daſs die Faſer das einfachere dieſer Formelemente wäre, wenn auch zwifchen ihr und den letzten Elementarorganismen noch andere uns bis jetzt unbekannte Zwifchenftufen liegen möchten. Ueberhaupt gelangen wir mit den »Molekülen« zu weit auf das Gebiet der Spekulation, denn ſie ſind nichts Beobachtetes, ſondern eine Abſtraktion, und es ſcheint mir richtiger zu ſein, wenn man ſich begnügt anzuerkennen, daſs überhaupt Struktur die nothwendige Bedingung der Organifation iſt, und die Aufgabe der Hiſtiologie darin beſteht, dieſe Struktur, ſo weit als für die Beobachtung möglich iſt, zu verfolgen, aber von Spekulationen ſich fern zu halten.

Ein eigenthümlicher Umſtand trägt gewiſs weſentlich dazu bei, daſs Robin dem Standpunkt: Struktur als die Grundlage der Organifation anzuerkennen, ferner bleibt. Merkwürdiger Weiſe hält er an dem cellulären Urſprunge der fibrillären Elemente des Bindegewebes feſt, und muſs deshalb auch den wahrhaft fibrillären Charakter incellulärer Gewebe, wie z. B. der Eimembrane, wie wir geſehen haben, beſtreiten; und doch iſt dieſer celluläre Urſprung der Fibrillen d. h. ihre Entſtehung als Ausläufer ſpindelförmiger Bindegewebskörper niemals nachgewieſen, ſondern nur von der Vorausſetzung aus, daſs alle organiſchen Geſtaltungen cellulär ſein müſſten, vermuthet worden, und jetzt wohl ziemlich allgemein aufgegeben.

Auch in Bezug auf die Muskelfaſer hält Robin noch an dem intracellulären Urſprung feſt, und ſcheinen ihm die Wagener'schen Unterſuchungen gänzlich unbekannt geblieben zu ſein, was allerdings bei dem ſyſtematiſchen Todtschweigen, das gegen dieſelben in Deutſchland ſtattfindet, nicht zu verwundern iſt.

In noch einer Beziehung finde ich Veranlaſſung, mich mit den Robin'schen Auffaſſungen auseinanderzuſetzen, nämlich bezüglich ſeiner »*noyaux embryoplastiques*« und der Entſtehung des Knorpels. Einer der erheblichen Widerſprüche, welche er gegen die deutſche Zellentheorie, wie ſich dieſelbe darin allerdings weit über Schwann herausgehend entwickelt hat, feſthält, beſteht darin, daſs er die autogene Bildung von Kernen in ſeiner »amorphen organiſirten Subſtanz« annimmt, und auf eine ſolche freie Kernbildung die Entſtehung der Gewebe in überwiegendem Maſſe zurückführt. Ueber die Hauptfrage: ob hier wirklich Neubildung oder bloſs Reproduktion durch fortdauernde Segmentation oder Gemmation der vorhandenen Kerne oder Zellen ſtattfindet, erlaube ich mir ein Urtheil nicht. Wenn es auch richtig iſt, daſs ſelbſt in den in lebhafter Entwicklung begriffenen Geweben, ſich in dem Acte der Segmentation begriffene Zellen oder Kerne viel ſeltener finden, als nach der Meinung, daſs dieſer Vorgang die alleinige Quelle neuer Zellenbildung ſei, erwartet werden müſſte, ſo bleibt die Möglichkeit, daſs er ſich mit ſolcher Schnelligkeit vollzieht, daſs hierüber hinwegzukommen iſt. Jedenfalls ſcheint die autogene Entſtehung der »embryoplaſtiſchen Kerne« aus der als formlos betrachteten organiſirten Materie auch von Robin nicht in dem Sinne wirklich beobachtet zu ſein, daſs Anfänge derſelben oder Uebergänge zum fertig gebildeten Nucleus wirklich zur Anſchauung gelangt ſind. Auſſerdem kann ich nicht beſtätigen, daſs die Segmentation nur bei ſolchen Zellen oder Kernen eintritt, die eine gewiſſe normale Gröſſe erreicht haben. In dem jugendlichen Knorpelgewebe des ſproſſenden Rehgehörns finde ich die allerdings nur ganz einzeln aufzufindenden, in Segmentation begriffenen Zellen nur unter den kleinſten Individuen. Endlich iſt mir Folgendes für Robins Auffaſſung ſehr bedenklich: Fände freie, autogene Kernbildung in einer vorher vorhandenen formloſen organiſirten Materie ſtatt, ſo wäre zu erwarten, daſs letztere ſich im jüngſten Gewebe in reichlicheren Schichten mit nur einzeln eingeprengten Kernen fände. Nach Robins eigener Angabe verhält es ſich aber ſo, daſs gerade in den jüngſten Schichten die Zwifchenſubſtanz am ſpärlichſten iſt und erſt in den älteren Schichten reichlicher auftritt. Dies ſpricht nicht dafür, daſs die Zelle ſich aus der Zwifchenſubſtanz bildet, ſondern eher dafür, daſs die Zwifchenſubſtanz durch die Zellen entſteht.

Doch dieſes nur beiläufig. Die Frage hat, ſobald anerkannt wird, daſs die Zelle kein Elementarorganismus iſt, daſs auch auſſer der Zelle Organifation beſteht, gar keine ſo tief greifende Bedeutung mehr. Ob der Satz: *omnis cellula e cellula* richtig bleibt, iſt verhältniſsmäſſig gleichgültig, ſobald nur beſteht, daſs überhaupt Organifation nicht autogen aus todttem Stoff entſpringt, ſondern Reproduktion vorhandener Organifation iſt.

Hiervon also abgesehen, ist kein Zweifel, daß Robins *noyaux embryoplastiques* identisch mit den Gebilden sind, die ich in den Jugendzuständen der Bindefubstanzen als Zellen betrachten zu müssen glaubte*), und hieran allerdings weitgehende Folgerungen über die Bedeutung der sogenannten Zwischenfubstanzen knüpfte. Ich finde bei reiflicher Prüfung in Robin's Werk keinen Beweis dafür, daß diese sogenannten *noyaux embryoplastiques* wirklich Kerne und keine Zellen sind. Diesen Beweis aus ihrer Entstehung zu führen, ist für Robin unmöglich, da sie nach ihm »par genèse«**) entstehen sollen, also eine Beziehung zu schon vorhandenen Zellen oder Kernen nicht besteht. Er scheint ihn in ihrer Weiterentwicklung zu sehen, indem er angiebt, daß sich z. B. bei der Knorpelbildung um den Kern, welcher zuerst ganz allein die durch die Zwischenfubstanz begrenzte Höhle ausfülle, allmähig eine amorphe, feinkörnige Substanz innerhalb der erweiterten Höhle ablagere, die der eigentliche Zellenkörper sei (pag. 363 u. ff.). Die beigelegte Fig. 70 steht aber mit dieser Darstellung in entschiedenem Widerspruch. Dort haben die vermeintlichen Kerne durchschnittlich schon dieselbe Gröfse, als die Zellen, die sich aus ihnen entwickelt haben sollen. Der Unterschied zwischen beiderlei Gebilden besteht nur darin, daß in letzteren ein Kern sichtbar ist, in ersteren nicht; es müfste sich also nach Robin's Auffassung des Vorganges der Kern erheblich verkleinert haben, während sich der Zellkörper in der nicht wesentlich vergrößerten Knorpelhöhle um ihn ablagerte. Es liegt doch näher, anzunehmen, daß ein früher nicht wahrnehmbarer Kern später zur Erscheinung kommt. Ebenso ergibt Fig. 74 (die Darstellung der caudalen Verlängerung eines Embryo vom Rind) die sogenannten *noyaux embryoplastiques* im Innern des Gewebes erheblich größer, als die Kerne der Zellen, welche die äußeren Schichten bilden. Diese Zellen sollen nun allerdings nicht autogen entstanden, sondern Segmente der Eizelle sein und bald verschwinden, worauf sich aber die Annahme eines so verschiedenen Ursprungs dieser unmittelbar aneinander stossenden Schichten begründet, ist nicht ersichtlich.

Ich finde (vergl. die schon angeführte Arbeit in Reichert's Archiv, 1869) in den jüngsten Knorpelgeweben des sprossenden Rehgehörns beim Zerzupfen in indifferenten Flüssigkeiten zarte, klare Zellen bis auf 7,5 μ längsten Durchmesser herabgehend, mit einem oder mehreren glänzenden Kernen, zuweilen in Segmentirung begriffen. In den älteren Schichten nimmt, während sie sich allmähig mit einer zart gekörnten, häufig spindelförmigen Hülle umgeben, ihre Gröfse zu, bis sie die der Zellen des fertigen Knorpels (14 μ längsten Durchmesser und mehr) vollständig erreichen, während die Zwischenfubstanz des Knorpels unverkennbare Andeutungen davon zeigt, daß sie den Hüllen der durch Zerzupfen isolirten Zellen entspricht. Mit gutem Grund glaube ich also dabei beharren zu müssen, daß es sich hier um Zellen und nicht um freie Kerne handelt, und auch Robin's *noyaux embryoplastiques* Zellen und nicht Kerne sind.

Bei den epidermoidalen Geweben stellt sich der Vorgang vollständig anders dar, wie dieses auch von Robin ganz richtig angegeben wird. Bei gewissen Horngeweben wenigstens ist er unzweifelhaft so, als ihn Robin in seiner Fig. 25 abbildet und im Text erläutert: daß nämlich in der

*) Ueber die Markfubstanz etc. in Reichert's Archiv. 1869. pag. 90 u. ff.

**) Genèse in dem Sinne Robin's kennt wenigstens das Dictionnaire de l'Académie in der nach der 8. Auflage bearbeiteten deutschen Ausgabe noch nicht. Dort gilt es ausschließlich für »Genesis« als Bezeichnung der ersten fünf Bücher der heiligen Schrift. Sicher darf man das Wort auch im weiteren Sinne gebrauchen, aber es erscheint mir in jeder Beziehung willkürlich, zwischen Genèse und Génération einen Unterschied machen, und noch willkürlicher, dem Wort naissance, wie es geschieht, seine klare und unbestreitbare Bedeutung nehmen zu wollen und es für eine präsumtive Form der ersten Entstehung zu gebrauchen. Ganz unverständlich ist mir aber für einen französischen Autor die Behauptung: daß Formation für die Bildung von Organismen nicht angewendet werden dürfe (vergl. pag. 174: Le terme naissance dans le sens le plus général, en un mot, ne s'applique qu'au fait de l'apparition des corps organisés en un point où ils n'existaient pas, et le terme formation n'est applicable qu'au fait de l'apparition d'une ou de plusieurs espèces de corps bruts, de composés chimiques). Mein Dictionnaire de l'Académie führt als Beispiel für die Bedeutung von Formation ausdrücklich an: La formation de l'enfant dans le ventre de la mère.

Trotz dieses willkürlichen Gebrauchs der Terminologie wird ja dem aufmerksamen Leser des I. Capitels, 2. Abschnitts, 3. Theils der Gedanke, den er auszudrücken sucht, ziemlich deutlich; und es würde hier zu weit führen, die Ausdrucksweise entwirren zu wollen. Es genügt festzuhalten, daß Robin unter Genèse, oder bestimmter ausgedrückt Autogenèse, hier die Zellenbildung aus vermeintlich formloser, organisirter Materie, ohne Descendenz von vorhandenen Zellen oder Kernen, bezeichnen will.

jüngsten Form des Gewebes runde Körperchen, welche sicher den allgemein als Kerne bezeichneten Einschlüssen der Zellen der älteren Gewebsform entsprechen, in eine reichlich vorhandene, keine Sonderung in Zellen zeigende Zwischensubstanz eingebettet sind. Erst später segmentirt sich diese Zwischensubstanz derartig, daß sie in Gebiete zerfällt, deren jedes einen der »Kerne« enthält und sich nun auch mechanisch isoliren läßt. Ob in dem jungen Gewebe die Zellengrenzen wirklich nicht bestehen, oder nur nicht sichtbar sind, ist eine alte, zunächst wohl unlösbare Controverse. Ich habe a. a. O. Fig. 10 dieses von dem Horngewebe des Flotzmauls des Rindes genau mit Robin's Fig. 25 übereinstimmend abgebildet, würde aber nicht zugeben können, daß es sich überall so darstellt. Im Pferdehuf ist das Bild ein anderes, doch das kommt hier nicht in Betracht. Jedenfalls liegt aber hier darin, daß sich die gefammte frühere Zwischensubstanz in Zellengebiete segmentirt, etwas ganz anderes vor, als auch nach Robin's Darstellung beim Knorpel und dem *Tissu embryoplastique*, da bei Letzterem der Zellkörper als eine vollständige Neubildung den vermeintlichen Kern umgeben soll, die Zwischensubstanz sich an diesem Prozeß nicht theiligt, ungetheilt bleibt und dabei noch in erheblichem Maasse zunehmen soll.

Mein Zweifel, ob die allgemein als Kerne der Epithelzellen bezeichneten Gebilde wirklich solche darstellen oder ebenfalls als Zellen zu betrachten seien, wird hierdurch nicht berührt; es soll mit dieser Anführung nur darauf hingewiesen werden, daß es nicht zulässig sein würde, zwei so verschiedene Vorgänge als analoge zu behandeln, und damit eine gewisse Auffassung, als bei beiden zutreffend, wahrscheinlicher zu machen.

Damit es nicht den Anschein gewinnen kann, als hätten sich diese letzten Bemerkungen von meinem Hauptthema allzusehr verirrt, erinnere ich daran, daß allerdings die extracelluläre Natur der äußeren Schicht des spindelförmigen Bindegewebs-Körperchens und der celluläre Werth des gewöhnlich als Kern betrachteten runden Körperchens in seinem Inneren wesentlich für den Kreis der Auffassungen des Verfassers sind, wie früher erläutert wurde.

Erklärung der Abbildungen.

Die Bemerkung, daß hier, wie im Text, bei den Größenangaben das griechische μ , wie in der neueren Histologie gebräuchlich, durchgängig als Bezeichnung für den Mikromillimeter (= 0,001 Millimeter) angewendet ist, dient vielleicht zur Bequemlichkeit solcher Leser, welche nicht Mikroskopiker von Fach sind.

Tafel I.

Fig. 1. Weichschaliges Ei. Aus dem Ovidukt einer getödteten *Hirundo riparia*. Die Eischale in Spiritus conservirt. Glycerinpräparate.

A Querschnitt der Schalenhaut mit den Schalenrudimenten. 430/1.

- a Feine Membran, unter welcher sich die Kalkschale bildet.
- b Schalenrudimente.
- c Feine membranöse Masse zwischen denselben.
- d Schalenhaut (*membrana testae*).

B Flächenansicht von Aussen und optischer Querschnitt auf einer Falte. Die Oberfläche ist auf der äusseren Seite der letzteren. 205/1.

- a Optischer Querschnitt der Schalenrudimente.
- b Flächenansicht.
- c Rudimente der Kalkschale.
- d Faßerhaut in deren Zwischenräumen.

Fig. 2. Gänse-Doppel-Ei, gekocht, im Durchschnit. 1/2.

- a u. b Die beiden Dotter.
- c, c Aeufseres, für beide gemeinsames Dotterhäutchen.
- d, d Particulares Dotterhäutchen des Dotters b.
- e, e Eiweiss, welches den ringförmigen Raum zwischen dem gemeinschaftlichen und dem partikularen Dotterhäutchen ausfüllt.
- f Andeutung der Schichtung der Eiweisschülle.
- g Luftraum.
- h Schale und Schalenhäutchen.

Um die Verhältnisse der Dotterhäutchen bei dem kleinen Maßstabe der Zeichnung andeuten zu können, mußten sie in einer die Wirklichkeit weit überschreitenden Dicke dargestellt werden. c hat in Wirklichkeit etwa 21 μ , d 16 μ .

Fig. 3. Ei von *Petromyzon marinus* (Lamprete).

A Optischer Querschnitt der Schale des zerdrückten Eies. In verdünntem Spiritus beobachtet mit Hartnack 10. 775/1.

- a Aeufere *Zona radiata*, sehr zart, leicht ablösbar.
- b Innere *Zona radiata*.
- c *Zona pellucida*. Scheinbar structurlos.
- d Innere *Zona radiata*. Nur mit Gundlach VIII als perliger Saum andeutungsweise zu beobachten.
- e Hohlraum durch Contraktion des Dotters entstanden.
- f Dotter-Elemente.

B Flächenansichten der Eihülle. In indifferenter Flüssigkeit beobachtet.

- a Bei hoher Einstellung m. Gundlach VIII Oc 2. = 800/1.
- b Bei tiefer Einstellung mit Hartnack 10. Oc 3. = 775/1.

Fig. 4. Eischale von *Raja clavata*. Glycerin-Präparate.

- A Querschnitt aus der Mitte in der Richtung des kürzeren Durchmessers. 205/l.
Die äußere Schalenfläche nach oben.
- B Segment eines Querschnitts durch einen Seitenflügel in der Richtung des längeren Durchmessers. 600/l.
- C Segment eines Flächenschnitts durch einen Seitenflügel. 600/l.
Man sieht mehrere Schichten von Hohlräumen übereinander.
- D Aus demselben Präparat als C. 600/l.
Der Schnitt geht hier durch kleinere Hohlräume. Der kleine dunkle Kreis in einem der unteren Hohlräume ist kein Kern, sondern nur ein in einer anderen Ebene liegender geforderter Hohlraum.
- E Faferbündel aus dem Schnitttrande desselben Präparats als C und D.
Sie gehören der äußeren durch Seewasser macerirten Schicht an. 600/l.

Fig. 5. Laich von *Buccinum undatum*. Optischer Querschnitt der feinen Membran, auf einer Falte eines Zerzupfungs-Präparats in verdünntem Glycerin. Vorher mit Natronlauge gekocht. 664/l.

- a Flächenansicht der aufgerollten Lamelle.
- c,c,c Blasenförmige Hervorragungen der Membran mit schwach lichtbrechendem Inhalt. Zwischen a und c sieht man den optischen Querschnitt der Membran, welcher zwei Schichten zeigt, von welchen die äußere stärker lichtbrechend und etwas dünner ist. Letzteres ist in der Zeichnung aus Versehen nicht angedeutet.

Fig. 6. Laich von *Buccinum undatum*. Aus Zerzupfungspräparaten der in Wasser aufgeweichten Membran. In verdünntem Chlorcalcium. 664/l.

- A Dünnes Lappchen einer dichten Faferlage, das am Rande isolirte Fasern oder aus mehreren Fasern bestehende Bälkchen zeigt.
- B Feine Lamelle, in welcher außer bei b Fasern kaum angedeutet, dagegen die blasenförmigen Hohlräume deutlich sind, welche bei der tiefen Einstellung hell mit dunkler Umfäumung erscheinen.
b. Ganz scharf conturirte Fasern, welche sich verästelnd in die Lamelle übergehen.
- C Die mit a bezeichnete Stelle von B, aber bei hoher Einstellung, so daß die bläsigen Räume dunkel (mit röthlichem Ton) und mit heller Umfäumung erscheinen.

Fig. 7. Dasselbe Object. Schematische Darstellung. Sie zeigt, daß auch einfache blasige Hohlräume zwischen Membranschichten, an den hier durch die Hilfslinien a-a und b-b, sowie c-c und d-d begrenzten Stellen in der Flächenansicht, in Folge von Refraction, Umfäumungen wie in Fig. 6 B und C zeigen können.

Fig. 8. Dasselbe Object. Schnitt durch 7 leere zusammenhängende Eihüllen. 2/l.

- a Die leeren Eihüllen.
- b,b Die Oeffnungen, durch welche die jungen Thiere ausgeküpft sind, bei diesen 2 Hüllen in der Schnittebene liegend.
- c Leerer, aber nicht allseitig geschlossener Zwischenraum.
- d,d,d Brücken, welche die Eihüllen verbinden.
- e,e Gemeinfame Scheidewand von Eihüllen.

Fig. 9. Dasselbe Object. Segment eines feinen Querschnitts einer Eihülle. In Glycerin. Hohe Einstellung. 664/l.

Bei d läuft der keilförmige Schnitt aus. Auf der entgegengesetzten Seite ist er dicker. Deshalb erscheinen dort die Hohlräume gedrängter.

Tafel II.

Fig. 10. Laich von *Buccinum undatum*. Segment eines ganz feinen Querschnitts der Membran. Dem oberen Auslauf der Fig. 12 entsprechend. Glycerin-Präparat. 664/l.

- a Auslauf des keilförmigen Schnitts.
- b Dünnes Häutchen mit feiner Faferstruktur, das sich durch den Schnitt theilweis abgelöst hat, und wahrscheinlich die eigentliche Dotterhaut ist.

Fig. 11. Dasselbe Object. Segment eines gröberen Querschnitts, ungefähr der bei Fig. 12 mit C bezeichneten Stelle entsprechend. Glycerin-Präparat. 664/l.

Aus andern Stellen des Präparats scheint sich zu ergeben, daß die Hohlräume von länglicher Form und hier in ihrem kürzeren Durchmesser geschnitten sind.

Fig. 12. Dasselbe Object. Segment eines größtentheils gelungenen Querschnitts durch mehrere Eihöhlen. Glycerin-Präparat. 72/1.

A und B bezeichnen die Lage der Eihöhlen.

a,a,a Refle von Dotterkörperchen.

b,b Dotterhaut, welche die Eihöhlen bekleidet.

Bei b',b' hat sich dieselbe durch den Schnitt abgelöst.

c,c,c,c Die stark lichtbrechenden, mit Hohlräumen versehenen Faferhäute, deren Flächenansichten Fig. 6 und deren Querschnitte Fig. 9, 10 und 11 bei stärkerer Vergrößerung darstellen.

Bei c',c' schrägt sich der Schnitt ab, so daß die Struktur mehr streifig erscheint.

Bei C und D stellen sich die Leisten, welche der oberen, convexen Fläche der Eihüllen ein geranzeltes Aussehen geben, im Querschnitt dar.

d,d,d,d Hyalin erscheinende Schichten zwischen den Faferhäuten.

Fig. 13. Dasselbe Object.

A Querschnitt durch zwei Eihöhlen und die sie verbindende Brücke. Glycerin-Präparat. 24/1.

A' und A'' die zwei Eihöhlen.

a' Faferhaut der Eihöhle A'. Läuft bei a''' in eine Platte aus und ist bei a'''' zu schräg geschnitten, um einen glatten Umriss zu zeigen.

a'',a'' Faferhaut der Eihöhle A''. Die Platte in welche sie ausläuft hört bei aa'' auf und zeigt dort ihre Flächenansicht. Bei aa''' hat sie einen Anhang, dessen Beschaffenheit nicht deutlich ist.

b,b,b Hyalin erscheinende Zwischenschicht, welche die Faferhäute verbindet.

c,c Leere Räume.

a''' Auslaufende Platte der Faferhaut einer dritten Eihöhle.

B Ei-Kapsel durch Kochen mit Natronlauge, welche die hyalinen Zwischenschichten löst, ifolirt. Ungefähr natürliche Größe.

a Ansicht von oben.

b Ansicht von unten.

c Schema des Durchschnits nach der Längsrichtung und durch den kürzeren Durchmesser.

C Gruppen verwachsener Eikapseln. In natürlicher Größe skizzirt.

a Ansicht von der Unterseite.

b Querschnitt der oberen Reihe derselben in der Linie $\alpha\alpha$ von a.

c Querschnitt der mittleren Reihe in der Linie $\beta\beta$ von a.

Fig. 14. Dasselbe Object. Flächenansicht eines Segments des oberen convexen Theils einer Eikapsel. 12/1.

a bezeichnet die Stelle, wo das abgebildete Segment dicht an den Rand der Kapsel stößt.

Die Zeichnung, welche sich hier darstellt, wird durch die hervorragenden Leisten der Faferhaut bewirkt.

Fig. 15. A und B Krabbenpanzer (von *Platycarcinus pagurus*). Querschliffe. 73/1.

Für die horizontale Schichtung entsprechen die Dimensionen der Natur. Die senkrechte Streifung ist in Wirklichkeit eine viel feinere. Auch der wellenförmige Verlauf der Kanäle, welche diese Streifung bewirken, ist nicht wiedergegeben und konnte in der äußeren Schicht die Struktur nur grob angedeutet werden. In diesen Beziehungen muß auf die stärker vergrößerten Detailzeichnungen verwiesen werden.

A Von dem inneren glatten Theil der Scheere. Balfam-Präparat.

B Von dem äußeren körnigen Theil derselben. Abgelöfter Schliff in Glycerin gelegt.

Tafel III.

Fig. 16. Krabbenpanzer. Details bei starker Vergrößerung. 664/1.

ABC Aus einem Flächenschliff durch die Wabenschicht einer glatten Stelle der Scheere. Präparat auf Balfam in Glycerin gelegt. Hohe Einstellung. A ist aus der äußersten, B aus der mittleren, C aus der innersten Schicht.

D Aus einem Flächenschliff der Wabenschicht einer körnigen Stelle der Scheere. Hohe Einstellung. Das dargestellte Segment liegt in dem Uebergange aus dem septirten Theil in den nicht septirten. Bei tiefer Einstellung erscheinen die zarten Septen hell auf dunklem Grunde.

E Aus einem sehr feinen, ohne Terpentinöl in ganz harten Balfam gelegten Querschliff durch den glatten Theil des Scheerenpanzers.

- a Die Wabenfchicht.
- b Die fogenannte Epidermis.
- c Platte, welche die Wabenfchicht gegen
- d die mittlere Panzerfchicht, von welcher nur ein kleiner Theil dargestellt ist, abgrenzt. Die Zeichnung ist etwas fchematift.

Die direkte Fortfetzung der Kanälchen aus d durch c in a, welche, wo fie nicht durch den Balfam theilweis ausgefüllt ift, beftimmt verfolgt werden kann, ift in der Zeichnung nicht überall genau genug ausgedrückt.

Fig. 16. F Aus einem Flächenfchliff auf Balfam in Glycerin gelegt durch die innerften Schichten eines glatten Panzerftücks. Mittlere Einfteellung.

Fig. 17. A Hummerpanzer. Von einem jungen Exemplar. Aus einem trocknen Präparat einer mit der Pincette abgezogenen und mit Effigfäure entkalkten Lamelle der inneren Schichten. 800/l. (Grundlach VIII).

Die nur in der Mitte der Zeichnung angegebenen Perforationen erfcheinen nur bei hoher Einfteellung. Sie ftehen flets in den Kreuzungspunkten der dunkeln Linien, welche die Grenzen der Faern, aus welchen die Membran gefchichtet ift, bezeichnen, was in der Lithographie theilweis nicht ganz genau wiedergegeben ift. Bei etwas tieferer Einfteellung erfcheint erft die feinere Streifung und erft bei ganz tiefer die gröbere, welche fich mit erfterer kreuzt.

B Krabbenpanzer. Körniger Theil der Scheere. Segment eines Flächenfchliffs. Ungefähr einer Linie von c nach d der Fig. 15 B Taf. II entfprechend. Auf Balfam, in Glycerin. 73/l.

- a,a Querschnitte des feptirten Theils der Wabenfchicht. (vgl. a d. Fig. 15 B).
- a'a' Querschnitte des nicht feptirten Theils derfelben. Die hier vorhandene feine Punktirung durch die Querschnitte der Kanälchen ift bei der fchwachen Vergrößerung nicht fichtbar.
- b,b Querschnitte von Papillen. (vgl. b der Fig. 15 B).
- c Vermuthlich der Querschnitt der Mündung eines Porencanals.
- d Vermuthlich der Querschnitt einer Borfte.

Fig. 18. Krabbenpanzer. Körniger Theil der Scheere. Querschliff. In weichen Balfam gelegt. 664/l.

Das gezeichnete Segment entfpricht der mit e bezeichneten Stelle der Fig. 15 B Taf. II.

- a,a Die Platte, welche die Wabenfchicht gegen den übrigen Panzer abgrenzt.
 - b Der Erhebung der Papille folgende Lamellen des Letzteren.
 - c Gruppe von Kanälchen in welche der Balfam nicht eingedrungen ift. Sie durchbohren die Platte und fetzen fich in die Wabenfchicht fort.
 - d Gruppe von Kanälchen, in dem nicht feptirten Theil der Wabenfchicht, in welche ebenfalls der Balfam nicht eingedrungen ift.
- Wo in den übrigen Theilen der Zeichnung der Balfam in die Kanälchen eingedrungen ift, deuten nur matte Linien ihren Verlauf an.
- d' Spuren der lamellären Struktur als dünne Schichten, in welche ebenfalls der Balfam nicht eingedrungen ift.
 - e Septirter Theil der Wabenfchicht. Das Bild ift durch theilweifes Eindringen des Balfams undeutlich und nur fkitzenhaft wiedergegeben.
 - f Drei Septen, welche deutlicher hervortreten.
 - g Ift anfeheinend nicht verkalkt, defhalb find die Kanälchen nur äußerft fchwach angedeutet und die lamelläre Struktur ganz zurücktretend.
 - h Grenze des verkalkten und des nicht verkalkten Gewebes.

Fig. 19. Hummerpanzer. Balfam-Präparate, ftark mit Terpentinöl getränkt. 205/l.

- A Aus einem Flächenfchliff durch die äußere Schicht einer Schwanzfchuppe eines jungen Individuums vom November.
- B Aus einem Querschliff durch die rauhe Seite des Scheerenpanzers eines älteren Individuums vom September.

Buchftaben-Erklärung im Text S. 42 und 43.

Tafel IV.

Fig. 20. A Hummerpanzer. Mittelgroßes Individuum vom Dezember. Aus einem Längsfchnitt durch den mit Borften befetzten Saum einer Endflosfe, die vorher mit Effigfäure entkalkt war. Chlorcalcium-Präparat 124/l.

a,a,a Die unteren Enden von 3 Borsten.

b,b,b Markröhren derselben. Bei der dicksten Borste ist die Markröhre mit einer körnigen Substanz gefüllt.

c Reste von Seitenstrahlen, welche an der mittleren Borste noch befindlich sind.

d Inneres Bindegewebe, von welchem drei Stränge nach der Basis der Borsten abgehen.

e Entkalkter Panzer, welcher noch die Schichtung zeigt.

Fig. 20. B Krebs (*Astacus fluviatilis*). Junges Individuum. Glycerin-Präparat.

a Spitze einer mit Seitenstrahlen versehenen Borste von einem Flossenfuß des Hinterleibes. 124/l.

b Unteres Ende von a. Stärker vergrößert. 664/l.

Von den Seitenstrahlen sind nur die unteren Enden gezeichnet.

Fig. 21. *Strombus*. Junges Individuum von *Str. gigas*? Aus einem Querschliff der Schale in der Richtung der Spirale. Balfam-Präparat. Bei durchfallendem Licht. 31/l.

Die Pfeilspitze zeigt nach dem Schalen-Rande. Bei der Zeichnung war das Verhältniß, daß die Grenzlinien zwischen der senkrechten und der schrägen Streifung nicht parallel mit der horizontalen Schichtung liegen, sondern sich im Verhältniß zu letzterer nach dem Schalenrande zu tiefer in die Schale einfenken, nicht präzise genug ausgedrückt, und ist deshalb in der Lithographie nicht richtig wiedergegeben; dieses Verhältniß ist aber charakteristisch und führt herbei, daß dasselbe Präparat näher am Schalenrande unten nur die senkrechte Streifung und oben die schräge Streifung bis zur Mitte der Schalendicke herabgehend zeigt.

Fig. 22. *Strombus*. Dasselbe Individuum.

A Aus einem senkrechten Querschliff durch die Schale, quer über die Spirale, also dem Rande ungefähr parallel. Balfam-Präparat. Beleuchtung von oben. 73/l.

Das gezeichnete Segment stellt nur die äußeren Schichten bis ungefähr zur Mitte der Schalendicke dar.

B Aus einem Flächenschliff durch die inneren Schalenschichten. Ebenfalls von oben beleuchtet. 73/l.

Die dunkeln Streifen liegen hier quer über der Spirale, also parallel mit dem Schalenrande.

C Aus einem feinen Schliff, der in einem Winkel von 45° auf die Flächen der Schale durch dieselbe gelegt ist. Balfampräparat. Durchfallendes Licht. 378/l.

Die mit a,a,a bezeichneten Schichten sind diejenigen, wo durch die Schräge des Schliffs derselbe der Faserrichtung parallel liegt.

Die mit b,b,b bezeichneten diejenigen, wo die Fasern rechtwinklig geschnitten sind.

D Elemente des Zerfalls der Schale durch Behandlung mit einer zur Auflösung ungenügenden Menge von Essigsäure. Trockenes Präparat. 664/l.

Die Messung ergibt den Durchmesser der Fasern auf $0,9-0,75 \mu$.

Fig. 23. Schematische Darstellung der Fasernlagen der Gastropoden-Schale in den von ihnen gebildeten Platten oder Balken.

Die Dimensionen sind insofern nicht der Wirklichkeit entsprechend, als die Platten eine weit größere Zahl von Fasern enthalten. Letztere mußten der Deutlichkeit halber dicker dargestellt werden, stehen auch nicht so regelmäßig.

Die mittlere Grenzlinie, wo die charakteristische Torsion der Fasern und mit derselben die veränderte Stellung der Platten eintritt, ist nur punktiert, da der Verlauf der Fasern hier zweifelhaft bleibt.

Die mit a,a,a bezeichneten Platten sind diejenigen, deren Schnittflächen bei schräg von oben einfallender Beleuchtung das Licht stark reflektieren würden; bei schräg von unten einfallender Beleuchtung würde dieses durch die mit b,b,b bezeichneten geschehen.

Fig. 24. *Strombus gigas*. Ganz junges Spiritus-Exemplar. Krytalle aus dem Ueberzug der Schale. 378/l.

A Aus dem mit Essigsäure behandelten Präparat.

B Aus einem nur in Glycerin gelegten.

Fig. 25. Dasselbe Object. Präparate in verdünntem Glycerin. 378/l.

A Optischer Querschnitt des mit Salpetersäure behandelten Ueberzuges auf einer Falte desselben.

Die äußere Fläche des Ueberzuges liegt nach Außen.

B Optischer Querschnitt des mit Essigsäure behandelten Ueberzuges auf einer Falte desselben.

Die innere Fläche liegt nach Außen. Sie zeigt einen in die innere Membran eingeschlossenen Krytall und einen halb abgelösten Lappen dieser Membran, auf dem eine Punktirung befindlich zu sein scheint.

Fig. 26. Dasselbe Object. Flächenansichten der äußeren Membran des Ueberzuges.

- A Nach einem Präparat in stark verdünntem Glycerin. Gundlach VIII. Tiefe Einstellung. Die Zeichnung bei 1400/l entworfen.
 B Nach dem Effect, den einzelne Stellen des in steifen Canadabalsam gelegten Ueberzuges ergeben. Hohe Einstellung. 1400/l.

Tafel V.

Fig. 27. A und B *Helix pomatia*, Ueberzug eines jungen Gehäuses. Nach Befeuchtung mit der Pincette abgezogen. Präparate in verdünntem Glycerin. Optische Querschnitte auf Falten, welche in der Richtung der Anwachsstreifen geschlagen sind. Die Leisten, deren Querschnitte sich hier darstellen, liegen also in der Richtung der Spirale. 664/l.

a Ist bei beiden Figuren der Querschnitt des Ueberzuges.

A Die äußere Fläche liegt auf der äußeren Seite der Falte.

B Die innere Fläche liegt auf der Außenseite der Falte.

Die Flächenansicht zeigt die in Essigsäure unverändert bleibenden Körnchen der äußeren Schicht bei tiefer Einstellung. Stellung und Größe derselben nur ungefähr angegeben.

Fig. 28. *Mytilus edulis*.

A Flächenansicht der Membran, welche zwischen der Faferfschicht des Mantels und der Schale entspringt und aus welcher sich der Ueberzug der Schale bildet. Von einem ziemlich ausgewachsenen Individuum.

Halbschematische Situationszeichnung nach einem Glycerin-Präparat, auf 24/l reduziert.

a Faferfschicht des Mantels, nach oben mit

b der eigentlichen Membran verwachsen.

Die Faferfschicht ist an dieser Stelle mit zahlreichen Zellen bedeckt und auch nach unten finden sich Zellen und Kerne zwischen den Fasern.

Auf der rechten Seite ist die Faferfschicht gänzlich abgelöst. Die Membran wird dort sehr zart und zeigt außer feinen Quersalten keinerlei Struktur.

Oben ist b in der Gegend des Schalenrandes abgerissen.

B—H Details von A bei stärkerer Vergrößerung. 600/l.

B Segment aus der mit c bezeichneten Region. Hohe Einstellung.

Die parallelen Linien, welche der Ausdruck der Leisten sind, mit denen die Oberfläche versehen ist (vgl. H), treten hier und bei C erst bei ganz hoher Einstellung auf.

C Segment aus der mit d bezeichneten Region. Hohe Einstellung.

D Aus derselben Region, aber bei ganz tiefer Einstellung. Die hellen Kreise, welche sich so darstellen, deuten vielleicht die Entwicklung von B aus C an.

E entspricht der mit e bezeichneten Region von A.

F der mit f und

G der mit g bezeichneten.

H Nach einem ähnlichen Präparat, wo aber die um den Schalenrand gebogene Stelle der Membran vollständig erhalten ist. 600/l.

Man sieht hier das Profil der Umbiegung um den Schalenrand, und das die Streifung der älteren Theile der Membran der Ausdruck einer Skulptur der Oberfläche ist.

I Ansicht der äußeren Fläche der Randmembran eines ganz jungen Individuums. Segment aus der Mitte derselben. Hohe Einstellung. 600/l.

Fig. 29. *Mytilus edulis*. Ziemlich ausgewachsen. Querschliff rechtwinklig auf den Schalenrand gegenüber dem Schloßband.

Der Mantel des in Spiritus conservirten Thiers war vorsichtig abgelöst, die Reste desselben und die vollständig erhaltene Randmembran mit Canada-Balsam getränkt und vor dem Schleifen erhärtet. 24/l.

Ueberzug und Randmembran sind, ihrer natürlichen Färbung entsprechend, gelb colorirt. In der blauen Schicht die Färbung nur da, wo sie intensiver ist, durch Schattenton angedeutet.

Fig. 30. A—D Details der Fig. 29 stärker vergrößert. Auch hier ist die gelbliche und röthliche Färbung der Conchiolinmembran durch Colorirung wiedergegeben. Diese Zeichnungen sind nach einem feineren Schliff von derselben Stelle als Fig. 29, der aber umgekehrt liegt, so das auch bei den Zeichnungen die Richtung die umgekehrte von Fig. 29 ist.

- A Entspricht der bei Fig. 29 mit a bezeichneten Stelle. ca. 280/1.
 B der mit b bezeichneten ca. 280/1.
 C der mit c bezeichneten ca. 280/1.
 D der mit d bezeichneten ca. 280/1.
 E Flächenansicht der äußeren Schicht der Membran, der Stelle d der Fig. 29 entsprechend. 430/1.

Tafel VI.

- Fig. 31 bis 36. *Mytilus edulis*. Struktur der blauen Schicht. 664/1. Alle Zeichnungen bei hoher Einstellung.
- Fig. 31. Ansicht der inneren Schalenfläche eines jungen Individuums (Schale 5,5 mm lang), vom Rande, wo noch kein Perlmutt vorhanden. Trocknes Präparat.
- Fig. 32. Ebenfo von einer ganz jungen noch mit Borsten besetzten Schale. Glycerin-Präparat.
- Fig. 33. Ziemlich ausgewachsenes Individuum. Aus einem Schliff vom Vorderrand der Schale, der in einem Winkel von 45° auf die Schalenfläche gelegt ist. Segment vom Rande des Schliffs. Balfam-Präparat.
- Fig. 34. Junges Individuum. Schale 13 mm. lang. Schliff im Winkel von 45° auf die Schalenfläche. Schwach mit Chromsäure geätzt. Segment vom Bauchrande. Balfam-Präparat.
- Fig. 35. Mittelförsche Schale. Ebenfo behandelt.
 A Segment vom Vorderrande.
 B Segment desselben, aber von einem höheren Anwachsstreifen, also von früherem Wuchs.
- Fig. 36. Ziemlich ausgewachsene Schale. Schliff im Winkel von 45° auf die Fläche durch den Rand, stark mit Chromsäure geätzt. Auf Balfam in verdünntes Chlorcalcium gelegt.
 A und C sind Segmente von den gegenüberliegenden Rändern des Präparats.
 B ungefähr in der Mitte, also zwischen A und C befindliches Segment.
 Der gröbere und feinere Bau scheint also von Zufälligkeiten abzuhängen.
- Fig. 37. *Mytilus edulis*.
 A. Schale von 33 mm Länge. Segment nah am Schalenbände eines Querschliffs, fast rechtwinklig auf den Rückenrand, 15 mm vom Wirbel. Balfam-Präparat. 378/1.
 a, a Theile der blauen Schicht.
 b Helle prismatische Saumschicht.
 c Perlmutt. Außer der horizontalen Schichtung zeigt dasselbe auch eine senkrechte Streifung. Der feingewellte Verlauf dieser Streifen ist charakteristisch. Sie leuchten beim Senken des Focus auf, sind also der Ausdruck von Spalten, die aber wahrscheinlich mit Conchiolinmembranen gefüllt sind.
 d Detritus, welcher die innere Schalenfläche bedeckt. Wahrscheinlich mit Membran-Resten.
 B Segment eines mit Chromsäure geätzten Flächenschliffs durch das Perlmutt. Balfam-Präparat. 664/1. Hohe Einstellung.
 C—F Darstellung der horizontalen feinen Schichtung des Perlmutter aus Querschliffen. 664/1. Hohe Einstellung.
 C Ziemlich ausgewachsenes Exemplar. Segmente nahe am Wirbel. Abstand von Mitte zu Mitte der Lamellen 1,25 und 1,2 μ .
 D Exemplar von 47 mm Länge. Segment 5 mm vom Wirbel, nahe der inneren Fläche. Abstand von Mitte zu Mitte der Lamellen 1,5 μ .
 F Exemplar von 31 mm Länge. Segment nahe der inneren Fläche. Abstand von Mitte zu Mitte der Lamellen 1,2 μ .
- Fig. 38. *Mytilus edulis*. Ziemlich ausgewachsen. Aus einem Querschliff der Schale, nahe am Vorderrand, ca. 7 mm vom Rande. Balfam-Präparat. 124/1.
 Die Pfeilspitze zeigt nach dem Rande. Das gezeichnete Segment schließt sich ungefähr da an, wo Fig. 29 Tafel V aufhört, die Vergrößerung ist hier aber ungefähr die 5fache von Fig. 29. Es ist hier nur das Perlmutt und die dasselbe gangartig durchsetzende, helle, prismatische Schicht gezeichnet; die blaue Schicht darüber ist nur angedeutet.
- Fig. 39. *Mytilus edulis*. Segment eines Flächenschliffs durch die Basis des Ansatzes des großen Schließmuskels (helle, prismatische Schicht) mit deren Perforationen. 664/1.

- Fig. 40. **Mytilus edulis.** Ganz junges Individuum. Ansicht des Schalenbandes mit den anliegenden Wällen der geöffneten Schale von Innen. Bei direkter Beleuchtung. 24/l.
- a Das nach dem Bauchrande gerichtete Ende.
 - b Das nach dem Wirbel gerichtete.
 - c,c Anfätze des kleinen Schließmuskels.
 - d,d Wälle mit den Grübchen.
 - e Schalenband.

Tafel VII.

- Fig. 41. **Mytilus edulis.** Sehr altes Individuum. Ansicht von Segmenten des Schalenbandwalles der geöffneten Schale von Innen. Bei direkter Beleuchtung. 24/l.
- A Segment aus der Mitte des einen Walles. Die gefamnte Länge desselben beträgt 31 mm.
 - B Das nach dem Bauchrande gerichtete Ende des gegenüberliegenden Walles.
 - C Das nach dem Wirbel gerichtete Ende des Letzteren.
- a Ist bei allen drei Figuren die Grenze gegen das Schalenband.
Da die Breite des Papiers für B und C in richtiger Stellung neben einander nicht genügt, sind die auslaufenden Endungen über B und C skizzirt.
- Fig. 42. **Mytilus edulis.** Ganz junges Individuum. Aus einem Flächenschliff durch das Schalenband, die angrenzenden Wälle und die an letztere stoßende blaue Schicht. Balfam-Präparat bei durchfallendem Licht. 24/l. Ziemlich dicker Schliff.
- Fig. 43. Wie Fig. 42, aber von einem fast ausgewachsenen Individuum, bei derselben Vergrößerung. Die Zeichnung stellt nur einen kleinen Theil des Walles von der einen Seite des Schalenbandes dar.
- Bei b geht die Schliffebene in die blaue Schicht.
 - Bei a steigt sie in den Kamm des Walles.
 - Bei c würde sie das Schalenband schneiden, dieses hat sich aber beim Schleifen abgelöst, und ist im Präparat nur fragmentarisch vorhanden.

Tafel VIII.

- Fig. 44. **Mytilus edulis.** Querschliff durch das Schloß eines ziemlich ausgewachsenen Individuums. Balfam-Präparat. 24/l.
- Die blaue Schicht ist durch blaue Colorirung, das Schalenband und der Ueberzug durch gelbe und röthliche bezeichnet; Perlmutter und Schalenbandwälle durch grauen Ton; letztere etwas dunkler gehalten. Die punktirte Linie l—m deutet das Lumen des Wallhügels nach einem andern ähnlichen Präparat, wo die Schliffebene durch das Lumen geht, an.
- Durch die Erwärmung beim Erhärten des Balfams ist das Schalenband und auch der eine Wall eingerissen. Einige beim Schleifen verloren gegangene Theile des Bandes sind durch punktirte Linien angedeutet.
- Fig. 45. Ganz wie Fig. 44, aber von einem jungen Individuum.
- Fig. 46. **Mytilus edulis.** Segment eines Querschliffs durch den Schalenbandwall in feiner Längsrichtung. Balfam-Präparat. 24/l.
- Fig. 47. A Entspricht ungefähr der mit a bezeichneten Stelle von Fig. 46. Bei stärkerer Vergrößerung gezeichnet. 664/l.
- B Aus der mit b bezeichneten Stelle von Fig. 46. Ebenfalls 664/l.
- C Aus einem feinen Flächenschliff durch den Schalenbandwall. Mit den Querschnitten der Perforationen. Balfam-Präparat. 664/l.
- D Aus einem senkrechten, mit Chromsäure entkalkten Schliff durch den Schalenbandwall eines alten Individuums von 73 mm Schalenlänge. Vasculäres System in dem Conchiolingerüst in der Basis desselben. Chlorcalcium-Präparat. 664/l.
- Das Lumen der Kanäle von ca. 0,7 μ ist durch die Präparation mit Kohlenensäure erfüllt.
- E Entkalktes Conchiolingerüst des Schalenbandwalles eines alten, 73 mm langen Individuums. Aus einem stark mit Chromsäure geätzten Flächenschliff. Chlorcalcium-Präparat. 664/l. Hohe Einstellung.
- Fig. 48. **Mytilus edulis.** Alt, 73 mm lang. Segment eines ganz feinen Flächenschnittes durch das Schalenband, nahe an dessen Oberfläche. Glycerin-Präparat. 664/l.

Tafel IX.

Byssus von *Mytilus edulis*.

Fig. 49. A Byssus-Stämmchen von einem ganz jungen Individuum. Glycerin-Präparat. 57/ μ .

Die Fäden sind bis auf einen, welcher noch die Befestigungs-Platte trägt, theils abgerissen, theils in der Zeichnung gekürzt dargestellt.

B Querschliff durch die Endplatte eines Byssus-Fadens, nebst einem Theil der Schale eines anderen Individuums, auf welchem sie angewachsen ist. Balsam-Präparat. 97/ μ .

a, a Fibröser und membranöser Theil des Fadens und der Platte.

b Pseudocellulärer Theil der Platte.

c Der hier weggeschliffene Theil des Fadens ist durch punktirte Linien angedeutet.

d Ueberzug der Schale, auf welcher die Platte angewachsen ist, im Querschnitt. Die Hohlräume desselben sind dunkel, weil luftgefüllt.

e Blaue Schalenfchicht, von welcher sich der Ueberzug beim Schleifen theilweise abgehoben hat.

C Zwei Fäden mit Runzelung der Rindenschicht von einem sehr starken Byssus-Stamm. Glycerin-Präparat. 97/ μ .

D Contur der einen Seite eines Fadens von 140—103 μ Durchmesser. Präparat in verdünntem Glycerin. 600/ μ .

Bei tiefer Einstellung tritt die fibrilläre Struktur des Fadens unter den bei hoher Einstellung sich zeigenden Falten der Rindenschicht hervor.

E Pseudocelluläres (areoläres) Gewebe der Endplatte. Dasselbe haftet noch in dünner Schicht auf der äußeren Membran. Aus einem Zerpupfungs-Präparat in verdünntem Glycerin. Tiefe Einstellung. 600/ μ .

Fig. 50. Anfätze feiner Abzweigungen an einem Faden eines alten Byssus-Stammes. Glycerin-Präparat. 378/ μ .

Der Hauptfaden ist mehr oder weniger skizzenhaft ausgeführt, aber die Nebenfäden und ihre Anfätze so genau als möglich ohne irgend zu schematisiren gezeichnet.

A Unverletzter Nebenfaden von 1,2 mm Länge und 13—19 μ Durchmesser.

Der Ansatz stellt sich in reiner Profilansicht dar.

Im Nebenfaden keine Längsfaltung.

B Der Ansatz stellt sich nicht in reinem Profil dar und befindet sich mehr auf der oberen Seite des Hauptfadens.

Der punktirte Kegel wird erst bei tiefer Einstellung scharf wahrnehmbar.

C Der Ansatz ist in reinem Profil, der Nebenfaden selbst zerplittert und zerfällt.

Tafel X.

Fig. 51. *Mytilus edulis*. Halbausgewachsenes Individuum. In drei verschiedenen Ansichten in wirklicher Gröfse skizzirt, um die Anwachsstreifen der äußeren Schalenflächen zu verdeutlichen; es ist jedoch nur ein kleiner Theil der vorhandenen Streifen wiedergegeben.

Fig. 52. *Mytilus edulis*. Ansicht zweier Schalen verschiedenen Alters von Innen. Natürliche Gröfse.

Die Schale eines alten Exemplars ist nach Entfernung der Weichtheile perspektivisch so gezeichnet, daß die Gesichtslinie mit der Wand des Vorderrandes zusammenfällt. Die Theile der Innenfläche, wo die blaue Schicht frei liegt und ein tiefes Blau-Violett zeigt, sind ganz dunkel gehalten; diejenigen, wo sie von einer schwachen Perlmutterfchicht bedeckt ist, entsprechend heller. In die Fläche ist nach genauen Messungen eine jüngere Schale so eingezeichnet, daß sie den Entwicklungsgang in seinen lokalen Beziehungen verdeutlicht. Die jüngere Schale ist nur in Umrissen angegeben, und vom Schalenbandwall derselben nur der Endpunkt mit a' bezeichnet. Dieser jüngere Schalenbandwall ist dem älteren mathematisch ähnlich, nur in allen Dimensionen geringer. Die Buchstabenbezeichnung ist für beide Schalen dieselbe, nur bei der jüngeren mit Apostrophen (') versehen.

b, b Rand der Schale.

c Fetzen der umgebogenen Randmembran (Fortsetzung des Ueberzuges).

d Freie Fläche der blauen Schicht, beim lebenden Thier mit der Randmembran bedeckt, welche dort aber nicht anhaftet, sondern einen Hohlraum läßt, und erst unter dem Mantel an e angewachsen ist.

e Äußerster Rand des Perlmutter.

f Ansatz des Mantels.

g Dickere Perlmutterfchicht, welche den mittleren und oberen Theil der Schale bekleidet.

h Basis des großen Schließmuskels. Die helleren, concentrischen Streifen entstehen durch Perlmutterlagen.

Während d nur einen matten Samtschimmer durch die hervorragenden Endungen der Prismen der blauen Schicht besitzt, ist f und h glänzend, wie gefirnist, weil mit der durchsichtigen, prismatischen Perlmutterfächer überzogen.

i Nebenmuskel-Ansatz.

k Muskeleindruck am Wirbel. Neben demselben Grübchen, welche ebenfalls als Muskel-Ansätze erscheinen.

l Schalenband. Beim Oeffnen der Schale durchgebrochen.

m Schalenband-Wall.

n Aeusere Fläche der Schale, von welcher hier ein kleiner Theil durch die perspektivische Ansicht zur Darstellung kommt.

Fig. 53. **Mytilus edulis.** Querschliffe durch zwei Schalen von 60 und 53 mm Länge. Die daneben stehende Skizze giebt die Umrisse der beiden Schalen, von welchen die Schliffe gefertigt sind, so wie einer dritten grösseren, die sich in demselben Präparat befindet. Balfam-Präparat. 6/t.

Die Linie a—b zeigt die Schliffrichtung. Der Schliff der oberen grösseren Schale ist bis d, der der unteren, kleineren bis c gekürzt.

Nähere Erläuterung im Text pag. 78.

Fig. 54. ABCD Schemata zur Erläuterung der Wachstumsverhältnisse der Schale von *Mytilus*. Aus vergleichenden Messungen von correspondirenden Querschliffen älterer und jüngerer Individuen.

Nähere Erläuterung im Text pag. 78 und 79.

Tafel XI.

Fig. 55. **Mytilus edulis.** Schema eines Querschnitts der Schale rechtwinklig auf das Schalenband, zur Verdeutlichung des Wachstums der Schale, bei welchem aber die zugleich eintretende Expansion der schon vorhandenen Theile unberücksichtigt geblieben ist. Von den wirklichen Dimensionen ist insofern abgewichen, als die Schale verhältnissmässig dünner ist.

a Fragment des Ueberzuges.

b Blaue Schicht. Die Schraffirung deutet die Richtung der prismatischen Struktur innerhalb derselben an.

c Perlmutter, ebenso schraffirt.

d Klare prismatische Perlmutterfächer, welche hier die Basis des Mantel-Ansatzes bildet.

e Schalenband-Wall.

f Schalenband.

g Scheitelpunkt der Schalenwölbung. Entspricht der punktirten Linie bei Fig. 51 C, Taf. X.

Die Anwachslineien gehen zusammenhängend durch diese Schichten hindurch. Eine derselben:

h—i ist sehr stark ausgeführt, um ein charakteristisches Entwicklungsstadium, wo diese Linie die innere Fläche der jungen Muschel darstellt, zu bezeichnen. In diesem Stadium ist bei

k der Mantel-Ansatz, und liegt bei

n die blaue Schicht frei.

Fig. 56. **Mytilus edulis.** Schale von 69 mm Länge. Querschliff durch zwei Perlchen, welche sich aus der Basis des grossen Schliessmuskels in letzteren erheben. Balfam-Präparat. Beleuchtung von Unten. 57/t.

Die blaue Schicht ist durch blaue Colorirung bezeichnet; die prismatische helle Balfalschicht, deren Continuum die peripherische Schicht der Perlen bildet, ungefärbt gelassen. Die zwischen beiden liegende trübere Schicht (— eigentliches Perlmutter —) stellt sich bei durchfallendem Licht röthlich dar. An der grösseren Perle haftet noch eine gelbe Membran (Conchiolin?).

Fig. 57. **Meleagrina margaritifera.** Ziemlich kleine junge Schale, aus welcher sämmtliche *Meleagrina*-Präparate hergestellt sind. Nach Schliffen in Balfam.

A Aus einem Flächenschliff in der Ebene der lamellären Schichtung. Segment, bei welchem die Schliffebene dicht über dem Perlmutter durch die Wabenfächer geht. 217/t.

B Segment desselben Schliffes. Die Schliffebene geht durch die Wabenfächer dicht unter der äusseren Fläche. Ebenfalls 217/t. Die bräunliche Färbung ist durch dunkeln Ton angedeutet.

C Aeusere Schichten eines Querschliffs, welcher radial, d. h. vom Wirbel nach dem Rande liegt. 72/t.

Die Pfeilspitze zeigt nach dem Rande.

Tafel XII.

Meleagrina margaritifera.

Fig. 58. A Innere Lagen der Wabenschicht und äußere des Perlmutter. Aus einem Querschliff, der einer Tangente des Schalenrandes parallel liegt. Balfam-Präparat. 217/1.

B Details der Struktur der Septen der Wabenschicht. Nach Querschliffen der Schale.

a Aus dem mittleren Theil der Wabenschicht. Balfam-Präparat. Hohe Einstellung. 664/1.

a' Theil eines der breiteren Kanäle der Septen-Wand. Hartnack No. 10. Oc. 3. Hohe Einstellung. Maßstab der Zeichnung 1550/1.

a'' Ebenso. Tiefe Einstellung.

a''' Kanal mit feiner Endung. Gundlach VIII. Oc. 3. ca. 1400/1, bei 21 cm. Schweite.

b Aus dem inneren Theil der Wabenschicht. Balfam-Präparat. 664/1.

Die runden Körperchen sind Hohlräume in der Septe selbst.

c Querschnitt einer Septe aus einem mit Chromsäure entkalkten sehr feinen Querschliff der Wabenschicht. Chlorcalcium-Präparat. Hohe Einstellung. Winkel 8. Oc. 3, aber in doppeltem Maßstabe gezeichnet = 1328/1.

Fig. 59. Querschnitte der wie bewurzelt erscheinenden Uebergänge der Waben in das Perlmutter. Aus einem Flächenschliff. Balfam-Präparat. Hohe Einstellung. 378/1.

A a Die Schliffebene geht dicht unter der Wabenschicht durch.

b Von der dicht daneben liegenden Stelle des Schliffs, aber die Basis der Wabe liegt hier höher, also die Schliffebene relativ tiefer.

B Nach einer andern Schliffstelle. Die Schliffebene geht hier nur durch die Ausläufer der wie Würzelchen erscheinenden Gebilde.

NB. Die entkalkten Schliffe zeigen, daß das, was hier dunkel resp. als Hohlräume erscheint, ziemlich derbe Conchiolin-Gewebe sind.

Fig. 60. A Aus einem radialen Querschliff in der Nähe des Schalenrandes. Die Pfeilspitze zeigt nach Letzterem. Balfam-Präparat. 57/1.

a,a Wabenschicht.

b,b Perlmutterficht.

Die Zeichnung ist infofern etwas schematisirt, als die äußere und die innere Begrenzung der Wabenschicht in dem Präparat nicht genau so coincidiren; diese stufenförmigen Abfälle der äußeren Fläche kommen aber überall an derselben in ähnlicher Form vor. Uebrigens ist die Zeichnung nur skizzirt und viele Details weggelassen, auch die lamelläre Schichtung nur durch einige Linien angedeutet, um die stufenförmige Bildung der Oberfläche und das horizontale Eingewachsen sein einer Abtheilung der Wabenschicht in das Perlmutter deutlicher darzustellen, worauf es hier ankam.

B Flächenansicht der Conchiolinmembran, welche den Uebergang des horizontalen Auslaufs der Wabenschicht in die lamellären Membrane des Perlmutter, wie derselbe bei A im Querschnitt dargestellt ist, bildet.

Nach einem mit Chromsäure entkalkten Flächenschliff. Chlorcalcium-Präparat. Hohe Einstellung. 664/1.

Fig. 61. Aus einem feinen, abgelösten und stark geätzten Querschliff der Wabenschicht. Chlorcalcium-Präparat. Tiefe Einstellung. Hartnack 10. Oc. 3. 775/1.

A Aus den inneren Lagen der Wabenschicht.

Der verkalkte Inhalt der Septen ist durch das Ätzen seiner Schlifffläche körnig und halb undurchsichtig geworden, und stellen sich dadurch die horizontalen Membrane, welche den Inhalt der Septen in Fächer theilen, bei der tiefen Einstellung hell dar. Ihre Dicke ist so ca. 0,5 μ , nur die 5te von oben ist dünner.

B Ebenso aus den äußeren Lagen der Wabenschicht.

C Aus den mittleren Lagen. Hier ist links von der mit a bezeichneten Septe der Inhalt vollständig entkalkt und zeigen sich auch dort Andeutungen der die Fächer abtheilenden und die horizontale Schichtung bewirkenden Membrane. Beim Heben des Tubus werden sie hell, was nicht sein könnte, wenn es sich hier um Canäle in den Septen handelte.

Tafel XIII.

62—65. *Meleagrina margaritifera.*

Fig. 62. Aus einem polirten Flächenschliff durch die Wabenschicht. Trocknes Präparat. 664/1.

Bei scharfer Einstellung auf die obere Schlifffläche sieht man Nichts von der Punktirung. Sie erscheint beim

allmähigen Senken des Tubus und zwar alle Punkte gleichzeitig. Bei noch tieferer Einstellung werden sie hell, müßen also als Hohlräumchen in den die lamelläre Schichtung bildenden Membranen betrachtet werden. Form unregelmäßig, Gröfse höchstens 0,5 μ .

Fig. 63. Aus einem radialen, abgelösten und mit Chromsäure stark geätzten Querschliff der Wabenschicht. Chlorcalcium-Präparat. 775/l.

A Bei hoher Einstellung.

B Bei tiefer Einstellung.

Nähere Erläuterung im Text pag. 89.

Fig. 64. Aus einem Flächenschliff durch die Basis des großen Schließmuskels. Balfam-Präparat. Hohe Einstellung. 600/l.

Das gezeichnete Segment ist von der Stelle, wo der Schliff gegen die Oberfläche der Basis ausläuft, und die Skulptur der Oberfläche sich darstellt.

Fig. 65. Segmente von radialen Querschliffen durch die Basis des großen Schließmuskels und das angrenzende Perlmutter. Balfam-Präparate. 57/l.

A Das dem Wirbel am nächsten liegende Segment.

B Das dem Schalenrande am nächsten liegende.

Bei beiden liegt der Schalenrand links vom Beschauer, wo die Buchstaben A und B stehen.

Fig. 66. *Pinna nigrina*. (?) **Grosses Exemplar.** Nach auf Balfam liegenden, mit Salpetersäure geätzten und in Chlorcalcium gelegten Schliffen durch die Wabenschicht. Tiefe Einstellung. 485/l.

A. Aus einem Flächenschliff.

Außer dem in der Zeichnung dargestellten Netz erscheinen in dessen Maschen ganz feine, hellleuchtende Punkte (Grübchen oder Hohlräume der Grundsubstanz), die in der Zeichnung nicht wiedergegeben werden konnten.

B. Aus einem Querschliff.

a, a Räume, aus denen die Säure den ganzen Inhalt der Septen entfernt hat. Dort ist zuweilen, wie in dem links vom Beschauer gelegenen, eine matte Horizontalstreifung (Struktur der Septen?) zu sehen.

b Freigelegter Querschnitt einer Septe. Die beiden andern Septen werden durch den Schatten verdeckt.

In beiden Objecten stellt sich bei hoher Einstellung das Netz hell auf dunklerem Grunde dar.

Tafel XIV.

Fig. 67. *Pinna spec.*? Kleine röthliche Schale mit gut erhaltenen Schuppen. Segment eines radialen Querschliffs, wo derselbe durch den Ansatz einer Schuppe geht. Balfam-Präparat. 24/l.

a, a Eigentliche Schale. Hier ohne Perlmutter.

b Schuppe.

c Neben-Schuppe.

Die Pfeilspitze zeigt nach dem Schalenrande.

Fig. 68. *Anodonta cygnea*. Junges Exemplar. Aus Spiritus.

A Querschliff durch den wachsenden Schalenrand. Der Schliff liegt radial in der Richtung der kürzeren Durchmesser durch den Bauchrand. Wasserglas-Präparat. 57/l.

Der Conchiolin-Ueberzug und die mit demselben zusammenhängende Randmembran sind gelb colorirt.

B Aus demselben Präparat, aber von einem andern Schliff. Schon verkalkte Rudimente von Wabenschicht in der Randmembran. 430/l.

Die tiefgelbe Färbung der Membran ist durch dunkeln Ton angedeutet.

Die schwächer conturirten Kalkkugeln sind die in tiefern Schichten liegenden.

Fig. 69. *Anodonta cygnea*. Altes Exemplar. Balfam-Präparat.

A. Querschliff durch den Vorderrand der Schale. 18/l.

Bei a erscheint die Wabenschicht als nur unvollständig verkalkt.

Bei b sind die inneren Membranschichten der Schale trotz der schwachen Vergrößerung deutlich.

c Perlmutter.

Zwischen d—d liegt die in B bei stärkerer Vergrößerung gezeichnete Stelle.

e ist nur Detritus.

B Die mit d—d bezeichnete Stelle von A bei stärkerer Vergrößerung. 485/l.

Die Pfeilspitze zeigt nach dem Schalenrande. Die gelbe Färbung der Conchiolinmembrane, auch derjenigen

welche das Gerüst im Innern der jungen Schale bilden, ist nur durch matten Ton angedeutet. Die dunkeln Flecke unten sind lufthaltig; also dort die Verkalkung noch nicht vollständig.

Fig. 70. *Ostraea edulis* (Holsteiner Auster). Ansicht des Querschnitts der Schale durch Schalenband und Schließmuskel. 2/1.

- a Reste des Schließmuskels.
- b Querschnitt eines Theils des Schalenbandes.
- c Die feste Schalensubstanz, welche bei
- d durch ihre Sonderung in dünne Blätter ein System unter sich nicht communicirender Kammern bildet, die beim lebenden Thier mit einer Flüssigkeit gefüllt sind, welche auch nach Wochen in der todten Schale noch nicht verdunstet ist.

Das Lumen dieser Kammern ist in der Zeichnung schraffirt.

- e Zweites System von Hohlräumen, welche mit einer scheinbar kreidigen Substanz erfüllt sind. Letztere ist jedoch ein faserig-blättriges, organisirtes, lufthaltiges Gewebe.

Die äußere Fläche war stark corrodirt, auch durch das Zerfägen gesplittert und beschädigt, so daß hier die Struktur nicht genau wiedergegeben werden konnte.

Tafel XV.

Ostraea edulis (Holsteiner Auster).

Fig. 71. Segment eines sehr dicken Querschliffs der Schale, ungefähr der zwischen α und β liegenden Stelle der Fig. 70 (Tafel XIV) entsprechend. Balfam-Präparat. Durchfallendes Licht. 12/1.

Die äußeren Lagen sind stark abgeplittert, also unvollständig; ebenso die innere Lage theilweis. Die punktirte Linie a—b giebt ungefähr die Begrenzung der inneren Schalenfläche an.

Zwischen a und c liegt ein Theil der Basis des Schließmuskels.

Zwischen c und d prismatisches helles Perlmutter, welches diese Basis bildet und sich von e her aus den inneren Schalenfächern herabfenkt.

f,f,f etc. ist das Grundgewebe der Schale. Durch die Spaltung feiner Schichten entsteht ein System von Kammern:

g,g,g etc., welche mit einem eigenthümlichen lufthaltigen Gewebe (Blätterschicht) angefüllt sind. Wegen dieses Luftgehaltes ist das Gewebe in diesem dicken Schliff undurchsichtig.

Fig. 72. Aus einem ähnlichen, aber viel feineren Querschliff der Schale. Theil der Blätterschicht, aus welchem mit Terpentinöl und Balfam die Luft ausgetrieben ist, nebst Theilen der Septen, welche aus dem Grundgewebe bestehen. Balfam-Präparat. 73/1.

Der größere Pfeil zeigt mit feiner Spitze nach dem Schalenrande, der kleinere nach der inneren Schalenfläche.

a Breitere, sich theilende Septe. Die punktirte Linie deutet an, wo ein Theil derselben beim Schleifen abgeplittert ist.

b Ganz schmale Septe.

c,c,c,c,c Lufthaltig gebliebene Theile der Blätterschicht, deren Undurchsichtigkeit durch dunkeln Ton angedeutet ist.

Fig. 73. ABCD Blätterschicht nach nur abgefeilten und nicht abgeschliffenen Präparaten. Durch eindringende Behandlung mit Terpentinöl ist die Luft vollständig ausgetrieben. Balfam-Präparate. 430/1.

Nur die stärkeren Blätter konnten in den Zeichnungen genau nach der Natur dargestellt werden. Für das Gewirr der zarteren mußte ich mich mit der Darstellung des allgemeinen Verhältnisses begnügen.

A und B nach Flächenschliffen.

Die Lithographie giebt die Querschnitte der stärkeren Blätter in zu dunkeln Ton wieder.

C Aus einem radialen Querschnitt.

D Aus einem eben solchen. Mit dem Querschnitt einer der schwächeren Septen, welche die Grundsubstanz der Schale bildet.

E Ebenfalls Blätterschicht. Fragment aus einem ganz feinen mit dem Messer gefertigten Querschnitt. Präparat in verdünntem Glycerin. Hartnack No. 10. Oc. 3. 775/1.

Die Dicke der stärksten Stäbchen ist ca. 1 μ .

Fig. 74. Radialer Querschnitt der äußeren Schalenfächern nach einem dicken Anschliff. Wasserglas-Präparat. Beleuchtung von Oben. 24/1.

- a,a,a,a,a Wabenschicht, wie sie in nicht zusammenhängenden Lagen die schuppige Oberfläche der Schale bildet.
 b,b Grundsubstanz mit Andeutung der unregelmäßig blättrigen Schichtung.
 c,c,c Mit Blätterfächer ausgefüllte Kammern in der Grundsubstanz.
 Die Pfeilspitze zeigt nach dem Schalenrande.

Tafel XVI.

- Fig. 75. *Ostraea edulis*. Segment eines ziemlich feinen, an andern Stellen vielfach gesplitterten radialen Querschliffs. Es zeigt die Verbindung zwischen Wabenschicht und Grundsubstanz. Balfam-Präparat. 205/1.
 Der Pfeil zeigt nach dem Schalenrande.
- Fig. 76 bis 85. *Nautilus pompilius*.
- Fig. 76. Äußere Schichten eines feinen Querschliffs der Schale mit dem Rande parallel. Balfam-Präparat. Durchfallendes Licht. 205/1.
 a Ueberzug mit lufthaltigen Zwischenräumen, in welche der Balfam nicht eingedrungen ist.
 b Im Querschnitt undurchsichtige Zwischenschicht. Flächenschliffe ergeben, daß sie aus Netzen von Hohlfasern besteht, welche in die Schalensubstanz eingebettet sind.
 c Äußere Schichten des Perlmutter.
- Fig. 77. Ziemlich dicker Flächenschliff durch die äußersten Perlmutterfächer. Balfam-Präparat. 664/1.
 Der Balfam ist in das die Prismen färbende Gewebe nicht eingedrungen, so daß letzteres undurchsichtig ist.
- Fig. 78. Ähnlicher Schliff als Fig. 77, aber abgelöst und mit Chromsäure vollständig entkalkt. Präparat in verdünntem Chlorcalcium. Hohe Einstellung. 664/1.
 An Stelle der Kalkprismen zeigen sich nun Lücken.
- Fig. 79. Aus einem stark mit Chromsäure geätzten Flächenschliff durch die mittleren Perlmutterfächer. Chlorcalcium-Präparat. 664/1. Hohe Einstellung.
- Fig. 80. Aus einem feinen Flächenschliff durch die innersten Perlmutterfächer, zwischen der vordersten Kammerwand und dem Schalenrande. Balfam-Präparat. 664/1. Hohe Einstellung.
- Fig. 81. Aus einem ganz feinen Flächenschliff durch die dunkle Schicht zwischen Ueberzug und Perlmutter (b der Fig. 76). Balfam-Präparat. Gundlach VIII. Oc. 2. ca. 800/1.
 A Lage lufthaltig gebliebener Hohlfasern.
 B Einzelne der gekräuften (? spiralen) Hohlfasern aus den äußeren Lagen der Zwischenschicht, welche den Uebergang in den Ueberzug bilden.
- Fig. 82. A Querschliff in der Mittellinie des Gehäuses durch die Region des Ansatzes der vordersten Kammerwand. Balfam-Präparat. 12/1.
 a,a Ueberzug. Dunkel, weil wenig durchsichtig.
 b,b Dunkle Zwischenschicht mit Fasernetzen.
 c,c Perlmutter des eigentlichen Gehäuses.
 d Perlmutter der Kammerwand.
 B Schema A entsprechend, welches zeigen soll, wie der Zusammenhang der Schichtung bei dem Ansatz der Kammerwand sein müßte, wenn die gewöhnliche Annahme über die Bildung der Letzteren richtig wäre.
- Fig. 83. A Durchschnitt des Siphos, wo er durch eine Kammerwand geht, nebst der von ihm ausgehenden Theile der Letzteren. 12/1. Schematisirt.
 a,a Lumen des Siphos.
 b,b,b,b Membranöses Rohr desselben.
 c,c,c,c Ueberzug desselben (Verkalktes areoläres Bindegewebe?).
 d,d Kammerwand im Querschnitt.
 e,e Membran, welche auf der inneren Fläche liegt.

Fig. 83. B und C Aus Querschliffen durch die Kammerwand, deren äußerste Schichten darstellend.

Balsam-Präparate. 205/1.

B entspricht der bei A mit f bezeichneten Stelle. Es ist die Ansatzstelle des Ueberzuges des Siphos, dessen Fortsetzung sich im Präparat abgelöst hat.

C entspricht der mit g bezeichneten Stelle der Fig. A.

Fig. 84. A B und C Fragmente des abgeschabten Ueberzuges des Siphos. Theils in verdünntem Chlorcalcium, theils in Glycerin. 378/1.

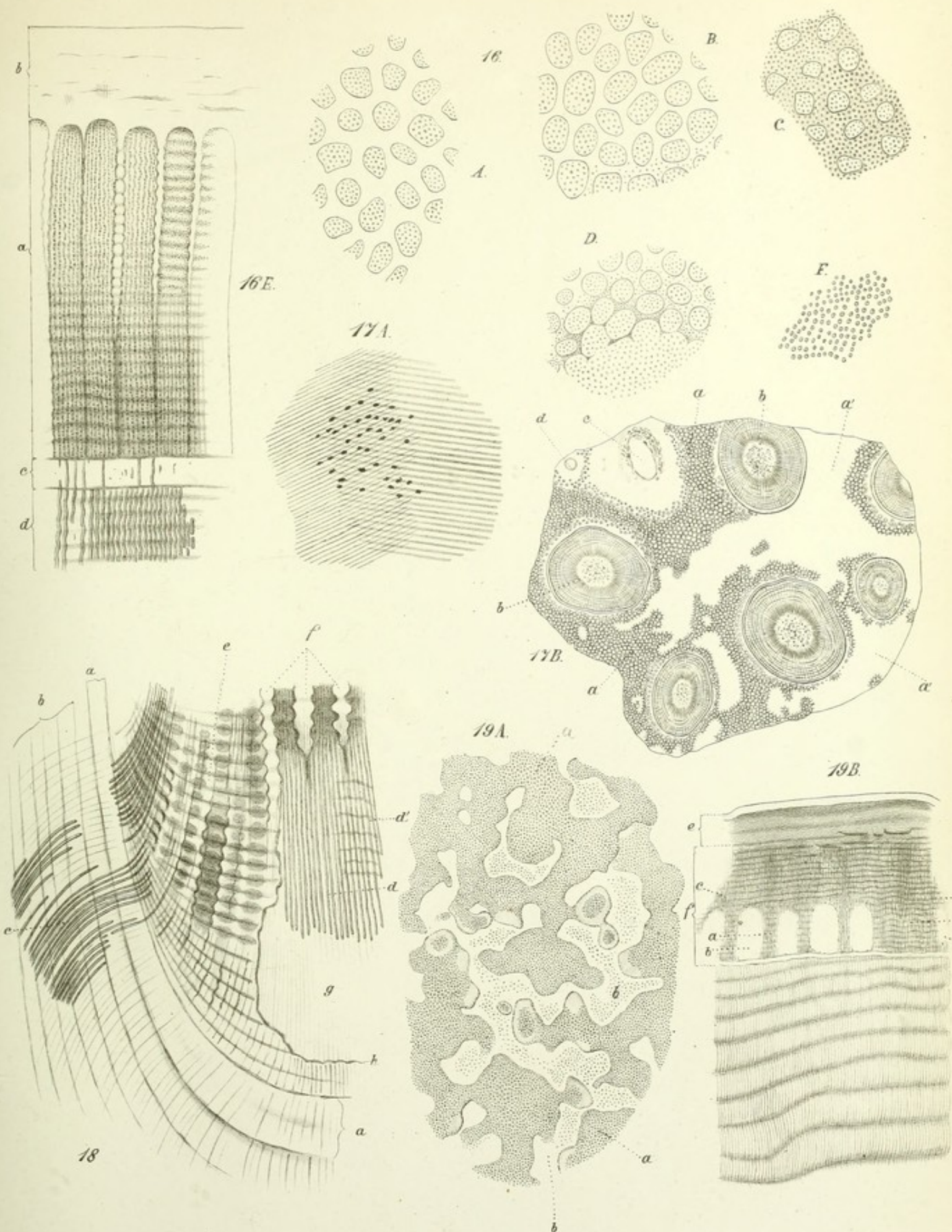
Fig. 85. Aus einem tangentialen Flächenschliff durch den mit Wasserglas incrustirten Ueberzug des Siphos.

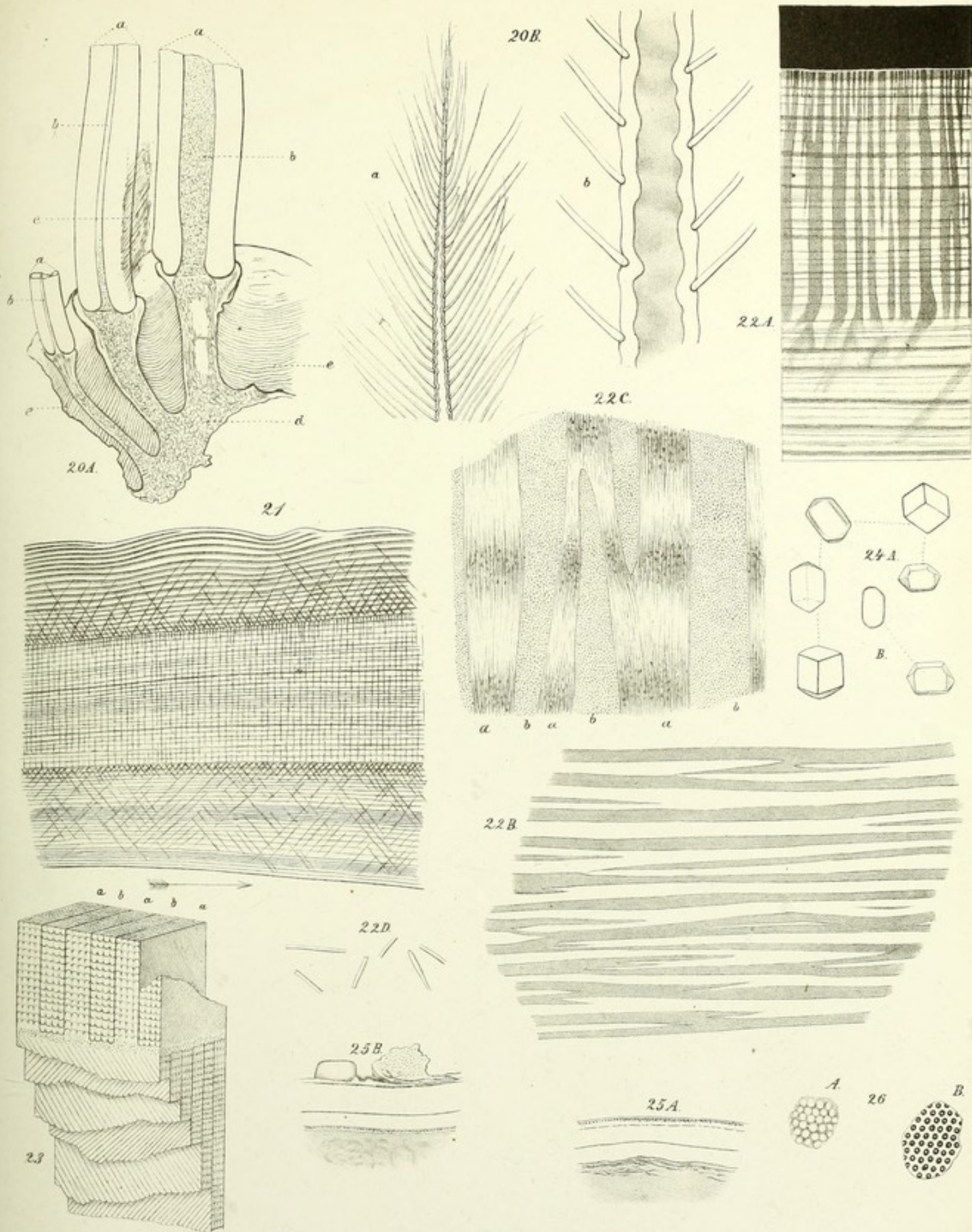
Wasserglas-Präparat. 378/1.

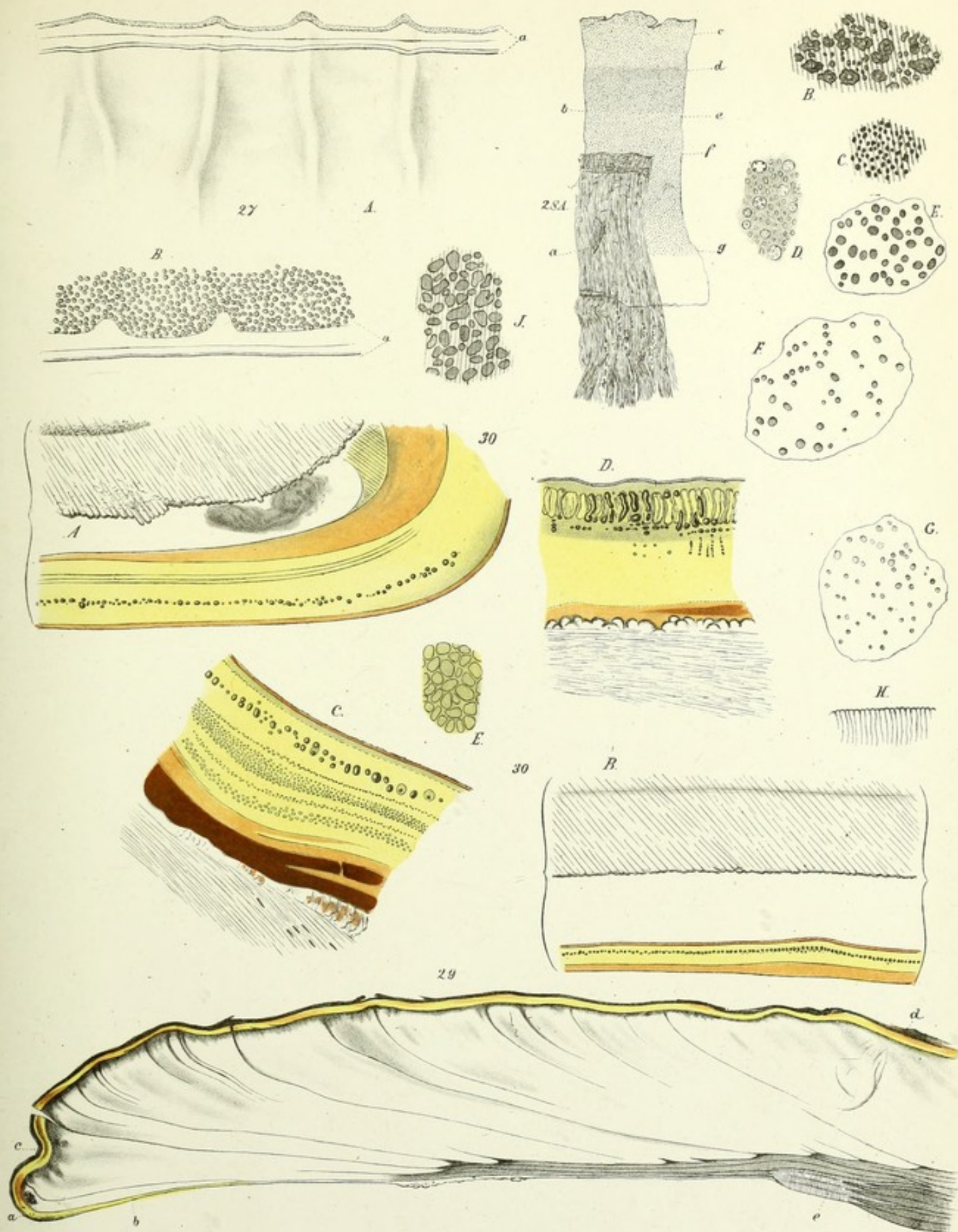
Der Ueberzug scheint hier durch Verwefung viel stärker gelitten zu haben, als bei den in Fig. 84 abgebildeten Fragmenten. Die feineren Theile des Gewebes sind zerstört; man ersieht jedoch den Zusammenhang der Faferbündel, indem sich die zurückgebliebenen solideren Kerne derselben in dem Schliff noch in der natürlichen Lage befinden.

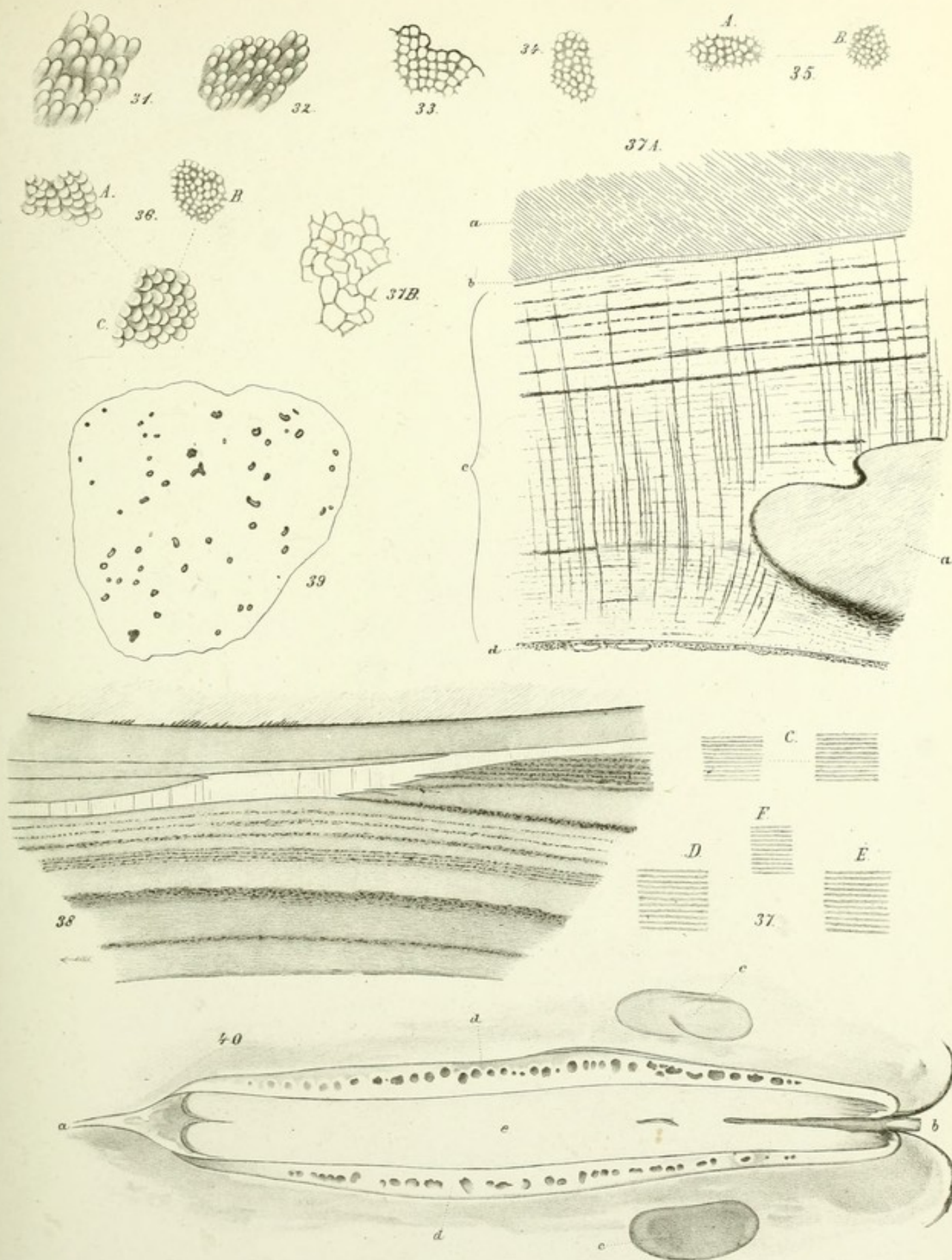


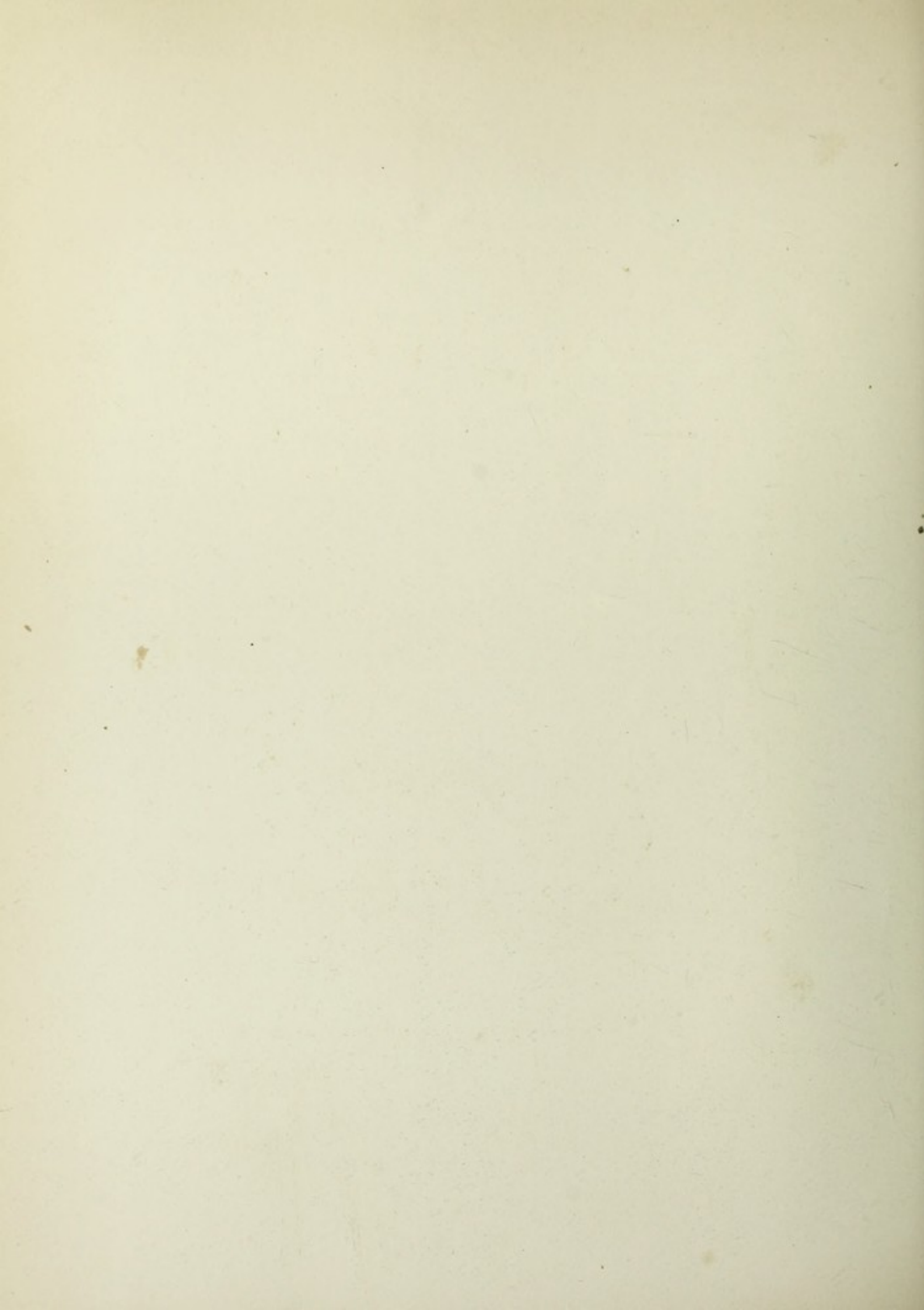












A



41.

B

a

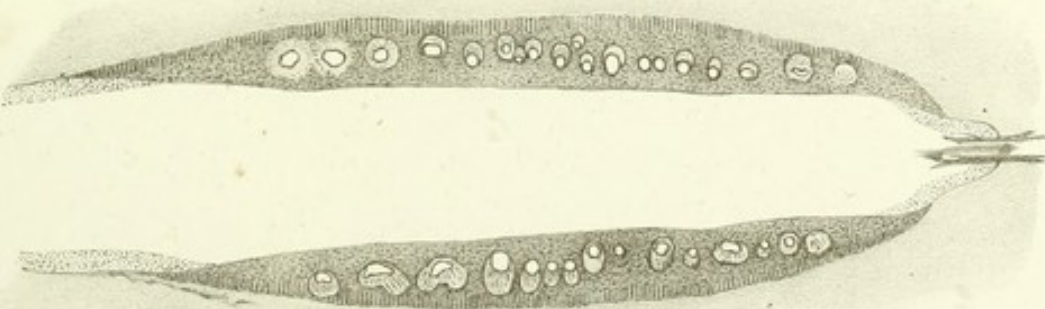
a

C

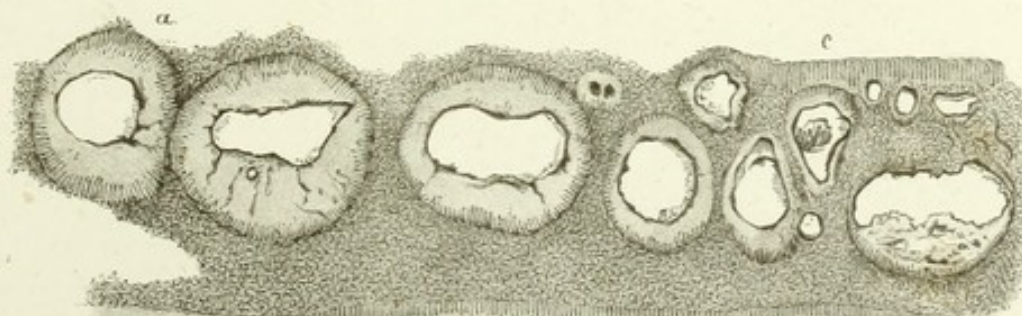
a



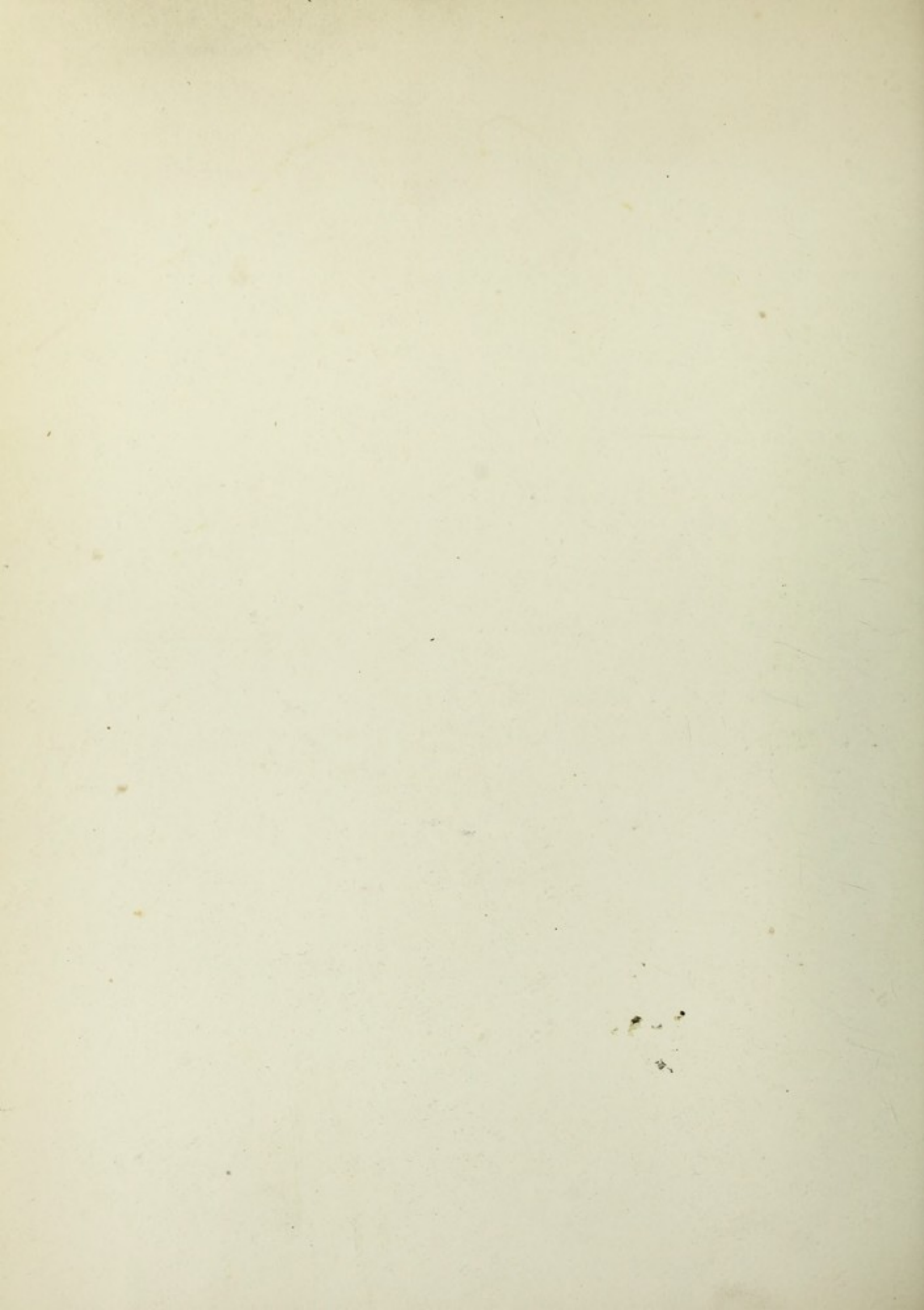
42.

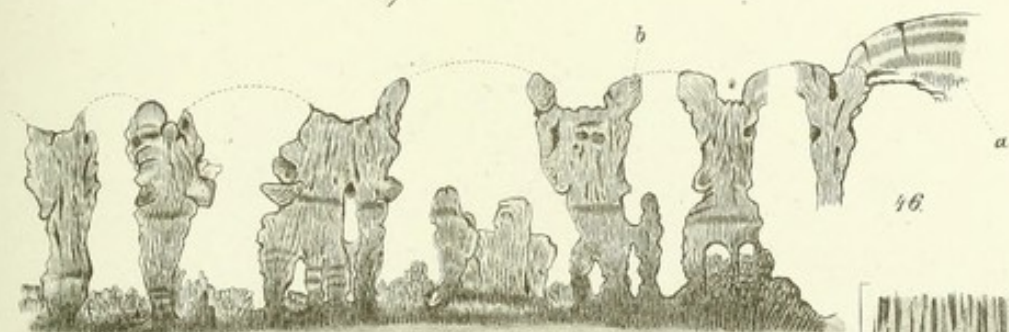
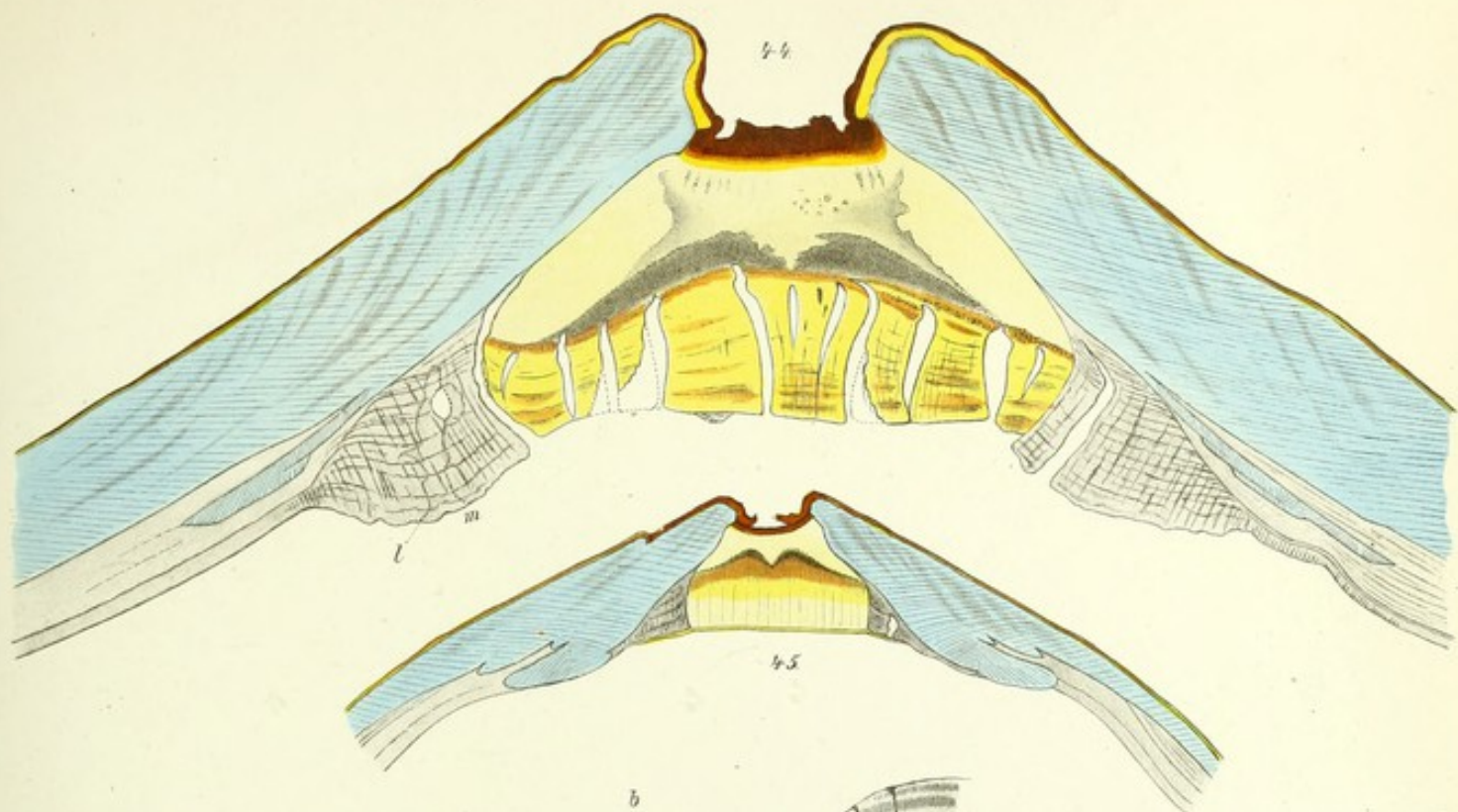


43.



b





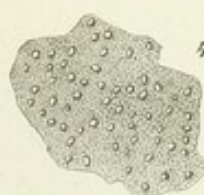
47.



D



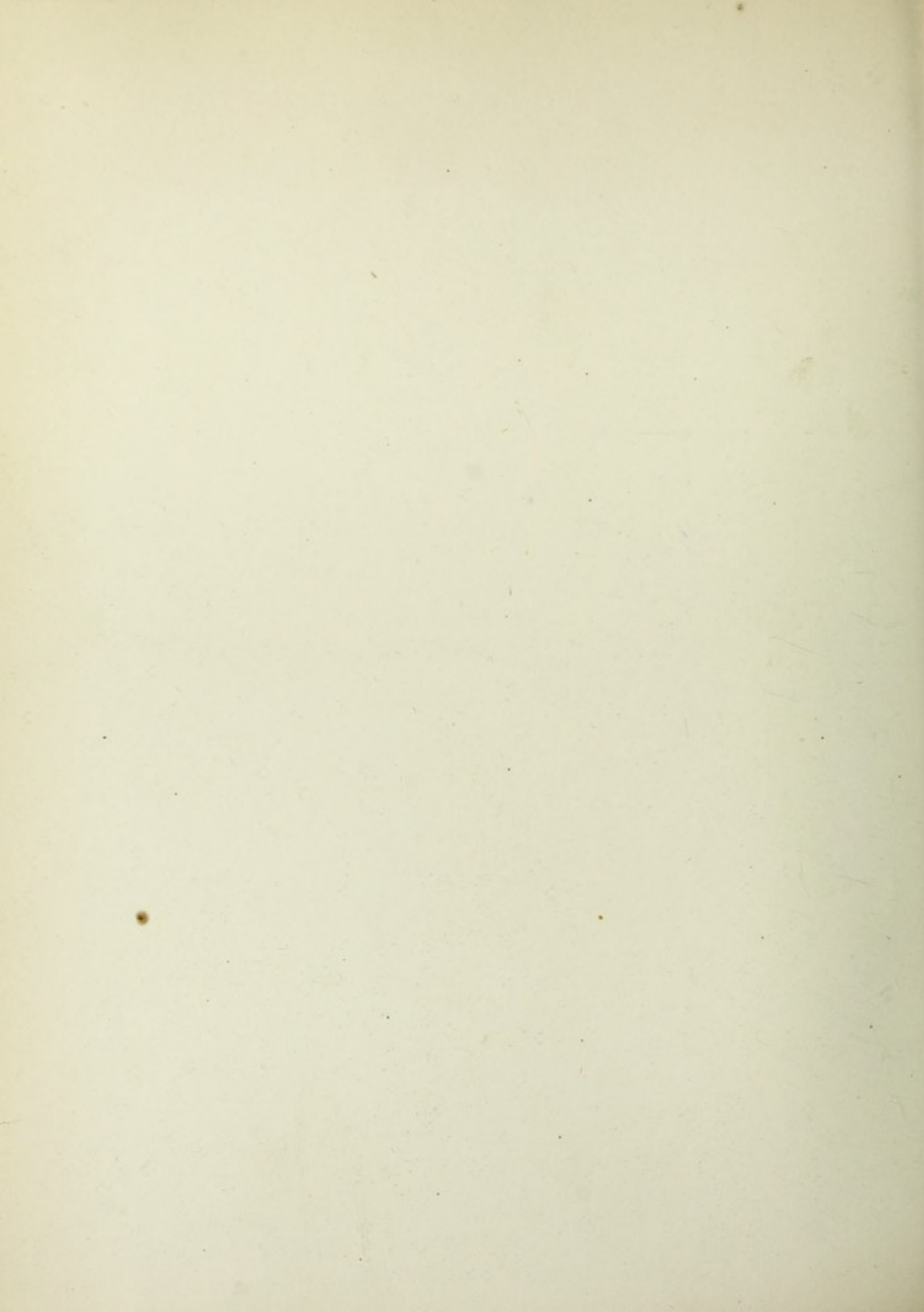
C.

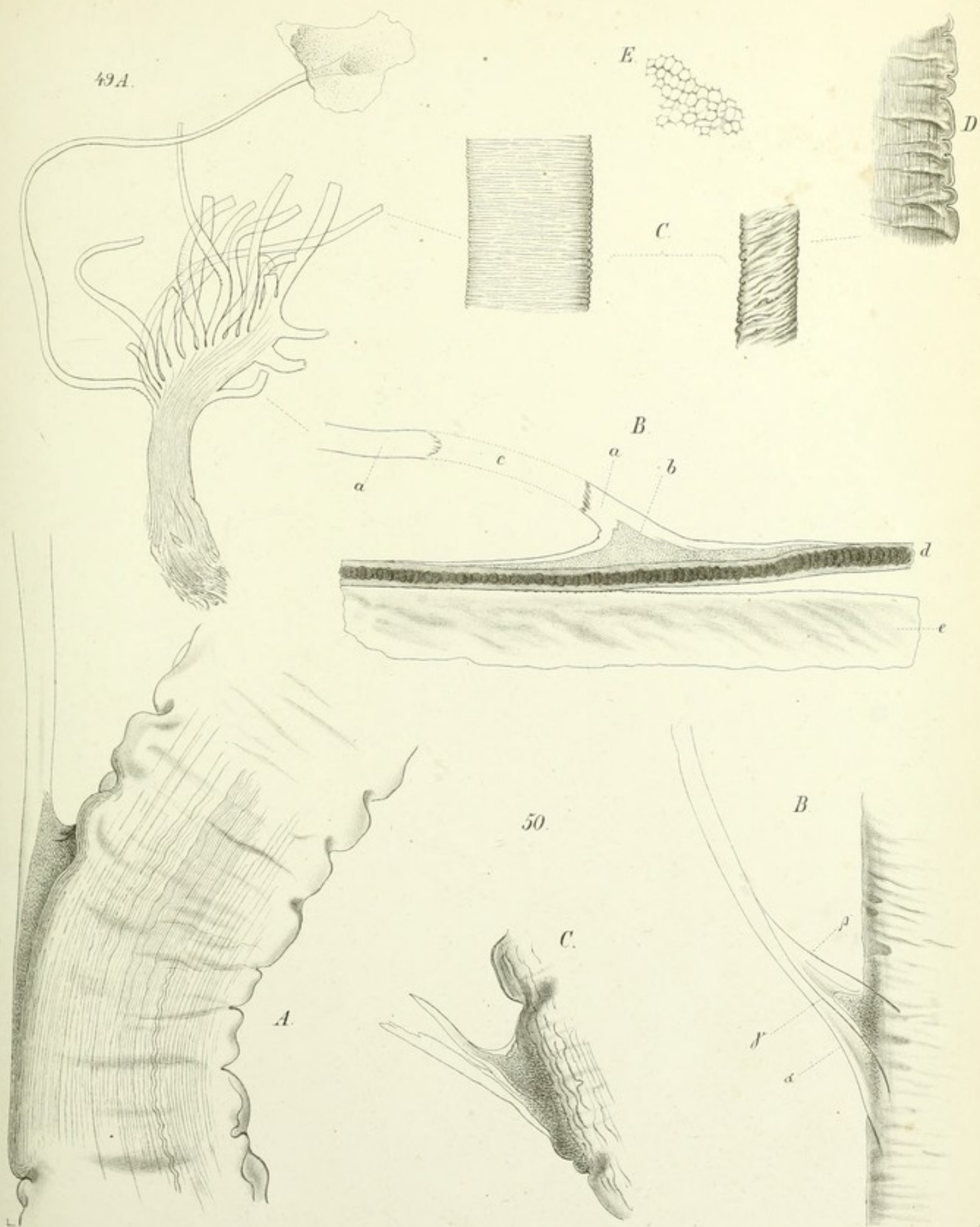


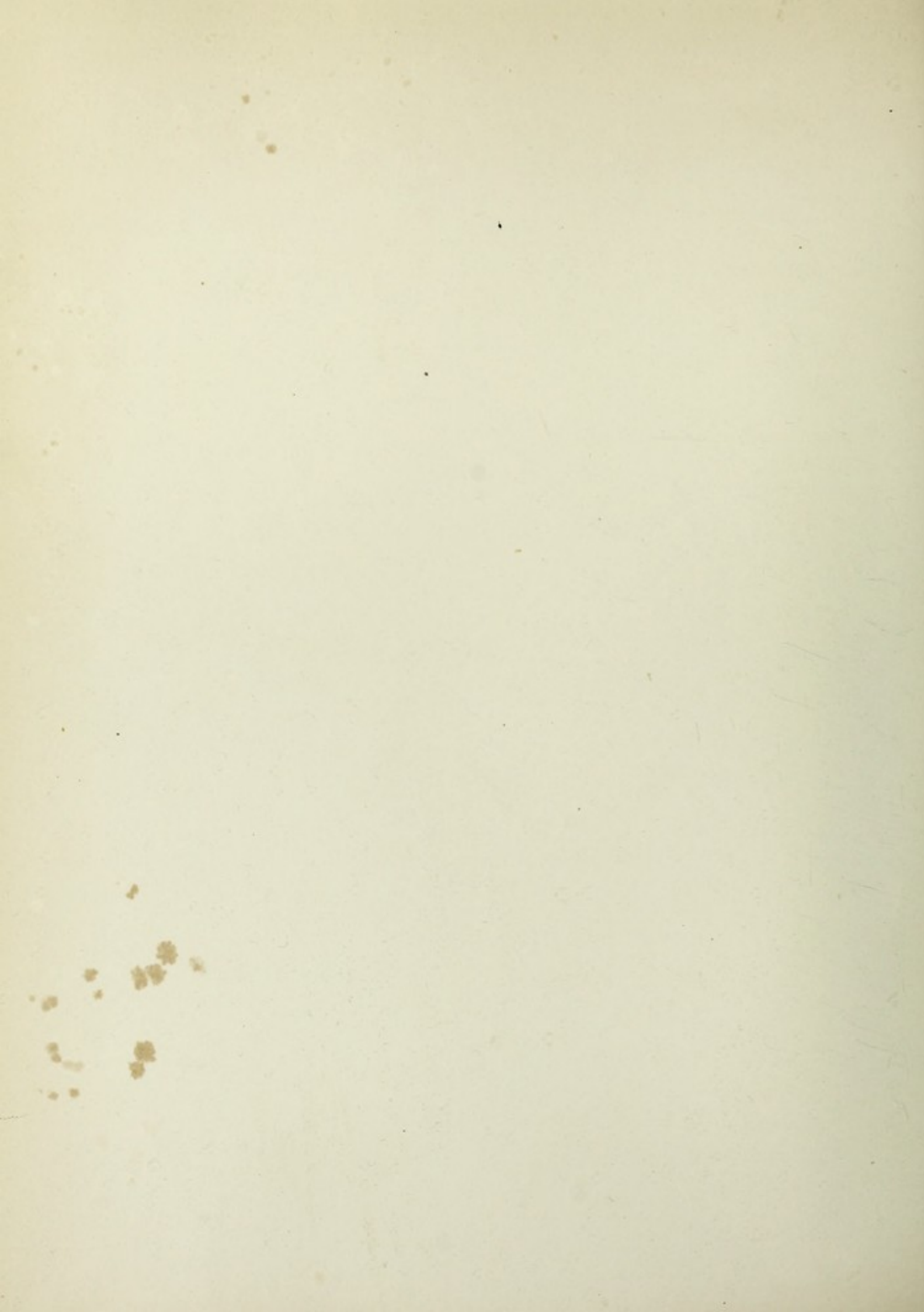
48

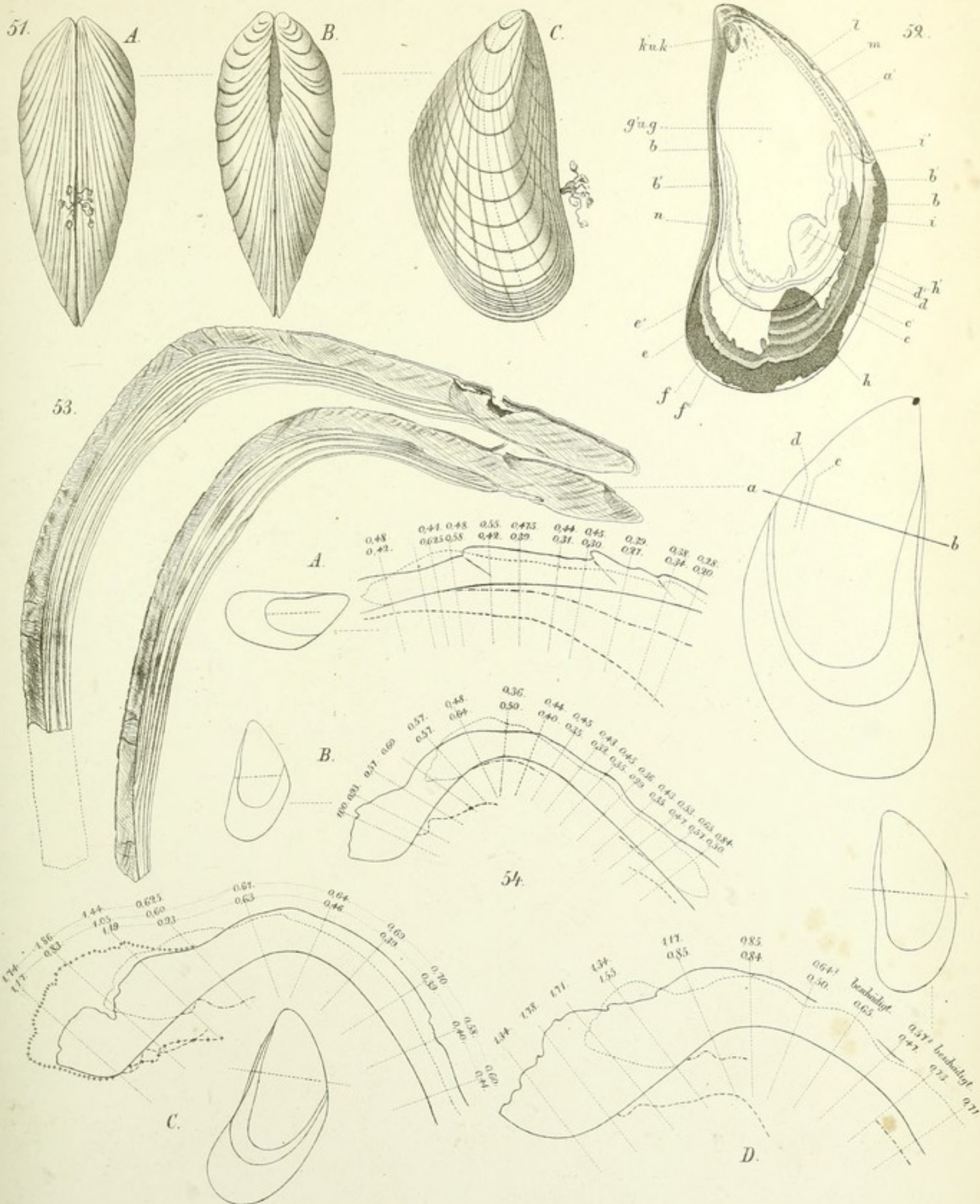


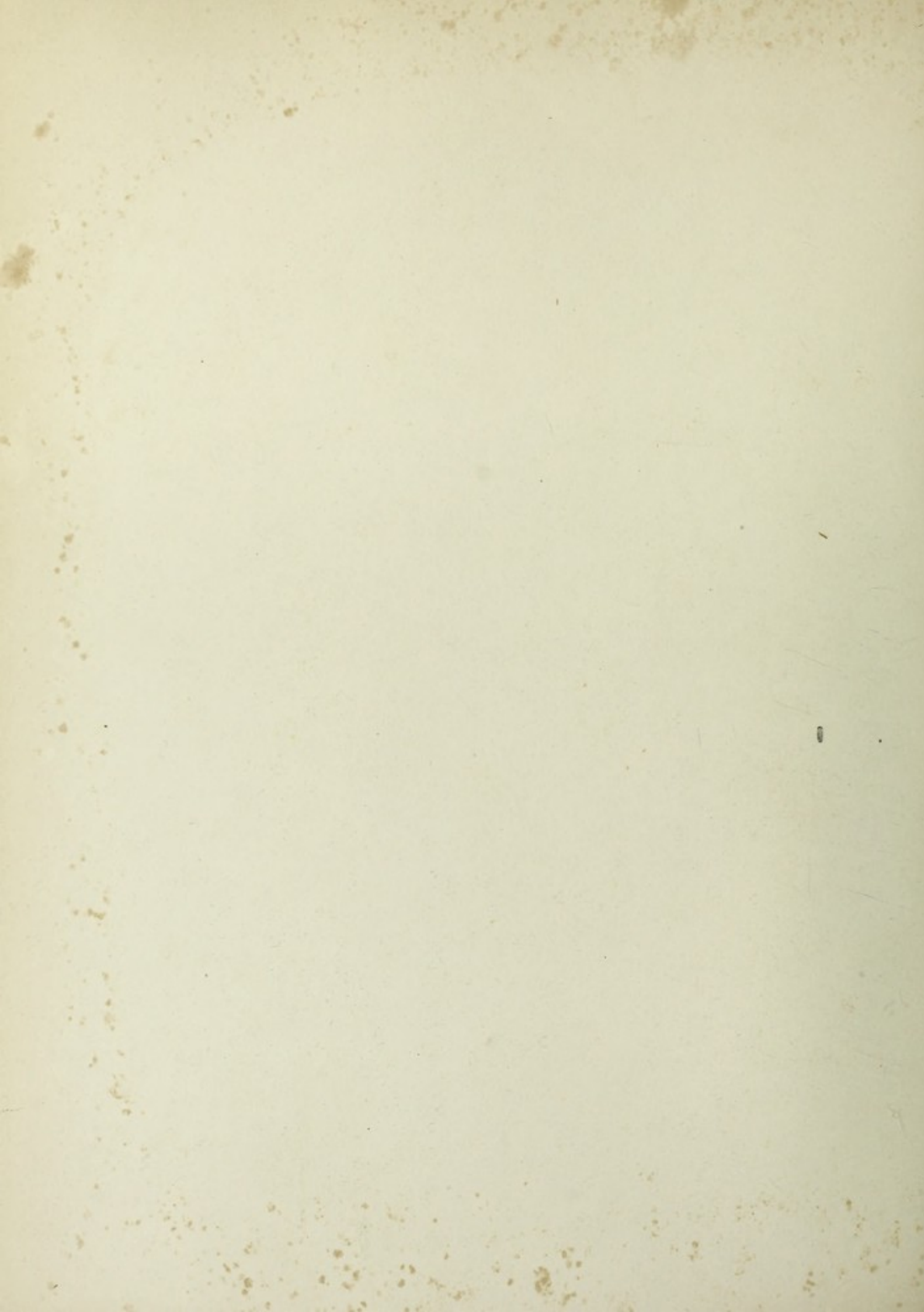
A

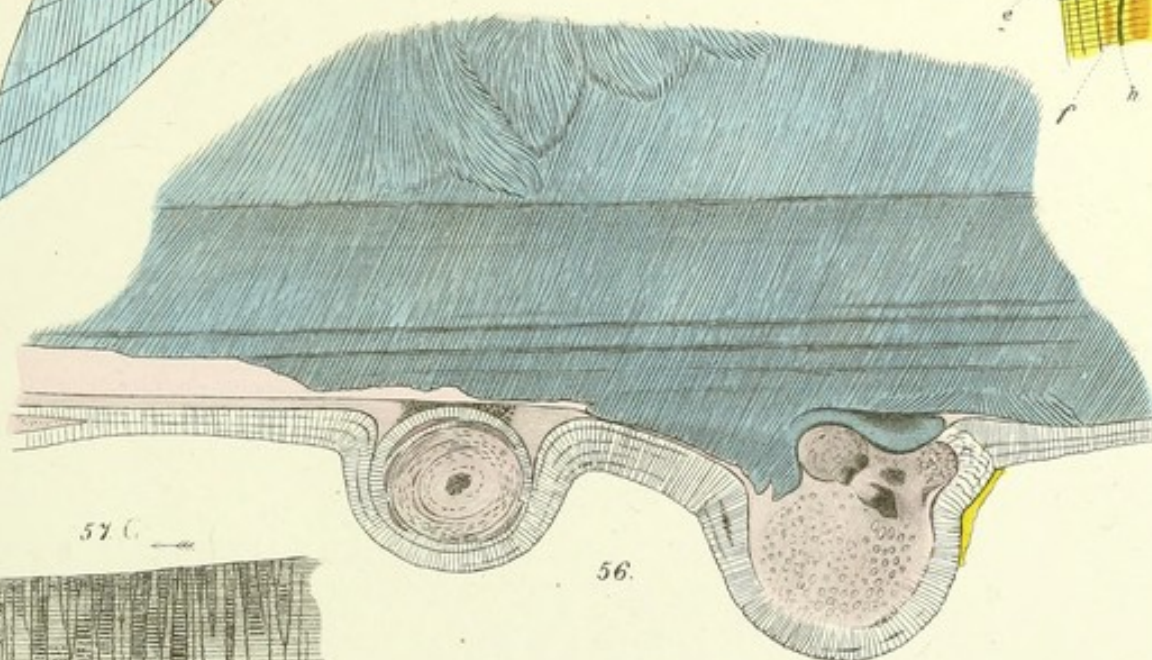
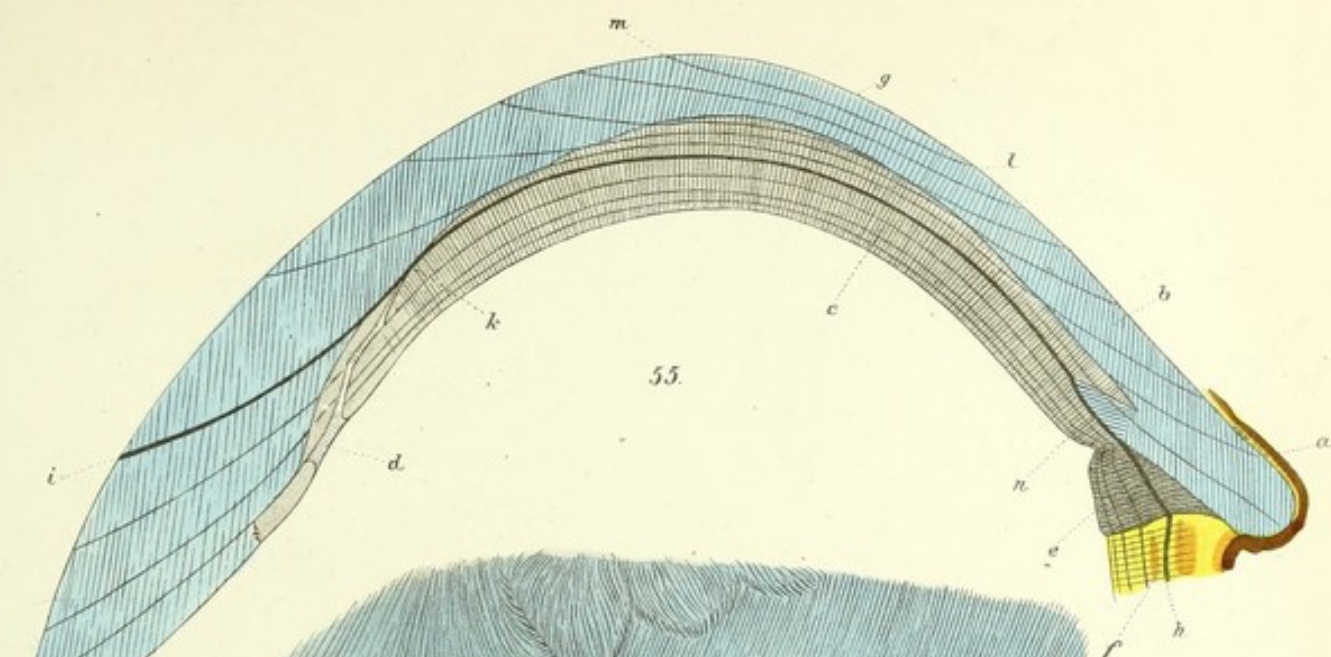




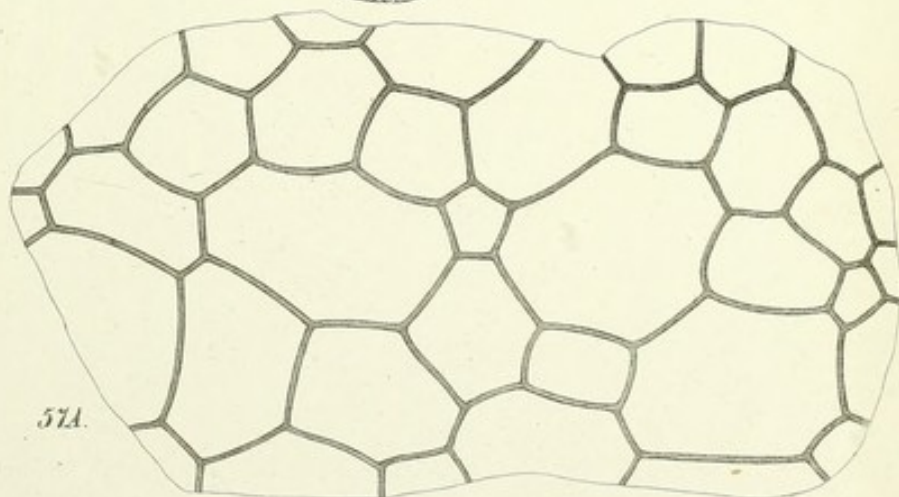
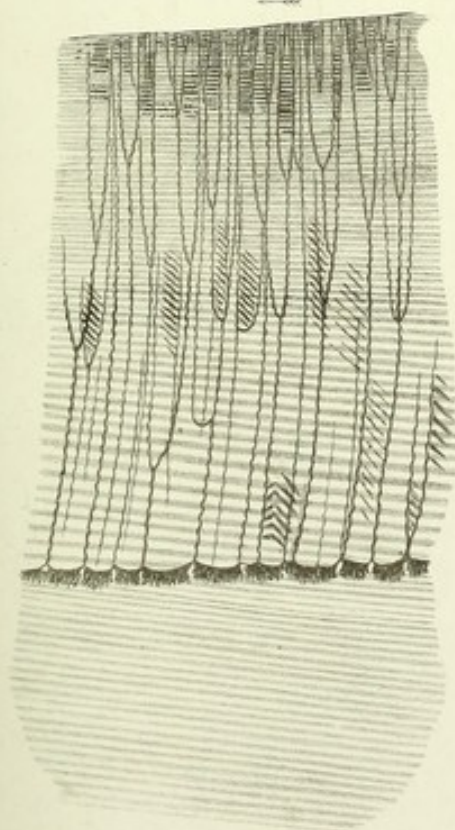






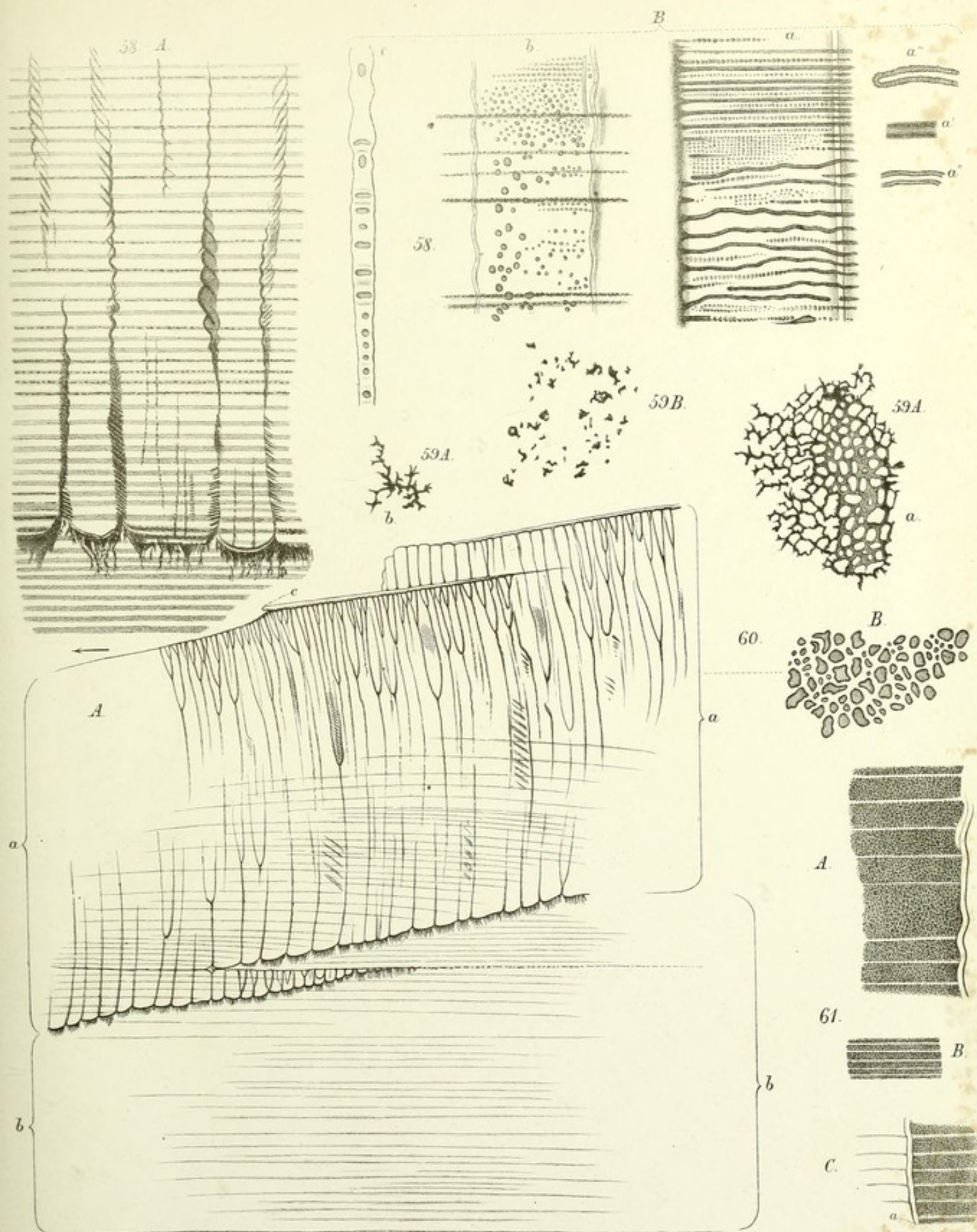


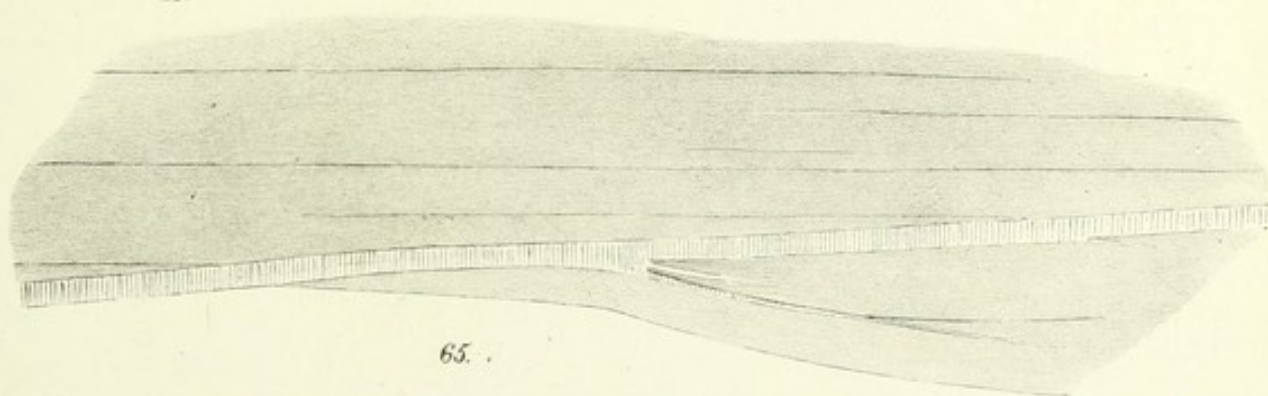
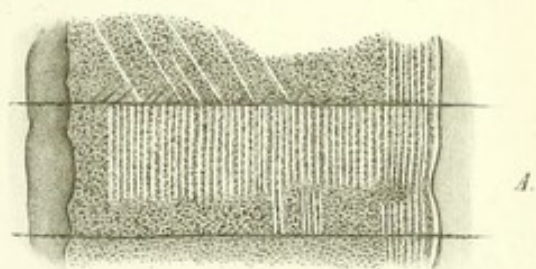
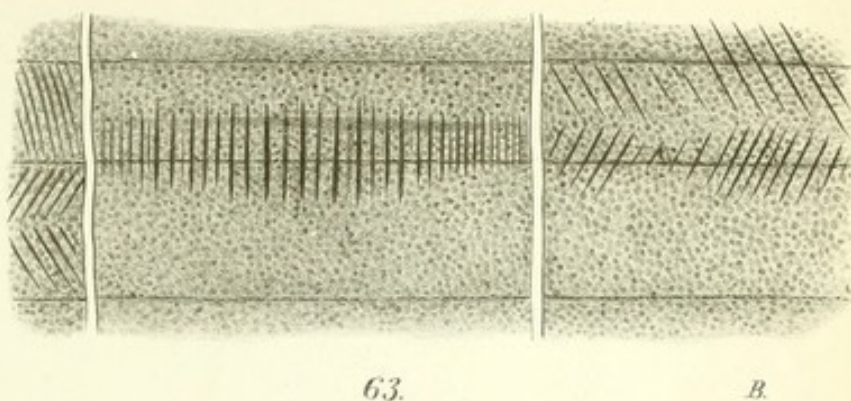
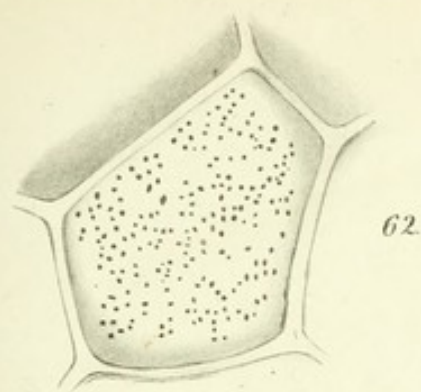
57 C



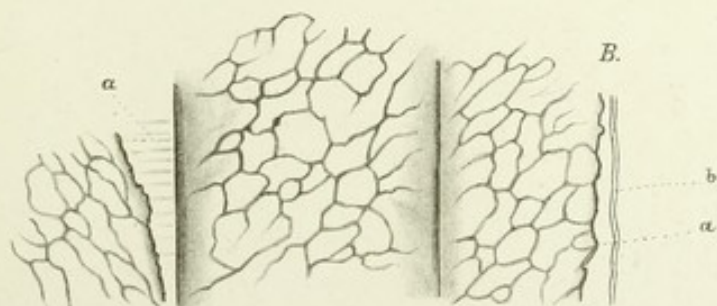
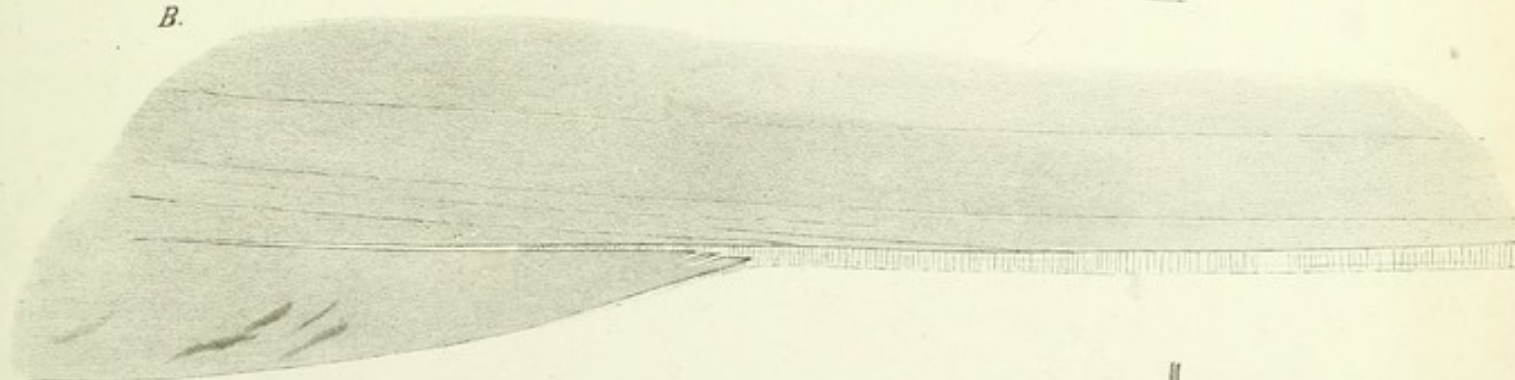
57B







B.



66.

