Anatomischer atlas der pharmakognosie und nahrungsmittelkunde / von dr. A. Tschirch ... und dr. O. Oesterle.

Contributors

Tschirch, A. 1856-1939.
Oesterle, O. A. 1866-
University College, London. Library Services

Publication/Creation

Leipzig : C. H. Tauchnitz, 1900.

Persistent URL

https://wellcomecollection.org/works/kh2pe3tg

Provider

University College London

License and attribution

This material has been provided by This material has been provided by UCL Library Services. The original may be consulted at UCL (University College London) where the originals may be consulted.
Conditions of use: it is possible this item is protected by copyright and/or related rights. You are free to use this item in any way that is permitted by the copyright and related rights legislation that applies to your use. For other uses you need to obtain permission from the rights-holder(s).

wellcome collection

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

REFERENCE
ONLY

REFERENCE
ONLY

3rd Year Laboratory

SCHOOL OF PHARMACY
(UNIVERSITY OF LONDON)

PHARMACOGNOSY DEPT.

REFERENCE
ONLY

LIBRARY
58:615.43(084.4)
SCHOOL OF PHARMACY
UNIVERSITY OF LONDON

Digitized by the Internet Archive
in 2014

https://archive.org/details/b2168781x

ANATOMISCHER ATLAS

DER

PHARMAKOGNOSIE UND NAHRUNGSMITTELKUNDE

VON

DR. A. TSCHIRCH,
PROFESSOR DER PHARMAKOGNOSIE UND DIREKTOR DES PHARMAZEUT. INSTITUTES DER UNIVERSITÄT BERN.

UND

DR. O. OESTERLE,
PRIVATDOZENT DER PHARMAKOGNOSIE AN DER UNIVERSITÄT BERN.

CA. 2000 ORIGINALZEICHNUNGEN AUF 81 TAFELN
MIT BEGLEITENDEM TEXT.

Die Pharmakognosie hat keine anderen Methoden als die der reinen Botanik und reinen Chemie, wohl aber eine andere Fragestellung, andere Aufgaben und Ziele.

LEIPZIG
CHR. HERM. TAUCHNITZ
1900.

Das Recht der Übersetzung in fremde Sprachen ist vorbehalten.

Die Verlagshandlung.

Generalregister für das ganze Werk.

	Tafel	Seite
Acorus Calamus L.	20	79
Aesculus Hippocastanum	53	234
Agrostemma	46	204
Alpinia officinalis	54	237
Althea	71	309
Althea officinalis L.	30	125
Amylum	50—53	219—236
„ Avenae	50	223
„ Fagopyri	53	236
„ Hippocastani	53	234
„ Hordei	50	222
„ Maidis	50	222
„ Marantae	51	225
„ Oryzae	50	223
„ Panici	53	235
„ Phaseoli	53	234
„ Secalis	50	222
„ Solani	53	233
„ Tritici	50	221
Ars	14	51
Athemis nobilis L.	—	7
Amodia cinae	73	315
Anophylli	13	49
Arrutamehl	51	225
Archangelica officinalis Hoffm.	1	1
Arghel	7	26
Arnica	62	271
Arrowroot	51	225
„ Bermudas	51	225
„ Bahia	51	225
„ brasilianisches	52	229
„ Bombay	51	227
„ Guyana	52	229
„ Jamaica	51	225
„ Malabar	51	227
„ Natal	51	225
„ Neu-Süd-Wales	51	226
„ ostindisches	51	227
„ Para	51	225
„ Portland	51	227
„ Queensland	51	226
„ Rio	51	225
„ St. Vincent	51	225
„ Tahiti	51	227
„ Tillichery	51	227
„ westindisches	51	225
„ Williams	51	227
Artemisia maritima	73	315
Arumstärke	51	227
Aspidium	79	341
Avena sativa	44 u. 50	193 u. 223
Baccae juniperi	63	275
Badiane de Chine	55	241

	Tafel	Seite
Baldrianwurzel	53	259
Bananenstärke	52	230
Batatas	52	229
Batatenstärke	52	229
Beaumontia	78	339
Belladonna	76	327
Belladonnawurzel	76	327
Bigarade	69	299
Bockshornsamen	75	323
Bohne	48, 49 u. 53	211 u. 234
Bohnenmehl	—	213
Bohnenstärke	53	234
Brand	46	203
Brassica juncea Hook. fil. et Thoms.	—	19
Brassica nigra Koch	5	17
Buchweizenstärke	53	236
Calendula officinalis L.	23	95
Canella alba Murray	32	135
Cannabis sativa L.	15	55
Cannastärke	51	226
Capsicum annuum L.	4	13
Cardamomen, Ceylon	—	146
Cardamomen, Malabar	34	143
Caricae	28	117
Carthamus tinctorius L.	23	96
Caryophylli	13	47
Cassave	51	225
Cassia acutifolia Del.	7	25
„ angustifolia Vahl.	7	25
„ obovata Collad.	7	25
Cerealien, Übersicht	45	197
China Calisaya	9	36
„ Guajaquil	—	36
„ Huanuco	—	36
„ Loxa	—	36
„ Maracaibo	—	36
„ rubra	—	36
„ Succirubra	9	35
Chocolade	—	24
Chrysanthemum cinerariaefolium Benth. et Hook.	40	171
„ roseum Web. et Mohr	40	173
Cicer arietinum	49	216 u. 235
Cina	73	315
Cinchona Calisaya Wed.	9	33
„ Succirubra Pav.	9	33
Cinnamomum Cassia Blume	31	129
Citrus	69	299
Claviceps	46	201
Cocablätter	60	263
Coffea arabica L.	18	67
Coffea liberica Bull.	18	67
Cola	80 a u. b	347
Condurangorinde	61	268

	Tafel	Seite
Conium maculatum L.	36 u. 37	155
Conyza squarrosa	74	321
Cort. cancllae	32	135
„ cassiae caryophyllatae	32	137
„ chinae	9	33
„ cinnamomi cassiae	31	129
„ „ ceylanici	32	132
„ condurango	61	268
„ fruct. aurant.	70	305
„ granati	21	83
Crocus	23	91
„ Fälschungen	23	93, 97, 99
		113 u. 115
„ sativus L.	23	91
Cubebae	77	331
Cubeba officinalis	77	331
Curcuma longa L.	24	99
Curcumastärke	51	227
Datura	65	283
Dextrin	52	232
Dicypellium caryophyllat. Nees	32	137
Digitalis	74	319
Dioscoreastärke	52	229
Dolichos	49	211 u. 215
„ sinensis	49	215
Eibischblätter	71	309
Elettaria Cardamomum White et Maton	34	143
Enzianwurzel	72	311
Epilobium angustifolium L.	3	10
Erbse	47 u. 53	207 u. 235
Erbsenmehl	—	210
Erbsenstärke	53	235
Ervum	48	213 u. 235
Erythroxylon	60	263
Eugenia caryophyllata Thunb.	13	47
Faba	19	211 u. 216
Faba vulgaris	49	216
Faenum graecum	75	323
Fécule de pia	51	227
Fécule de Toloman	51	226
Feigenkaffee	28	120
Fenchel	14	52
Ficus Carica L.	28	117
Filix	79	341
Fingerhutblätter	74	319
Flachssamen	58	255
Flor. arnicae	62	271
„ aurantii	69	301
„ calendulae	23	95
„ carthami	23	96
„ chamomillae roman.	—	7
„ chamomillae vulg.	2	5
„ lavandulae	66	289
„ malvae	71	307
„ naphae	69	301
„ pyrethri	40	171
„ sambuci	12	43
„ tiliae	11	41
„ verbasci	22	87
Foeniculum capillaceum Gilb.	14	52
Fol. althaeae	71	309
„ aurantii	69	299
„ belladonnae	76	329
„ coca	60	263
Fol. coffeae	[illegible]	71
„ digitalis	74	319
„ malvae	71	308
„ menthae crisp.	19	76
„ „ pip.	19	73
„ sennae	7	25
„ stramonii	55	283
„ Theae	3	9
Folliculi sennae	7	26
Fruct. anisi stellat.	55	241
„ anisi vulg.	14	51
„ aurant. immatur.	70	302
„ avenae	44	193
„ cannabis	15	57
„ capsici annui	4	13
„ cardamomi	34	143
„ coffeae	18	68
„ conii	37	160
„ cubebae	77	331
„ foeniculi	14	52
„ hordei	41	175
„ juniperi	63	275
„ maidis	43	187
„ oryzae	45	197
„ papaveris	17	63
„ piperis	25	103
„ sambuci	12	44
„ secalis	43	189
„ sennae	7	26
„ tritici	42	181
„ vanillae	16	59
Galgant	54	237
Gentiana	72	311
Gerste	41 u. 50	175 u. 222
Gerstenstärke	50	222
Glycyrrhiza glabra L.	8	34
Gonolobus	61	268
Guilandina echinata Spr.	27	113
Hafer	44 u. 50	193 u. 222
Haferstärke	50	223
Haidekorn	53	234
Herb. cannabis ind.	15	58
„ conii	36 u. 37	154
„ hyoscyami	39	167
„ Maté	60	265
„ stramonii	55	283
Hirsenstärke	53	235
Hordeum	41 u. 50	175 u. 222
Hydrastis	64	281
Hyoscyamus niger L.	39	167
Ilex	60	263
Illicium religiosum	55	243
„ verum	55	241
Imperatoria Ostruthium L.	38	165
Ingwer	26	109
Ingwerfälschungen	—	111
Insektenpulver	40	171
Insektenpulverfälschungen	—	174
Iris florentina Lam.	29	121
„ germanica L.	29	121
„ pallida Lam.	29	121
Juniperus commun.	63	275
Kaffee	18	67
Kaffeefälschungen	—	71

	Tafel	Seite
Kakao	6	21
Kartoffelstärke	53	233
„ dextrinierte	52	232
Kastanienstärke	53	234
Kicksia	78	339
Kola	80a u. b	347
Kornrade	46	204
Lablab	49	211 u. 215
„ vulgaris	49	215
Lathyrus sativus	49	216 u. 235
Lavandula	66	289
Lavendel	66	289
Leinsamen	58	255
Levisticum officinale Koch	—	3
Lign. fernambuci	27	115
„ santali rubr.	27	113
Linum usitatissimum	58	255
[illegible]um officinale	3	11
[illegible] temulentum	53	236
Macis	56 u. 57	251
„ Banda	56 u. 57	251
„ Bombay	57	252
„ Papua	—	253
Mahlprodukte der Gerste	—	179
„ des Hafers	44	193
„ des Mais	—	189
„ des Roggen	—	191
„ des Weizens	—	184
Mais	43 u. 50	187 u. 221
Maisstärke	50	222
Malva	71	307
Malvenblätter	71	308
Malvenblüten	71	307
Mandioca	51	225
Manihot	51	225
Manioc	51	225
Marantastärke	51	225
Maté	60	265
Matricaria Chamomilla L.	2	5
Melampyrum	46	205
Mentha crispa	19	75
„ piperita L.	19	73
Menthaarten, andere	19	76
Metroxylon	52	230
Musa	52	230
Muskatnuss	56 u. 57	245
Mutterkorn	46	201
Myristica argentea	—	249
„ fragrans	56 u. 57	245
Nelken	13	47
Nelkenstiele	13	49
Opium	17	65
Opiumfälschungen	—	66
Orangenblätter	69	299
Orangenblüten	69	301
Orangenschalen	70	305
Oryza sativa	45 u. 50	197 u. 223
Palmenstärke	52	230 u. 231
Panicum miliaceum	53	235
Papaver somniferum	17	63
Paraguaythee	60	265
Pfeffer	25	103
Pfefferfälschungen	—	107
Pfeilwurzelmehl	51	225

	Tafel	Seite
Phaseolus	48	211
„ multiflorus	49	215
Phaseoleensamenschalen	49	215
Phaseolus vulgaris	49	215
Pimpinella Anisum L.	14	51
Piper	25	103
„ album	25	107
„ andere Arten	—	334
„ angustifolium	74	321
„ Cubeba	77	331
„ nigrum L.	25	103
Pisum	47	207
Polygonum Fagopyrum	53	236
Pomeranze	70	302
Prunus spinosa	3	11
Psychotria Ipecacuanha Müll. Arg.	10	37
Pterocarpus santalinus L. fil.	27	113
Punica Granatum L.	21	83
Rad. althaeae	30	125
„ angelicae	1	1
„ belladonnae	76	327
„ gentian. rubr.	72	311
„ ipecacuanhae	10	37
„ levistici	—	3
„ liquiritiae rossic.	—	31
„ taraxaci	33	139
Reis	45 u. 50	197 u. 223
Reisstärke	50	223
Rhabarber, chines.	67 u. 68	293
„ europäischer	68	295
Rheum	67 u. 68	293
Rhiz. calami	20	79
„ curcumae	24	99
„ filicis	79	341
„ galangae	54	237
„ hydrastidis	64	281
„ imperatoriae	38	163
„ iridis	29	121
„ rhei	67 u. 68	293
„ valerianae	59	259
„ zedoariae	54	239
„ zingiberis	26	109
Roggen	43 u. 50	189 u. 222
Roggenstärke	50	222
Rosa centifolia	3	11
Saffran	23	91
Sago	52	230
Salix alba	3	11
„ pentandra	3	11
Salvia Sclarea	74	320
Sambucus nigra	3 u. 12	11 u. 43
Sareptasenf	—	19
Secale	43 u. 50	189 u. 222
Secale cornutum	46	201
Sem. cacao	6	21
„ capsici annui	4	14
„ Coffeae	18	67
„ Colae	80a u. b	347
„ erucae	5	19
„ faenugraeci	75	323
„ hyoscyami	39	168
„ lini	58	255
„ myristicae	56 u. 57	245
„ papaveris	17	64

	Tafel	Seite
Sem. sinapis nigr.	5	17
„ stramonii	65	285
„ strophanthi	78	335
„ strychni	35	149
Senf	5	17
Sinapis alba L.	5	19
Sikkimifrüchte	55	243
Solanum tuberosum	53	233
Solenostemma Arghel Heyne	7	26
Soja hispida	49	215
Stärke	50—53	219—236
„ aus gekeimtem Weizen	52	231
„ dextrinierte	52	232
Stechapfel	65	283
Sternanis	55	241
Stolones liquirit. hispanic.	8	29
Stramonium	65	283
Strophanthus	78	335
Strychnos Nux vomica L.	35	149
Taccastärke	51	227
Tapioca	51	225
Taraxacum officinale L.	33	139
Taumellolchstärke	53	236
Teucrium Scorodonia	74	321
Thea sinensis und assamica	3	9
Thee	3	9
Theeverfälschungen	3	10 u. 71
Theobroma Cacao L.	6	21
Tikmehl	51	227
Tikormehl	51	227
Tikur	51	227
Tilia europaea L.	11	41
Tilletia	46	203
Tollkirsche	76	327
Tous les mois	51	226
Trigonella	75	323
Triticum	42 u. 50	181 u. 221
Türk. Weizen	43	187
Ulmus campestris	3	11
Ustilago	46	203
Valeriana	59	259
Vanilla planifolia Andr.	16	59
Verbascum lychnitis	74	321
„ nigrum	74	320
„ phlomoides	74	321
„ thapsiforme	74	321
„ thapsiforme Schrad	22	87
„ Thapsus	74	321
Vicieensamenschalen	49	216
Vicia sativa	49	216
Wacholder	63	275
Wachtelweizen	46	205
Weizen	42 u. 50	181 u. 221
Weizenstärke	50	221
„ aus gekeimten Samen	52	231
Wurmsamen	73	315
Yamswurzelstärke	52	229
Yerva	60	265
Yerba Maté	60	265
Zea Mais	43	187
Zedoaria	54	239
Zimmt	31	129
Zingiber officinale Roscoe	26	109
Zitwersamen	73	315
Zitwerwurzel	54	239

Verzeichnis der benutzten Abkürzungen.

A. Achse.
al. Aleuron.
And. Androeceum.
anth. Antheren.
anthw. Antherenwand.
Ap. Apothecium.
Ar. Arillus.
asc. Ascus.

B. Bastfasern.
b. Basalzelle.
bl. Blatt.
bla. Blattanlagen.
blb. Blütenboden.
bo. Borke.
bst. Blütenstiel.
bsp. Blattspur.

c. Kambium.
cb. Kambiform.
Chal. Chalaza.
chl. Chlorophyllkörner.
chro. Chromatophoren.
col. Kollenchym.
com. Kommissur.
con. Konnektiv der Antheren
cost. Costae, Rippen.
cot. Kotyledonen.
cph. Karpophor, Fruchtträger.
cut. Kuticula.
cyst. Cystolith.

D. Deckblatt.
De. Deckel.
Dis. Diskus.
dr. Drüse.

ed, end. Endodermis.
Ek. Endokarp, innere Fruchtschale.
Em. Embryo, Keimling.
Ems. Embryosack.
End. Endosperm, Nährgewebe.
Ep, ep. Epidermis.
Epo. Obere Epidermis.
Epu. Untere Epidermis.
Er. Ersatzfasern.

fib. Fibröse Schicht der Antherenwand.
fil. Filament.
fk. Fruchtknoten.
fkw. Fruchtknotenwand.
fr. Frucht.
frs. Fruchtschale.
frw. Fruchtwand.
fun. Funiculus.

ge. Granne.
gf. Gefäfs.
gfb. Gefäfsbündel.
gfbe. Gefäfsbündelendigungen.
gl. Gluma.
glt. Geleitzellen.
gR. Gemischter Ring.
gr. Grofszellen.
Grf. Griffel.
Grfk. Griffelkanal.
gth. Gefäfsteil.
Gyn. Gynaeceum.

H. Hohlraum, Atemhöhle.
hb. Hüllkelch.
hd. Hypoderm.
Hi. Hilum.
HNe. Hauptnerv.
hp. Holzparenchym und Hypokotyl.
Hp. Hypanthium.
Hwu. Hauptwurzel
Hy. Hyphe.
Hym. Hymenium.

i. Integument.
I Intercellularsubstanz, primäre Membran.
ia. Äufseres Integument.
ih. Innere Haut der Sekretbehälter.
ii. Inneres Integument.
int. Intercellularen.
intc. Interfascicularkambium.

k. Kork.
ke. Kern.
kl. Kleber-(Öl-Ferment-)Schicht.
klp. Klappen.
km. Kristallkammerfaser.
kn. Knospe.
kp. Karpelle.
kr. Kristalle.
krz. Kristallzellen.
ktr. Korktrennungsschichten.

L. Loch.
l. Leitendes Gewebe.
La. Labellum.
Lb. Laubblatt.
lB. Librosclereiden.
lf. Libriform.
Lü. Lücke.

m. Mark.
mer. Merenchym.
mes. Mesophyll.
Mi. Milchsaftschläuche.
Mk. Mesokarp, mittlere Fruchtschale.
mk. Markstrahl.
Ml. Mittelrippe.
Mp. Micropyle.
MR. Mechanischer Ring.

N. Nährschicht.
Na. Narbe.
Nbl. Niederblätter.
Ne. Nerv.
Nec. Nektarium.
Nep. Nervenepidermis.
Np. Narbenpapillen.
Nuc. Nucellus.
Nwu Nebenwurzel.

obl. Obliterierte Zellen.
oed. Öldrüse.
oez. Ölzelle.
ov. Ovulum, Ei.

P, Pe. Petala, Blumenblätter.
p. Palissaden.
Pa Palea.
Pap. Papillen.
Par. Parenchym.
pc Perikambium.
pd. Phelloderm.
Per. Perigon, Blütenhülle.
pgth. Primärer Gefäfsteil.
phg. Phellogen.
php. Phloemparenchym.
pi Palea inferior.
pig. Pigmentschicht.
Pk. Epikarp, äufsere Fruchtschale.
pl, p. Plumula, Federchen.
pla. Placenta, Samenleiste.
pls. Plasma.
pmk. Primärer Markstrahl.
Pol. Pollen.
pR. Primäre Rinde.
proc. Prokambiumstränge.
prst. Primärer Rindenstrahl.
ps. Palea superior.
psb. Primärer Siebteil.
psch. Parenchymscheide.
Psp. Perisperm.
Pth. Perithecium.

qu. Querzellen.
Qu, Qs. Quellgewebe.

R. Rinde.
r. Randblüten.
rad. Radicula.
Rap, Ra. Raphe.
Raph. Raphiden.
Rhiz. Rhizom.
rsg. Resinogene Schicht der Sekretbehälter.
rst. Rindenstrahl.

s. Siebröhren.
Sa, S. Same.
sb. Siebteil.
scb. Sekretbehälter.
Sch, Sche. Schleimzellen.
sch. Scheibenblüten.
schl. Schleim.
schle. Schleimepidermis.
sc. Sekret.
scl. Sclereiden.
sclo. Sclerotische Zellen.
Se, S. Sepala, Kelchblätter.
sec. Sezernierende Zellen.
Sgo. Saugorgan.
smk. Sekundärer Markstrahl.
spo. Spore.
sR. Sekundäre Rinde.
srst. Sekundärer Rindenstrahl.
SS, ss. Samenschale, Testa.
st. Stomata, Spaltöffnungen.
stä, st. Stärke.
stam. Stamina, Staubfäden.
Sti. Stiel.
stp. Stylopodium.
stz. Stielzelle.

t. Trichom, Haar.
teg 1 und *teg* 2. Äufseres und inneres Integument.
tert. Tertiäre Membran.
tgb. Tragblatt.
Th Thallus.
tpf, Tü. Tüpfel.
tr. Tracheiden.
tro. Tropfen.

V. Vorblatt.
val. Vallecula, Thälchen.
vgt. Vegetationspunkt.
Vi. Vittae, Ölstriemen.

w. Scheidewand.
wh. Wurzelhaar.
wst. Wasserspalte.
wu. Wurzel.

VORWORT.

Als ich im Jahre 1889 den ersten Band meiner „Angewandten Pflanzenanatomie“ herausgab, habe ich versprochen, ihm bald den zweiten, die specielle Anatomie enthaltenden, folgen zu lassen. Da der erste auf dem für den zweiten Band seit Jahren gesammelten Beobachtungsmaterial, welches geordnet und redigiert in meinem Schreibtisch ruhte, fufst, schien es mir leicht, das Versprechen auch halten zu können. Seine Ausgabe wurde aber zuerst durch eine Reise nach Indien, dann durch meine Übersiedelung nach Bern verzögert, und als ich endlich an die endgiltige Redaktion des Manuskriptes ging, zeigte es sich, dafs ohne zahlreiche neue Abbildungen viele der mitgeteilten Thatsachen nicht verständlich sind. So habe ich mich denn entschlossen, an die Stelle des zweiten Bandes einen Atlas treten zu lassen, dessen Tausende von Einzel-Abbildungen eine eindringlichere und klarere Sprache reden werden, als es die beste Beschreibung vermöchte. Übrigens bildet sowohl der Atlas, wie die Angewandte Anatomie jedes für sich ein in sich abgeschlossenes Ganzes. Sie hängen nur insofern zusammen, als ich der Terminologie der Angewandten Anatomie auch in dem begleitenden Texte des Atlas gefolgt bin. Diese Terminologie ist aber im grofsen und ganzen die allgemein benutzte. In Einzelfällen ist auf die Angewandte Anatomie verwiesen.

Ich habe nun, um ein rascheres Erscheinen zu ermöglichen, mich mit Herrn Dr. Oesterle verbunden und die Arbeit zwischen ihm und mir in der Weise geteilt, dass ich im allgemeinen die Beobachtungen, die Skizzen und den Text und er die Ausführung der Zeichnungen übernahm, natürlich ohne strenge Scheidung, doch so, dafs ich für die Beobachtungen die Verantwortlichkeit trage.

Bei der Redaktion sind folgende Gesichtspunkte mafsgebend gewesen. Da das Mikroskop von dem Apotheker und Nahrungsmittelexperten jetzt besonders zur Untersuchung pulverförmiger Drogen, Nahrungs- und Genufsmittel Verwendung findet, habe ich den Pulvern dieser Objekte meine besondere Aufmerksamkeit gewidmet. Da aber eine zuverlässige Diagnose eines Pulvers auf einer genauen Kenntnis der Anatomie der betr. Droge fufsen muss, so war die Beschreibung der anatomischen Merkmale zuvörderst nötig, und erst aus dieser Beschreibung wurde die Diagnose des Pulvers abgeleitet. Bei der Charakterisierung der anatomischen Merkmale wurde nur dann retrospektiv auch die Entwicklungsgeschichte (bei Wurzeln z. B. der primäre Bau) oder vorschauend das weitere Schicksal (bei Samen z. B. die Keimungsgeschichte) herangezogen, wenn dies für das Verständnis des als Droge oder Nahrungsmittel vorliegenden Entwicklungsstadiums erforderlich war. Immerhin hat dies Verfahren den Vorzug, dafs durch dasselbe eine erschöpfende anatomisch-botanische Kenntnis der Drogen und Nahrungsmittel angebahnt wird, der Atlas also nicht nur für den Apotheker und Nahrungsmittelexperten, sondern auch für den Botaniker brauchbar wird. So wird denn auch der letztere auf jeder Tafel wenigstens einige neue anatomische Details finden.

Um nun die Diagnose des Pulvers möglichst zu erleichtern, sind die Darstellungen der Längs- und Flächenansichten, die man ja selbstverständlich bei gepulverten Objekten in erster Linie zu sehen bekommt, meist in der Weise durchgeführt worden, dafs die einzelnen untereinander liegenden Schichten in der Reihenfolge, wie sie aufeinander folgen, zum Teil wirklich unter oder, wenn dies nicht möglich war, nebeneinander dargestellt wurden, so dafs die Flächenansichten also nicht beliebig herausgegriffene, sondern alle Schichten in ihrer natürlichen Folge von oben nach unten bringen. Dies ist für Früchte, Samen, Blüten und Blätter durchgeführt worden; für Wurzeln und Rinden haben wir wegen der Gleichartigkeit der Gewebe die ältere Darstellungsweise beibehalten.

Nach meinen Erfahrungen bietet die vollständige Darstellung aller Schichten in ihrer natürlichen Lage für den Mikroskopiker besonders den Vorteil, dafs er sich rasch

orientiert und die Diagnose schon nach den Abbildungen allein mit grosser Schärfe zu stellen vermag.

Wie aus dem Vorstehenden ersichtlich, wendet sich also der Atlas in allererster Linie an den Apotheker, den praktischen Pharmakognosten und den Nahrungsmittelexperten. Er wünscht beide in den Stand zu setzen mit Hilfe des Mikroskopes Identität und Reinheit der Drogen, Nahrungs- und Genufsmittel festzustellen. Aber nur in der Hand des geschulten Anatomen ist das Mikroskop im stande, beweisende Daten zu liefern. Geschulte Anatomen für die mikroskopische Praxis zu erziehen ist daher, wie es das Ziel eines Teiles meiner Lehrthätigkeit ist, auch Zweck und Ziel des vorliegenden Atlas.

Ich habe lange geschwankt, ob ich nicht auch in dem Atlas, wie in der Angewandten Anatomie durch reichliche Citate den Benutzer in die Lage setzen solle, die Litteratur kennen zu lernen, ob ich nicht in eine Kritik der früheren Beobachtungen eintreten solle. Ich habe darauf verzichtet, erstlich weil die Litteratur bis 1889, wie ich glaube, nahezu vollständig in der Angewandten Anatomie bereits citiert ist, zweitens, weil durch Diskussion der Litteratur der Umfang des Textes verdoppelt worden wäre, und drittens, weil alle mitgeteilten und dargestellten anatomischen Befunde auf eigenen Beobachtungen beruhen und es für den Benutzer von relativ geringem Interesse ist, ob die mitgeteilte Thatsache längst bekannt ist oder hier zum ersten Male publiziert wird, ob der Autor die Sache so, jener anders deutet. Der Kundige wird die neue Beobachtung, die abweichende Deutung leicht erkennen, und für den Unkundigen ist der Streit der Meinungen gleichgiltig. Wichtiger erscheint mir, dass alle Befunde auf erneuten Beobachtungen fufsen, das, was mitgeteilt wird, ausschliefslich Selbstgeschautes darstellt.

Der vorliegende Atlas, der an die Stelle des im Buchhandel vergriffenen und nicht mehr neu aufgelegten Berg'schen Atlas treten soll, wird in Lieferungen von je 5 Tafeln in etwa einem Jahre zu Ende geführt werden. Der Tafel gegenüber wird im Texte eine kurze Figurenerklärung stehen. Da die Buchstabenbezeichnungen der Figuren bei den korrespondierenden Geweben bez. Zellen für alle Tafeln dieselben sind, werden sie nicht für jede Tafel wiederholt, sondern in einer der dritten Lieferung beizulegenden Tabelle übersichtlich zusammengestellt werden. Auch ohne diese Tabelle ist übrigens jede Tafel an der Hand des Textes verständlich.

Ich schliefse diese einleitenden Bemerkungen mit den gleichen Worten, mit denen Berg 1864 das Vorwort seines vortrefflichen Atlas schlofs: „Verfasser hat diese Arbeit weniger für den geübten Pharmakognosten, denn der bedarf solcher Hilfsmittel nicht, sondern für die Jünger dieses selbst erst in der Entwicklung begriffenen Lehrfachs unternommen und wird sich hinlänglich belohnt finden, wenn durch diese Anregung einige neue Freunde derselben gewonnen werden."

Pharmaz. Institut der Universität Bern, Februar 1893.

Tschirch.

VERZEICHNIS

der

behandelten Objekte in der Reihenfolge der Veröffentlichung.

Tafel 41—80 a u. b.

	Tafel	Seite
Hordeum	41	175
Triticum	42	181
Mais	43	187
Secale	43	189
Avena	44	193
Oryza	45	197
Secale cornutum	46	201
Brand	46	203
Kornrade	46	204
Wachtelweizen	46	205
Pisum	47	207
Phaseolus	48	211
Ervum	48	213
Phaseoleensamenschalen, Übersicht	49	215
Vicieensamenschalen, Übersicht	49	216
Phaseolus multiflorus	49	215
Phaseolus vulgaris	49	215
Dolichos sinensis	49	215
Lablab vulgaris	49	215
Soja hispida	49	215
Faba vulgaris	49	216
Lathyrus sativus	49	216
Cicer arietinum	49	216
Vicia sativa	49	216
Amylum (Stärke)	50—53	219—236
Amylum, Allgemeines	—	219
Weizenstärke	50	221
Roggenstärke	50	222
Gerstenstärke	50	222
Maisstärke	50	222
Haferstärke	50	223
Reisstärke	50	223
Arrowroot	51	225
„ westindisches	51	225
„ Manihot	51	225
„ Queensland	51	226
„ ostindisches	51	227
„ Tahiti	51	227
„ Portland	51	227
„ brasilianisches	52	229
„ Guyana	52	229
Bananenstärke	52	230
Sago	52	230
Stärke aus gekeimtem Weizen	52	231
Dextrin	52	232
Kartoffelstärke	53	233
Kastanienstärke	53	234
Bohnenstärke	53	234
Erbsenstärke	53	235
Hirsenstärke	53	235
Buchweizenstärke	53	236
Taumellolchstärke	53	236
Rhiz. galangae	54	237
Rhiz. zedoariae	54	239
Fruct. anisi stellati	55	241
Sem. myristicae	56 u. 57	245
Macis	56 u. 57	251
Sem. lini	58	255
Rhiz. valerianae	59	259
Folia Coca	60	263
Herba Maté	60	265
Cort. Condurango	61	267
Flor. arnicae	62	271
Fruct. Juniperi	63	275
Rhiz. Hydrastidis	64	281
Herb. Stramonii	65	283
Sem. Stramonii	65	285
Flor. lavandulae	66	289
Rhiz. rhei	67 u. 68	293
Fol. aurantii	69	299
Flor. aurantii	69	301
Fruct. aurant. immatur.	70	302
Cort. fruct. aurantii	70	305
Flor. malvae	71	307
Fol. malvae	71	308
Fol. althaeae	71	309
Rad. gentian. rubr.	72	311
Anthodia cinae	73	315
Folia digitalis	74	319
Sem. faenugraeci	75	323
Rad. belladonnae	76	327
Fol. belladonnae	76	329
Cubebae	77	331
Sem. strophanthi	78	335
Rhiz. filicis	79	341
Sem. kolae	80a u. b	347

VERZEICHNIS

der

behandelten Objekte und Pflanzen in alphabetischer Reihenfolge.

Tafel 41—80 a u. b.

	Tafel	Seite
Agrostemma	46	204
Alpinia	54	237
Althaea	71	309
Amylum	50—53	219—236
„ avenae	50	223
„ hordei	50	222
„ maidis	50	222
„ oryzae	50	223
„ secalis	50	222
„ tritici	50	221
Anthodia cinae	73	315
Ararutamehl	51	225
Arnica	62	271
Arrowroot	51	225
„ Bahia	51	225
„ Bermudas	51	225
„ Bombay	51	227
„ brasilianisches	52	229
„ Guyana	52	229
„ Jamaika	51	225
„ Malabar	51	227
„ Natal	51	225
„ Neu-Süd-Wales	51	226
„ ostindisches	51	227
„ Para	51	225
„ Portland	51	227
„ Queensland	51	226
„ Rio	51	225
„ St. Vincent	51	225
„ Tahiti	51	227
„ Tillichery	51	227
„ westindisches	51	225
„ Williams	51	227
Artemisia maritima	73	315
Arumstärke	51	227
Aspidium	79	341
Avena	44 u. 50	193 u. 223
Baccae juniperi	63	275
Badiane de Chine	55	241
Baldrianwurzel	59	259
Bananenstärke	52	230
Batatenstärke	52	229
Beaumontia	78	339
Belladonna	76	327
Belladonnawurzel	76	327
Bigarade	69	299
Bockshornsamen	75	323
Bohne	48 u. 49	211
Bohnenmehl	—	213
Bohnenstärke	53	234
Brand	46	203
Buchweizenstärke	53	236
Cannastärke	51	226
Cassave	51	225
Cerealien, Übersicht	—	199
Cicer	49	216
Cina	73	315
Citrus	69	299
Claviceps	46	201
Cocablätter	60	263
Cola	80 a u. b	347
Condurangorinde	61	268
Cort. Condurango	61	268
„ fruct. aurantii	70	305
Cubeba	77	331
Cubebae	77	331
Datura	65	283
Dextrin	52	232
Digitalis	74	319
Dioscoreastärke	52	229
Dolichos	49	211 u. 215
Eibischblätter	71	309
Enzianwurzel	72	311
Erbse	47 u. 53	207 u. 235
Erbsenmehl	—	210
Erbsenstärke	53	235
Ervum	48	213
Erythroxylon	60	263
Faba	49	211 u. 216
Faenum graecum	75	323
Filix	79	341
Fingerhutblätter	74	319
Flachssamen	58	255
Flor. arnicae	62	271
„ aurantii	69	301
Folia coca	60	263
Flor. lavandulae	66	289
„ malvae	71	307
„ naphae	69	301
Fol. althaeae	71	309
„ aurantii	69	299
„ belladonnae	76	329
„ digitalis	74	319
„ malvae	71	308
„ stramonii	65	283
Fruct. anisi stellati	55	241
„ aurant. immatur.	70	302
„ avenae	44	193
„ cubebae	77	331
„ Hordei	41	175
„ juniperi	63	275
„ Maidis	43	187

	Tafel	Seite
Fruct. oryzae	45	197
„ Secalis	43	189
„ tritici	42	181
Galgant	54	237
Gentiana	72	311
Gerste	41 u. 50	175 u. 222
Gerstenstärke	50	222
Gonolobus	61	268
Hafer	44 u. 50	193 u. 223
Haferstärke	50	223
Herb. maté	60	265
Herb. stramonii	65	283
Hirsenstärke	53	235
Hordeum	41 u. 50	175 u. 222
Hydrastis	64	281
Ilex	60	265
Illicium religiosum	55	243
Illicium verum	55	241
Juniperus	63	275
Kartoffelstärke	53	233
Kastanienstärke	53	234
Kicksia	78	339
Kola	80a u. b	347
Kornrade	46	204
Lablab	49	211 u. 215
Lathyrus	49	216
Lavandula	66	289
Lavendel	66	289
Leinsamen	58	255
Linum	58	255
Macis	56 u. 57	251
„ Banda	56 u. 57	251
„ Bombay	57	252
„ Papua	—	253
Mahlprodukte des Hafers	44	193
„ des Mais	—	189
„ des Roggen	—	191
Mais	43 u. 50	187 u. 221
Maisstärke	50	222
Malva	71	307
Malvenblätter	71	308
Malvenblüten	71	307
Manihot	51	225
Maté	60	265
Melampyrum	46	205
Muskatnuss	56 u. 57	245
Mutterkorn	46	201
Myristica argentea	—	249
„ fragrans	56 u. 57	245
Orangenblätter	69	299
Orangenblüten	69	301
Orangenschalen	70	305
Oryza	45 u. 50	197 u. 223
Paraguaythee	60	265
Phaseolus	48	211
	49 u. 53	215 u. 234
Phaseoleensamenschalen (Übersicht)	49	215
Piper Cubeba	77	331
Piper, andere Arten	—	334
Pisum	47	207
Pomeranze	70	302
Rad. belladonnae	76	327
„ gentianae rubr.	72	311
Reis	45 u. 50	197 u. 223
Reisstärke	50	223
Rhabarber, chines.	67 u. 68	293
„ europäischer	68	295
Rheum	67 u. 68	293
Rhiz. filicis	79	341
„ galangae	54	237
„ hydrastidis	64	281
„ rhei	67 u. 68	293
„ valerianae	59	259
„ zedoariae	54	239
Roggen	43 u. 50	189 u. 222
Roggenstärke	50	222
Sago	52	230
Secale	43 u. 50	189 u. 222
Secale cornutum	46	201
Sem. Colae	80a u. b	347
Sem. faenugraeci	75	323
„ lini	58	255
„ myristicae	56 u. 57	245
„ stramonii	65	285
„ strophanthi	78	335
Sikkimifrüchte	55	243
Soja	49	215
Stärke	50–53	219–236
Stärke aus gekeimtem Weizen	52	231
Stechapfel	65	283
Sternanis	55	241
Stramonium	65	283
Strophanthus	78	335
Tapioca	51	225
Taumellolchstärke	53	236
Tikmehl	51	227
Tilletia	46	203
Tollkirsche	76	327
Trigonella	75	323
Triticum	42 u. 50	181 u. 221
Türk. Weizen	43	187
Ustilago	46	203
Valeriana	59	259
Vicia	49	216
Viceensamenschalen (Übersicht)	49	216
Wacholder	63	275
Wachtelweizen	46	205
Weizen	42 u. 50	181 u. 221
Weizenstärke	50	221
Wurmsamen	73	315
Yerba Maté	60	265
Yerva	60	265
Zedoaria	54	239
Zitwersamen	73	315
Zitwerwurzel	54	239

Zusätze und Berichtigungen.

Mit der Tafel 80[b] gelangt der Anatomische Atlas vorläufig zum Abschlufs. Es ist jedoch beabsichtigt ihm später eventuell ein Supplement folgen zu lassen.

Bevor ich im Nachstehenden einige Zusätze und Berichtigungen anhangsweise mitteile, möchte ich nicht unterlassen nachstehenden Herren und Drogenfirmen, die uns in irgend einer Weise bei dem Atlas unterstützt haben, sei es durch Überlassung von Drogenmaterial oder von Blüten, Früchten oder anderen Pflanzenteilen oder durch sachgemäfse kritische Bemerkungen, Winke oder berichtigende Zusätze unseren herzlichsten und verbindlichsten Dank abzustatten. Es sind dies die Herren Hartwich (Zürich), Schär (Strassburg), Gresshof (Haarlem), Penzig (Genua), Döll (Karlsruhe), Collin (Paris), Blanchard (Paris), Fischer von Waldheim (St. Petersburg), Engler (Berlin), L. Wittmack (Berlin), von Vogl (Wien), Flückiger (†), Wold. Ferrein (Moskau), Treub (Buitenzorg), Mohr (Mobile, Alabama), Trimble (†), Schumann (Berlin), Warburg (Berlin), Greenish (London), Holmes (London), T. F. Hanausek (Wien), Möller (Graz), ferner der botanische Garten in Trinidad und die Drogenhäuser Gehe & Co. (Dresden), Worlée (Hamburg), Haaf (Bern), Caesar & Loretz (Halle), Schimmel & Co. (Leipzig), Dieterich (Helfenberg), Thom. Christy (London).

Wir dürfen ferner nicht verschweigen, dass wir mannigfache Anregungen auch aus den Publikationen von Hartwich, T. F. Hanausek, Busse und anderen, sowie aus Arthur Meyer's wissenschaftlicher Drogenkunde geschöpft haben, doch beruhen alle im Atlas mitgeteilten anatomischen Thatsachen auf eigener Beobachtung bezw. eigener Nachprüfung. Nicht alle der von der Kritik, von Kollegen und Freunden erteilten Winke und Ratschläge konnten befolgt werden, da der Plan des Werkes festgehalten werden mufste. Für alle sind wir aber dankbar gewesen und haben alle reiflich erwogen.

Schliefslich sei noch bemerkt, dafs auch die Arbeiten einer Anzahl meiner Schüler teils im Text teils in den nachfolgenden Zusätzen Verwendung gefunden haben. Es sind dies Arbeiten der Herren Laurén, Hallström, Schlotterbeck, R. und M. Biermann, Lenz, Will, Sieck, J. Wittlin, Schad, Westling, Mjöen und Pfäfflin, welche Herren also als Mitarbeiter des Atlas betrachtet werden können.

Das ausführliche Generalregister wird das Auffinden der einzelnen behandelten Gegenstände erleichtern.

Die nachfolgenden Zusätze und Berichtigungen sind auf einseitig bedruckten Blättern gesetzt, damit alle diejenigen, welche es vorziehen, dieselben an den betreffenden Stellen des Textes einzufügen, die Blätter auseinander schneiden und in den Text einkleben können. Dadurch wird der Text auch der früheren Lieferungen bis auf den heutigen Tag fortgeführt.

Tschirch.

pium. Tafel 17, Seite 66. Dem Artikel Opium ist noch anzufügen:

Nach dem anatomischen Befunde lassen sich die Opiumsorten in folgende Gruppen bringen:

1) Reste der Fruchtwandepidermis stets vorhanden und in jedem Präparate sichtbar. Stärke fehlt: Smyrna-, Konstantinopel-, Saloniki-, Clermont Ferrant-Opium.
2) Entweder keine oder nur sehr wenige Reste der Fruchtwandepidermis. Viel Stärke: Persisches Opium.
3) Keine Fruchtwandreste, keine Stärke: Indisches Opium.

Kaffee. Tafel 18, Seite 68, unten (linke Kolumne).

Zu der Beschreibung der reifen Kaffeefrucht ist hinzuzufügen, dafs in der Epidermis der Fruchtschale neben rotem Zellsaft und gelben Chromatophoren in Körnerform wulstige blauschwarze Chromatophoren vorkommen und in der subepidermalen Zellschicht sich prachtvolle sternförmige Aggregate blauer Chromatophorenkristalle sich finden. (Abgebildet in der „Schweiz. Wochenschr. f. Chem. u. Pharmac." 1898, Nr. 40.)

Zu der Beschreibung der Samenschale (Seite 69) ist hinzuzufügen, dafs sich in ihr bisweilen zahlreiche Kristalle finden.

In der zweiten Zeile der Überschrift Fol. coffeae (Seite 71) ist hinzuzufügen: „Coffee leaves".

Mentha. Tafel 19, Seite 76, Zeile 6 von unten (linke Kolumne).

Statt piperita ist „crispa" zu setzen. Der Satz lautet also: Die Nervatur und die Form der verhältnismäfsig kurzen, scharfen Zähne des Randes erinnert an Piperita, der Bau des Blattrandes jedoch ist der Crispa ähnlicher.

Acorus Calamus. Tafel 20, Seite 79. Der zweiten Zeile der Überschrift ist am Schlufs noch der Name „Calamus" hinzuzufügen.

Seite 81, Zeile 25 von oben (linke Kolumne).

Hier ist an Stelle des Satzes „der Gerbstoff des Kalmus ist durch Eisenchlorid mikrochemisch nicht deutlich nachweisbar" zu setzen: „Aufserdem haben zahlreiche von den Parenchymzellen in der Gröfse sich nicht unterscheidende Zellen einen dicklichen Inhalt, der mit Vanillin und Salzsäure schön rot, mit Eisenchlorid in frischem Rhizom braun, in der trockenen Droge schwarz wird. Sie eignen sich ausgezeichnet zum Nachweis von Kalmuspulver (Vogl, Hartwich)".

Flor. Verbasci. Tafel 22, Seite 87.

Der zweiten Zeile der Überschrift ist hinzuzufügen: „Mullein".

Crocus. Tafel 23, Seite 91.

Der zweiten Zeile der Überschrift ist hinzuzufügen: „Spanish Saffron".

Seite 96. Der zweiten Zeile der Überschrift ist hinzuzufügen: „American Saffron, Safflower".

Seite 95. Der zweiten Zeile der Überschrift ist noch am Schlusse der Name „Marigold" hinzuzufügen.

Piper. Tafel 25, Seite 106, rechte Kolumne unten.

Fett findet sich auch im Keimling, wo dieser entwickelt ist.

Rhiz. zingiberis. Tafel 26, Seite 110, Zeile 14 von unten (rechte Kolumne).

Hier ist hinzuzufügen: Die Länge der Stärkekörner erreicht im Maximum 69 mik.

Lign. Santali rubr. Tafel 27, Seite 113.

In der Überschrift mufs es statt Red. Sanders wood „Red. Saunders wood" heifsen. Ferner ist hinzufügen: Red. Sandal wood.

Seite 115. In der Überschrift ist hinzufügen: „Brazil wood".

Seite 114, Zeile 17 von unten (rechte Kolumne).

Die hier vertretene Ansicht, dafs Kerngummi, Kernharz und Kerngummiharz in der Membran entsteht, hat sich nicht bewahrheitet. Eine auf diesen Punkt gerichtete Untersuchung hat vielmehr ergeben, dafs diese Bildungen stets in Zellinhalte entstehen und zwar in dem zarten Plasmareste, der die Wand der Tracheiden, Tracheen, Markstrahlzellen und Libriformfasern auskleidet. Die Wand ist bei ihrer Bildung nicht beteiligt.

Chamomilla. Tafel 2, Seite 5, Überschrift.

Den Namen ist hinzuzufügen: „German chamomile".

Seite 7, Überschrift.

Den Namen ist hinzuzufügen: „Roman chamomile".

Thee. Tafel 3, Seite 10 oben Zeile 1 (linke Kolumne).

Statt „diese Stadien kommen aber nach meinen Erfahrungen beim Handelsthee niemals vor" ist zu setzen „nur selten".

Capsicum. Tafel 4, Seite 14, Zeile 2 von oben (rechte Kolumne).

Statt Capsaicinnatrium mufs es „Capsaicinkalium" heifsen.

Seite 14, Zeile 11 von unten (rechte Kolumne).

Die Aufsenwand der Epidermiszellen zeigt unter der Kuticula Amyloidreaktion, besteht also nicht aus Cellulose. Das zarte Häutchen, welches die Gekrösezellen bisweilen auskleidet und gegen $H_2 SO_4$ resistent ist, dürfte keine kuticularsierte Wandpartie, sondern ein Rest der Plasmahaut sein. Die Seiten- und Innenwände geben Ligninreaktion.

Sinapis. Tafel 5, Seite 17.

Die Entwickelungsgeschichte ist, da nur sehr dürftiges Material vorlag, nicht ganz richtig beschrieben. Die Sache liegt folgendermafsen:

Das Ovulum von Brassica nigra besitzt 2 Integumente; das äufsere wird von 3, das innere zur Reifezeit von 6—8 Zellenreihen gebildet. Aus dem äufseren Integument entstehen die 3 äufseren Schichten der reifen Samenschale: die Schleimzellenschicht (*schle*, Fig. 12), die sicher eine Zellreihe und nicht nur eine Schleimmembran der Grofszellen ist, ferner die Grofszellen (*gr*, Fig. 12) und die Sclereidenschicht (*scl*, Fig. 12). Das innere Integument geht sehr frühzeitig zu Grunde und es bleibt nur die innerste Zellreihe desselben erhalten. Die anderen sind zwar noch bisweilen als zarte obliterierte Schicht zu sehen, aber stets sehr undeutlich. Die erhalten bleibende Schicht wird zur Pigmentschicht (*pig*, Fig. 12). Die nun folgende Zone (*Kl* und *N*, Fig. 12), die aus den grossen hellwandigen Zellen der sogenannten Kleber- oder Ölschicht und einem stark zusammengefallenen Gewebe dünnwandiger Zellen besteht, ist nicht das innere Integument, sondern ein Endospermrest, dessen ganze innere Partie obliteriert.

Dementsprechend sind die Bezeichnungen in Fig. 11 und 12 zu ändern. Die Pigmentschicht (*pig*, Fig. 12) mufs die zweite Bezeichnung „*teg 2*" erhalten und die als *teg 2* bezeichnete Partie mufs die Bezeichnung „*End*" erhalten. Das Gleiche gilt für Fig. 11. An Stelle von *teg 2* mufs die Bezeichnung „*End*" treten und die vierte Reihe des als *teg 1* bezeichneten Gewebes ist als „*teg 2*" zu charakterisieren.

Ähnlich wie beim schwarzen Senf liegen die Verhältnisse beim weifsen. Auch hier besteht das äufsere Integument ursprünglich aus 3 Zellschichten. Die mittlere teilt sich jedoch frühzeitig in 2 Lagen, so dafs beim reifen Samen der aus dem äufseren Integumente hervorgegangene Teil der Samenschale vierschichtig ist: Schleimepidermis (*schle*, Fig. 20), grofszelliges Kollenchym (*gr*, Fig. 20) — bei der Droge meist stark zusammengefallen — und Sclereidenschicht (*scl*, Fig. 20). Auch beim weifsen Senf besteht das innere Integument aus zahlreichen (6—8) Zellreihen, die bis auf wenige ebenfalls zu Grunde gehen oder obliterieren. Doch bleiben hier meist 3 Reihen deutlich erhalten, die man dann auch am reifen Samen noch gut erkennen kann. Die Ausbildung dieser Schicht zur Pigmentschicht unterbleibt, daher erscheint der Same hellgelb. Die sogenannte Kleber- oder Ölschicht (*kl*, Fig. 20) ist auch hier die äufserste Schicht des Endosperms, ihr liegen mehrere Reihen obliterierten Gewebes innen an.

Dementsprechend sind die Bezeichnungen in Fig. 20 zu ändern. Nur die äufseren 3 Reihen des als *teg 2* bezeichneten Gewebes erhalten die Bezeichnung „*teg 2*", die innere von der Schicht *kl* an sind als „*End*" zu bezeichnen.

Kakao. Tafel 6, Seite 23, Zeile 21 von oben (rechte Kolumne).

Statt „ebenso grofs wie die Kotyledonarzellen" mufs es heifsen „ebenso grofs von die übrigen Kotyledonarzellen".

Seite 23, Zeile 15 von unten (rechte Kolumne).

Statt „ob das Kakaoglycosid den Kotyledonarzellen der frischen Samen gänzlich fehlt" mufs es heifsen: „ob das Kakaoglycosid den übrigen Kotyledonarzellen und denen der Droge gänzlich fehlt". Es ist mir übrigens fraglich geworden ob wirklich ein Glycosid vorliegt. Möglicherweise liegen die Verhältnisse hier wie bei der Kola.

Seite 21, Zeile 8 von unten (rechte Kolumne).

Statt „der" Endosperm, mufs es „das" Endosperm heifsen.

Text-Seite 22, Zeile 18 von unten und folgende (rechte Kolumne).

Die Entwickelungsgeschichte an besserem Material hat gezeigt, dafs es sich nicht um einen Endosperm-, sondern um einen Perispermrest handelt. Das dreimal wiederkehrende Wort „Endosperm“ ist also in „Perisperm“ zu korrigieren.

Ebenso mufs in der Figurenerklärung (Seite 24) bei Figur 10 das Wort „Endosperm“ in „Perisperm“ umgewandelt werden.

Liquiritia. Tafel 8, Seite 30 (rechte Kolumne).

Die Kristalle werden im Plasma gebildet, umgeben sich alsdann mit einer Haut und der so umhüllte Kristall verwächst mit der verdickten Membran.

Tafel 8, Seite 29.

In der Überschrift mufs es „Réglisse“ statt Réglise heifsen.

Ipecacuanha. Tafel 10, Seite 37.

Der zweiten Zeile der Überschrift ist hinzuzufügen „Ipecac Root“.

Tilia. Tafel 11, Seite 41.

Statt „Tileul“ mufs es „Tilleul“ heifsen.

Sambucus. Tafel 12, Seite 43.

Statt „Eider flowers“ mufs es „Elder flowers“ heifsen.

Caryophyllus. Tafel 13, Seite 48 (linke Kolumne) oben.

Es kommen auch, wennschon selten, fast geschlossene Bastzellringe um die Bündel vor.

Anis. Tafel 14, Seite 51.

In der zweiten Zeile der Überschrift ist noch „Anise seed“ hinzuzufügen.

Cannabis. Tafel 15, Seite 58. Figurenerklärung zu Fig. 25.

Statt Querschnitt durch den oberen Teil der Sclereidenschicht aus einem Flächenschnitt durch die Fruchtschale könnte besser gesagt werden: „Tangential geführter Flächenschnitt durch die Fruchtschale, in der Höhe der Sclereiden, diese im Querschnitt zeigend“.

Vanille. Tafel 16, Seite 60, Zeile 10 von oben (linke Kolumne).

Statt „nur“ ist „nun“ zu lesen. Die auf Zeile 4 (ebenda) erwähnten kleinen Körnchen, über deren Natur ich mich nicht bestimmt aussprach, scheinen Kuticularknötchen zu sein.

Seite 61, Zeile 15 (linke Kolumne) mufs es heifsen:

„im Querschnitt rundlichen Zellen besteht, die gestreckt und durch horizontale Querwände getrennt sind. Es sind dies die Zellen der inneren Epidermis und der unmittelbar angrenzenden Zellschicht der Fruchtwand. Neben denselben findet man dann noch zahlreiche hyphenartige Fäden. Diese sind die Pollenschläuche. Wir haben in diesem Gewebe also das sogenannte leitende Gewebe (tela conductrix) vor uns, welches in den jüngeren Stadien noch mit einer zarten Kuticula bedeckt ist. In ihm wandern die Pollenschläuche herab“.

Die mit *l* in Fig. 6 bezeichnete Partie ist also die tela conductrix und die zahlreichen Strichelchen sind die obliterierten Lumina der Pollenschläuche. (Vergl. auch die Abbildung in der „Schweiz. Wochenschr. f. Chem. u. Pharm.“ 1898, Nr. 52.)

Papaver. Tafel 17, Seite 64, Zeile 5 von unten (linke Kolumne).

Statt 0,3—0,5 gr mufs es heifsen „0,3—0,5 mgr“. Ferner hat das genauere Studium der Entwickelungsgeschichte der Samen ergeben, dafs die von mir als sehr schmale Zellreihe beschriebene erste, also äufserste Zellreihe des äufseren Integumentes (Fig. 25, 1) keine Zellreihe, sondern eine dicke Membran ist, die sich beim Heranwachsen des Samens noch weiter verdickt und so eine Zellschicht vortäuscht (Fig. 23, 1). Dementsprechend ist der Text auf Seite 65, Zeile 4—15 von oben (linke Kolumne) zu ändern.

Rhiz. iridis. Tafel 29, Seite 122, Zeile 25 von unten und folgende bis zum Schlufs der linken Kolumne.

Hier ist die Natur der Kristallschläuche falsch gedeutet. Die Entwickelungsgeschichte hat mir gezeigt, dafs die Kristallschläuche echte Zellen sind, deren Wand sich jedoch nicht verdickt, und die, da sie sich nur in die Länge strecken aber im Breitenwachstum zurückbleiben, von den benachbarten Zellen partiell sich ablösen, so dafs es aussieht, als ob sie in den Intercellularraum hineinragende Membrantaschen wären. Die Zeichnungen (Taf. 29, Fig. 16—18) geben übrigens den Sachverhalt korrekt wieder. Zu der verallgemeinernden Bemerkung auf Seite 122 linke Kolumne unten und rechte Kolumne oben, dafs es wahrscheinlich sei, dafs ganz allgemein Kristalle in Membrantaschen entstünden, ist zu bemerken, dafs eine auf diesen Punkt gerichtete Untersuchung mir gezeigt hat, dafs dies nicht der Fall ist. Die Kristalle, auch die mit einer Haut umgebenen, entstehen stets im Plasma und umhüllen sich erst nachträglich mit einer Membran.

An dieser Stelle mag erwähnt werden, dafs man gut thut, die zu mikroskopischen Zwecken verwendete Chloralhydratlösung vor der Verwendung mit kohlensaurem Kalk zu digerieren und dann durch Glaswolle zu filtrieren. Das Chloral enthält oft Salzsäure und löst daher Kalkoxalatkristalle besonders beim Erwärmen auf.

Cort. cinnamomi. Tafel 31, Seite 129.

Der Überschrift ist hinzuzufügen: „Cinnamom Bark“ und auf Seite 132 „Ceylon Cinnamom“.

Rad. taraxaci. Tafel 33, Seite 139.

Der zweiten Zeile der Überschrift ist hinzuzufügen: „Daudelion root“. Statt Pissentit ist „Pissenlit“ zu lesen.

Fruct. Cardamomi. Tafel 34, Seite 145. Zeile 25 von unten (rechte Kolumne).

Der Satz mufs lauten: . . . . welches in Wasser sich nicht verändert, in Kali, Chloral, Glycerin, Essigsäure, Salzsäure, konc. Schwefelsäure und Schultze'scher Macerationsflüssigkeit nicht löslich ist und auch durch Jod nicht gefärbt wird, auch beim Erwärmen nicht schmilzt. Die Körper haben sich als Kieselkörper erwiesen. Sie bleiben beim Veraschen auf dem Objektträger zurück und finden sich im Lumen der Sclereiden aller Elettaria- und Amomum-Arten.

Cardomomen. Tafel 34, Seite 144.

Zu der Entwickelungsgeschichte der Samen ist noch folgendes zu bemerken. Die Ovula sind anatrop und besitzen ein dickeres äufseres und ein sehr dünnes inneres Integument. Das äufsere besteht meist aus etwa 6—8 Zellreihen, das innere aus zwei. Gegen die Mikropyle hin verbreitert sich letzteres jedoch auf 3 Reihen, so dafs das zweite Integument an seiner Spitze angeschwollen erscheint. Dort sind seine Epidermiszellen zu kurzen Papillen ausgestülpt, die den Eingang, die Mikropyle, fast ganz verschliefsen. Schon in einer Samenanlage von 1 mm Gröfse ist die innere Epidermis des inneren Integumentes völlig obliteriert; der Arillus ist deutlich entwickelt und umgiebt, von Exostom und Funiculus ausgehend, schon über die Hälfte der Samenanlage. Von der inneren Epidermis des inneren Integumentes sieht man später fast nichts mehr. Sie wird völlig resorbiert. Nur an der Ansatzstelle des Samendeckels erscheint sie noch als zartes, zwischen Perisperm und Endospermrest eindringendes Ligament (Tafel 34, Figur 14 rechts). Dagegen entwickelt sich die zweite Zellreihe des inneren Integumentes zur Sclereidenschicht und bildet auch, nachdem sie sich an der Spitze doppelt eingefaltet, den Samendeckel (Tafel 34, Figur 11 *De*). Das äufsere Integument differenziert sich in der Weise, dafs vier Schichten entstehen: die Epidermis, die zu einer auch für die Diagnose sehr charakteristischen Schicht wird, ein zartes, zweireihiges, subepidermales, obliterierendes Parenchym, die einreihige Ölzellenschicht und eine zweite zarte, meist zweireihige Parenchymschicht. Die zweite und vierte Schicht werden bei anderen Elettaria- und Amomumarten oft als Pigmentschicht ausgebildet.

Der Nucellus ist schon im unbefruchteten Ovulum gut ausgebildet. Er vergröfsert sich später und bildet reichlich Perisperm. Der Embryosack nimmt frühzeitig Flaschenform an. In ihm entsteht verhältnismäfsig spät der Embryo und sein Saugorgan. Ein Rest des Embryosackes wird zum Endosperm.

Zur Diagnose der Elettaria und Amomum-Samen können die Sclereiden, die Epidermiszellen, die Ölzellenschicht und die Pigmentschicht benutzt werden, wie folgende Tabelle zeigt:

A. Samenschale ohne Ölzellen:

I. Sclereiden von der Oberfläche gemessen 25 mik: Elettaria speciosa.
II. „ „ „ „ „ 40 mik: E. hemisphaerica.

B. Samenschale mit einer Ölschicht:

I. Ölschicht, auf dem Querschnitt eine ununterbrochene Zellreihe bildend, und zwar die dritte Schicht von aufsen.
1. Membram der Epidermiszellen bei Oberflächenschnitten 2 mik dick: E. Cardamomum (Malabar-Cardamomen und Ceylon-Malabar-Cardamomen).
2. Membran der Epidermiszellen bei Oberflächenschnitten dicker als 3 mik:
a) Pigmentschicht aus unregelmäfsig-wulstig ausgestülpten Zellen bestehend:
α) Sclereiden bei Oberflächenschnitten 15 mik grofs: Hairy China Cardamom Hanbury.
β) Sclereiden bei Oberflächenschnitten 20 mik grofs:
α') Lumen 18 mik: Amomum xanthioides Wallich (Bastard Cardam.),
β') „ 15 mik: A. villosum Loureiro.
b) Pigmentschicht aus gleichmäfsig geformten Zellen bestehend:
α) Sclereiden auf dem Querschnitt kurz:
α') Epidermiszellen auf dem Querschnitt 25 mik hoch: E. Cardamom. Var. *β* major. (Ceylon Cardamomen).
β') Epidermiszellen auf dem Querschnitt höher als 30 mik:
α'') Sclereiden von der Oberfläche gemessen 8 mik: Paradieskörner unbekannter Abstammung,
β'') Sclereiden von der Oberfläche gemessen 22 mik: A. Cardamomum (Siam Cardamomen).
β) Sclereiden auf dem Querschnitt lang:
α') Pigmentzellen auf dem Querschnitt höchstens doppelt so lang als breit: A. maximum Roxburgh (Java Cardamomen),
β') Pigmentzellen auf dem Querschnitt sehr lang und schmal: A. aromaticum und A. subulatum (Nepal Bengal Cardamom.).

II. Ölschicht als rundliche Zellen zerstreut zwischen parenchymatische Zellen eingebettet:
1. Sclereiden auf Oberflächenschnitten 17 mik grofs: A. Korarima.
2. „ „ „ 12 mik grofs:
a) Epidermiszellen auf dem Querschnitt höchstens 30 mik hoch: A. angustifol., Sonnerat. (Madagaskar Cardamomen),
b) Epidermiszellen auf dem Querschnitt bis 70 mik hoch: A. Melegueta Roscoe (Paradieskörner).

C. Samenschale mit zwei Ölschichten: Bitter seeded Cardamom.

Sem. strychni. Tafel 35, Seite 149, Zeile 2 von oben.

Statt Strychnos Nux vomica I. ist Strychnos Nux vomica L. zu setzen. Ebenso in der Erklärung der Abbildungen Seite 154.

In der Erklärung der Abbildungen ist am Schlufs hinzuzufügen: „25. Aleuron".

Hyoscyamus. Tafel 39, Seite 167.

Der zweiten Zeile der Überschrift ist hinzuzufügen: „Heubane". Die Figur 1a der Tafel 39 ist zu streichen, denn es ist hier durch ein Versehen eine Schraubel statt einem Wickel dargestellt. Wie der Text (Seite 167) richtig angiebt, ist die Inflorescenz von Hyoscyamus ein Wickel.

Triticum. Tafel 42, Seite 181.

Der zweiten Zeile der Überschrift ist das Wort „wheat" hinzuzufügen.

Mais. Tafel 43, Seite 187.

In der Überschrift ist statt Turquil zu setzen: Turquie.

Avena. Tafel 44, Seite 194.

Ein genaueres Studium der Entwickelungsgeschichte der Frucht- und Samenschale und besonders sorgfältige Betrachtung der mit Kali aufgehellten Flächenschnitte lehrt, dafs auch der Hafer Schlauchzellen besitzt, die aus der inneren Epidermis der Fruchtschale hervorgehen. Sie sind ähnlich denen des Weizen. Ferner zeigt sich, dafs die mit 7 bezeichnete Zellschicht der Figuren 12 und 16 nicht zur Fruchtschale, sondern zur Samenschale gehört.

In der Tabelle auf Seite 199 sind dementsprechend bei Avena folgende Korrekturen anzubringen:

Querzellen: Nicht differenziert.

Schlauchzellen: Vorhanden, aber erst nach besonderer Präparation sichtbar.

Samenschale: Undeutlich.

Secale cornutum. Tafel 46, Seite 201.

Der zweiten Zeile der Überschrift ist am Schlusse hinzuzufügen: „Ergot".

Wachtelweizen. Tafel 46, Figur 28.

Die Figur giebt das Ovulum nicht korrekt wieder, ist daher zu streichen.

Seite 205, Zeile 5 von unten (linke Kolumne).

Statt „und dann auch häufig" ist zu lesen: „und denn auch häufig".

Das auf Seite 206 erwähnte „Endospermanhängsel" kommt in der Weise zu stande, dafs der Embryosack der sehr eigenartig gestalteten hemitropen Ovula eine Einschnürung erfährt. Durch dieselbe wird das untere Drittel, welches die Eizelle und den Keimling nicht enthält, von dem Hauptteile abgegliedert; doch führt die Einschnürung nie zur vollständigen Ablösung. Beide, Embryosack und Anhängsel, füllen sich bald mit Zellen, doch erst, wenn der Keimling schon vielzellig geworden ist. Bau und Inhalt der Zellen ist verschieden im eigentlichen Endosperm und im Endospermanhängsel. Die Stärke, die das Endosperm anfangs enthält, verschwindet später, wenn die Verdickungsschichten ausgebildet sind und macht Ölplasma und Aleuron Platz. Die Grenze, wo das Anhängsel ansitzt, ist durch braunen Zellinhalt und braune Membranen markiert.

Der kleine, an der Mikropylarseite des Embryosackes liegende Embryo zeigt eigenartige, in die Mikropylaröffnung hineinragende Fortsätze: lange fädige Gebilde, die mit ihrem breiten Fufse die Embryospitze umfassen und bald zu Grunde gehen. Ich bin mir nicht klar darüber geworden, mit was wir es hier zu thun haben. Möglicherweise sind es ausgewachsene Synergiden. Auf den ersten Blick sollte man die Gebilde für zurückgebliebene Pollenschläuche halten.

Das Ovulum hat nur ein Integument und auch dieses geht allmählich durch Obliteration der Zellen zu Grunde. Die Samenschale (Tafel 46, *ss*, Figur 31) besteht daher nur aus einer zarten Haut obliterierter Zellen. Solche zarte Samenschalen findet man oft bei derbes Endosperm enthaltenden Samen (z. B. Colchicum), da bei diesen das Endosperm den mechanischen Schutz selbst übernimmt. Über dem Endospermanhängsel zeigt die Samenschale eine andere Ausbildung wie über dem Endosperm selbst.

Pisum. Tafel 47, Seite 208.

Die daselbst erwähnte, unter der Nabelspalte (×, Figur 16) gelegene Tracheideninsel, welche früher oft mit der Raphe verwechselt wurde, hat mit derselben nichts zu thun und steht auch mit dem Gefäfsbündel der Raphe nicht (oder doch nur selten) in Verbindung. Sie entsteht aus einer Gruppe parenchymatischer Zellen, die ihre Wände nachträglich verdicken. Die Bildung der Verdickung beginnt an der Nabelspalte. Bei reifen Samen sind die Zellen entweder spiralig verdickt oder getüpfelt.

Auf zahlreiche Gattungen von nicht weniger als 11 Abteilungen der Papilionatae ausgedehnte vergleichend-anatomische Untersuchungen haben gezeigt, dafs die Tracheideninsel in dieser Gruppe immer vorhanden ist und nur Arachis hypogaea fehlt. Obwohl im einzelnen einige Unterschiede im Bau der Tracheideninsel bemerkbar sind läfst sich auf sie eine Gattungsdiagnose nicht gründen.

Die Tracheideninsel liegt isoliert und steht mit dem Funiculusbündel der Raphe meist nicht in Verbindung. Sie lehnt sich jedoch an dasselbe bei Dolichos melanophthalmos, Physostigma venenosum, Desmodium gyrans und Onobrychis sativa. Daher kommt es, dafs ich sie bei Physostigma venenosum (Realencyklopädie der ges. Pharm., Bd. II., Seite 459) zur Raphe gerechnet habe, was hiermit berichtigt werden mag.

Versuche, um die physiologische Bedeutung der Tracheideninsel zu ermitteln, haben ergeben, dafs der Tracheideninsel trotz ihres trachealen Charakters nicht die Funktion zukommt, dem Samen im ersten Stadium der Keimung Feuchtigkeit zuzuführen, da Wasser sowohl in tropfbar flüssiger wie in Gasform viel rascher und in weit ausgiebigerer Weise von der Mikropyle und der übrigen Samenschale aufgenommen wird. Auch beim Gasaustausch kommt die Tracheideninsel, weil für Gase ziemlich schwer durchlässig, nicht in Betracht. Gase werden in erster Linie durch die Mikropyle und in zweiter Linie durch die Samenschale vom Samen aufgenommen. Pilze vermögen nicht durch die Tracheideninsel ins Innere der Samen einzudringen.

Diese Versuche wurden an Bohnen und Erbsen in der Weise durchgeführt, dafs die einzelnen in Betracht kommenden Teile nach einander mit einem Chloroform-Mastix-Lack überzogen, also verklebt wurden, und die Aufnahme von tropfbar flüssigem Wasser und Wasserdampf innerhalb 24 — 48 — 96 Stunden durch Wägen bestimmt wurde. In der ersten Serie wurden Mikropyle und Samenschale verklebt, die Nabelspalte aber offen gelassen, in der zweiten Serie blieb die Samenschale unverklebt, Mikropyle und Spalte wurden verschlossen, in der dritten wurde die Mikropyle verklebt, Spalte und Samenschale wurden ohne Lack gelassen, in der vierten blieb Mikropyle und Samenschale ohne Lack und die Spalte war verklebt, in der fünften blieb die Mikropyle offen und Samenschale und Spalte wurden mit Lack überzogen und in der sechsten Serie endlich waren die Samen ganz verklebt.

Amylum. Tafel 50, Seite 221, Zeile 19 von oben (rechte Kolumne).

Statt „aber niemals streng kreisförmig“ mufs es heifsen: „aber sehr selten streng kreisförmig“.

Seite 223, Zeile 21 von oben (rechte Kolumne).

Hier ist einzufügen: „Etwas Mehlendosperm ist bisweilen vorhanden, doch tritt es stets gegen das Hornendosperm stark zurück“.

Der letzten Zeile auf Seite 223 (rechte Kolumne) ist hinzuzufügen: „die Gröfse der Körner überschreitet 10 mik niemals“.

Tafel 52, Seite 230.

Zu der Überschrift Bananenstärke ist hinzuzufügen: „Fécule de plantain, Platanostärke“.

Amylum. Tafel 53, Figur 6. Statt Fagopynum ist „Fagopyrum“ zu setzen.

Fruct. anisi stellati. Tafel 55, Seite 241.

Der zweiten Zeile der Überschrift ist am Schlusse hinzuzufügen: „Illicium“.

Seite 244, Zeile 26 von oben (rechte Kolumne).

Statt „1—2 cm“ mufs es „1—2 ccm“ heifsen.

Die Anetholprobe ist zur Unterscheidung des echten vom giftigen Sternanis gut verwendbar und ganz sicher. Sie ist schon mit einem Carpell ausführbar. Man verfährt folgendermafsen:

Ein Carpell wird vom Samen befreit, zerkleinert und dann mit 4 ccm 95 proz. Alkohol zweimal kräftig ausgekocht, nach dem Erkalten die Flüssigkeit klar abgegossen und die eine Hälfte derselben — entsprechend einem halben Carpelle — im Glasschälchen verdunsten gelassen, die andere Hälfte mit dem fünffachen Volumen Wasser verdünnt. Beim echten Sternanis entsteht hierbei eine milchige Trübung, beim Sikkimi bleibt die Flüssigkeit klar. Die Verdunstungsrückstände sind bei Sikkimi deutlicher kristallinisch wie beim Sternanis.

Ein weiterer Unterschied zwischen dem Sternanis und den Sikkimifrüchten liegt in den Sclereiden des Fruchtstiels und der Columella. Der echte Sternanis besitzt im Fruchtstiel grofse Astrosclereiden, die dem Sikkimifruchtstiel in dieser Form ganz fehlen. Die Columella, d. h. die Fortsetzung des Fruchtstiels nach oben, an der die Carpelle sitzen, ist beim Sternanis breit und endigt in der Höhe der Carpelle, beim Sikkimi ist die Spitze der viel schmäleren Columella meist mehr weniger eingesenkt. Die Verhältnisse des Fruchtstiels wiederholen sich auch in der Columella: beim echten Sternanis grofse Astrosclereiden von durchschnittlich 220 mik Länge und 145 mik Breite, beim Sikkimi rundliche oder wenig gestreckte, nie sternförmige Sclereiden von geringerer Gröfse (von durchschnittlich 100 mik Länge und 55 mik Breite).

Um die Sclereiden studieren und messen zu können, thut man gut, sie zu isolieren. Man löst die Columella heraus, digeriert mit Schultze'scher Flüssigkeit oder zuerst mit Natriumsalicylat (1 : 1) und dann mit Javelle'scher Lauge, vertreibt durch Einlegen in Alkohol die Gasbläschen, bringt sie in Wasser und zerlegt vorsichtig mit der Nadel.

Myristica. Tafel 56, Seite 250, Zeile 20 von oben (rechte Kolumne).

Hier ist der Satz einzuschieben: „Sie sind besonders in Chloralpräparaten von Tangentialschnitten durch die Randschicht der Handelsware gut zu sehen“.

Seite 251. Der Überschrift Banda-Macis ist „Mace“ hinzuzufügen.

Valeriana. Tafel 59, Seite 261, Zeile 20 von oben (rechte Kolumne).

In den Satz ist „oder gestreckt“ einzufügen, so dafs er lautet: „Die Hypodermzellen sind von der Fläche gesehen polyedrisch (Figur 13, *Hyp.*) oder gestreckt und 40—50 mik weit“.

Coca. Tafel 60, Seite 263, Zeile 8 von unten (linke Kolumne).

Hier ist das Wort „nicht“ ausgefallen. Der Satz lautet: „scheinen zur revolutiven Knospenlage der Blätter nicht in Beziehung zu stehen“.

Lavendula. Tafel 66. Zu Überschrift von Text und Tafel ist zu bemerken, dafs besser wie Lavendula wohl „Lavandula“ zu schreiben ist.

Rhiz. rhei. Tafel 67 und 68, Zeile 6 von oben (linke Kolumne).

Rheum Franzenbachii Münt. ist zu streichen.

Rad. angelicae.

Engelwurzel, Racine d'Angelique, Angelica Root.

Das Lupenbild der Wurzel von Archangelica officinal. Hoffm. zeigt einen centralen markfreien, durch verschieden lange Holzstränge und breite Markstrahlen deutlich strahlig gebauten Holzkörper, dessen grofse Gefäfse klar hervortreten. Die dunkle, ihn rings umziehende Linie ist das Kambium. In der sehr lückigen Rinde erkennt man die weiten Ölbehälter schon mit blofsem Auge und kann leicht feststellen, dafs sie weiter sind als die Gefäfslumina (Fig. 1). Das Lupenbild des Rhizoms zeigt den verzogen-vierseitigen Holzkörper rings um das lückige Mark (Fig. 2). Die Ölbehälter der Rinde lassen oft radial-strahlige Anordnung erkennen.

Das primäre Bündel der Wurzel ist radial-diarch (Fig. 3), wird aber sehr frühzeitig kollateral, so dafs eine $^1/_2$ mm dicke Wurzel schon beiderseits von der medianen Gefäfsplatte 10—15 sekundäre Gefäfse aufweist. Die Diarchie ist auch noch bei 2 mm dicken Wurzeln deutlich an den beiden gegenüberstehenden, breiten, primären Markstrahlen zu erkennen (*pmk*, Fig. 1). Die im Durchmesser stets kleinen primären Gefäfse sind auch in den dicksten Wurzeln noch im Centrum aufzufinden. Bei den jüngsten Wurzeln fehlen Ersatzfasern noch ganz, die bei älteren die Stelle der Tracheiden einnehmen und die Gefäfse oft umsäumen. Die Siebbündel sind breit; auf die beiden Gefäfsstrahlen laufen die Anlagen der primären Markstrahlen zu (Fig. 3). Die Endodermis besteht aus grofsen, tangential gestreckten Zellen, die primäre Rinde aus 2—3 Reihen grofser Parenchymzellen (Fig. 3). Sie wird frühzeitig abgeworfen. Eine 0,4 mm dicke Wurzel zeigt vor den primären Siebteilen bereits je zwei 25—35 mik weite sekundäre Gefäfse, während die 8—10 in einer Reihe liegenden primären Gefäfse nur 4 bis 16 mik messen. Die kambiale Zone ist undeutlich, Ersatzfasern sind nur sehr wenige vorhanden. Im Markstrahlgewebe sind zahlreiche Lücken. Anlagen der Ölbehälter sind noch nicht wahrnehmbar. Parenchym, Perikambium und Siebelemente sind reichlich mit Stärke erfüllt. In diesem Stadium bildet die verkorkte Endodermis nebst dem perikambialen Korkzuwachs (Fig. 3) den einzigen Schutz der Wurzel, da die primäre Rinde bereits in Ablösung begriffen ist. In einer 0,5 mm dicken Wurzel sind Ölbehälter noch nicht wahrnehmbar. In einer 0,6 mm dicken Wurzel ist in dem sekundären Siebteile ein Ölbehälter wahrnehmbar. Die Reihen der Korkzellen haben sich auf 3—5 vermehrt. Solche zarte Wurzeln sind in der Droge gar nicht selten aufzufinden. Die Hauptmasse derselben besteht aber aus älteren, etwa 5 mm dicken Wurzeln.

Ein Querschnitt derselben zeigt folgendes Bild. Begrenzt wird der Wurzelkörper nach aufsen von einer schmalen Korkzone (Aufsenrinde), die nur bei den dickeren Wurzeln 5 bis 6 Korkzellreihen dick wird, meist nur ein- bis dreireihig ist. Die Mittelrinde ist nur schmal. Sie besteht aus im Querschnitte ziemlich stark tangential gestreckten, stärkeerfüllten, dünnwandigen Parenchymzellen von mäfsiger Länge, an die sich nach innen zu rundliches, noch weniger in die Länge gestrecktes, dünnwandiges Parenchym anschliefst, welches aufserordentlich lückig ist. Meist hängen die Zellen in radialer oder tangentialer Richtung zu einfachen Reihen vereinigt aneinander und zwischen diesen liegen alsdann weite Lufträume. Dies Zerreifsen der Rinde findet fast nur in der eben beschriebenen Schicht statt. Nur bei alten Wurzeln sind auch die äussersten Partien der Innenrinde lückig-zerrissen. Diese weiten Luftlücken entstehen, wenigstens ihrer Mehrzahl nach, nicht durch ein Zerreifsen der Zellwände, sondern — schizogen — in der Weise, dafs sich die Mittellamelle auf weite Strecken auflöst und so Zellreihen und Zellgruppen voneinander trennt. Die Innenrinde bildet bei weitem die Hauptmasse der Rinde. Sie beginnt bei dem aus etwa 5—10 Reihen dünnwandiger Zellen der charakteristischen Form gebildeten Reihen-Kambium (*c*, Fig. 4) und reicht bis zu den Endigungen der Rindenstrahlen. Letztere laufen nach aufsen, ohne eine scharfe Grenze zwischen Innen- und Mittelrinde zu bilden, mit blinden, bisweilen sich verbreiternden Enden. Sie sind als die direkten Fortsetzungen der Markstrahlen auch von gleicher Breite wie diese. Meist sind sie etwa 4 Zellen breit, seltener nur einreihig oder bis achtreihig (Fig. 4). Ihre Zellen sind im Querschnitt mehr oder weniger stark radial, in der Längsrichtung aber gar nicht gestreckt, so dafs sie auf dem tangentialen Längsschnitt rundlich erscheinen (Fig. 6), auf dem radialen das bekannte

Mauerparenchym darstellen. Die Zellen dieser Rindenstrahlen führen reichlich Stärke. Niemals liegen in den Rindenstrahlen Sekretbehälter. In der kambialen Region sind dort, wo der Markstrahl sich an den Rindenstrahl ansetzt, die Initialzellen der Mark- bez. Rindenstrahlzellen meist auch im Winterzustande deutlich noch zu erkennen. Zwischen den Rindenstrahlen liegt nun die eigentliche Innenrinde (Fig. 4). Sie besteht aus Rindenparenchym (Phloëmparenchym), Siebröhren (mit Geleitzellen), Kambiform und gestreiften Spindelfasern. Das Rindenparenchym gleicht dem der inneren Schichten der Mittelrinde: es besteht aus wenig in der Längsrichtung gestreckten, dünnwandigen Zellen. Die Siebröhren, im Querschnittsbilde durch dickere, stark lichtbrechende Cellulosewände prägnant hervortretend (Fig. 5), sind im Längsschnitt ungleich schwieriger aufzufinden. Die Siebplatten sind, besonders in den äufseren Partien der Rinde, sehr undeutlich, da daselbst die bekannte Obliteration der Siebröhren (Angew. Pflanzenanatomie S. 346) eingetreten ist. Begleitet werden die Siebröhren von zahlreichen, verhältnismäfsig dünnwandigen, spindelförmigen Fasern, die meist keilförmig an den Enden zugespitzt sind und deren Membran eine zierliche Streifung zeigt (Fig. 8). In steilen Rechtsspiralen läuft das eine, in steilen Linksspiralen das andere Streifensystem, jenes erstere schneidend, um die Wand der Zelle. Die gestreiften Fasern sind oftmals quergekammert. Dies ganze Gewebe ist der Länge nach reich durchlüftet. Die Spindelfasern führen Inhalt, sind also als eigentümliche Zwischenbildungen zwischen Bastfasern (bez. Libriform, denn sie finden sich in gleicher Ausbildung auch im Holzkörper) und Ersatzfasern. Ihre Funktion ist daher auch eine doppelte, vorwiegend jedoch scheinen sie das mechanische Element der Wurzeln darzustellen.

Stärke ist in gröfster Menge in den Rindenstrahlen, den äufsersten Partien der Innenrinde und ganz besonders in der Mittelrinde vorhanden. Die zwischen den Rindenstrahlen liegenden Partien sind, wenn auch nicht stärkefrei, so doch sehr stärkearm: nur die gekammerten Fasern und das Parenchym (Phloëmparenchym) enthalten Stärke in sehr kleinen Mengen. Die Stärke (Fig. 9) bildet stets kleine rundliche, aber nicht genau runde Körner von 1—5 mik Gröfse. Eiweifsreaktion tritt besonders deutlich in dem Kambium und den Siebröhren hervor, die beide stärkefrei sind.

Der Holzkörper besteht aus radial-strahlig angeordneten Gefäfsgruppen, die von Holzparenchym und von gestreiften Fasern begleitet und umgeben werden (Fig. 4). Die letzteren gleichen denen der Rinde. Voneinander getrennt werden die „Holzstrahlen“ durch primäre und sekundäre Markstrahlen, die im Bau den Rindenstrahlen vollständig gleichen (Fig. 6 *mk*, s. oben), wie diese reichlich mit Stärke erfüllt sind und sich, das Kambium überspringend, direkt in dieselben fortsetzen. Bei jüngeren Wurzeln ist eine radial-reihenförmige Anordnung der Elemente sowohl des Siebteils als des Gefäfsteils zu beobachten, so dafs man auf weite Strecken hin die Glieder einer Kambial-Initialzelle verfolgen kann.

Die Wurzel wird in Cölleda bei Beginn des Herbstes gegraben, sie ist also bereits mit Reservestoffen angefüllt.

Selbst ganz zarte und junge, nur 0,3—0,5 mm dicke Wurzeln zeigen schon einen deutlich kollateralen Bau des Wurzelbündels.

Auf Phloroglucin und Salzsäure reagieren nur die Gefässwandungen rot — nur diese sind also verholzt, die gestreiften Fasern nicht.

Die Gefäfse sind selbst in den dünnen Wurzelfasern sämtlich leiter-netzförmig getüpfelt (Fig. 6), spiralige oder Ringverdickungen fehlen. Die Gefäfse liegen häufig in zwei- bis vielgliederigen Gruppen radial hintereinander. Die trennenden Querwände der Zellen, aus denen das Gefäfs hervorging, sind oftmals nicht gänzlich resorbiert, so dafs häufig noch eine breite Ringleiste, ja sogar bisweilen noch die ganze Querwand stehen geblieben ist. Die letztere zeigt alsdann im Querschnittsbilde ebenfalls deutliche, netzförmige Verdickungsleisten.

Ein Markkörper fehlt den Wurzeln gänzlich, nur das kurze, dicke, geringelte Rhizom zeigt ein kleines, von rundlichen Parenchymzellen gebildetes Mark (Fig. 2). Dasselbe ist jedoch meist geschwunden, so dafs sich an seiner Stelle Hohlräume finden.

In der Innenrinde, und zwar in den zwischen den Rindenstrahlen liegenden Partien, wie auch in der Mittelrinde finden sich grofse und weite Ölbehälter (Fig. 4). Dieselben sind im Querschnitt rundlich oder oval (alsdann etwas in tangentialer Richtung gestreckt) und in der Längsrichtung sehr — oft viele Centimeter — gestreckt (Fig. 7). Dabei verlaufen sie zwar im allgemeinen achsial senkrecht, doch sind Schlängelungen nicht eben selten. Sie sind schizogenen Ursprungs und demnach von einem dünnwandigen Secernierungsepithel umgeben (*sec*, Fig. 5). Die Zahl der secernierenden Zellen ist meist durch 2 teilbar, 4, 6 oder 8 sind häufige Zahlen. Der Inhalt des Intercellularkanals ist Öl, der der Secernierungszellen eine körnige Substanz. Ausgekleidet sind diese Kanäle wie alle schizogenen (mit Ausnahme derer der Myrtaceen), mit einem in Schwefelsäure und Schultzescher Flüssigkeit unlöslichen Häutchen „innere Haut“ (Fig. 5, *ih*). Zwischen diesem und der Cellulosewand der secernierenden Zellen ist der Ort der Harzbildung zu suchen, in dieser resinogenen Schicht findet sich eine von Fäden durchzogene Schleimmasse, in welcher Harz reichlich auftritt, eine Harz-Schleimemulsion. Löst man das Harz heraus, so bleibt die in Chloral stark quellende Schleimmasse zurück. Das Häutchen, welches die Schleimmembranpartie (die resinogene Schicht) gegen den Kanal und das sich dort vorfindende Harz abschliefst, ist keine Kuticula, denn sie löst sich in Chromsäure. Wahrscheinlich ist es ein für Öl permeables Grenzhäutchen, entstanden durch den Kontakt der Harzmasse mit der Schleimmembran. Die weitesten Kanäle (140—180 mik, seltener bis 200 mik längsten Durchmessers) liegen in den äufseren Partien der Rinde, sie sind stets tangential-oval; die engsten (40—70 mik) liegen in dem innersten Teile der Innenrinde, sie sind im Querschnitte rund (Fig. 4). Die Ölbehälter sind, mit einziger Ausnahme der innersten, engsten, bei weitem weiter als die Gefässe, die nur 27—56 mik weit sind (Unterschied von Levisticum). Nicht

selten sind die Ölgänge in radialen oder radial-bogigen Reihen angeordnet (Fig. 1), so dafs die Rinde der Wurzel eine geflammte Zeichnung erhält, noch mehr ist dies im Rhizom der Fall. Bei diesem lassen sich schon ohne Lupe leicht die Bogenreihen der Ölgänge erkennen (Fig. 2).

Das die Ölbehälter unmittelbar umgebende Rindengewebe pflegt dickere Wände zu besitzen als das übrige (Fig. 5 u. 7), ohne dafs man jedoch von „mechanischen Scheiden" der Sekretbehälter reden könnte.

Das Pulver.

Im Pulver erkennt man leicht die zahlreichen charakteristischen Stärkekörner (Fig. 9). Bringt man das Pulver in Chloralhydratlösung (5 : 2), so findet man sowohl zahlreiche Gefäfsfragmente, wie das dünnwandige Parenchym und Korkzellen. Auch die gestreiften Fasern (Fig. 8) treten alsdann deutlich hervor und sind nicht zu übersehen.

Rad. levistici.

Liebstockwurzel, Racine de Livêche, Lovage Root.

Das primäre Wurzelbündel von Levisticum officinale Koch ist radial-diarch, wird aber schon sehr frühzeitig kollateral. Ebenso wird auch die primäre Rinde durch koncentrische Korkbildung im Perikambium abgeworfen, so dafs bereits bei einer 1 mm dicken Wurzel der perikambiale Binnenkork zu äusserst liegt und von der primären Rinde nur noch Fetzen übrig geblieben sind, bei dickeren häufig nicht einmal diese.

Eine ca. 5 mm dicke Wurzel, wie sie in der Droge sich reichlich finden, zeigt daher einen deutlichen, ringsumlaufenden Verdickungsring (Kambium) von nahezu kreisförmigem Umriss. In der aufsen stark zerrissenen sekundären Rinde waltet das Phloëmparenchym vor. Daneben finden sich, besonders in der inneren Partie, Siebelemente. Dünnwandige, ein- bis zweireihige Rindenstrahlen durchziehen ziemlich gerade die Rinde in radialer Richtung. Den zwischen diesen liegenden Rindenpartien (Siebteil) sind zahlreiche, sehr lange, in den inneren Partien 40—50, in den äusseren 70 (bis 160 mik) weite schizogene Ölbehälter eingebettet, die in ihrem Längsverlauf ungleich weit sind und von einem zartwandigen Secernierungsepithel ausgekleidet werden. Sie enthalten ätherisches Öl, zeigen die resinogene Schicht und die innere Haut deutlich.

Die Weite der auf weite Strecken hin in regelmässigen Radialreihen angeordneten Elemente der sekundären Rinde und der Ölbehälter nimmt von innen nach aussen kontinuierlich zu.

Der centrale Holzkörper wird durch die beiden primären Markstrahlen in zwei Teile halbiert. Die letzteren laufen direkt auf die primäre Gefässplatte zu, deren Elemente sich von dem sekundären Holze durch geringere Weite unterscheiden. Das sekundäre Holz bildet die Hauptmasse des centralen Holzkörpers; er besteht aus zahlreichen (bei einer 5 mm dicken Wurzel ca. 30) Holzstrahlen, die durch sekundäre Markstrahlen voneinander getrennt sind. Die Gefässe sind durchweg netzleistenförmig verdickt, im Querschnitt rundlich-eckig, 25—70 mik weit, also etwa von der Weite der in den inneren Rindenpartien liegenden Ölbehälter.

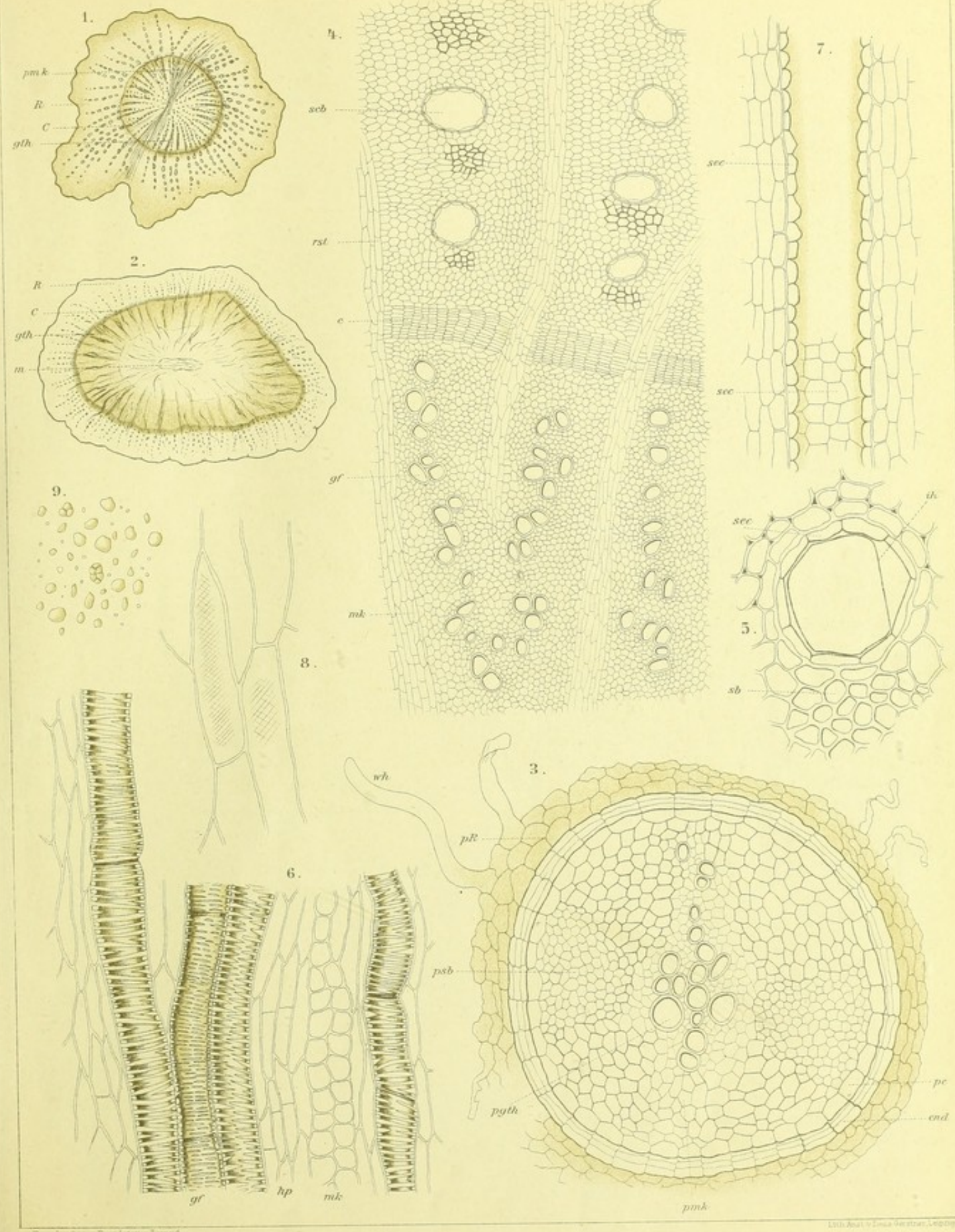
Stärke findet sich bei der im Herbst gegrabenen Wurzel in der ganzen sekundären Rinde, im Holzparenchym und den Markstrahlen des Centralcylinders. Eine im Frühjahr gegrabene Wurzel war gänzlich stärkeleer.

Tafel 1.

Erklärung der Abbildungen.

(Rad. angelicae.)

1. Lupenbild einer dickeren Wurzel.
2. Lupenbild des Rhizoms.
3. Primärer Bau der Wurzel.
4. Querschnitt durch die Wurzel am Kambium.
5. Sekretbehälter, Querschnitt.
6. Tangentialer Längsschnitt durch den Holzteil.
7. Sekretbehälter, Längsschnitt.
8. Ersatzfasern, Längsansicht.
9. Stärke.



Druck v. Oscar Brandstetter, Leipzig.
Lith. Anst. v. Louis Oertner, Leipzig-R.

Flor. chamomillae vulg.

Gemeine Kamillen, Camomille d'Allemagne ou commune, Common Chamomiles.

Die Blütenkörbchen von Matricaria Chamomilla L. besitzen einen Blütenboden, der anfangs flach ist, dann konisch-kegelförmig und endlich spitz-kegelförmig wird. Mit dieser Veränderung Hand in Hand geht ein Umbiegen der Randblütenzungen. Anfangs stehen dieselben aufrecht, dann wagerecht und bei völlig aufgeblütem Körbchen sind sie nach unten zurückgeschlagen (Fig. 1). Die Zahl der weiblichen Randblüten (Fig. 1, *r*) beträgt im Durchschnitt 15, die der röhrenförmigen Scheibenblüten (Fig. 1, *sch*) ist sehr grofs und wechselnd. Das Aufblühen der letzteren erfolgt basipetal. An der Spitze des Blütenbodens findet man daher stets noch unaufgeblüte Röhrenblüten (Fig. 1, *a*).

Der etwa $1^1/_2-2$ mm dicke Blütenboden (Fig. 1, *hyp*) trägt keine Spreublätter. Er ist infolge nachträglichen Zerreifsens des centralen Gewebes im Innern hohl und besteht aus dünnwandigem Parenchym, dessen Zellen kurz sind. Die geringen Vertiefungen des Blütenbodens entsprechen den Stellen zwischen den Blüten. Die letzteren sitzen auf einem seichten parenchymatischen Polster, dessen Zellen gegen die Blüte hin gestreckt sind (Fig. 13 u. Fig. 14, *p*). In den Blütenboden treten von dem Blütenstiele aus 8 Bündel ein; dieselben verzweigen sich in dem Blütenboden zu einem anastomosierenden Netze feiner Bündelchen in der Weise, dafs die gröfseren inneren Bündel Verzweigungen in die oberen, die kleineren äufseren Bündel Zweige in die unteren Blüten entsenden (Fig. 13). Auch untereinander bilden die Bündel Anastomosen. Die inneren Bündel werden (an ihrer Aufsenseite) von zarten schizogenen Sekretbehältern begleitet (Fig. 13, *scb*), die bisweilen der Länge nach halbiert sind (Fig. 14). Das Chlorophyll- und Stärke-körner führende Parenchym des Blütenbodens ist reich durchlüftet, und zwar um so stärker, je weiter nach innen. Die Aufsenwand der Epidermis besteht aus mehreren Schleimschichten (Schleimepidermis, Fig. 14, *schle*). Schichtung ist deutlich. Läfst man Wasser zu dem in Alkohol liegenden Präparate fliefsen, so hebt sich die Kuticula blasig ab, und zwar stets auf der ganzen zwischen den Blüten liegenden Partie (Fig. 13 u. 14, *ab*). Diese Einrichtung hat offenbar den Zweck, den Samen nach der Reife vom Blütenboden abzulösen.

An dem Blütenboden sitzt zu unterst ein Kranz von 20 bis 30 Hüllkelchblättern (Hochblattinvolukrum, Fig. 1, *hb*), die eine rundliche Spitze und einen hellen dünnen Rand besitzen. Sie werden von einem zarten Gefäfsbündel durchzogen, welches an der Holzteilseite ein Sekretbehälter begleitet (Fig. 15). An das Bündel setzt sich beiderseits eine bald ein-, bald mehrreihige Sclerenchymplatte an (Fig. 15), deren Zellen gestreckt sind und die eine dicke, reich getüpfelte Wand besitzen, Tüpfel oval, linksschief (Fig. 16). Gegen den Rand hin wird das Blatt zweischichtig, am äufsersten Rande ist es gar nur eine Zelle dick. Dort laufen die Zellen (in der Flächenansicht) fächerförmig-strahlig gegen den Rand. Die Epidermiszellen sind schwach wellig verbogen. Unterseits liegen einige Stomata.

Die weiblichen Randblüten (Fig. 1, *r* u. Fig. 2) besitzen eine lange, an der Spitze dreilappige weifse Zunge. Die vier sehr zarten, meist zwei schmale Spiralgefäfse enthaltenden Nerven (Fig. 8) durchziehen dieselbe der Länge nach und stehen in den drei Zungenlappen miteinander durch bogenförmig konvergierende Anastomosen in Verbindung. Die Epidermis der Blattoberseite besteht aus viereckig-rundlichen, an der Spitze der Zunge und an den zwischen den Nerven liegenden Längsstreifen papillös vorgestülpten Zellen (Fig. 7, *Epo*), in denen der Zellkern meist trefflich zu sehen ist. Ihre Kuticula besitzt eine sehr zarte, radienartig vom Mittelpunkte ausstrahlende Streifung (Fig. 8). Das Mesophyll besteht aus einem sehr dünnwandigen Sternparenchym mit regelmäfsigen, in Längsreihen angeordneten rundlichen, luftführenden (daher erscheint das Blatt weifs) Intercellularen (Fig. 7 u. Fig. 8, *mes*).

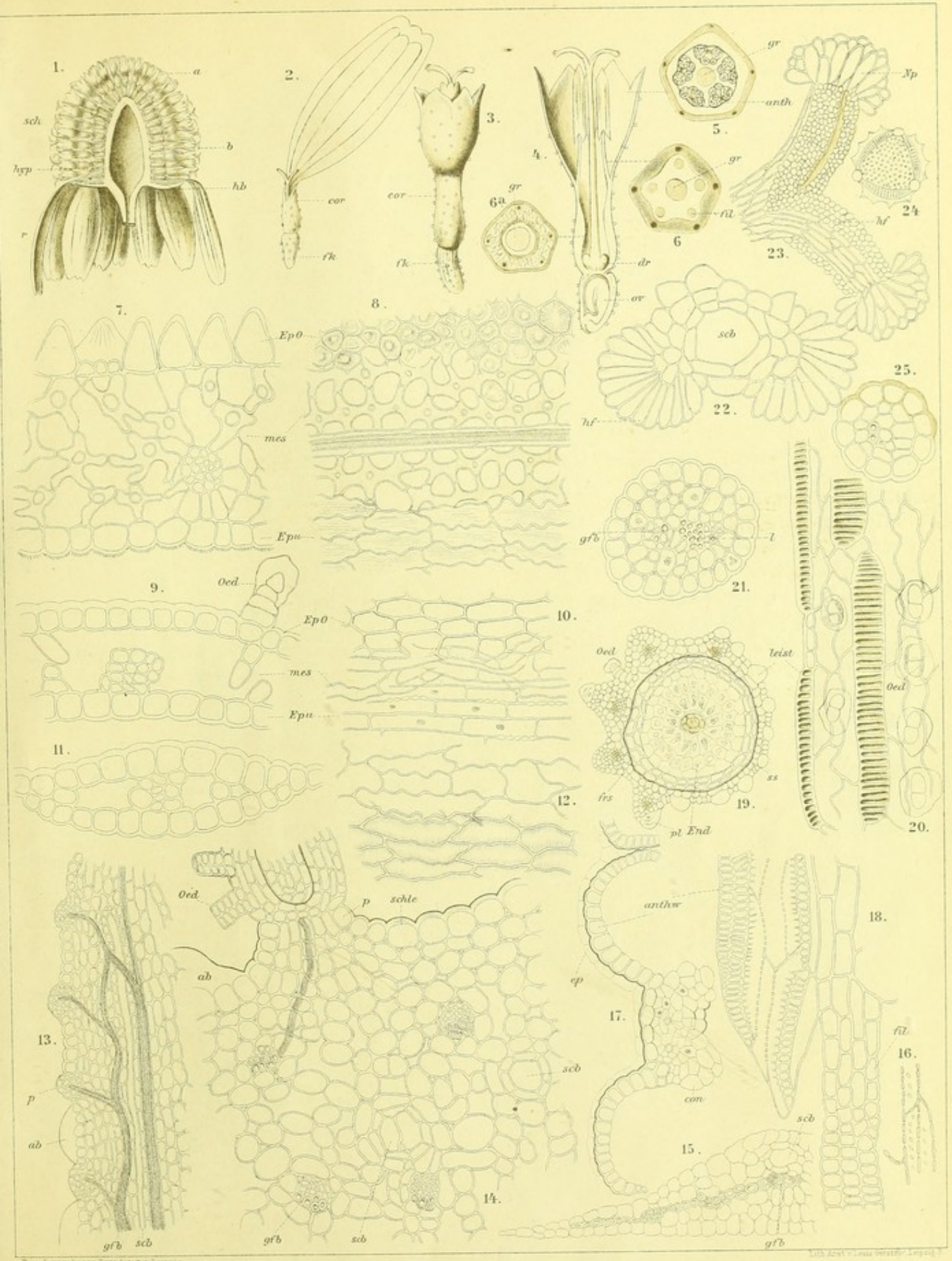
Die Epidermiszellen der Unterseite besitzen wellig verbogene Seitenwandungen. Die Zellen selbst sind entweder isodiametrisch oder in der Organsachse gestreckt. Die Kuticula ist überall mit feiner, der Längsrichtung des Organs parallel oder nahezu parallel und wellig verlaufender Streifung (welligen Kuticularfalten) versehen (Fig. 7 u. Fig. 8, *Epu*).

Tafel 2.

Erklärung der Abbildungen.

(Matricaria Chamomilla.)

Fig. 1. Längsschnitt durch ein Blütenkörbchen.
„ 2. Weibliche Randblüte.
„ 3. Hermaphrodite Scheibenblüte.
„ 4. Hermaphrodite Scheibenblüte, längs durchschnitten.
„ 5. Querschnitt durch den oberen Teil der Corolle.
„ 6. Querschnitt durch den mittleren Teil der Corolle.
„ 6ª. Querschnitt durch den unteren Teil der Corolle.
„ 7. Querschnitt durch die Zunge der Randblüte.
„ 8. Flächenschnitte durch die Zunge der Randblüte.
„ 9 u. 10. Querschnitt und Längsschnitte durch die Corolle der Röhrenblüten an der Stelle Fig. 6.
„ 11 u. 12. Querschnitt und Längsschnitte durch die Corolle der Röhrenblüten an der Stelle Fig. 5.
„ 13 u. 14. Längsschnitt und Querschnitt durch den Rand des Receptaculums.
Fig. 15. Querschnitt durch ein Hüllkelchblatt bis zur Mitte.
„ 16. Sclereiden aus einem Hüllkelchblatte.
„ 17. Querschnitt durch eine aufgesprungene Anthere.
„ 18. Flächenansicht der Basis der Anthere und ihres Filamentes, von aussen gesehen.
„ 19. Querschnitt durch den Fruchtknoten einer Röhrenblüthe (halbreif).
„ 20. Rand der Fruchtknotenwand, Flächenansicht.
„ 21. Querschnitt durch den Griffel.
„ 22. Querschnitt durch die Narbe unterhalb der Narbenpapillen an der Stelle der Sammelhaare.
„ 23. Flächenansicht der Narbe.
„ 24. Pollenkorn.
„ 25. Querschnitt durch das Filament.



Druck von Oscar Brandstetter, Leipzig

Folia Theae.

Thee, Thé, Tea, Tschá, Chá.

Vom Thee (Thea sinensis und assamica und Hybriden) werden die Blattknospe und die ersten 4 entfalteten Blätter gesammelt. Die feinsten Theesorten enthalten nur die Blattknospe und höchstens Blatt 1, die mittleren Sorten namentlich Blatt 1—3 nebst einigen Knospen, die geringsten Sorten Blatt 2—4 und gar keine Knospen. Die Blattknospe trägt wegen ihrer dichten, silberglänzenden Behaarung den Namen Pecco (Peh-hán = Milchhaar). In Java nennt man die von Blatt 1 noch umhüllte Blattknospe Pecco rünen (= schwanger) (Fig. 1 und 3); ist die terminale Tute offen, so spricht man von Pecco burung (= hohl) — Fig. 2 und 4. Im letzteren Falle hat sich Blatt 1 bereits abgelöst und ist hohl.

Die terminale Blattknospe besitzt einen flach kegelförmigen Vegetationspunkt (Fig. 3, *vgt*); derselbe wird bedeckt von den kegelförmigen Blattanlagen (*bla* in Fig. 3), die, wie auch der Querschnitt (Fig. 4) lehrt, spiralig angeordnet und — die älteren wenigstens und besonders Blatt 1 — an den Rändern eingerollt sind (Fig. 4 und 5). Blattzähne sind schon bei dem viertjüngsten Blatte in der in Fig. 14a angegebenen Weise entwickelt. In der Achsel von Blatt 1 liegt ein kleiner Vegetationspunkt (Fig. 3 β). Derselbe entwickelt sich, wenn Pecco gepflückt wird — es geschieht dies meist bei *p-p* — zu einer neuen Peccoblattknospe. Sämtliche Blätter der Blattknospe sind an ihrer Aufsenseite von einem dichten Haarfilz bedeckt (Fig. 1—5). Diese in der Richtung der Organsachse nach oben gerichteten Haare (*t*) sind bei Pecco noch dünnwandig (Fig. 7) und sehr lang, sie sind mit kegelförmigem Fufse (Fig. 6) der Epidermis eingefügt und biegen sich kurz über der Epidermis in rechtem Winkel nach oben, so dafs sie der Blattfläche dicht anliegen (Fig. 5, *t*). In dem Trichomfufse sind Tüpfel bemerkbar. Das Gewebe der jüngsten Blattanlage ist durchweg meristematisch, nur im Mittelnerv ist schon sehr frühzeitig ein zartes Bündel wahrzunehmen. Bei der viertjüngsten Blattanlage (Fig. 3 u. 4 α und Fig. 5) sind aufser dem Bündel der Mittelnerven, dessen Kambium in lebhafter Teilung sich befindet (Fig. 5, *gfb*), auch schon einige Sekundärnerven sichtbar, und die Blattoberseite (Innenseite) zeigt schon deutliche palissadenartige Streckung der subepidermalen Zellreihe. Stomata und Sclereiden sind noch nicht sichtbar. Von letzteren findet man jedoch in dem die Mittelrippe begleitenden Gewebe die allerersten Entwickelungsstadien (Fig. 8a); bei Blatt 1 (Fig. 2, 3, 4) stehen die Haare, die sich nicht weiter vermehren, schon lockerer. Die von der Spitze nach der Basis fortschreitende Verdickung ihrer Wand ist an den basalen Teilen zwar noch gering, die kegelförmige Spitze und die dahinter liegenden Teile sind aber bereits bis fast zum Verschwinden des Lumens verdickt. Stomata sind ebenfalls schon aber nur erst in sehr geringer Anzahl entwickelt. In dem die Mittelrippe begleitenden Gewebe (Rippenparenchym) findet man die weiteren Entwickelungsstadien der Sclereiden. Die Arme sind bereits deutlich entwickelt. Sie (Fig. 8b) schieben sich mit kegelförmiger Spitze zwischen die Parenchymzellen ein, die letzteren auseinandertreibend. Die Wand der Sclereiden ist noch ebenso dünn wie die der Parenchymzellen. Aufser an der Mittelrippe sind noch nirgends Anlagen von Sclereiden zu sehen. Bei Blatt 2 und 3 sind die Sclereiden an der Mittelrippe weiter entwickelt und schon deutlich als Astrosclereiden erkennbar. Im Blattgewebe finden sich die ersten Entwickelungsstadien der Osteo-Sclereiden (Angew. Anatom. S. 303).

In Blatt 4 (Fig. 10) — besonders im Congo reichlich — sind die Sclereiden in dem Parenchym der Mittelrippe schon stärker verdickt und deutlich getüpfelt (Fig. 8c und 10, *scl*). In dem übrigen Blattgewebe findet man nunmehr ebenfalls Sclereiden (Fig. 9). Dieselben durchziehen das gesamte Mesophyll von der Epidermis der Oberseite zur Epidermis der Unterseite (Fig. 10, *o*). Sie sind noch sehr dünnwandig — die Wanddicke ist nicht viel erheblicher als die der Palissaden (Fig. 11). An der Blattoberseite sind ihre Enden noch gar nicht (Fig. 10*o*, Fig. 11 links oben) oder wenig gegabelt (Fig. 11 rechts oben) an der Blattunterseite dagegen sind sie meist schon reichlich gegabelt (Fig. 9, 10 und 11 links). Auf einem Flächenschnitte durch die Blattunterseite ist daher das Bild, das man von diesen Enden erhält (Fig. 11 unten), schon sehr ähnlich dem der Astrosclereiden (Fig. 8c) der Mittelrippe und abweichend von dem Bilde, das man von den Enden der Sclereiden unter der oberen Epidermis, bei einem Flächenschnitte durch die Blattoberseite, erhält (Fig. 11 oben). Da ältere Blätter als Blatt 4 im Thee des Handels nicht vorkommen, können wir das eben geschilderte, in Fig. 10 dargestellte Verhalten der Sclereiden — verdickte und getüpfelte Astrosclereiden um die Mittelrippe, trägerartige, das Mesophyll durchziehende, noch dünnwandige Sclereiden im übrigen Blattgewebe — als das Extrem bezeichnen, das im Handelsthee beobachtet wird. Und man kann geradezu sagen, dafs je besser der Thee ist (d. h. je mehr Pecco er enthält), um so weniger Sclereiden in ihm gefunden werden.

Entwickelt sich das Blatt weiter, so verdicken sich sowohl die Sclereiden der Mittelrippe, als auch die übrigen weiter. In Blatt 6 z. B. fand ich die ersteren in den Armen oft bis fast zum Verschwinden des Lumens verdickt (Fig. 8d), die inneren Partien der Wand von Tüpfelkanälen durchzogen und auch die Sclereiden der Blattfacetten zeigten stärkere Wand-

verdickung. Diese Stadien kommen aber nach meinen Erfahrungen beim Handelsthee niemals vor — bei ihm sind im äufsersten Falle die Sclereiden der Blattfacetten fast gar nicht, die Sclereiden der Mittelrippe nur relativ schwach verdickt.

Um sich über das Vorhandensein oder Fehlen der Sclereiden zu informiren, genügt es, die in Wasser aufgeweichten Blattstücke einfach in Chloralhydratlösung einzulegen. Man sieht alsdann im Blatt 1 in den Blattfacetten noch keine Sclereiden, in dem Blatte 3 und 4 steigende Mengen. Legt man die Oberseite nach oben, so sieht man sie wie in Fig. 11 oben (zwischen den Palissaden *p*) dargestellt, legt man die Unterseite nach oben, so erhält man Bilder, wie sie in Fig. 11 weiter nach unten (zwischen dem Merenchym, *mer*) dargestellt sind.

Die Wand der Sclereiden verholzt frühzeitig.

Die Epidermis der Blattoberseite (Fig. 11, *epo*) besteht aus ziemlich dickwandigen, isodiametrischen Zellen. Stomata fehlen, ebenso Haare. Die Epidermis der Blattunterseite besteht aus dünnwandigen, kaum wellig verbogenen Zellen. Hier finden sich reichlich Spaltöffnungen (Fig. 10 *st*, Fig. 11 unten, Fig. 12). Die beiden Schliefszellen lassen zwischen sich einen verhältnismäfsig weiten Vorhof, da die Kuticularleisten zurückgezogen sind (Fig. 12 unten). Infolge dessen sieht man auf der Flächenansicht der Stomata, wie sie ein Flächenschnitt durch die Blattunterseite darbietet (Fig. 11), unabhängig davon, ob die Spaltöffnung geöffnet oder geschlossen ist, einen länglich ovalen, scharf konturierten Vorhof (Fig. 12 oben). Dieses Spaltöffnungsbild, in der Flächenansicht durch Chloral aufgehellter Blattstücke schon sehr deutlich, ist höchst charakteristisch für die Theeblätter. Die Gröfse der Spaltöffnungen ist die normale, sie messen im Flächenschnitt in der längsten Achse 30—35 mik, also nicht oder nicht viel mehr als bei den meisten Verfälschungsmitteln (aufser Sambucus und Rosa, wo sie gröfser sind). Für gewöhnlich sind sie von 3 Nebenzellen umgeben.

Die Haare werden, wie schon erwähnt, sehr frühzeitig angelegt und bedecken als silberweifser Filz die Peccoknospe völlig. Späterhin werden neue nicht mehr gebildet und so rücken sie immer weiter auseinander; so weit, dafs das erwachsene Blatt nicht behaart zu sein scheint und man erst mit dem Mikroskop die Haare suchen mufs. Dazu kommt, dafs die längsten späterhin abbrechen. Ihre Länge beträgt daher bei Blatt 1 (Fig. 2) meist 600 930 mik, ihre Dicke ca. 15 mik, bei Blatt 4 (Fig. 11) meist nur 250—600 mik, ihre Dicke 15—20 mik; bei Blatt 1 zeigt ihr Querschnitt eine sehr dünne (Fig. 7), bei Blatt 4 eine bis fast zum Verschwinden des Lumens verdickte Wand (Fig. 11 bei *t*).

Die Palissaden (Fig. 10, *p*) sind meist in einer Reihe vorhanden, selten tritt Zweiteilung ein. Meist sitzen mehrere von ihnen einer trichterförmigen Sammelzelle auf (Fig. 10).

Ihr Querschnitt ist rund (Fig. 11, *p*) und sehr ungleich (Fig. 11). Das reich durchlüftete Merenchym führt kleine Drusen von Calciumoxalat (Fig. 10).

Die Mittelrippe (des Blattes 4) führt ein grofses, von einer oft noch Stärke führenden Parenchymscheide (Fig. 10, *psch*) umgebenes Bündel. Der der Oberseite zugekehrte Holzteil ist fächerartig strahlig. Die Holzstrahlen sind durch Markstrahlen voneinander getrennt. Das Cambium ist in lebhaftester Teilung begriffen. Die zarten Siebteilbündel sind durch Rindenstrahlen voneinander getrennt, in deren Zellen oft sehr kleine Kalkoxalatdrusen liegen. Die Wandungen der Siebröhren quellen stark. Innerhalb der Parenchymscheide sieht man sowohl am Sieb- wie am Holzteil die jungen Bastbündel (Fig. 10, *B*). Noch sind die Wandungen der Bastzellen dünnwandig. Erst bei Blatt 5 und 6 sind sie stark verdickt und bilden dann zwei derbe Bastsicheln. Das übrige Gewebe der Mittelrippe ist oxalatführendes Parenchym. Auf der Unterseite der Nerven liegt ein subepidermaler Collenchympanzer (Fig. 10, *col*). Die Gabelung der Nerven bietet nichts Besonderes, die letzten Nervenendigungen bestehen nur aus kurzen Tracheiden (Fig. 11, *Ne*).

Sehr charakteristisch ist der Blattrand ausgebildet. Die Blattzähne und die zu ihnen in Beziehung stehende Nervatur sind so eigenartig, dass man schon hieran das Theeblatt leicht erkennen kann. Bei allen anderen in Betracht kommenden Pflanzen sind sie in sehr wesentlichen Punkten abweichend (vergl. Fig. 19—25). Die Blattzähne werden als kleine Höcker angelegt (Fig. 14a), vergrössern sich dann rasch sehr stark, so dafs sie schon in der Peccoknospe als lange keulenförmige Zotten erscheinen (Fig. 14a, oben). Im Blatte 3 erscheint der Blattzahn als eine kegelförmige Zotte (Fig. 14b), ebenso bei Blatt 4 (Fig. 13 u. 14c). Später schrumpft die Zotte oft zu einem hyalinen Spitzchen zusammen (Fig. 14d), welches alsdann oft abfällt, eine breite Narbe zurücklassend (Fig. 14e).

Auf die Zotte hin läuft von weither in schräger Richtung ein Nerv, dessen Ende sich pinselförmig zerteilt. Die Nervenendigungen laufen alle gegen die Ansatzfläche der Zotte schräg nach oben. Der Zottennerv steht mit den Randnerven des Blattes in anastomosierender Verbindung (Fig. 13).

Verfälschungen des Thees.

Beschrieben ist bei allen der Bau junger Blätter, wie sie allein in Betracht kommen. Nur Epilobium und Prunus spinosa machen eine Ausnahme, da von ihnen auch ältere Blätter im Thee gefunden werden.

Epilobium angustifolium L.*)

Randzähne stumpf, horizontal abstehend (Fig. 19). Unterhalb der Zahnspitze liegt in einer Vertiefung eine Wasserspalte. Auf diese hin laufen die erweiterten Enden von 3—5 konvergierenden Nerven.

Der Epidermis der Blattoberseite besteht aus wellig gebogenen, über den Nerven geraden und gestreckten Zellen (Fig. 17, *epo*). Stomata fehlen, ebenso Haare.

*) Wichtigstes Theefälschungsmittel Russlands, als Koporka-, Koporischer oder Iwan-Thee bekannt.

Die Epidermis der Blattunterseite zeigt, ausser über den Nerven, ebenfalls wellig verbogene Zellen. Über den Nerven ist die Kuticula grob längsgefaltet, über den Blattfacetten zeigt sie eine sehr zierliche wellige Faltung, die von den Spaltöffnungen aus strahlig verläuft. Stomata sind zahlreich vorhanden (Fig. 18); der Vorhof ist lineal und schmal(Fig. 16, *st*). Ihr gröfster Durchmesser beträgt 18—29 mik. Zahlreiche, meist ein-, selten zweizellige, oft gegen die Blattspitze bogig gekrümmte (Fig. 15, *t*) Haare sitzen besonders an den Nervenrändern (Fig. 18).

Die Mittelrippe führt ein bikollaterales Bündel, in dessen Siebteilen da und dort kleine Raphidenzellen liegen (Fig. 15, *krz*). Die Sekundärnerven führen kleine Gefäfsbündel; den gröfseren liegen, der Blattoberseite zugekehrt, meist 2 grofse Raphidenzellen beiderseits an (Fig. 16, *krz*). Bei den kleineren findet sich nur eine solche Raphidenzellreihe auf der Blattoberseite. Diese die Bündel begleitenden Raphidenzellen sind für das Blatt höchst charakteristisch. Man sieht sie schon sehr deutlich, wenn man ein Blattstückchen mit Chloralhydrat aufhellt und (die Blattoberseite nach oben gelegt) betrachtet. Sie markieren alsdann aufs deutlichste den Verlauf der Nerven (Fig. 17, *krz*) — zweizeilig bei den gröfseren Nerven, einzeilig bei den Nervenenden.

Palissaden normal, Merenchym als Sternparenchym entwickelt.

Salix alba.*)

Blattzähne als abgerundete, stumpfe Zotten entwickelt (Fig. 20) mit strahlig angeordneten Randzellen. Ein pinselförmig verbreitertes Bündelende tritt stark nach oben gerichtet in den Zahn ein.

Mittelnerv: Markführendes Doppelbündel, Bastbeleg beiderseits, auf der Oberseite Collenchym.

Epidermis der Oberseite: Epidermiszellen dünnwandig, polyedrisch, Stomata zerstreut, Haare selten, einzellig, dünnwandig, zugespitzt. Haare auch am Rande (Fig. 20).

Epidermis der Unterseite: Epidermiszellen dünnwandig, polyedrisch mit unregelmässigen, sehr kurzen, welligen Kuticularfältchen. Grobe Längsfalten am Blattrande und den Blattzähnen. Stomata nicht sehr zahlreich, längster Durchmesser 30 μ. Haare sehr zahlreich, lang, einzellig, gegen die Blattspitze gerichtet.

Palissaden zweireihig, Zellen kurz.

Salix pentandra.

Abgerundete Blattzähne, in die ein pinselförmig verbreitertes Nervenende eintritt (Fig. 21). Wasserspalten auf dem Zahn.

Hauptnerv wie bei S. alba. Nebennerven mit deutlicher Parenchymscheide.

Epidermis der Blattoberseite: Epidermiszellen polyedrisch, ohne Faltung. Nur am Rande und vor den Zähnen findet sich eine grobe Kuticularfaltung. Da und dort ein Stoma.

Zwei Palissadenreihen, hier und im Merenchym prachtvolle Morgensternkristalle.

Epidermis der Blattunterseite: Epidermiszellen polyedrisch, über den Nerven gestreckt. Stomata zahlreich. Längster Durchmesser: 30—35 μ. Keine Haare.

Ulmus campestris.

Kegelförmige Blattzähne, in die ein etwas verzweigtes Nervenende tritt. An der Spitze eine Wasserspalte (Fig. 22). Dünnes Blatt.

Mittelnerv aufserordentlich kräftig unterseits hervortretend, Bündel ohne Bastsichel. Oxalateinzelkristalle.

Epidermis der Oberseite: Epidermiszellen schwach oder gar nicht wellig. Die Kuticula zeigt relativ grobe, wenig wellige Faltung. Dickwandige, sehr kurze, an der Basis bauchige Kegelhaare mit dickwandiger Umgebung.

Epidermis der Unterseite: Epidermiszellen klein, schwach wellig, mit zarten, welligen Cuticularfalten. Kegelhaare besonders auf den Nerven. Stomata nicht sehr zahlreich. Grösster Durchmesser 22—27 mik.

Eine Palissadenreihe, Merenchym reich durchlüftet mit Oxalatdrusen.

Prunus spinosa.

Rhombische behaarte Blattzähne, in welchen schräg von unten mehrere Nervenenden eintreten und sich im Zahn verzweigen (Fig. 23). Blatt sehr dünn.

Mittelnerv: Bündel mit deutlicher Parenchymscheide.

Epidermis der Oberseite: Epidermiszellen polyedrisch. Faltungen der Kuticula kurz wellig. Stomata fehlen. Auf den Nerven einige wenige kurze, einzellige, kegelige Haare. Auch die zahlreichen längeren Haare der Randzähne (Fig. 23) sind einzellig.

Epidermis der Unterseite: Epidermiszellen polyedrisch, tafelförmig, Kuticula sehr deutlich und unregelmäfsig gefaltet, Falten kurz, wellig. Stomata zahlreich; längster Durchmesser 18—20 mik. Haare fehlen.

Ein bis drei Reihen Palissaden. Merenchymzellen sehr eng aneinander liegend. Da und dort eine Oxalatdruse.

Sambucus nigra.

Blattzähne sehr gross. Ein starker Nerv tritt von unten her in den Zahn und verzweigt sich in demselben reich. Über dem breiten Ende in der Zahnspitze Wasserspalten (Fig. 24).

Mittelnerv mit viel Collenchym. Rings um das bastzellfreie Bündel ein Kranz grofser Krystallzellen. Dergleichen auch an Merenchym.

Epidermis der Oberseite: Epidermiszellen polyedrisch, dickwandig, Kuticula grobwellig, Stomata fehlen. Einzellige kurze Kegelhaare am Rande und auf der Fläche.

Epidermis der Unterseite: Epidermiszellen schwach wellig und schwach rosenkranzartig verdickt. Grobe, wellige

*) Weidenblätter werden schon in China bisweilen dem Thee beigemischt.

Cuticularfalten. Dickwandige, einzellige Haare. Stomata zahlreich und sehr gross, längster Durchmesser 55—65 mik.

Eine Reihe breiter Palissaden.

Rosa centifolia.

Blattzähne schlank, spitz, kegelförmig. Ein dünnes Nervenende dringt bis gegen die Spitze vor. Am Rande Haare (Fig. 25).

Mittelnerv sehr stark nach unten hervortretend. Bündel fächerförmig. Neben dem Hauptbündel liegt bisweilen ein Nebenbündel. Das Bündel zeigt auf der Unterseite einen unterbrochenen Bastbeleg, dort findet sich auch ausserhalb des Bündels Collenchym. Im Nervenparenchym Einzelkristalle und Drusen, besonders auf der Unterseite. Diese Einzelkristalle und Drusen begleiten auch die Sekundärnerven, so dafs man in einem mit Chloralhydrat aufgehellten Blatte, dessen Unterseite nach oben gelegt ist, den Verlauf der Nerven vortrefflich auch an diesen Kristallreihen verfolgen kann.

Epidermis der Oberseite: Epidermiszellen schwach wellig verbogen, auch über den Sekundärnerven. Haare spärlich, sehr lang und dickwandig, Spitze stumpf.

Epidermis der Unterseite: Epidermiszellen schwach wellig. Stomata zahlreich. Grösster Durchmesser 33—38 mik. Einzellige Haare mit stumpfer Spitze, besonders am Mittelnerv, aber auch auf der Fläche.

Palissaden 1—2reihig, Merenchym reich durchlüftet. In ihm schön ausgebildete Oxalateinzelkristalle.

Lithospermum officinale.*)

Das Blatt ist ganzrandig, aber sehr leicht an den Haaren zu erkennen, von denen die der Oberseite meist sehr derb und mit warziger Cuticula versehen (Fig. 26), einen Cystolithen führen, der siliciumhaltig zu sein scheint, jedenfalls kein Calciumcarbonat führt. Auch die das Haar an der Basis rings kranzartig umgebenden Zellen führen je einen Cystolithen (Fig. 27). Sämtliche Haare sind gegen die Blattspitze hin gerichtet.

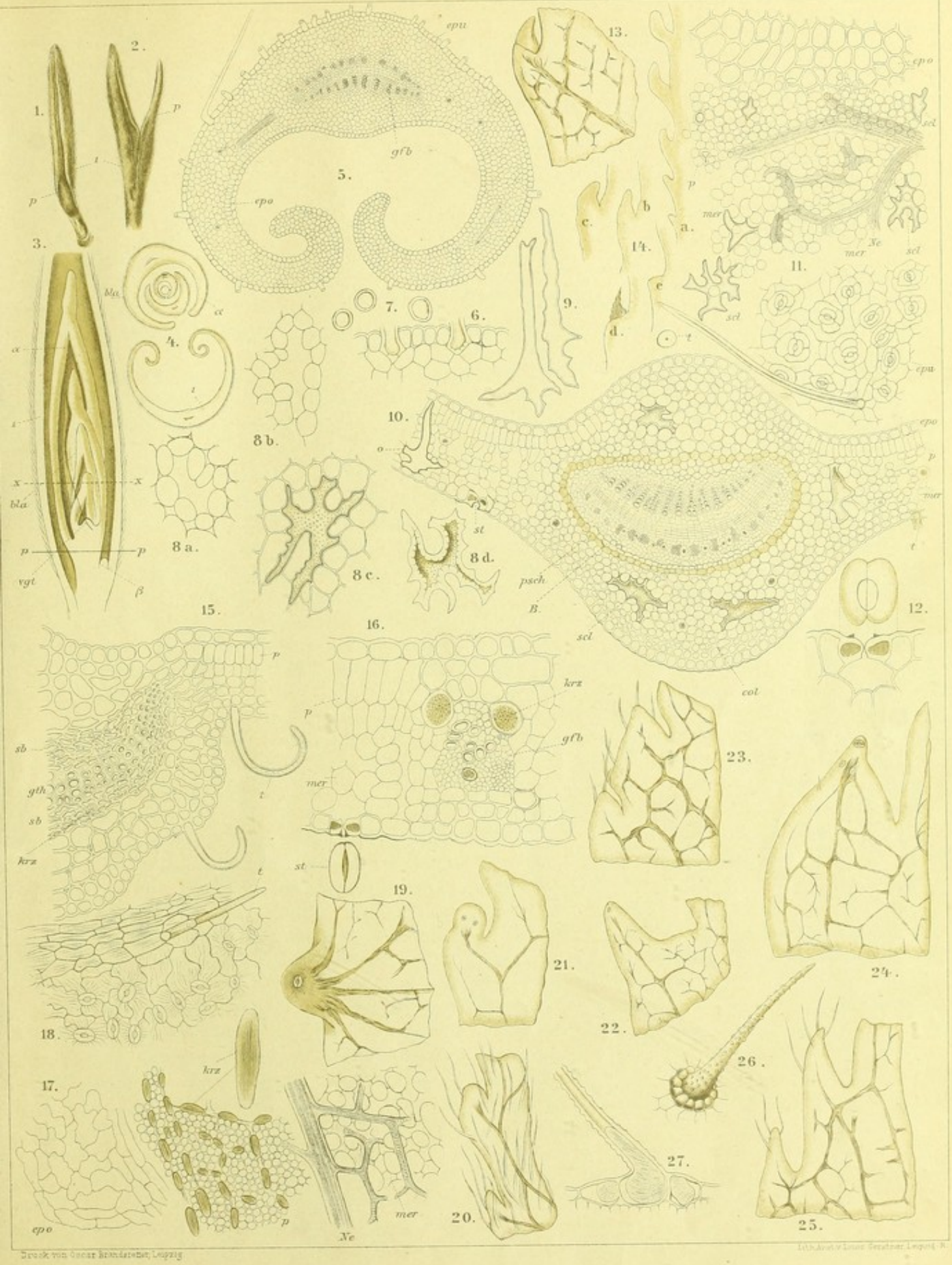
*) Als Prwni česky čaj = Erster böhmischer Thee ehemals im Handel und zur Verfälschung des echten benutzt.

Tafel 3.

Erklärung der Abbildungen.

(Thee und Verfälschungen.)

Fig. 1. Pecco rünen, Blattknospe (*p*) von Blatt 1 umschlossen.
„ 2. Pecco burung, Blatt 1 von der Knospe *p* losgelöst.
„ 3. Blattknospe (Fig. 1) Pecco rünen, im Längsschnitt, von Blatt 1 umschlossen. *α* ältestes Blatt.
„ 4. Querschnitt durch die Knospe nach Loslösung von Blatt 1 (Fig. 2), etwa bei *x*....*x* (Fig. 3). *α* älteste Blattanlage.
„ 5. Querschnitt durch Blatt *α* (Fig. 3 u. 4), stärker vergröfsert.
„ 6. Epidermis des Blattes *α* mit den Haaransatzstellen.
„ 7. Junge Haare von Blatt *α* im Querschnitt.
„ 8. Entwickelungsgeschichte der Sclereiden der Mittelrippe.
Fig. 8a. Sclereidenanlage aus Blattanlage *α*.
„ 8b. „ „ Blatt 1.
„ 8c. Sclereiden „ „ 4 (aus Congo).
„ 8d. „ „ „ 6.
„ 9. Sclereiden aus den Blattfacetten von Blatt 4.
„ 10. Querschnitt durch die Mittelrippe von Blatt 4 (aus Congo).
„ 11. Sekundäre Flächenschnitte durch Blatt 4 von oben an, die Epidermis der Unterseite *(epu)* von aufsen gesehen. *t* Haare im Querschnitt und in Flächenansicht. *scl* Sclereiden.
„ 12. Spaltöffnung, Querschnitt und Flächenschnitt.
Fig. 13. Blattzahn und Randnerven.
„ 14. Entwicklungsgeschichte der Blattzähne.
Fig. 14a. Junge Anlagen aus der Peccoknospe.
„ 14b u. c. Fertige Zähne aus Blatt 3 u. 4.
„ 14d u. e. Endstadien.
„ 15. Querschnitt durch die Mittelrippe des Blattes von Epilobium angustifolium. (Bündel bikollateral, *t* Trichome.)
„ 16. Querschnitt durch einen sekundären Nerven des Blattes von Epilob. angustifolium. *krz* Raphidenzellen; *st* Spaltöffnung im Querschnitt und Flächenschnitt.
„ 17. Succedane Flächenschnitte durch das Blatt von Epilobium angustifolium, von oben her beginnend.
„ 18. Epidermis der Blattunterseite, von aufsen gesehen.
„ 19. Blattzahn des Blattrandes von Epilobium angustifolium.
„ 20. Blattzahn von Salix alba.
„ 21. „ „ Salix pentandra.
„ 22. „ „ Ulmus campestris.
„ 23. „ „ Prunus spinosa.
„ 24. „ „ Sambucus nigra.
„ 25. „ „ Rosa centifolia.
„ 26 u. 27. Cystolithen führende Haare der Blattoberseite von Lithospermum officinale.



Druck von Oscar Brandstetter, Leipzig

Fructus capsici annui.

Paprika, Spanischer Pfeffer, Piment des jardins, Red pepper, Capsicum fruit, Chillies.

Der Fruchtknoten von Capsicum annuum L. ist entweder aus 2 oder — meist — 3 Carpellen aufgebaut, aber nur unten, wo die Centralplacenta liegt, vollständig gefächert (Fig. 4), im oberen Teile erreichen die Scheidewände zwar fast die Mitte, sind aber daselbst nicht verwachsen (Fig. 5). Die Ovula sitzen sowohl an der Centralplacenta wie an den Scheidewänden. Die Capellwand besteht aus dünnwandigem Parenchym, in das zahlreiche Krystallsandzellen und einige wenige Gefäfsbündel eingebettet sind; auch wohl ausgebildete Oxalatkristalle finden sich da und dort. Die Zellreihen unter der Epidermis zeigen bereits nach Befruchtung der Ovula lebhafte Korkzellteilung (Fig. 7 bei *x*). Unmittelbar unter der zarten inneren Epidermis liegt eine Reihe grofser Zellen (Fig. 7, *gr*) mit grofsen Zellkernen.

Die Fruchtwand der entwickelten Frucht ist aufsen von einer Epidermis bedeckt, deren isodiametrische, im Querschnitt tangential gestreckte Zellen (Fig. 8, *I*) sehr stark, ganz besonders an der Aufsenwand, verdickt — die Dicke der Aufsenwand beträgt oft 16—24 mik — und deren dicke Seiten- und Innenwände reich getüpfelt sind (Fig. 10, *I*). Eine dünne Kuticula zieht sich über die Aufsenwand, welch letztere durch eine sehr bemerkenswerte Eigentümlichkeit charakterisiert wird. Ganz unabhängig nämlich von den Zellgrenzen sind aus der Aufsenwand Streifen herausgeschnitten, deren Querschnitt dreieckig ist (Fig. 9) (mit der Spitze nach innen) und deren Längsansicht der eines 11—18 mik breiten Pilzfadens gleicht. Da stets Staubteilchen sich in diesen über die Oberfläche der Fruchtschale laufenden Rinnen ansammeln, so sieht die Flächenansicht der Epidermis so aus, als liefen über dieselbe zahlreiche Pilzfäden (Fig. 10, *ri*). Diese Rinnen in der Epidermisaufsenwand verlaufen nicht ganz parallel miteinander, sind bald einander mehr (auf ca. 45 mik) genähert, bald mehr (200—300 mik) voneinander entfernt, bald gerade, bald gekrümmt, jedenfalls ohne jede Beziehung zu den Epidermiszellen, über die sie auf weite Strecken hinlaufend zu verfolgen sind. Sie anastomosieren nicht miteinander, sondern endigen blind. Sie bewirken die charakteristische zarte linienförmige Querstreifung der Fruchtschale. Diese Streifen sind höchst charakteristisch. Die Kuticula der Früchte von Capsicum baccatum zeigte eine zierliche parallele Längsstreifung. Die Streifen sind lang, verlaufen gerade oder gebogen und nahezu parallel. Die Rinnen in der Aufsenwand fehlen oder sind doch sehr undeutlich. Die Epidermiszellen sind viereckig und in Längsreihen geordnet. Collenchym fehlt.

Unter der Epidermis liegt ein gleichfalls sehr dickwandiges collenchymatisches Gewebe von etwa 5—6 Zellschichten, welches ziemlich unvermittelt in ein vielschichtiges, dünnwandiges, stark tangential gestrecktes Celluloseparenchym übergeht (Fig. 8 u. 9, *III*).

Das ganze bisher beschriebene Gewebe — Parenchym, Collenchym, Epidermis — enthalten, von dem sehr zarten Plasmaschlauch umhüllt, zahlreiche spindelförmige, zwei- und dreispitzige oder runde, relativ resistente gelbe Chromatophoren neben rotgelben Tröpfchen. Diese Chromatophoren sind an der unreifen Frucht grün und werden unter Erhaltung ihrer Form (bei der reifen Frucht) durch Schwefelsäure sofort tiefblau. Der Farbstoff löst sich in Alkohol, Äther, Fetten und ätherischen Ölen. Die Lösung zeigt stets noch den Chlorophyllstreifen I (von Chlorophyllresten herrührend).

Die Wand der Zellen des subepidermalen Collenchyms (Fig. 8, *II*) und der Epidermis ist durch und durch „verkorkt", sie quillt zwar in Schwefelsäure, löst sich aber nicht darin usw. Die innersten Zellen zeigen eine deutliche Körnelung der Wand. Es sieht aus, als wären Körner anderer Lichtbrechung in die Membran eingelagert (Fig. 8 bei *x*). Diese Körnelung kann man sich, wenn auch undeutlicher, auch an den Membranen der äufseren Zellreihen sichtbar machen, wenn man das Präparat mit konzentrierter Schwefelsäure erhitzt.

Die dann folgenden Parenchymlagen sind dünnwandig, die Cellulosewände bisweilen verbogen (Fig. 8 u. 9, *III* u. *IV*). Auf diese folgen dann die bei der Droge meist mehr oder weniger obliterierten (und geteilten) Grofszellen (Fig. 8, *gr*; vergl. auch Fig. 7, *gr*), die in der Mitte oft durch dicke Scheidewände, oben

und unten durch dünnwandigere Zellen getrennt sind. Über diesen trennenden Zellen bleibt die Epidermis dünnwandig, über den Grofszellen sclerotisiert sie (Fig. 8, *epi*). Diese Epidermalsclereiden sind sehr charakteristisch. Sie sind an den schwach welligen Seitenwänden (nicht aufsen und innen) grob getüpfelt (Fig. 11). Ihre Wand ist geschichtet, die Mittellamelle verholzt. Die unverdickten Epidermiszellen zeigen nichts Besonderes.

Die den Sclereiden innen aufsitzende Wand der Grofszellen ist dick, stark quellbar und besteht aus Cellulose.

Die Grofszellen bedingen die Längsbuckel, die der Innenwand der Fruchtschale ein so charakteristisches Aussehen verleihen. Bisweilen sind sie mit Oxalatsand erfüllt. Sonst ist das in der Fruchtknotenwand enthaltene Oxalat verbraucht. In der Fruchtwand findet sich bisweilen kleinkörnige Stärke, immer Zucker. Das Parenchym *(IV)* wird von kollateralen Gefäfsbündeln durchzogen, die relativ weite, getüpfelte oder Spiralgefäfse führen (Fig. 10, *gfb*). Der Siebteil liegt an der Aufsenseite, ihm angelagert finden sich bisweilen eine oder zwei Bastfasern.

Die basale Centralplacenta wird von einem sehr weitmaschigen, reichdurchlüfteten Parenchym mit einem weiten Gefäfsbündelcylinder gebildet. Die Scheidewände *(w)* bestehen aus einem wenige Zelllagen dicken centralen, parenchymatischen, an Gefäfsbündeln reichen Teile und einer beiderseitigen Epidermis, die vorwiegend ebenfalls parenchymatisch ausgebildet ist und nur an einigen Stellen, ähnlich wie bei der inneren Epidermis der Carpellwand, sclerotisiert (Fig. 12, *scl*). Die verdickten Zellen besitzen nur selten wellige Seitenwände (Fig. 18). Die Mehrzahl der Epidermiszellen zeigt bei der halbreifen Frucht nur wenig verdickte Aufsenwände, wohl aber sind schon hier die meisten palissadenartig gestreckt. Bei der reifen Frucht ist die Aufsenwand der Epidermiszellen stark verdickt und quillt mit Chloral stark (Fig. 13), da und dort die Kuticula abhebend. An einigen Stellen beginnt nun hier die Harzbildung. Die Epidermiszellen füllen sich mit einer körnigen Masse und die Aufsenwand zeigt zuerst einige kleine Höhlungen (Fig. 14), die aber bald zu gröfseren zusammenfliefsen (Fig. 15 u. 16). Sie macht den Eindruck, als sei sie korrodiert.

In diesem Stadium tritt daselbst gleichzeitig eine ölige Masse auf, die die Aufsenwand samt der Kuticula von der zarten innersten Membranpartie der Epidermiszellen abhebt (Fig. 15).

In diesem Stadium zeigt die Kuticula, von oben betrachtet, noch die Abdrücke der polygonalen Epidermiszellen und dort, wo dieselben zusammenstofsen, die kleinen, zwischen die Zellen dringenden Zapfen (Fig. 19). Bei weiter fortschreitender Harzbildung wird der ganze abgehobene Teil der Aufsenwand bis auf die Kuticula gelöst, und schliefslich liegt unter der Kuticula ein Haufwerk tafelförmiger Capsaicinkristalle, die bei regelmäfsiger Ausbildung als vier- bis sechsseitige farblose Tafeln erscheinen. Diese Krystalle lösen sich bei Zusatz von Kalilauge langsam und an ihrer Stelle tritt fast momentan ein Haufwerk vortrefflich ausgebildeter Oktaeder von Capsaicinnatrium. Dafs die Kristalle in der That Capsaicin, d. h. der die Schärfe des spanischen Pfeffers bedingende Stoff, sind, lehrt ihr Geschmack. Man braucht nur mit der Pincette einige derselben herauszupräparieren und auf die Zunge zu bringen: der furchtbar brennende Geschmack, die lebhafte Rötung von Zunge und Lippen, der starke Speichelfluss selbst bei Einführung minimer Mengen, läfst keinen Zweifel darüber.

In diesem Entwickelungsstadium werden die Epidermiszellen durch das Sekret so zusammengedrückt, dafs ihre Seitenwände wellig verbogen erscheinen. Aufser in diesen Drüsenflecken findet sich Capsaicin in keinem anderen Teile der Frucht. Bisweilen wird aber die Kuticula gesprengt und die Krystalle und Tropfen treten an die Oberfläche der Scheidewand.

Das Ovulum besitzt nur ein dickes Integument (Fig. 20). Die Epidermis desselben wird schon bald nach erfolgter Befruchtung different ausgestaltet und verdickt sich an der Aufsenseite (Fig. 26). Unter der Epidermis liegen 6—10 Zellreihen. Sie bilden die Nährschicht der Samenschale und obliterieren bis auf 2—3 Reihen, die erhalten bleiben (Fig. 23).

Im reifen Samen ist der gekrümmte Embryo in das Endosperm so eingebettet, dafs die Radicula nach dem Mikropylarende zeigt (Fig. 6 u. 6 a).

Die Testa der reifen Samen ist vierschichtig. Die äufserste Reihe, die Epidermis des Samens, ist, besonders an den breiten Flächen des Samens, sehr eigenartig gebaut. Die Zellen sind nur innen und an der Basis der Seiten sehr stark verdickt. Die Verdickung ist eine sehr unregelmäfsige. Es macht den Eindruck, als habe die stark verdickte und verholzte Innen-Membran ein nachträgliches Flächenwachstum erfahren, demselben aber nicht folgen können, so dafs mannigfache wulstige Verbiegungen eintreten mufsten. In der That ist die Innenwand so vielfach wulstig verbogen, dafs der Name Gekrösezellen nicht unpassend erscheint (Fig. 23, *Ep*). Von der Fläche gesehen, sind ihre Membranen verbogen, die Zellen greifen also zahnartig ineinander (Fig. 25). Die Aufsenwand besteht aus der sehr zarten Kuticula, unter der sich eine schmale Celluloseschicht findet. Die ganze an das Lumen grenzende Innenseite der Gekrösezellen ist von einem cuticularisierten Häutchen ausgekleidet. Sowohl die Celluloseschicht als auch Seiten- und Innenwände quellen in Kali bedeutend, bei letzteren tritt hierbei eine sehr schöne Schichtung hervor. An den Kanten des Samens wird die im übrigen nur niedrige Epidermis relativ hoch, so dafs dort die Zellen höher als breit sind, auch nicht gekröseartig erscheinen. Dementsprechend ist denn auch die Flächenansicht an diesen Stellen (Fig. 24) eine andere als an den Seitenflächen (Fig. 25).

Unter der Epidermis liegt eine Reihe relativ weiter Parenchymzellen, dann folgt die eigentliche Nährschicht (Angew. Anatomie, S. 76 u. 459) — viele Reihen stark kollabierter Zellen — und endlich die innere Samenhaut: Eine Reihe kleiner quadratischer, in der Flächenansicht polyedrischer Zellen. Bis hierher ist alles aus dem einen Integumente des Ovulums hervorgegangen. Die dickwandigen Endospermzellen sind dicht erfüllt mit kleinen, ziemlich gleich grofsen, 3,5—5,5 mik breiten Aleuronkörnern, deren jeder ein Kristalloid führt (Fig. 27), und fettem Öl. Die Zellen der äufsersten epidermalen Zellreihe des Endosperms zeigen verdickte Aufsenwände. Alle sind polyedrisch. Nicht selten entstehen durch nachträgliche Spaltung Interzellularen zwischen den Zellen (Fig. 27), ein bei Endospermen seltener Fall. Die innersten Lagen des Endosperms, gegen den Keimling zu, sind obliteriert und verquellen stark bei der Keimung (Quellgewebe), Keimling und Endosperm in innigen Kontakt bringend. Kotyledonen und Radicula enthalten die gleichen Inhaltsstoffe, nur sind die Aleuronkörner noch zahlreicher vorhanden und sind kleiner als im Endosperm, 1—2 mik. Die Zellkerne sind deutlich (Fig. 28).

Die aufeinander liegenden Seiten der Kotyledonen zeigen palissadenartige Streckung der oberen Mesophyllreihen (Fig. 21). Die Blattoberseite ist also schon im Samen differenziert. Procambiumstränge durchziehen Kotyledonen und Radicula, deren centraler Procambiumstrang deutlich hervortritt (Fig. 22).

Der Kelch ist bei der Frucht erhalten (Fig. 1). Das aufserordentlich reich durchlüftete Mesophyll wird von zahlreichen Gefäfsbündeln durchzogen (Fig. 32). Die Epidermis der Oberseite besteht aus polyedrischen Zellen, die da und dort partiell zu Trichomen ausgestülpt sind. Diese Trichome bestehen aus einem einreihigen Stiel und einem mehrzelligen Köpfchen und sind im Bogen nach oben gekrümmt, so dafs man das Köpfchen bei den Querschnitten durch die Blätter von oben sieht: 4 Zellen liegen hier nebeneinander (Fig. 32, *t*), die Unterseite ist trichomfrei und trägt die Stomata (Fig. 34).

Der Fruchtstiel ist hohl, um das gröfstenteils obliterierte Mark liegt der geschlossene Gefäfsbündelcylinder. Das Bündel ist bikollateral (Fig. 29), sowohl aufserhalb wie innerhalb von dem Holzteil findet sich Siebteil. In diesen Siebteilen sind kleine Bastfasern verstreut (Fig. 29 u. 31). Der Holzteil baut sich aus Gefäfsen, Tracheiden und Libriform (Fig. 30) auf und wird von Markstrahlen durchzogen. In der grünen primären Rinde liegen Krystallsandzellen.

Das Pulver.

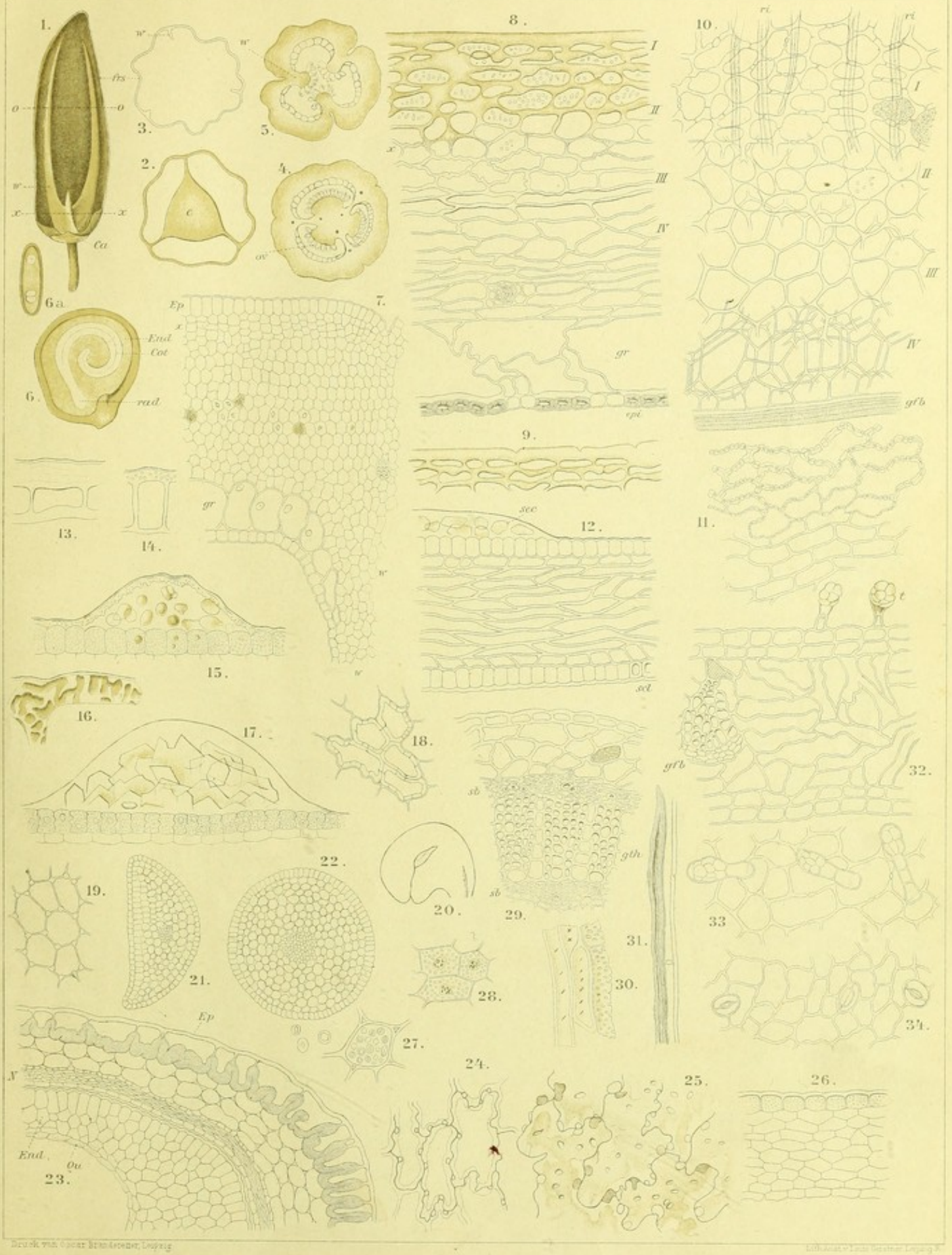
Im Pulver pflegen die Elemente des Samens zu prävalieren: Samenschale, Endosperm und Embryonalgewebe. Bei dem in Alkohol beobachteten Präparate sind auch die Aleuronkörner deutlich. In Chloralhydrat betrachtet treten alsdann auch die geformten Elemente der Fruchtschale mit ihrem farbigen Inhalte hervor, besonders das verkorkte Collenchym und die sclerotisierten Zellen der inneren Epidermis. Die Elemente des Kelches und Fruchtstiels, wie die Gefäfsbündelelemente treten diesen gegenüber ganz zurück. Da der rote Farbstoff der Fruchtschale in fettem Öle sehr leicht löslich ist, so ist oft auch das ölreiche Endosperm und der Embryo rot gefärbt. Rote Tröpfchen schwimmen im Präparat. Durch Schwefelsäure wird das Pulver tiefblau.

Tafel 4.

Erklärung der Abbildungen.

(Fruct. capsici.)

Fig. 1. Eine reife Frucht geöffnet, die 3 Scheidewände (*w*) zeigend.
„ 2. Reife Frucht, bei *x* ... *x* (Fig. 1) durchschnitten.
„ 3. Reife Frucht, bei *o* ... *o* (Fig. 1) durchschnitten.
„ 4. Fruchtknoten, an der Basis durchschnitten.
„ 5. Fruchtknoten, oben durchschnitten.
„ 6. Längsschnitt durch den Samen, Lupenbild.
„ 6a. Querschnitt durch den reifen Samen, Lupenbild.
„ 7. Querschnitt durch die Fruchtknotenwand und die Ansatzstelle einer Scheidewand.
„ 8. Querschnitt durch die Fruchtwand.
„ 9. Radialer Längsschnitt durch die äufserste Partie der Fruchtwand.
„ 10. Succedane Flächenansichten der Fruchtwandschichten. Zahlen (I—IV) mit Fig. 8 correspondierend.
„ 11. Flächenansicht der inneren Epidermis der Fruchtwand.
„ 12. Querschnitt durch eine Scheidewand bei *o* (Fig. 1).
„ 13—17. Entwicklung der Capsaicindrüsenflecke der Scheidewände.
„ 18. Epidermissclereiden der Scheidewand.
Fig. 19. Kuticula eines jungen Drüsenflecks von der Fläche gesehen.
„ 20. Ovulum.
„ 21. Kotyledon, querdurchschnitten.
„ 22. Radicula, querdurchschnitten.
„ 23. Querschnitt durch die Randschicht eines Samens.
„ 24. Flächenansicht der Epidermal-Sclereiden der Kanten des Samens.
„ 25. Flächenansicht der Epidermal-Sclereiden der Breitseiten des Samens.
„ 26. Querschnitt durch das Integument des Ovulums.
„ 27. Aleuron aus dem Endosperm.
„ 28. Aleuron aus dem Keimling.
„ 29. Teil des Querschnittes durch den Fruchtstiel.
„ 30. Libriform und Gefäfsfragment aus dem Fruchtstiel.
„ 31. Bastfaser und Siebröhre aus dem Fruchtstiel.
„ 32. Querschnitt durch das Kelchblatt.
„ 33. Obere Epidermis des Kelchblattes.
„ 34. Untere Epidermis des Kelchblattes.



Druck von Oscar Brandstetter, Leipzig

Lithanstalt v. Emil Hegenbarth, Leipzig.

Sem. sinapis nigr.

Schwarzer Senf, Moutarde noire, Black mustard.

Der Fruchtknoten von Brassica nigra Koch (Sinapis nigra L) ist durch eine falsche Scheidewand in zwei Längsfächer geteilt (Fig. 7). Die kamptotropen Ovula (Fig. 3a) liegen bald nur in dem einen, bald in beiden Fächern (Fig. 4). Sie besitzen einen sich später verlängernden Funiculus und zwei Integumente, von denen das innere etwas breiter ist als das äufsere und die beide reichlich mit Stärke erfüllt sind. Nach erfolgter Befruchtung zeigt das äufsere Integument 4 Zellreihen (Fig. 11), von denen die äufsere sich zur Schleimepidermis, die zweite, inhaltsfreie, zur Grofszellschicht, die dritte zur Sclereiden- und die vierte zur Pigmentschicht entwickelt. Das innere Integument besteht zu dieser Zeit aus etwa 5 bis 6 Zellreihen. Von diesen bleibt nur die äufserste erhalten und wird zur Aleuron(Öl)schicht (s. unten), die inneren Zellreihen („Nährschicht") obliterieren bald und sind nur als kollabierte Zone am reifen Samen zu finden (Fig. 12, *N*). Das innere Integument ist in den Nucellus vorgestülpt (Fig. 3a) und seine Reste bleiben daher als Samenhautreste auch im reifen Samen zwischen Radicula und den Kotyledonen sichtbar (Fig. 1). Das Endosperm wird vollständig resorbiert.

Die Fruchtschale der reifen Frucht ist von einer aufsen sehr stark verdickten Epidermis bedeckt, im übrigen ist sie — bis auf eine rings umlaufende, nur an der Vereinigungsstelle der Carpelle unterbrochene, aus Palissadensclereiden bestehende innere „Hartschicht" — parenchymatös, von zahlreichen anastomosierenden (Fig. 4, *frs*) Gefäfsbündelchen durchzogen und an der durch eine Längsrippe kenntlichen Mittelrippe der Carpelle mit einem gröfseren Bündel (Hauptnerv) versehen. Der Querschnitt der Frucht ist rundlich-rhombisch. Im Parenchym liegen kurze „Eiweifsschläuche".

Da die Carpelle an den Vereinigungsstellen nur locker miteinander verwachsen sind, so lösen sich die beiden Schalen im Zustande der Reife leicht von der stehenbleibenden, die Samen und den Griffel tragenden Scheidewand los und fallen ab.

Die Samen sind etwa 1,5 mm lang und etwa 1 mg schwer, tief rotbraun, mit der Lupe betrachtet fein netzig-grubig, da und dort weifs-schuppig (von abgelöster Schleimepidermis, s. unten). Das Hilum ist als zarter Nabel sichtbar, auch die Radicula markiert sich oft auch äufserlich. Die braune Samenschale haftet ziemlich fest an dem gelben Samenkern, doch läfst sich letzterer aus derselben herauslösen und zeigt nun (Fig. 5) die für die Abteilung der Orthoplocae charakteristische Faltung der Kotyledonen um die Radicula (Fig. 1 u. 5). Die beiden Kotyledonen sind an ihrer Mittelrippe gefaltet und stecken ineinander, das innere umgiebt die rundlich dreieckige Radicula auf zwei Seiten. An der Spitze der Radicula liegt zwischen den Ansatzstellen der Kotyledonen die kleine kegelförmige Plumula (*p* in Fig. 6).

Die Epidermis der Samenschale wird von grofsen, nahezu isodiametrischen, 55 : 80 mik weiten Zellen gebildet, deren sekundäre Verdickungsschichten an Aufsen- und Seitenwand sehr stark verdickt sind und in Wasser quellen (Schleimepidermis) (Fig. 12 u. 13, *schle*), aber auch in Alkohol betrachtet, die Zelle nahezu (bis auf einen kleinen Spalt an der Innenwand) erfüllen. Schichtung ist an den Schleimmembranen sehr schwer zu sehen, am besten noch in konzentriertem Glycerin und nach successiver Behandlung mit Alkohol und Wasser. Beim Quellen in Wasser hält die Cuticula Stand und wird nicht zersprengt. Überhaupt ist das Quellungsvermögen kein sehr starkes. Gegen Jod allein reagieren diese Schleimzellen nicht oder doch nur schwach (blau), bei Behandlung mit Jod-Schwefelsäure zeigen sie aber Bläuung. Gegen polarisiertes Licht reagiert die verschleimte Membran nur schwach. Von der Fläche unter Alkohol betrachtet erkennt man, dafs die Aufsenwand der Schleimzellen von zahlreichen, nahezu parallelen spaltenförmigen Tüpfeln durchzogen ist, die bei Wasserzutritt infolge der Quellung verschwinden. (Unterschied vom weifsen Senf.)

Unter diesem Schleimepithel liegt eine subepidermale Reihe 67 : 100 mik weiter Zellen — die „Mittelschicht" (Grofszellschicht), Fig. 12 u. 13, *gr* —, deren Form meist erst bei Zusatz von Kali zum Präparat deutlich wird. Für gewöhnlich sind sie stark zusammengefallen und liegt ihre Aufsenmembran alsdann der Aufsenmembran der nächstfolgenden Zellreihe dicht an. Diese Schicht und das Schleimepithel bewirken die feine netzig-grubige Zeichnung der Samenoberfläche. Es stülpt sich nämlich, wie Fig. 12 auf der rechten Seite zeigt, das Schleimepithel buchtig in die inhaltsfreien Grofszellen hinein. So entstehen grubige, mit der Lupe wahrnehmbare Vertiefungen auf der Samenschale.

Nun folgt die im Samenquerschnitt bogenförmig verlaufende Sclereidenschicht (Fig. 12 u. 13, *scl*). Die Zellen derselben sind mehr oder weniger, am stärksten dort, wo die Seitenwand der darüberliegenden Zelle ansitzt, am wenigsten in der Mitte zwischen zwei Ansatzstellen, radial gestreckt (daher verschieden hoch) und ungleichmäfsig verdickt. Zu äufserst und an den obersten Teilen der Seitenwand sind sie unverdickt, dann folgt ein sehr dicker Ringwulst und an der Innenseite und den inneren Teilen der Seitenwand ist die Verdickung wieder etwas geringer als in dem Wulst. An den verdickten Partien der Seitenwände ist die Begrenzungslinie der Zellen nur sehr undeutlich zu sehen. Auch auf der Flächenansicht sieht man dieselbe kaum viel deutlicher. Hier erkennt man jedoch, dafs die Sclereiden von isodiametrischem Querschnitte sind. Bei höchster Einstellung sieht man den oberen Teil der Zelle als zarte Kontur, bei etwas tieferer treten die rundlichen Lumina hervor (Fig. 13, *scl*).

Die Membranen der Sclereiden sind gelb gefärbt und werden (wohl infolge von Phlobaphenen) durch Eisenchlorid blau. Im polarisierten Licht leuchten sie mit gelber Farbe. Inhalt

führen die Zellen nicht. Ihre Länge beträgt (im verdickten Teile) 13—20 mik, der Durchmesser 5—7 mik.

Aus dem Flächenschnitte ergiebt sich, dafs etwa 60 Sclereiden von einer Zelle des Schleimepithels bedeckt werden.

Unter der Sclereidenschicht liegt die Pigmentschicht (Fig. 12 und 13, *pig*), deren Zellen im Querschnitt etwa die Breite der Schleimzellen haben oder schmäler sind, aber etwas in die Länge gestreckt erscheinen. Ihre Membranen sind dünn. Jede Zelle enthält einen braunen Farbstoffklumpen, der sich mit Eisenchlorid blau färbt und von Kalilauge langsam und nicht vollständig gelöst wird. Diese Schicht bedingt (in Kombination mit der Sclereidenschicht) die braune Farbe der Samen.

Dann folgt die sogenannte Kleberschicht (Ölschicht, Fig. 12 u. 13, *kl*), gebildet von etwa isodiametrischen dickwandigen, 24 bis 35 mik breiten Zellen, von denen (in der Flächenansicht) etwa 10 von einer Grofszelle bedeckt werden. Sie fehlt dort, wo Mikropyle und Hilum zu suchen ist.

Betrachtet man den Inhalt dieser Zellen unter dickem Glycerin oder fettem Öl, so sieht man in ihnen eine grofse Menge eckiger Körner, die sich durch Jod tief gelb färben, eingebettet in eine durchsichtige, scheinbar homogene Masse (Fig. 12, *kl. g*). Läfst man nun zu dem in Glycerin liegenden Schnitte vorsichtig Wasser zufliefsen, so sieht man wie sobald der erste Tropfen Wasser hinzutritt, diese Körner sich auflösen, und nun erscheint ein Netzwerk feiner Fäden in der Zelle, hier und da ist schon jetzt ein Tröpfchen wahrzunehmen (Fig. 12, *kl. w*). Läfst man nun konzentrierte Schwefelsäure zum Präparate treten, so treten aus dem Netzwerk dort, wo es gerissen ist, Öltröpfchen hervor (Fig. 12, *kl. sh*). Ist der Zellinhalt jedoch intakt, so bleibt das Ganze nahezu unverändert erhalten und bildet, nachdem die Cellulosemembran aufgelöst, einen ovalen netzigen Ballen (Fig. 13, *kl. b*). Sobald man aber mit dem Deckgläschen einen Druck auf das Präparat ausübt und so den isolierten Zellinhalt zertrümmert, treten aus dem Maschennetze unzählige Öltröpfchen hervor. Auch jetzt bleibt das Netzwerk, oftmals wenigstens, noch streckenweise erhalten.

Aus diesem Verhalten geht hervor, dafs der Hauptbestandteil dieser Zellen fettes Öl ist, neben diesem kommen in Wasser lösliche Eiweifskörper in Körnerform darin vor und ein, wie die Reaktionen zeigen, sehr resistenter, Proteinkörper als Grundsubstanz. Denn mit Jod und Millon's Reagens erhält man in dem Zellinhalte, besonders aber in jenem Netz deutliche Eiweifsreaktion oder richtiger gesagt eine Gelb- bez. Rotfärbung. Denn es darf als ausgemacht gelten, dafs nicht nur Eiweifssubstanzen diese Reaktionen geben. Es ist aus verschiedenen Gründen nicht ganz unwahrscheinlich, dafs der wasserlösliche Körper ein Ferment ist. Kleber fehlt der Schicht gänzlich. Es ist daher unrichtig, diese Schicht „Kleberschicht" zu nennen. Wenn man ihr durchaus einen Namen geben will, so müfste man sie nach dem Hauptbestandteile „Ölschicht" nennen. Ganz ähnlich verhält sich übrigens die ebenfalls fälschlich Kleberschicht genannte äquivalente Zone bei den Cerealien.

Die nun folgende, stark lichtbrechende Zone ist als Nährschicht (Angew. Anatomie S. 459) anzusprechen. Entwicklungsgeschichtlich bildet sie mit der „Ölschicht" (*kl*) das innere Integument (Fig. 11, *teg. 2*). Diese Zone bleibt als „innere Samenhaut" zwischen Radicula und den Kotyledonen als zartes Häutchen erhalten (Fig. 1 und Fig. 12 bei *N*). Die Zellen sind stark kollabiert. Ihre Lumina sind nur als zarte Linie zu erkennen. Endosperm fehlt.

Der Samenkern besteht aus den gefalteten Kotyledonen und der Radicula. Die Blattoberseite ist bei den Kotyledonen schon im Samen deutlich von der Unterseite differenziert: die palissadenartige Streckung einer oder mehrerer subepidermalen Reihen tritt klar hervor (Fig. 1), die Oberseiten der Blätter liegen einander an. Es liegt also die Oberseite bei dem äufseren Kotyledon an der Innenseite, bei dem inneren an der Aufsenseite (Fig. 1). Zarte Procambiumstränge durchziehen die Kotyledonen (Fig. 15). Dieselben werden, wenn die Keimblätter bei der epigäen Keimung infolge Streckung des Hypokotyls über die Erde treten (Fig. 8—10) und ergrünen, sehr bald zu Gefäfsbündeln.

Die Radicula führt einen centralen Procambiumstrang, der bereits deutlich diarchen Bau (Angew. Anatomie, S. 366) zeigt und auch schon Pericambium und Endodermis erkennen läfst (Fig. 14). Die Epidermiszellen der Radicula und der Kotyledonen sind isodiametrisch-tafelförmig.

Der Inhalt der Zellen ist Aleuron, fettes Öl und Plasma, welch' letzteres man durch Zusatz von Essigsäure zu dem (durch Alkohol vom Öl befreiten) Schnitte als zartes Netz sichtbar machen kann (Fig. 15 bei *a*). Nur in zwei (wohl nicht ganz reifen) Samen fand ich Stärkekörnchen, Überreste der Stärke der unreifen Samen (s. oben). Ein Zellkern liegt in dem Plasmagerüst. Die Aleuronkörner sind im Maximum 8 mik breit und 16 mik lang und sehr mannigfach gestaltet, rundlich, verzogen, gekrümmt und gelappt, meist mit sehr unregelmäfsigen Umrissen. Die grofsen Aleuronkörner werden von einigen wenigen, sehr viel kleineren rundlichen Körnern begleitet. Sie enthalten in der Grundmasse zahlreiche, sehr kleine Globoide (Fig. 12 u. 16). Einige Zellen der Radicula und der Kotyledonen, die in ihrer Form nicht wesentlich von den übrigen abweichen (Fig. 15, *f*), enthalten andere (durch Jod tief gelb sich färbende) Eiweifskörper als die Mehrzahl der Zellen. Während sich die normalen Aleuronkörner in verdünnter Essigsäure lösen, bleiben diese darin ungelöst und lösen sich auch nicht, weder in Alkohol, noch in Glycerin. Durch Orcin-Salzsäure konnte Färbung nicht erhalten werden. Diese Zellen als Fermentzellen und ihren Inhalt als Ferment (Myrosin) zu betrachten, lag nahe. Die eben angeführten Reaktionen zeigen jedoch, dafs sich der Inhalt nicht wie ein Ferment verhält. Immerhin läfst sich durch einen Versuch feststellen, dafs das Myrosin (neben dem myronsauren Kali) in Kotyledonen und Radicula seinen Sitz haben mufs, denn wenn man die Samen von der Schale befreit, so tritt beim Zerquetschen mit Wasser der Senfölgeruch besonders beim Erwärmen ebenso hervor, wie wenn man die Samen mit der Schale in Wasser zerquetscht.

Pulver.

In Alkohol betrachtet, läfst das Senfpulver die charakteristischen Aleuronkörner in grofser Zahl erkennen. Läfst man alsdann Glycerin oder Chlorallösung zufliefsen, so tritt das Parenchym der Kotyledonen und der Radicula und die Details der zu eckigen Fragmenten zertrümmerten braunen Samenschale klar hervor.

Auf der gelbbraunen Sclereidenschicht (Fig. 13, *scl*) zeichnet sich das grofsmaschige braune Netz der Grofszellschicht (*gr*) deutlich ab. Die Sclereiden sind schmäler als beim weifsen Senf. Da und dort sind Zellen der Ölschicht (*kl*) mit ihrem charakteristischen Inhalte sichtbar und zahlreiche Öltropfen schwimmen im Präparate herum.

Der Samenkern wird mit Kali gelb, nicht orange (wie beim weifsen Senf). Kalkoxalat, Stärke, Zucker, Gerbstoffe fehlen ihm gänzlich.

Sarepta-Senf.

Die Samen von Brassica juncea Hook. fil. et Thoms. sind denen des schwarzen Senf sehr ähnlich. Sie besitzen auch eine ähnlich gebaute Samenschale. Die Sclereidenschicht besteht auch hier aus verschieden hohen, radial gestreckten Sclereiden. Die kürzesten sind gedrungen und ziemlich dickwandig. Sie zeigen im Querschnittsbilde der Samenschale an den Seitenwänden die gleichen kleinen Zacken wie die Sclereiden des weifsen Senf. Die längsten Sclereiden sind schlank, alle im oberen Theile dünnwandig und unmittelbar unter der Anfangsstelle der dünnen Wandpartie mehr oder weniger wulstig verdickt. Ihre Farbe ist gelb. Im Flächenschnitt sieht man bei höchster Einstellung die isodiametrischen Querschnitte des dünnen, bei tieferer die ebenfalls fast isodiametrischen Querschnittsbilder des dickwandigen Teiles der Zellen, ähnlich wie beim schwarzen Senf. Der Durchmesser der Sclereiden beträgt 10—15 mik; dadurch schon unterscheidet sich der Sareptasenf vom schwarzen. Die Aufsenwand der Sclereiden besteht aus einer dicken Schleimmembran, in der tangentiale Spalten und Schichten sichtbar sind. Der Schleim quillt nur wenig. Einen cellulären Bau konnte ich in dieser Schicht beim reifen Samen nicht wahrnehmen. Auch hebt sich bei Zusatz von Quellungsmitteln die Cuticula in continuo davon ab. Vielleicht hatte diese Schicht früher cellulären Bau und die Trennungswände der Zellen verschleimten später. Da entwickelungsgeschichtlich brauchbares Material nicht vorlag, konnte die Frage nicht definitiv gelöst werden. Die Schleimmembran liegt beim trockenen Samen der Sclereidenschicht als zarte Haut fest auf. Auf die Sclereidenschicht folgt eine einreihige Pigmentschicht und auf diese relativ grosse und dünnwandige „Kleber- bez. Ölzellen", zu innerst liegt die obliterierte Nährschicht. Grofszellen fehlen. Der Samenkern ist wie bei S. nigr. gebaut.

Betrachtet man die Samenschale von der Fläche, so sieht man auch hier wie beim schwarzen Senf, nur weniger deutlich, bei höchster Einstellung ein grofsmaschiges braunes Netz über den Sclereiden. Es rührt dies daher, dass die Sclereiden in regelmäfsigen Intervallen höher und kürzer werden und so, da die Schleimmembran ihnen fest aufliegt, isodiametrische Mulden entstehen.

Der Same zeigt denn auch dementsprechend, mit der Lupe betrachtet, zierliche Punktierung.

Die grofsen globoidreichen Aleuronkörner von 7—15 mik Länge werden von einigen kleineren rundlichen begleitet.

Neben den Aleuron führenden Zellen findet man ziemlich viele sog. „Eiweifsschläuche" (s. oben).

Da der Sareptasenf von der Samenschale befreit wird, besteht das Pulver desselben nur aus dem zerkleinerten Samenkern — Kotyledonen und Radicula. Man findet nur die dünnwandigen Parenchymzellen und die Aleuronkörner. Präpariert man mit Alkohol vom Öl befreites Material in Alkohol, so treten die letzteren sehr schön hervor, läfst man dann verdünnte Essigsäure hinzutreten, so bleiben (aufser den Membranfetzen) nur die Inhalte der „Eiweifsschläuche" übrig.

Kleine Reste der Samenschale findet man übrigens stets im Sareptasenfmehl.

Von Brassica Napus, der auf der Tafel der Ölpflanzen abgebildet wird, unterscheidet sich der schwarze Senf durch die bei ihm viel schmäleren Sclereiden und die fehlenden stabförmigen Kleinkörner der Aleuronkörner.

Sem. erucae (Sinapis alb.)

Die Früchte von Sinapis alba L. unterscheiden sich durch einen langen geflügelten Schnabel und reichliche Behaarung (Fig. 17 und 18) von denen des schwarzen Senf. Die Haare haben eine feinwarzige Kuticula (Fig. 19). Auch hier liegen die Samen entweder in einem oder in beiden Fächern (Fig. 18).

Die campylotropen Samen haben 2 Integumente. Das innere ist erheblich dicker als das äussere. Beide führen reichlich Stärke.

Die Samen sind rund und gelblich und zeigen nur bei Betrachtung mit einer starken Lupe sehr zarte Punktierung; sie sind gröfser als die Samen des schwarzen Senf und 1,5 mgr schwer.

Im grofsen und ganzen ist der Bau der Samen des weissen Senf von dem des schwarzen wesentlich nicht verschieden. In einigen Punkten weicht er jedoch ab.

Die Epidermis wird auch hier von einem Schleimepithel gebildet (Fig. 20, *schle*). Die Wandungen sind aber sehr viel mehr quellbar als beim schwarzen Senf. Unter Alkohol betrachtet zeigen sie, von der Fläche betrachtet, eine sehr verschieden breite, stark lichtbrechende helle Randpartie und eine weniger stark lichtbrechende Mitte. Im Querschnitte erweisen sie sich als schwach kegelförmig vorgestülpt; auch hier ist die hellere Randpartie deutlich, doch sieht man sie oftmals gegen den Zellscheitel hin stark verdünnt, auch tritt hier eine hellere, deutlich radial gestreifte und gezonte Mittelpartie

innerhalb der weniger lichtbrechenden Schicht und, gegen die Innenwand zu, das schmale Zelllumen hervor. Schichtung ist allenthalben, in allen Schichten wahrzunehmen. Läfst man nun Wasser zufliefsen, so quellen die Schichten alle sehr stark, doch scheint die unverletzte Zelle nicht gesprengt zu werden, vielmehr hält die primäre Membran (und aufsen die Kuticula) den Zellinhalt zusammen und wird nur stark gedehnt. Dort wo eine Sprengung der Aufsenmembran stattfindet, und dieselbe tritt wohl stets ein, wenn man verdünntes Kali einwirken läfst, kann entweder die Sprengung so erfolgen, dass der Inhalt kegelförmig hervortritt, oder aber die primäre Membran an der Aufsenseite der Zelle dort, wo die Kuticula aufliegt, zerreifst und der Inhalt als breiter Cylinder hervortritt. Wenn nun die stärker lichtbrechende und stärker quellbare peripherische Zone an der Spitze der Zelle dünner ist als an den Rändern, so wird bei Wasserzutritt allerseits um diese Stelle herum die Quellung stärker sein als dort. Die Folge davon ist, dass, da die Quellung der Schichten sehr rasch vor sich geht und die mittlere Partie gegen die stärker quellbare Seite zurückbleibt, die Kuticula an der Spitze des Schleimcylinders trichterförmig eingefaltet erscheint. Der Schleimcylinder selbst zeigt prächtige Schichtung und zarte, die Schichten rechtwinkelig schneidende Längsstreifen. Von oben betrachtet, sieht man in der Mitte eine deutlich geschichtete helle Partie, dann folgt eine schmale, etwas weniger stärker lichtbrechende Zone und zu äufserst liegt wieder eine breite hellere. Die beiden äufseren Zonen sind von sehr zahlreichen zarten, stark verkrümmten und verbogenen Tüpfelkanälchen durchzogen und deutlich gezont (Fig. 20 und 21).

Die Breite der Schleimepithelzellen variiert zwischen 62 und 90 mik. Der Membramschleim wird durch Jod-Schwefelsäure blau gefärbt, reagirt also wie die unechten Schleime, die bei Behandeln mit Salpetersäure keine Schleimsäure geben.

Unter dem Schleimepithel folgt eine im trockenen Samen stark zusammengefallene Doppelschicht (Unterschied vom schwarzen Senf) von weiten isodiametrischen Zellen mit collenchymatisch verdickten Ecken (Fig. 20 und 21, *gr*). Diese Schicht, auf dem Flächenschnitt klar hervortretend, besitzt Zellen, deren Querdimensionen etwa denen der Schleimepithelzellen gleich sind: ihre Breite beträgt im Durchschnitt 55—70 mik, sie sind also bisweilen etwas schmäler als das Schleimepithel. Ihre Membranen sind dick. In den collenchymatischen Ecken findet sich meist ein kleiner Intercellularkanal (Fig. 20 und 21).

Die nun folgende Sclereidenschicht (Fig. 20, *scl*) besteht aus nahezu gleich hohen, radial gestreckten Sclereiden, die an den Ansatzstellen der Radialwände der darüber liegenden Zellen kaum viel höher sind als in den dazwischen liegenden Teilen. Ihre Höhe beträgt etwa 20—27 mik, ihr Durchmesser 4—13 mik. Die Wandung besitzt den gleichen Bau wie bei den entsprechenden Zellen des schwarzen Senf, doch fehlt meist der Ringwulst am oberen Ende, und die Verdickung wäre innen und an der Seite wenigstens bis zu $^4/_5$ der Höhe eine ganz gleichmäfsige, wenn nicht statt des Ringwulstes zahlreiche schmale Ringleistchen ausgebildet würden. Dadurch erscheint die Seitenmembran der Sclereiden auf Samenquerschnitten fein gezackt (Fig. 20). Die Flächenansicht (Fig. 21, *scl*) ist die gleiche wie beim schwarzen Senf, nur tritt als wichtigstes Unterscheidungsmerkmal der fast gänzliche Mangel eines in die Membran gelagerten Farbstoffes hervor. Die Zellen sind lichtgelblich gefärbt, die Slereidenwand ist verholzt. Auch in der nun folgenden Schicht — der Pigmentschicht des schwarzen Senf — ist Farbstoff nicht vorhanden. Daher kommt es, dafs der weifse Senf eine lichtgelbliche Farbe besitzt. Die Ölschicht (Fig. 20 und 21) ist wie beim schwarzen Senf gebaut, ebenso die Nährschicht, nur ist diese breiter als bei jenem.

Trotz der sehr wesentlichen chemischen Differenzen ist der Inhalt der Embryozellen (in Radicula und Kotyledonen) anatomisch von dem der gleichen Zellen des schwarzen Senf nicht verschieden: zahlreiche Aleuronkörner und fettes Öl erfüllen die dünnwandigen Zellen. Der Bau der Samenschale, besonders die andere Färbung der Sclereidenschicht, reicht zur Unterscheidung beider auch in Pulverform völlig aus, und nur dann kommt man in Verlegenheit, wenn Pulver vorliegen, die aus geschälten Senfsamen (die Schale löst sich leicht ab) bereitet wurden — hier ist, wenn sich gar keine Schalenfragmente finden, nur die chemische Prüfung mafsgebend und entscheidend.

Mit Kali wird der Samenkern des weifsen Senf gelb, erwärmt man dann, so tritt eine gesättigte Orangefarbe hervor.

Im Pulver des weifsen Senf findet man die helle Sclereidenschicht, die collenchymatischen Grofszellen und Reste der Schleimzellen (Fig. 21) neben den Aleuronkörnern, Parenchymfetzen und Öltropfen des Samenkerns auf den ersten Blick leicht auf. Auch Fetzen der sogenannten Kleberschicht sind deutlich. — Die Sclereiden sind erheblich breiter als beim schwarzen Senf (siehe oben).

Tafel 5.

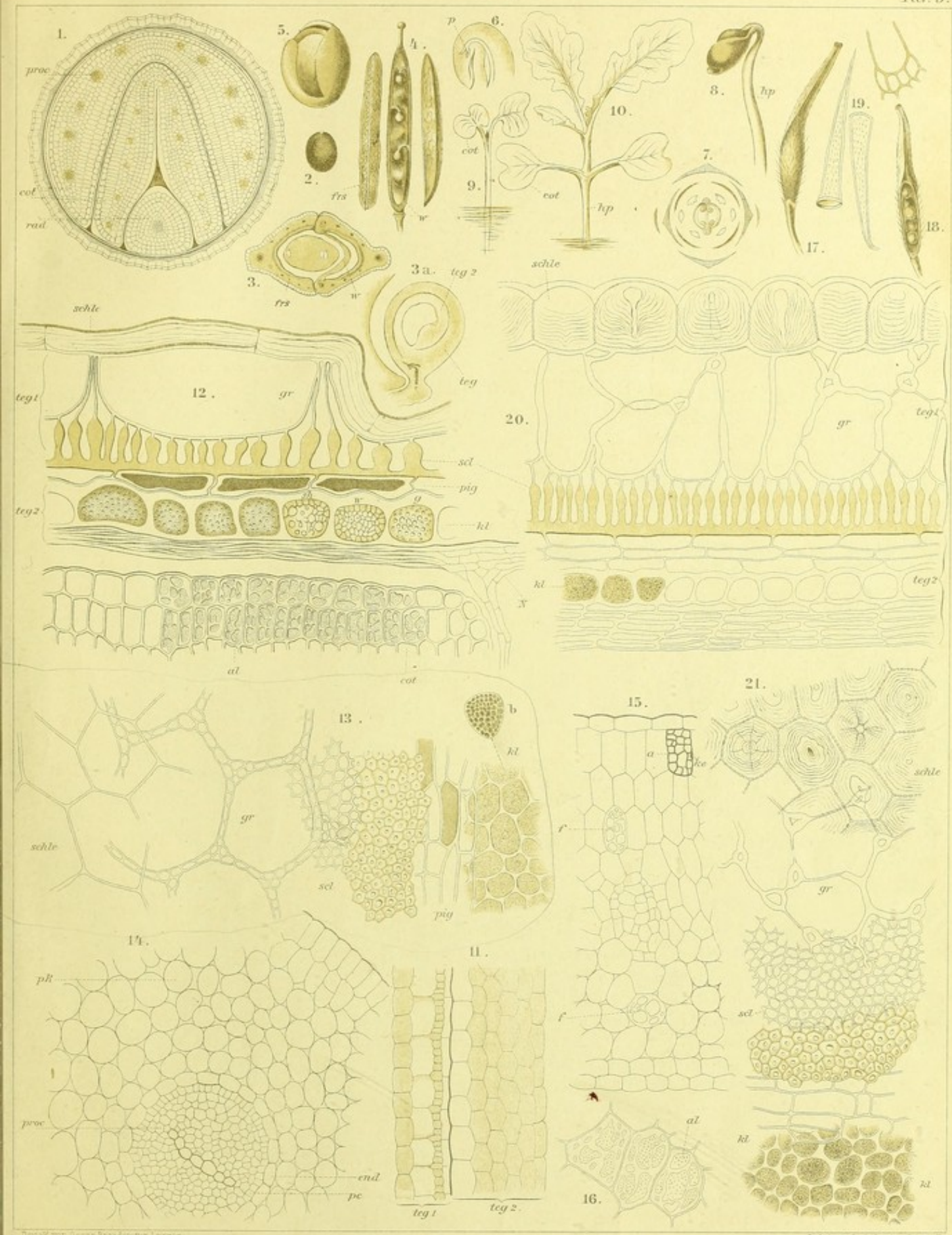
Erklärung der Abbildungen.

(Sem. sinapis nigr.)

Fig. 1. Lupenbild des Samenquerschnittes.
„ 2. Same von aufsen, Lupenbild.
„ 3. Querschnitt durch die Frucht. *frs* Fruchtschale, *w* Scheidewand.
„ 3a. Samenknospe an der Anheftungsstelle.
„ 4. Frucht nach dem Aufspringen.
„ 5. Samenkern, herauspräpariert.
„ 6. Samenkern, die Plumula zeigend.
„ 7. Diagramm der Blüte.
„ 8—10. Keimungsstadien.
„ 11. Die beiden Integumente der Samenknospe. *teg* 1 u. 2 nach erfolgter Befruchtung, im Querschnitt.
„ 12. Querschnitt durch die Randpartie der Samenschale.
Fig. 13. Flächenschnitt der Samenschale, die Schichten von aufsen nach innen nebeneinander.
„ 14. Querschnitt durch die Radicula.
„ 15. Querschnitt durch den Kotyledon, in der Mitte ein Procambiumstrang.
„ 16. Zellen aus dem Kotyledon mit Aleuron.

(Sem. sinapis alb.)

Fig. 17. Frucht von Sinapis alb.
„ 18. Frucht von Sinapis alb., Längsschnitt.
„ 19. Haare der Fruchtschale.
„ 20. Querschnitt durch die Randpartie des Samens.
„ 21. Flächenansicht der Samenschalenschichten.



Druck von Oscar Brandstetter Leipzig

Lith. Anst. v. Louis Oertner Leipzig

Kakao.

Kakaosamen, Kakaobohnen, Cocoa.

Die Frucht des Kakaobaumes (Theobroma Cacao L.) ist eine nicht aufspringende Kapsel. Sie entsteht aus dem 1—2 mm langen, aus 5 Carpellen gebildeten Fruchtknoten der auffallend kleinen, kauliflor — am Stamm oder den Ästen — entspringenden Blüten und entwickelt sich rasch bis zu einer aufserordentlichen Gröfse (bis 2 dcm). Es ist daher nicht überraschend, dafs der Fruchtstiel zugfest wie eine Wurzel gebaut ist: er zeigt einen centralen, markfreien Holzkörper (im Centrum liegt meist eine Schleimzelle) und eine an Bastfasern reiche Rinde, deren mechanische Elemente, ähnlich wie bei den Zweigen der Tilia, in Form von Dreiecken angeordnet sind. Die Rinde der Fruchtstiele enthält nur wenige sehr kleine Schleimzellen, dagegen sind die übrigen Organe der Blüte, besonders die relativ dicken Kelchblätter sehr reich an Schleimzellen.

Der Fruchtknoten entwickelt sich nach der Befruchtung rasch zu einer gestreckten, mit 5, den Carpellrändern entsprechenden Längsfurchen (Fig. 3) versehenen Frucht, die aufsen über und über mit kleinen Trichomen (Fig. 4) besetzt ist, die auf einem mehrzelligen Stiele ein mehrzelliges Köpfchen tragen, also ganz den Trichomen der Kotyledonen, den sog. Mitscherlich'schen Körperchen gleichen; daneben finden sich auch Sternhaare, wie sie die Malvaceen haben (Fig. 4 a). Ein ganz junges Früchtchen (Fig. 3) zeigt folgenden Bau: die Randschicht ist relativ breit und läfst deutlich die fünf, den Carpellrändern entsprechenden Furchen erkennen; in der Mitte jedes Carpellblattes liegt ein kleines Bündel. In das Parenchym sind aufserordentlich zahlreiche Schleimzellen verschiedener Gröfse eingebettet. Dann folgt eine Zone zarten Gewebes mit zahlreichen kleinen Prokambiumsträngen und darauf die radialstrahlig gebauten, in fünf, an der Spitze rhombischen Zapfenleisten nach innen einspringenden, die Placenten tragenden Querscheidewände. An den rhombischen Zapfenspitzen sitzen die Ovula. Dieselben füllen die Höhlungen nicht aus und alternieren in der Weise, dafs das eine Ovulum an der Placenta rechts, das folgende tiefere an der Placenta links u. s. f. angeheftet ist. So kommt es, dafs eine Reihe übereinander liegender Samen zur Hälfte der einen, zur Hälfte der benachbarten anderen Placenta angehört. In der Spitze der Leiste verläuft ein Bündel. Die Ovula sind anatrop und besitzen zwei Integumente (Fig. 5).

Bei einem älteren ca. 4 cm langen Früchtchen (Fig. 2) ist die schon bei dem Fruchtknoten in der Mitte der Carpellblätter angedeutete Furche tiefer geworden, so dafs nunmehr 10 Längsfurchen an der Frucht herablaufen, 5 seichte sekundäre und 5 tiefere primäre. Am inneren Rande der Randschicht findet sich eine aus zahlreichen, auffallend kleinen, meist im Querschnitte rundlichen oder wenig gestreckten Zellen bestehende Zone, vor der nunmehr zahlreiche kleine Gefäfsbündel nebeneinander liegen. Das Scheidewandgewebe ist ebenso wie die Randschicht stark vergröfsert. Die Ovula sind zu jungen Samen herangereift und erfüllen nunmehr die Höhlungen ganz. Das innere Integument ist zurückgeblieben und sehr schmal, das äufsere dagegen hat sich verbreitert und führt zahlreiche kleine Bündel, das Gewebe der Integumente ist meristematisch, eine Schleimzellenschicht noch nicht differenziert. Im Embryosack ist von der Peripherie her ein zartwandiges Endosperm mit hellem Saft entstanden (Fig. 12).

Bei einer noch älteren, 8 cm langen Frucht haben nun die Samen schon einen Durchmesser von 5 mm, die Fruchtschale ist auch jetzt noch mit den Köpfchenhaaren bedeckt. Die Zahl der Schleimzellen hat sich stark vermehrt. In dem subepidermalen Fruchtschalenparenchym liegen, die Zellen vollständig erfüllend, braunrote, durch Eisenchlorid sich schwärzende Phlobaphenmassen. Die Samenschale ist nunmehr vollständig ausgebildet. Hauptsächlich ist es das äufsere Integument, aus welchem sie sich entwickelt. Die Sclereidenschicht ist bereits angedeutet, eine Kuticula deutlich, die subepidermale Schleimzellenschicht wohl entwickelt (Fig. 11). Man sieht deutlich, dafs die unter der Epidermis der Samenschale liegende Zellreihe durch Tangentialteilungen an einigen Stellen mehrreihig geworden ist, die Zellen sich stark gestreckt und vergröfsert haben und in allen Schleim gebildet worden ist. An die sehr zarte Mittellamelle legt sich beiderseits eine sehr zarte, auf Jodschwefelsäure blau reagierende Celluloseschicht an. Da und dort führen die Schleimzellen — oft vortrefflich ausgebildete — Calciumoxalatkristalle. Schichtung ist allenthalben in den Schleimzellen deutlich (Fig. 11 u. 18), besonders bei Material, das lange in Alkohol lag. Nur höchst selten jedoch bemerkt man, dafs die Schichten konzentrisch um das Lumen herumliegen. Das Lumen liegt vielmehr excentrisch und tritt erst beim Behandeln mit Jodlösung hervor. Wir haben es hier mit Schleimmembranen zu thun, deren Membranschleim zu den echten Schleimen gehört. Da und dort (bei x u. y, Fig. 11) beginnt bereits die Mittellamelle zu degenerieren und sich im Schleim aufzulösen. Der Endosperm ist sehr dünnwandig (Fig. 12, *End*) und enthält nur Eiweifssubstanzen, keine Stärke. Er ist nur als Randschicht noch ausgebildet. Die Mitte des Samens enthält einen hellen Saft. Der Embryo ist noch nicht entwickelt.

An der völlig reifen Frucht (Fig. 1) sind die zehn Längsfurchen nur noch undeutlich zu sehen. Die in fünf Längsreihen angeordneten Samen (ca. 40) haben das Scheide-

wandgewebe, das „Fruchtmus“, stark zusammengedrückt, so dafs dasselbe als ein obliteriertes lockeres Gewebe den Samen umgiebt. Da die Samen niemals in gleicher Höhe inseriert sind, sieht man auf einem Querschnitte durch die Frucht die Samenlängsschnitte in sehr verschiedener Höhe. Meist wird der fünfte Samen durch den Schnitt gar nicht getroffen (Fig. 1 links unten), der vierte nur an der Samenschale oberflächlich angeschnitten (Fig. 1 rechts) und von den drei durch den Schnitt wirklich getroffenen Samenkernen ist nur einer in der Medianebene durchschnitten (Fig. 1 unten), so dafs nur bei ihm die Radicula mit den beiderseits angehefteten Kotyledonen sichtbar wird.

Die Schleimzellen, die reichlich in der Fruchtschale verteilt sind, zeigen meist sehr deutliche Auflösungsstadien, so dafs nur noch bei wenigen die Schichtung an der Schleimmembran erkennbar ist (Fig. 17, *a*, *c*, *e*), die meisten lassen nur mehr den mit Jod tief gefärbten Plasmaschlauch erkennen und der Schleim zeigt bereits deutliche Körnelung (Fig. 17, *b*, *d*).

Das „Fruchtmus“ besteht aus hyphenartig gestreckten Zellen, zwischen denen grofse Interzellularlücken liegen (Fig. 10, *I*). Reste dieses Fruchtmuses, d. h. der Scheidewände (s. oben), welche gegen die Samen hin durch eine innere Epidermis abgegrenzt sind, sitzen den Samen der Droge stets noch auf (Fig. 9, *I*). In den Zellen des Fruchtmuses beobachtet man — natürlich niemals bei Untersuchung frischen oder Alkoholmateriales, wohl aber stets bei den Samen der Droge — grofse Mengen von kleinen Saccharomyceszellen, die dadurch hierher gelangen, dafs man die Samen in Fermentierungskästen oder auf Haufen geschichtet einer Gärung (dem „Rotten“) unterwirft. Die hierbei sich lebhaft vermehrenden Gärungspilze trocknen, wenn die Samen nach vollendeter Fermentierung zum Trocknen ausgebreitet werden, in den dem Samen anhängenden Fruchtmusresten ein, und so kommt es denn, dafs man sie auf der Oberfläche aller gerotteten Kakaos findet (Fig. 9, *sach*). Da die Samen, indem sie sich beim Heranwachsen vergröfsern, sich fest an das Fruchtmus anpressen, ist es erklärlich, dafs namentlich die (innere) Epidermis der Fruchtwand bez. der Scheidewände denselben auch nach dem Herauslösen fest anhaftet. In der That sind mir noch niemals Samen im Handel begegnet, die auf ihrer Epidermis nicht mehr die Reste des Fruchtmuses und besonders die Epidermis desselben trügen. Fehlt das lückige, aus dünnwandigen, fadenartigen, 16—32 mik breiten, schlauchförmigen Zellen bestehende Parenchym (Fig. 10, *I*), so findet man doch die kleinzellige, aus langgestreckten, mit ihren stumpf zugespitzen Enden zwischen einander eingekeilten, 8—11 mik. breiten Zellen bestehende Fruchtmusepidermis (Fig. 10, *II*), die in Form von „Querzellen“ die Epidermis der Samenschale mehr oder weniger schräg schneiden (Fig. 10, *II*).

Oft gelingt es, das anhaftende Fruchtmus in eckigen Stücken vom Samen abzusprengen.

Die Epidermis der Samenschale (Fig. 9 und 10, *III*) besteht aus ziemlich grofsen, 30—43 mik breiten, in der Flächenansicht gestreckt-polyedrischen, relativ dickwandigen Zellen. Unter dieser Epidermis liegen grofse Schleimhöhlen (Fig. 9 und 10, *IV*), die aus den Schleimzellen (Fig. 11) in der Weise entstanden sind, dafs die letzteren sich stark vergröfsern oder die Trennungsmembranen zerreifsen oder aufquellen oder ganz sich lösen. Meist erkennt man jedoch noch die trennenden Membranen gut. Der Schleim der Schleimmembranen gehört zu den echten Schleimen (Angew. Anatomie, S. 193). Schichtung ist nur selten deutlich, das Ganze ist verquollen. Der Plasmaschlauch der Zellen ist nur beim Behandeln mit Jod als ein kleines Gebilde im Innern der Zellen zu erblicken (Fig. 9, *sch*). Auf dem Flächenschnitt sind die Trennungsmembranen der Schleimzellen kaum sichtbar, bisweilen erscheinen sie als zartes Netzwerk (Fig. 10, *IV*). Die einzelnen Gruppen der Schleimzellen sind durch Parenchymbrücken voneinander getrennt (Fig. 11 und 9).

Auf die Schleimzellenschicht folgt ein sehr lückiges, aus sternförmigen Zellen bestehendes Parenchym (Fig. 9 und 10, *V*), die von mir „Schwammschicht“ genannte Zone, in dem die zahlreichen und grofsen Gefäfsbündel liegen, welche aus sehr vielen, 5—10 mik breiten Spiralgefäfsen bestehen, die infolge Schwindens der Siebteilelemente meist ein lockeres Bündel bilden. Dann folgt die Sclereidenschicht. Die Zellen derselben sind 10—12 mik breit, 10—30 mik lang (Fig. 10, *VI*) und nur an der Innenwand und den Seitenwänden verdickt (Fig. 9, *VI* und Fig. 16) — Wanddicke 3—4 mik —, auf dem Flächenschnitt erscheinen sie polyedrisch scharfkantig. Die Schicht zeigt wie viele Schutzscheiden parenchymatische Unterbrechungsstellen („Durchbrechungsstellen des mechanischen Ringes behufs Herstellung des Saftverkehrs“). Dort sind die Zellen nicht sclerotisiert, sondern dünnwandig geblieben.

Bis hierher reicht das äufsere Integument (Fig. 12, *ia*), das im jungen Zustande nur 8 Zellen dick war, sich also stark verbreitert hat.

Das 7 Zellen dicke innere Integument (Fig. 12, *ii*) vergröfsert sich nicht, sondern behält auch im Samen seine Dicke bei, fungiert als Nährschicht (Angew. Anatomie, S. 459) und obliteriert mehr oder weniger (Fig. 9, *N*). Die innerste Zellreihe derselben, die innere Epidermis, ist zart und führt oft noch Stärke. So weit reicht die Samenschale. Dann folgt das Endosperm, welches zu einer zarten, silberglänzenden Haut („innere Samenhaut“) obliteriert ist, die den Samenkern nicht nur aufsen einhüllt, sondern auch in die Falten der Kotyledonen eindringt. Eine „Epidermis“ zeigt dieses Endosperm natürlich nur an der äufseren, rings um den Samenkern laufenden Partie, nicht in den Falten. Die Zellen derselben (Fig. 9 und 10, *VII*) sind klein und polyedrisch, 8—22 mik breit und 21—24 mik lang und oft mit Fett- und Fettsäurekristallen (bisweilen mit Oxalat untermischt) erfüllt. An den Falten liegt unter dieser Epidermis oft ein mehrzelliges, parenchymatisches, gleichfalls fettreiches Gewebe (Fig. 9); das übrige Endosperm ist besonders in den Falten so stark obliteriert (Fig. 9 und 10, *VIII*), dafs die Membranen der Zellen nur selten deutlich zu erkennen sind, wohl aber findet man auf der „Silberhaut“ oft die abgebrochenen Mitscherlich'sche Körperchen der Kotyledonen und der Radicula (Fig. 10, *VIII*) und bei feucht aufbewahrten Samen Pilzmycelien (und Milben).

Der Samenkern besteht aus den dickfleischigen Kotyledonen und der keuligen Radicula. Die letztere (Fig. 6, *rad*) läfst zwischen den Anheftungsstellen der beiden Kotyledonen (Fig. 6, *cot*) ein kleines Spitzchen, die Plumula, erkennen. Die Kotyledonen sind so bizarr ineinander gefaltet und zudem noch durch wiederholte Einschnürungen von aufsen und innen her fragmentiert (Fig. 7 und 8), dafs kein Querschnitt mit dem anderen übereinstimmt und der trockene Same nach Ablösung der Schale beim geringsten Druck in zahlreiche eckige Stücke zerfällt. Die Radicula liegt in einer verhältnismäfsig weiten Höhlung am breiteren Ende des Samens und ragt als kleines Spitzchen daselbst hervor (Fig. 8, *rad*).

Die Epidermis der Kotyledonen und der Radicula besteht aus polyedrischen Zellen, die zahlreiche braune, durch Eisenchlorid sich dunkler färbende, in Kali und Schwefelsäure unlösliche, die braune Farbe der Kotyledonaraufsenseite bedingende Körner und aufserdem bisweilen Kalkoxalattafeln enthalten (Fig. 9 und 10, *IX*). Einige dieser Epidermiszellen wachsen zu eigentümlichen mehrzelligen, oft köpfchentragenden Haaren (Fig. 10, *IX*, Fig. 15 *t*, Fig. 14 *t*) aus, die unter dem Namen „Mitscherlich'sche Körperchen" bekannt sind und deren Zellen ebenfalls zahlreiche solcher brauner Körnchen wie die Epidermis enthalten. Diese Haare sind an der äufseren, gegen die Schale gekehrten Seite der Kotyledonen sehr selten, in den engen Falten nicht häufig, in den weiten häufig und am zahlreichsten an der Radicula, die meist von einem ganzen Kranze solcher Haare umgeben ist (Fig. 13 b). Das Gewebe der Kotyledonen und der Radicula besteht aus einem dünnwandigen Parenchym, welches bei den Kotyledonen von Procambiumsträngen (Fig. 9, *proc*) und Gefäfsbündeln (Fig. 9, *gfb*) durchzogen wird, deren Gefäfse sehr zarte Spiralbänder zeigen und verholzt sind. Wohl ausgebildete verholzte Gefäfse sind bei Kotyledonen im allgemeinen selten zu finden. Gegen die Falten hin sind die Kotyledonarzellen in bogenförmigen Reihen angeordnet. Das Gewebe der Wurzelspitze läfst deutlich Dermatogen, Periblem und Plerom erkennen (Fig. 14). Etwas rückwärts von der Spitze sind die Spiralgefäfse bereits deutlich. Das Gefäfsbündelsystem ist bei der Radicula in Form eines sechsstrahligen Sternes angeordnet (Fig. 13 b). An der Spitze jedes Strahles liegen mehrere bereits entwickelte Spiralgefäfse (Fig. 13 bei *x*). Die Radicula besitzt ein grofses centrales Mark.

Der Inhalt der Radicular- und Kotyledonar-Zellen besteht aus festem Fett (Ester der Stearin-, Arachin-, Olein-, Palmitin- und Laurin-Säure), Stärke und Eiweifs.

Erwärmt man den Schnitt im Wasser, so schmilzt das feste, in der Droge oft in Nadeln kristallisierte Fett und tritt in Tropfen aus den Zellen hervor. Legt man die Schnitte kürzere Zeit in Alkohol, bis das Fett gelöst ist, so bleibt in den Zellen ein feines polyedrisches Netz derben Dauer-Plasmas (Fig. 19 und 20) übrig neben Stärke und einigen wenigen Aleuronkörnern. Die Stärke (Fig. 22) bildet rundliche, meist einzelne, selten zusammengesetzte, 1,5—14, meist 2—8 mik. grofse Körner, die bei den einzelnen Sorten wenig differieren. Sie sind z. B. bei Caracas 4, bei Bahia 6—8, bei Porto Cabello 9, bei St. Thomas 3—5, bei Guajaquil 3,3—5, bei Trinidad 6—11, bei Venezuela 8—14, bei Ceylon 5—7 mik. lang. Am entfetteten Schnitt gelingt die Blaufärbung mit allen Jodreagentien leicht, auch verkleistert die Stärke wie gewöhnlich.

Die Aleuronkörner finden sich in zwei Formen. Einmal solche, die mit Jod sofort tief gelb werden und ein relativ gut ausgebildetes Kristalloid enthalten (sehr selten), und dann solche, die mit Jod sich nicht färben, eine sehr derbe Haut haben und ein oder mehrere in Kali unlösliche, in Schwefelsäure lösliche Globoide führen. Niemals fand ich in ein und derselben Handelssorte beide Aleuronformen nebeneinander.

Verascht man einen Schnitt (auf der Platinschaufel), so bleiben die Globoide als rundliche, netzig gezeichnete Körner zurück, die sich zum Teil in Schwefelsäure lösen. Bei dieser Behandlung treten Gipsnadeln auf. Mehr wie ein Aleuronkorn fand ich in den einzelnen Zellen nicht. Durch langes Liegen in Kali werden diese Aleuronkörner rotviolett bis rötlichbraun.

Die Pigmentzellen (Gerbstoffzellen, Farbstoffzellen) sind regellos im Kotyledonargewebe verteilt (Fig. 15, *pig*), bisweilen zahlreicher am Rande der Kotyledonen. Sie liegen entweder einzeln oder zu mehr (3—4) -zelligen Reihen vereinigt, sind bald ebenso grofs wie die Kotyledonarzellen, bald gröfser und alsdann radial gestreckt, nur selten erreichen sie nicht die Gröfse der Kotyledonarzellen. Beim frischen Samen enthalten sie eine gelbliche Flüssigkeit, bei der Droge sind sie entweder leer oder enthalten (besonders am Rande der Kotyledonen) eine gelbe, braune oder violettbraune, homogene oder körnige, mit Kali blaugrünlich, mit Ammoniak bläulich, mit Eisenchlorid blauschwarz, mit Säuren braunrot werdende Masse. Die Reaktion mit Kali ist sehr unsicher. Alle Reaktionen variieren nach den Sorten ohne bestimmtes Gesetz. In der frischen Droge enthalten sie das Kakaoglykosid (Kakaonin). Beim Trocknen und besonders beim Rotten der Samen wird dies in Dextrose, Theobromin (und Coffein) und Kakaorot (einem Phlobaphen) gespalten. Hierbei dringen diese Spaltungsprodukte, in den Membranen der Zellen wandernd, in das ganze Kotyledonargewebe ein und das Kakaorot färbt die Membranen rot. Die Membranen werden daher bei der Droge durch Eisenchlorid dunkel. Derartige Membranfärbungen durch Phlobaphene sind bei Drogen etwas sehr häufiges. In das Innere der Fettzellen gelangen die Spaltungsprodukte nur selten. Ob das Kakaoglykosid den Kotyledonarzellen der frischen Samen gänzlich fehlt oder auch in ihnen enthalten ist, konnte ich nicht feststellen. Mittelst Salzsäure und Goldchlorid kann man bei besonders günstigem Material, d. h. wenn die Pigmentzellen noch geschlossen sind und Inhalt führen, Theobromin in ihnen nachweisen. Stets gelingt an Schnitten durch die Kotyledonen der Theobrominnachweis, wenn man die Schnitte in einen Tropfen Salzsäure legt, nach 3 Minuten einen Tropfen Goldchloridlösung (1 : 100) zusetzt und langsam abdunsten läfst. Am Rande des Tropfens erscheinen dann baumartige Kristallbildungen (Fig. 24) von Theobromin-Goldchlorid ($C_7 H_8 N_4 O_2 HCl Au Cl_3$). Legt man einige Schnitte in einen Tropfen verdünnter Salpetersäure, erwärmt schwach, setzt dann einen Tropfen Silbernitrat hinzu und (nachdem das Ganze halb eingetrocknet) einen Tropfen Wasser, so sieht man, nachdem das Präparat völlig

eingetrocknet ist, zahlreiche Kristalle von Theobromin-Silbernitrat ($NO_3H[C_7H_8N_4O_2]NO_3Ag$) über das ganze Gesichtsfeld verteilt und in den Pigmentzellen eingeschlossen. Die Kristalle sind anfangs gelb und haben die Form von Briefcouverts (Fig. 25), mit der Zeit werden sie braun. Auch Zucker ist in den Kotyledonarzellen leicht nachzuweisen. Benetzt man das Präparat mit einem Tropfen Ammoniak und fügt nach einigen Minuten einen Tropfen konzentrierter Silbernitratlösung hinzu, so entsteht eine tief rotbraune Fällung; lässt man dann eintrocknen, so findet man bisweilen lange, spiessige Nadeln im Präparat ($[C_7H_7AgN_4O_2]_2 + 3H_2O$?).

Der frische Same ist im Innern kaum gefärbt, nur aussen erscheint er durch die oben erwähnten Farbstoffkörper bräunlich. Die violette bis braune Farbe des gerotteten Samens rührt vom Kakaorot her, welches vornehmlich in den Membranen seinen Sitz hat und natürlich besonders reichlich in den und um die Pigmentzellen herum sich findet.

Die Pigmentzellen sind für die Diagnose der Sorten unverwendbar.

Läfst man zu einem in Wasser liegenden Schnitte durch den Kotyledon konzentrierte Schwefelsäure fliefsen, so tritt das Fett in Tropfenform aus den Zellen. Bleibt dann der Schnitt einige Stunden in der Schwefelsäure liegen, so erstarrt jeder Fetttropfen zu einem Haufwerk farbloser gekrümmter Fäden, zwischen denen nur selten Kristalle bemerkbar werden.

Das Pulver.

Das Kakaopulver gehört zu den anatomisch am schlechtesten charakterisierten Pulvern. Da die guten Kakaosorten aus den ohne die Schalen vermahlenen Samenkernen bestehen, besteht ihr Pulver nur aus den Fragmenten dieser, d. h. aus Fett, Stärke und Aleuron führenden, 20—40 mik grofsen Parenchymzellen, sowie den Pigmentzellen. Die Mitscherlich'schen Körper und die Endospermreste treten quantitativ sehr stark in den Hintergrund. Dagegen sind die Farbstoffkörner der Epidermis (Fig. 10, *IX*) deutlich und zahlreich. Man greift daher, um die Identität festzustellen, zu dem mikrochemischen Nachweis des Theobromins, der Stärke, des Aleurons (langes Liegen in Kali), des Kakaorots, des Fettes (siehe oben) und stellt durch Messung der Stärkekörner und der Gefäfsfragmente die Gröfse bez. Weite derselben fest. Durch Einlegen des Pulvers in Kali entsteht ein bald in Braun übergehender blaugrüner Hof um jedes gröfsere Partikelchen, durch Einlegen in Schwefelsäure ein rotbrauner. Fremde Beimengungen sind leicht zu ermitteln. Beigemengte Schalen machen sich teils durch die eigentümlichen Epidermisbilder (Fig. 10, *II. III*), teils durch die Sclereiden (Fig. 10, *VI*), sowie reichlicheres Vorkommen von Gefäfsbündelelementen bemerkbar. Spuren von Schalen findet man aber selbst in den besten Kakaosorten. Ich bediene mich, um sie aufzusuchen, der bei Diatomeen viel benutzten Schlämmmethode; die Schalenfragmente bleiben, da relativ schwer, im ersten Schlämmcylinder zurück. Man thut gut, stets einen Teil des Pulvers mit Äther-Alkohol zu entfetten, um klarere Bilder zu erhalten.

Als Verfälschung kommen besonders fremde Stärkesorten in Betracht, die leicht mit Hilfe des Mikroskopes erkannt und dann gemessen werden können.

Die Chokoladen enthalten den Kakao stets aufserordentlich fein zerrieben, so dafs man nur selten selbst in einem entfetteten und verkleisterten Präparate gröfsere Gewebsreste oder intakte Zellen findet; dagegen findet man in der Chokolade meist noch neben Zucker Stärke (Reis, Maranta, Weizen, Roggen, Kartoffel u. a.) und Gewürze (Zimmt, Vanille, Nelken, Muskatnufs, Cardamomen u. a.). Die letzteren sind (vergl. die betreffenden Tafeln) leicht mikroskopisch zu diagnostizieren.

In den medizinisch-diätetischen Chokoladen findet man Isländisch Moos, Salep, Gerstenmalz, Leguminosenmehl, Chinarinde u. s. w. Auch bez. dieser sind die betreffenden Tafeln zu vergleichen.

Taf. 6.

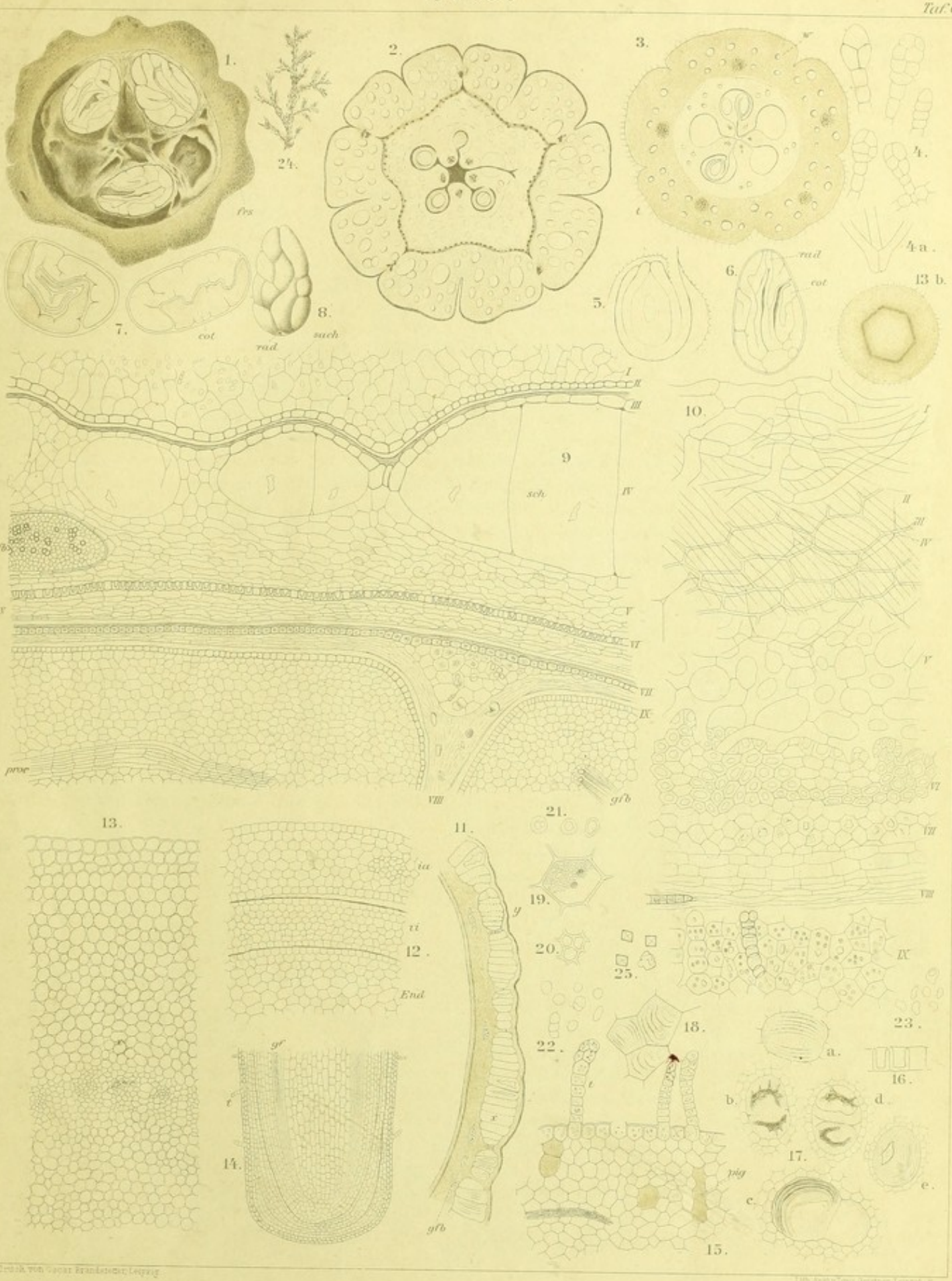
Erklärung der Abbildungen.

(Kakao.)

Fig. 1. Querschnitt durch die reife Frucht von Theobroma Cacao (stark verkleinert).
„ 2. Querschnitt durch eine junge Frucht (vergröfsert).
„ 3. Querschnitt durch ein ganz junges Früchtchen (stark vergröfsert).
„ 4. Haare von der Aufsenseite desselben.
„ 5. Ovulum.
„ 6. Same im medianen Längsschnitt.
„ 7. Samen im Querschnitt.
„ 8. Same von aufsen.
„ 9. Querschnitt durch die Randpartie des Samens.
„ 10. Flächenansichten der Samenschalschichten von aufsen nach innen, *I* und *II* Fruchtfleisch, *VII—IX* Endosperm und Kotyledonarepidermis.
„ 11. Querschnitt durch die Samenschale eines unreifen, aber entwickelten Samens, schematisch.
Fig. 12. Querschnitt durch die Randschicht eines sehr jungen, unentwickelten Samens.
„ 13. Querschnitt durch die Radicula (Segment).
„ 13 b. Querschnitt durch die Radicula, Lupenbild.
„ 14. Spitze der Radicula im medianen Längsschnitt.
„ 15. Randpartie der Kotyledonen im Querschnitt.
„ 16. Sclereidenschicht der Samenschale im Querschnitt.
„ 17 (a—e) u. 18. Schleimzellen.
„ 19. Entfettete Kotyledonarzelle.
„ 20. Plasmanetz derselben.
„ 21. Aleuronkörner.
„ 22. Stärkekörner.
„ 23. Farbstoffkörner der Epidermis des Kotyledon.
„ 24. Theobromin-Goldchlorid.
„ 25. Theobromin-Silbernitrat.

Cacao

Taf. 6.


1.
frs
24.
2.
3.
w
t
4.
4a.
5.
6.
rad
cot
13 b.
7.
cot
8.
rad
sach
9
sch
I
II
III
IV
V
VI
VII
IX
VIII
prve
gfb
10.
I
II
III
IV
V
VI
VII
VIII
IX
11.
y
x
gfb
12.
ia
ti
End
13.
14.
gf
t
15.
16.
17.
a.
b.
c.
d.
e.
18.
19.
20.
21.
22.
23.
25.
pig

Fol. sennae.

Sennesblätter, Feuilles de Séné, Senna leaves.

Die Blätter zweier Arten der Gattung Cassia kommen etzt als Sennesblätter in den Handel: aus Nubien die Blätter von Cassia acutifolia Delile (C. lenitiva Bisch.) — Fol. Sennae Alexandrinae —, aus Tinnevelly im südlichen Vorder-Indien die Blätter von Cassia angustifolia Vahl (C. medicinalis Bisch.) — Fol. Sennae Tinnevelly. Der Alexandriner Sorte sind Blättchen von Cassia obovata Colladon und Solenostemma Arghel Heyne (Arghel) in mehr oder weniger grofser Menge beigemischt.

Am meisten benutzt werden jetzt die Tinnevellyblätter, und diese seien denn auch der Beschreibung zu Grunde gelegt.

Die Blätter von Cassia angustifolia sind paarig gefiedert, mit 3—9 Blättchenpaaren. Die Blattspindel ist oben und unten furchig, die Blättchen sitzen ihr mit kurzen Stielchen an und werden an der Basis von je 2 sehr zarten Nebenblättchen behüllt. Sie lösen sich sehr leicht von der Blattspindel ab und besteht die Droge denn auch ausschliefslich aus den abgelösten Blättchen.

Die Blättchen von C. angustifol. (Fig. 8) sind lineal-lanzettlich, 2,5—5 cm lang, am Grunde schwach ungleichhälftig, nur wenig beharrt.

Durch bogenförmige Anastomosen der Rand-Nerven-Endigungen wird eine nervenfreie schmale Randpartie von dem übrigen, von zahlreichen Nervenanastomosen durchzogenen Blattgewebe abgetrennt.

Das Lupenbild zeigt, dass das Blatt eine sehr gleichförmige Dicke besitzt, selbst die Nerven treten sehr wenig und nur auf der Unterseite hervor. Nur der Mittelnerv ist auf der Unterseite etwas stärker herausmodelliert. Die Seitennerven, besonders die höherer Ordnung, liegen ganz in Mesophyll eingebettet. Die Dicke des Blattes beträgt meist 350—370 mik., jüngere Blätter sind dünner, 220 mik., ältere dicker, bis 470 mik. und mehr. Besonders auf den jüngeren Blättern sind mit der Lupe feine starre Härchen wahrzunehmen.

Ein Querschnitt durch ein Blatt der Tinnevelly Senna zeigt den typischen Bau centrisch gebauter Blätter (Angew. Anatomie S. 319): Ober- und Unterseite sind nicht different ausgebildet, an beiden Seiten ist Palissadengewebe entwickelt (Fig. 1). Die Blätter sind an der Pflanze auch nicht flach ausgebreitet, sondern infolge einer Drehung des Stieles mit ihrer Fläche senkrecht gestellt, ein Fall, der bei Pflanzen trockener Klimate sehr häufig beobachtet wird (Akazien Australiens, Melaleuca Leucadendron, Eucalyptus) und der den Zweck hat, die Insolationswirkung der Sonne und damit die Transpiration herabzumindern.

Die Epidermis der Ober- und Unterseite ist gleich gestaltet (Fig. 1, 2 und 3). Die Zellen sind relativ hoch, von der Fläche betrachtet vier- bis vieleckig, $\frac{30—40}{60—70}$ mik. weit, mit geraden (nicht welligen) Wänden. Über dem Hauptnerven ist die Epidermis der Blattunterseite kleinzelliger (Fig. 1). Oftmals sind die Epidermiszellen durch parallel der Organoberfläche verlaufende Wände scheinbar in zwei übereinander liegende Zellen geteilt, von denen die obere (äufsere) die kleinere zu sein pflegt. Die innere enthält Schleim, die äufsere den Plasmaschlauch. Thatsächlich handelt es sich hier aber nicht um 2 Zellen, sondern um eine, welche Zelle zuerst eine breite, bei Betrachtung unter Alkohol deutlich geschichtete Schleimmembran gebildet hat, der nach dem Zelllumen hin eine tertiäre Cellulosehaut aufgelagert ist (Fig. 1 und 4, *schle*). Es liegt also auch hier wie bei den Buccublättern kein Schleimhypoderm, sondern eine Schleimepidermis vor. Die Schleimzellen der Epidermis pflegen gegen die Palissadenschicht etwas vorgewölbt zu sein (Fig. 4). Zahlreiche Spaltöffnungen liegen auf beiden Blattflächen. Sie besitzen meist 2 Nebenzellen (Fig. 2 und 3) und sind etwas eingesenkt (Fig. 4, *st*), eine Eigentümlichkeit, die für Pflanzen trockener Klimate charakteristisch sind (Angew. Anat. S. 434). Die Atemhöhlen (Fig. 4, *H*) sind klein. In die Epidermis eingesenkt sind eigentümliche starre, einzellige Haare (*t*, Fig. 2,

3, 4, 4 b). Ihr Querschnitt ist um vieles kleiner als der der benachbarten, strahlig gegen das Trichom gerichteten (4—7) Epidermiszellen, er beträgt an der Basis etwa 13—16 mik. Die Haare sind 40—250 mik. lang, meist 100—130 mik. Ihre Oberfläche ist feinwarzig, ihr Lumen nur in der basalen Partie weit. Dasselbe verengert sich gegen die Spitze etwas, oft nicht unerheblich. Die basale Partie der Wandung des Trichoms besteht aus Cellulose, die übrige Wand ist so stark, kuticularisiert, dafs selbst längeres Liegen in Schwefelsäure sie nicht löst, dagegen tritt bei dieser Behandlung an der Innenwand eine feine Längsstreifung hervor, die oftmals wellig verläuft. Über das ganze Haar verläuft die Kuticula als zartes Häutchen. Die Kuticularschicht des Haares springt zapfenförmig nach innen gegen das Mesophyll vor, auch dieser konische Zapfenbleibt in Schwefelsäure ungelöst. Die Zahl der Haare ist bei Cassia angustifol. gering.

Die ganze Oberfläche des Blattes ist mit einer Schicht sehr kleiner Wachskörnchen und Stäbchen bedeckt (Fig. 1und 2, *W*).

Das Assimilationsgewebe besteht aus einem beiderseitigen Palissadenparenchym (Fig. 1, *p*), dessen sehr dünnwandige, mit zahlreichen Chlorophyllkörnern erfüllte, im Querschnitt rundliche (Fig. 2, *p*) Zellen oftmals eine aufserordentliche Länge erreichen. Sie sind auf der einen, der morphologischen Unter-Seite etwas kürzer als auf der Oberseite der Blätter. Das Palissadengewebe der Blattunterseite ist reicher durchlüftet als das der Oberseite (Gürtelkanäle, Fig. 1). Einzelne Palissadenzellen beider Seiten besitzen einen anderen Inhalt, der beim Einlegen in Chloralhydrat und Hinzufügen von Glycerin als ein netzig-maschiges Netz zurückbleibt (Fig. 4, *C*). Das central gelegene Merenchym (Fig. 1 u. 2, *mer*) ist relativ reich durchlüftet. In seinen Zellen findet sich gleichfalls Chlorophyll und da und dort eine Kalkoxalatdruse mit sehr spitzen Kristallen; auch Einzelkristalle oder Zwillinge finden sich häufig, besonders in den Zellen, die unmittelbar an das Palissadengewebe grenzen und in der Gefäfsbündelscheide, dort meist die Bastzellen begleitend.

Die Blattnerven führen kollaterale Gefäfsbündel und unterseits Collenchym. Die Gefäfsbündel (besonders der Hauptnerven) besitzen Bastbelege, vorwiegend auf der collenchymfreien, der Blattoberseite entsprechenden Seite, auf der anderen meist nur weniggliedrige Bastzellgruppen oder Bastsicheln. Zahlreiche bastzellfreie Bündelanastomosen durchziehen das Merenchym. Die Gefäfsbündel selbst, besonders die der Hauptnerven, sind strahlig gebaut. Den gegen die Oberseite konvergierenden, aus Netz- und Spiralgefäfsen bestehenden Gefäfsteilstrahlen liegen gegen die Blattunterseite zu Siebgruppen gegenüber (Fig. 1).

In den Epidermis- und subepidermalen Zellen am Nerven und am Blattrand, sowie auch im Siebteil findet man oft braune Farbstoffklumpen. Der Siebteil wird durch Kali purpurrot.

Die Blättchen von Cassia acutifolia (Alexandriner Senna) sind eilanzettlich, ungleichseitig, stachelspitzig (Fig. 9), stark behaart. Ihr Bau gleicht dem der Blättchen von Cassia angustifolia, nur findet man sehr viel mehr Haare auf der Epidermis (Fig. 5).

Die Blättchen von Cassia obovata sind umgekehrt eiförmig, sehr deutlich stachelspitzig, fast kahl (Fig. 10).

Die Arghelblätter von Solenostemma Arghel sind gleichseitig, lanzettlich, zugespitzt, lederartig steif, runzelig und infolge dichter Behaarung grau.

Ihr Bau weicht stark von dem der Senna ab. Die Epidermiszellen besitzen eine aufserordentlich dicke, sehr stark quellende Schleimmembran an ihrer Aufsenseite (Fig. 6, *epo* und *epu*), die deutliche Schichtung zeigt, wenn der Schnitt in Alkohol beobachtet wird. Auch diese Schleimmembran ist eine Anpassung an trockenes Klima. Die Kuticula ist zart. Die mit blasig erweiterter Basis der Epidermis eingesetzten Haare sind mehrzellig (Fig. 6, *t*) — Unterschied von Senna — und besitzen eine feinwarzige Kuticula. Sie werden an ihrer Basis von einem Kranze strahlig angeordneter Epidermiszellen umgeben (Fig. 7). Von ihrer Ansatzstelle verlaufen radialstrahlig zahlreiche grobe Kuticularfalten, auch sonst ist die Kuticula gefaltet (Fig. 7). Die Stomata (Fig. 6, *st*) mit 2 bis 5 Nebenzellen sind nur wenig eingesenkt. Palissadengewebe findet sich sowohl an der Oberseite wie an der Unterseite. Die Zellen desselben sind sehr unregelmäfsig gestaltet (Fig. 6, *p*). Das ganze Gewebe ist reichlich durchlüftet. Sowohl im centralen Merenchym wie in den Palissadenschichten finden sich zahlreiche, als Sphärokristalle von fast genau runder Gestalt ausgebildete Kalkoxalatkristalle und eingestreut in das Grundgewebe viele rundliche oder gestreckte, einzeln oder zu Gruppen vereinigte verkorkte Sekretzellen, die mit einem gelben Exkret erfüllt sind (Fig. 6, *scb*). Die Bündel der Nerven sind bikollateral und führen keine Bastfasern (Unterschied von Senna).

Unter dem Namen Folliculi sennae sind die Früchte der Sennaarten in Gebrauch; freilich nur noch wenig und wohl nur als Volksmittel. Da es aber vorgekommen ist, dafs ihr Pulver als Verfälschungsmittel des Sennesblätterpulvers benutzt wurde, seien die Früchte von Cassia angustifolia kurz beschrieben.

Die Hülsen der Cassia angustifol. sind häutig, flachgedrückt, rundlich sichelförmig, gegen die Bauchnaht gekrümmt, durch den Griffelrest schief und kurz geschnäbelt, an den Samen etwas bauchig aufgetrieben. Die Nervatur geht vom Rande zur Mitte (Fig. 20). Im Querschnitt sieht man daher die von Brachy-Sclereiden und Kristallkammerfasern (mit Oxalat-Einzelkristallen) begleiteten Nervenbündel im Längsschnitt, im radialen Längsschnitt (Fig. 17, *gfb*) im Querschnitt. Auf eine sehr dickwandige Epidermis (Fig. 16 u. 17, *Ep*) folgt ein weites Parenchym (Fig. 16—18, *Par*) und eine aus mehreren Reihen bestehende Schicht sclerotischer Fasern (Librosclereiden),

deren Zellen im radialen Längsschnitt und Querschnitt durch die Fruchtwand viereckig oder gestreckt erscheinen (Fig. 16 und 17, *scl*). Der Bau dieser Schicht erhellt aus dem tangentialen Längsschnitt. Es sind (Fig. 19) mehrere Schichten langer, dickwandiger Zellen, die in den einzelnen Schichten in verschiedenen, sich schief kreuzenden Richtungen streichen. Die innerste Schicht der Fruchtschale ist ein stark obliteriertes Parenchym (Fig. 17, *obl*). Die Epidermis zeigt — von der Fläche betrachtet — gestreckte Zellen (Fig. 18, *Ep*). Hier und da sieht man vereinzelte Spaltöffnungen und Haaransatzstellen (Fig. 18).

Die Samen sind breit-verkehrt-herzförmig, fast keilförmig, zusammengedrückt, runzelig-warzig, an dem verschmälerten, schnabelförmigen Ende mit auf beiden Seiten deutlich sichtbarem Nabelstreifen. Dort liegt das kurze, keulige Würzelchen (Fig. 11, 13, 14, 15), dem die beiden dünnen, blattartigen, verkehrt-herzförmigen Kotyledonen ansitzen (Fig. 15). Dieselben liegen einander flach auf, sind von je 3 wenig gegabelten Nerven durchzogen und zeigen an den einander aufliegenden Seiten unter der Epidermis 2 Reihen langer Palissaden, an den abgekehrten Seiten 2—3 Reihen kürzerer Palissadenzellen. Der Keimling ist eingebettet in ein dickes Schleimendosperm (Fig. 13, *End* und Fig. 21, *VIII*). Dasselbe besteht aus Zellen mit dicken Schleimmembranen und meist exzentrischem Lumen. Die primäre Membran (Fig. 25 u. 26, *J*) ist deutlich, ebenso die tertiäre, das Lumen umgebende Membranschicht (Fig. 25 u. 26, *tert*). Die sekundären Membranschichten zeigen an einigen Stellen (besonders dann, wenn man zu dem in Wasser liegenden Präparate Glycerin setzt) Schichtung (Fig. 21, *VIII*, Fig. 25 u. 26), die Hauptmasse derselben erscheint aber meist als durchsichtiger Schleim. Die Intercellularsubstanz (primäre Membran) und die tertiäre Membran geben die Cellulosereaktion, letztere sehr schwach (Celluloseschleim), die sekundäre Membran besteht aus echtem Schleim. Im Lumen der Zellen liegen 1—3 Aleuronkörner. Die Samenschale wird bedeckt von einer den Falten der Schale (Fig. 11) entsprechend wellig verlaufenden Sclereidenepidermis.

Die stabförmigen, im Querschnitt polyedrischen (Fig. 24, *II*) Sclereiden besitzen eine ungleich verdickte Cellulosewand und werden von einer sehr eigentümlichen Aufsenschicht bedeckt (Fig. 21, *I*). Diese Aufsenschicht ist differenziert in die zarte Kuticula, eine helle äufsere, in H_2SO_4 unlösliche, und eine gegliederte innere Schicht (Fig. 27 a). Die letztere besteht aus vorgewölbten, aus Cellulose bestehenden breiten Zapfen und einem zwischen diesen liegenden, im mit H_2SO_4 behandelten Querschnitt zapfenförmig vorspringenden (Fig. 27 b), auf der Flächenansicht netzig erscheinenden, in H_2SO_4 unlöslichen Balkengerüst (Fig. 27 c, Fig. 22). So kommt es, dass die die Sclereiden (Fig. 21, *II*) bedeckende Aufsenschicht im Querschnitt innen gestreift erscheint (Fig. 21, *I*), im Flächenschnitt von innen betrachtet — bald wie Fig. 23, bald wie Fig. 22 sich darstellt. Die ganze Schicht löst sich leicht von der Sclereidenschicht ab (Fig. 21).

Unter der Sclereidenschicht liegt eine T-Zellenschicht (Fig. 21, *III*), deren Seitenwände stärker als Aufsen- und Innenwand verdickt sind (Fig. 21 u. 24, *III*), dann folgt ein in den Samen-Faltenbergen mächtig entwickeltes, in den Faltenfurchen dünnes Parenchym (Fig. 21 u. 24, *IV*), und zu innerst liegt wieder eine T-Zellenschicht (Fig. 21 u. 24, *V*). Dann folgt die Nährschicht (Fig. 21, *VI*).

Das Pulver.

Bei gröberem Pulver lassen sich leicht so grofse Gewebefetzen herauslesen, um an ihnen die beschriebene Struktur erkennen zu können. Besonders gröfsere Stücke der Epidermis mit den Haarbasen treten sofort hervor, ebenso die langen Palissaden, ganze Haare und Haarfragmente. Bei dem feinen Pulver, das vornehmlich in den Apotheken gehalten wird, ist das ganze Gewebe stark zertrümmert, besonders die Palissaden, wie überhaupt alle dünnwandigen Elemente sind stark mitgenommen.

Deutlich treten die Haare hervor, die an ihrer warzigen Oberfläche, selbst an kleinen Fragmenten noch aufs beste erkannt werden können, auch kleine Stücke der Epidermis (natürlich in der Flächenansicht) sind meist aufzufinden, schwieriger schon Bastzellgruppen mit anliegenden Kristallschläuchen oder Einzelkristallen. Die Drusen sind zertrümmert. Die Elemente des Gefäfsbündels, die ebenfalls überall verstreut liegen, bieten nichts für Senna Charakteristisches.

Das grüngelbliche Pulver wird mit Kali rotbraun. In allen Pulvern der Alexandriner Senna wird man ebenso wie in der Droge einzelne Arghelblätter und Cassiasamen finden. Die Beimengung der ersteren erkennt man auch im Pulver sehr deutlich an den mehrzelligen Haaren des Arghelblattes. Die Elemente der Samen sind ebenfalls leicht zu finden (Fig. 24).

In mit dem Pulver der Folliculi verfälschtem Sennapulver findet man die Elemente der Fruchtschale (besonders die Sclereidenzone, Fig. 19) und der Samenschale (Fig. 24). Ein solches Pulver ist sehr schleimreich.

Tafel 7.

Erklärung der Abbildungen.

(Senna.)

Fig. 1. Querschnitt durch den Mittelnerven des Blattes von Cassia angustifol.

„ 2. Flächenschnitte durch das Blatt mit einem Seitennerven.

„ 3. Flächenansicht der Epidermis der Unterseite.

„ 4. Epidermis der Blattoberseite im Querschnitt.

„ 4 b. Ein Haar (2—4 b von Cassia angustifolia).

„ 5. Epidermis der Blattoberseite von Cassia acutifolia.

„ 6. Querschnitt durch ein Blatt von Solenostemma Arghel.

„ 7. Flächenansicht der Epidermis der Oberseite des Arghelblattes.

„ 8. Blatt von Cassia angustifolia.

„ 9. Blatt von Cassia acutifolia.

„ 10. Blatt von Cassia obovata.

„ 11. Same von Cassia angustifolia.

„ 12. Same von Cassia acutifolia.

„ 13. Same von Cassia angustifolia, quer durchschnitten.

„ 14. Derselbe, radialer Längsschnitt.

Fig. 15. Same von Cassia angustifolia, tangential median durchschnitten.

„ 16. Querschnitt durch die Fruchtschale von Cassia angustifolia.

„ 17. Fruchtschale, radialer Längsschnitt.

„ 18. Flächenschnitt, Oberseite.

„ 19. Flächenschnitt, Hartschicht.

„ 20. Frucht von Cassia angustifolia, den Verlauf der Nerven zeigend.

„ 21. Querschnitt durch die Randschicht des Samens von Cassia angustifol.

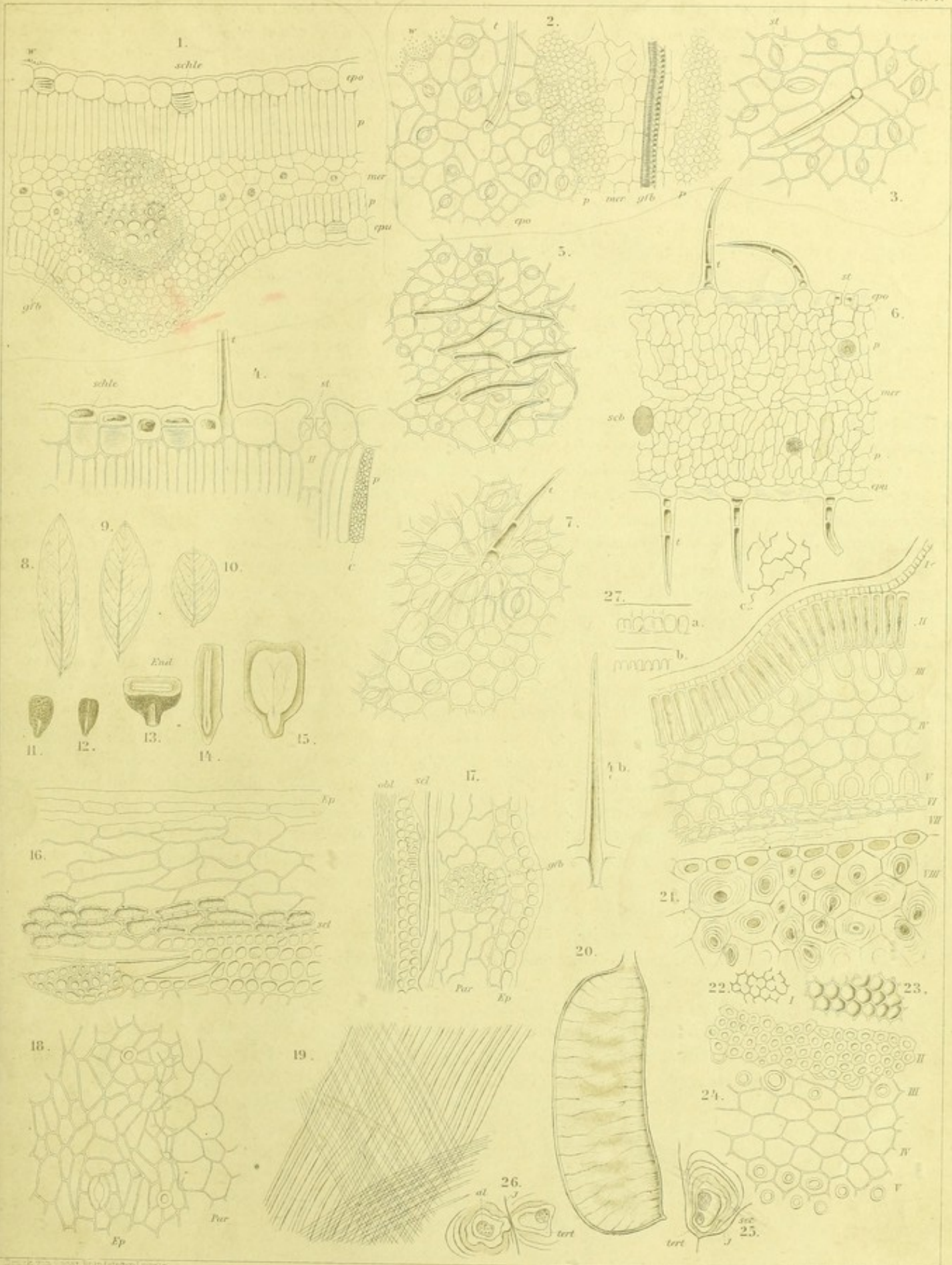
„ 22 u. 23. Flächenansichten der Aufsenschicht (*I*) von innen.

„ 24. Flächenansichten der Schichten *II*—*V*.

„ 25 u. 26. Schleimzellen aus dem Schleimendosperm in Wasser.

„ 27 a. Aufsenschicht (*I*) in Wasser (Querschnitt).

„ 27 b u. c. Dieselbe nach Behandlung mit Schwefelsäure.


1.
w
schle
epo
p
mer
p
epu
gfb
2.
w
t
p
mer
gfb
P
epo
3.
st
4.
t
schle
st
H
p
c
5.
6.
t
st
epo
p
mer
scb
p
epu
t
c
7.
t
8.
9.
10.
11.
12.
End
13.
14.
15.
27.
a.
b.
I
II
III
IV
V
VI
VII
VIII
21.
½ b.
16.
Ep
std
17.
obl
scl
gfb
Par
Ep
18.
Par
Ep
19.
20.
22.
I
23.
II
24.
III
IV
V
26.
al
J
tert
tert
J
scl
25.

Rad. et Stolones liquiritiae.

Rad. glycyrrhizae, Lakrizwurzel, Süssholz, Racine de Réglise, Liquorice Root.

Das spanische Süfsholz besteht fast nur aus den (knospentragenden) Ausläufern, das geschälte russische vornehmlich aus den Wurzeln von Glycyrrhiza glabra L.

Das Lupenbild der Ausläufer (und Wurzeln) von Glycyrrhiza glabra, der offizinellen Rad. liquiritiae (Fig. 1), zeigt (am aufgeweichten Querschnitt) ein sehr schmales graues Mark und einen ganz regelmäfsig radial-strahligen, orangegelben Holzkörper, der besonders an der Peripherie zahlreiche weite Gefäfsöffnungen erkennen läfst und von einer grauen Kambiumlinie nach aufsen begrenzt wird. Die lichtgrau-gelbliche Rinde ist von Radialstrahlen (*rst*, Fig. 1) durchzogen, die nach aufsen spitz endigen und das Phloëm darstellen, zwischen dem die grauen Rindenstrahlen liegen.

An der Droge sind oftmals Knospen zu finden, wenn es (wie es gewöhnlich der Fall zu sein pflegt) Ausläufer sind, die vorliegen.

Beim russischen Süfsholz pflegt die Rinde in radialer Richtung zerrissen zu sein.

Das centrale primäre Bündel der Wurzel ist radialdiarch, triarch oder tetrarch; meist ist es triarch (Fig. 2) oder tetrarch und die drei bez. vier weniggliederigen Gefäfsstreifen bilden alsdann einen drei- bez. vierstrahligen Stern. Sehr frühzeitig wird das Bündel kollateral. Schon in ganz zarten Wurzeln findet man zwischen den Strahlen dieses Sternes grofse sekundäre Gefäfsgruppen und vor diesen, den Siebteil bescheidend, reichgliederige Bastzellgruppen. (Angew. Anatomie S. 282.)

Gleichfalls sehr frühzeitig tritt unter der verkorkten Endodermis im Perikambium lebhafte Korkbildung ein, die zur Entstehung eines inneren Korkmantels von nicht selten 4 Reihen Korkzellen führt. Durch diese innere Korkbildung wird die primäre, die Reste der Wurzelhaare tragende Rinde aus dem Saftverkehr ausgeschieden, ihre Zellen werden braun, das Gewebe stirbt ab und wird sehr frühzeitig ganz oder teilweise abgeworfen. (Angew. Anatomie Fig. 315) Schliefslich liegt die vielzellige innere Korkendodermis ganz aufsen.

Bei der ganz jungen Wurzel liegt im Centrum des Ganzen ein Gefäfs, von ihm aus strahlen die primären Gefäfsplatten aus. Bei weiterer Entwicklung treten in dem centralen, dieses Gefäfs umgebenden Holzparenchym Teilungen ein, die zur Bildung eines allerdings niemals erhebliche Mächtigkeit erreichenden Markes führen. Bei einer 3—4 mm dicken Wurzel bestand das centrale Markparenchym nur aus 5 Zellreihen, bei einer Wurzel von 8—10 mm Dicke allerdings schon aus ca. 50 — irgendwie erheblich ist es aber auch hier nicht und dadurch unterscheiden sich hier wie anderwärts die Wurzelorgane von den Stammorganen, denn bei letzteren ist schon in den jüngsten Entwicklungsstadien ein relativ mächtiges Mark vorhanden.

Bei einer 3—4 mm dicken Wurzel erkennt man die primären Gefäfsgruppen noch vortrefflich, da von ihnen aus breite primäre Markstrahlen ausstrahlen. Das sekundäre Holz besitzt schon in diesem Stadium radial-strahlige Anordnung. Zwischen den 3—4 primären Gefäfsgruppen liegen ziemlich im Centrum 3—4 Bündel und diese strahlen nach aufsen fächerförmig aus. Die Zahl der Fächerstrahlen betrug hier 3—5, sie werden von sekundären Markstrahlen getrennt.

Bei einer 8—10 mm dicken Wurzel sieht man die primären Gefäfsgruppen und die vier breiten primären Markstrahlen immer noch deutlich, wennschon etwas verschoben; die zwischen letzteren liegenden sekundären Holzpartien zeigen jetzt schon 10—13 Fächerstrahlen. Die primäre Rinde ist nur noch in kleinen Fetzen vorhanden. In späteren Stadien wird der Bau des Protoxylems (Angew. Anatomie S. 328) undeutlich.

Die Ausläufer sind wie typische Stengelorgane gebaut. In einem 3 mm dicken Ausläufer findet man einen weiten, undeutlich fünfeckigen Kreis von 22 kollateralen Gefäfsbündeln, die ein weites Mark umschliefsen und durch Mark- bez. Rindenstrahlen voneinander getrennt sind. Durch die Thätigkeit von interfascikularem Kambium wird die Zahl der einzelnen, den Gefäfsbündelkreis bildenden Gefäfsbündel derartig vermehrt, dafs in einem 15 mm dicken Ausläufer sich schon 45 durch, bis ans Mark reichende, primäre Markstrahlen voneinander getrennte Bündel finden, die nach aufsen zu wieder in zahlreiche, durch sekundäre Markstrahlen getrennte Holzstrahlen

auslaufen, so dafs am Kambium die Zahl der durch sekundäre und primäre Markstrahlen getrennten Bündel oft 90—100 beträgt. Die primären Holzgruppen liegen hier stets an dem inneren Ende des betreffenden Holzstrahles, nie (wie bei der Wurzel) zwischen den sekundären Holzbündeln. Doch kann dies als Unterschied zwischen Wurzel und Ausläufer nicht wohl angesehen werden, da nachträgliche Verschiebungen bei beiden das klare Bild trüben. Ausläufer von dieser Dicke und diesem Bau bilden das Gros der Droge, in der sich nur selten echte Wurzeln vorfinden: die Pflanze bildet eben mehr Ausläufer als Wurzeln.

Bemerkenswert erscheint es, dass auch in den Ausläufern innerer Kork gebildet wird. Dort, wo diese Bildung bei der Wurzel eintritt, in der das Bündel unmittelbar umgebenden Partie, da tritt sie auch hier ein. Da diese innere Korkbildung auch hier sehr frühzeitig, wenn auch nicht so frühzeitig wie bei der Wurzel, beginnt und mir ganz junge Ausläufer nicht zur Verfügung standen, konnte ich nicht feststellen, ob die Korkbildung in der den Bündelkreis umgebenden Stärkescheide ihren Anfang nimmt. Jedenfalls liegt an der Stelle, wo die Stärkescheide zu suchen wäre, schon bei einem 2 mm starken Ausläufer ein mehrzelliger, rings umlaufender Korkmantel, und die ausserhalb dieses Mantels sich findende primäre Rinde ist braun und abgestorben. Später wird dieselbe ganz abgeworfen, doch sind selbst in der Droge noch oftmals Reste derselben aufzufinden. Merkwürdig erscheint es, dass die Epidermiszellen der primären Rinde der Ausläufer wurzelhaarartig ausgestülpt sind. Wurzelhaare an Stengelorganen sind selten. Sehr schön ausgebildet sind sie an den unterirdischen stärkeführenden Knollen einiger Equisetumarten.

Der Bau der älteren Ausläufer, wie sie in der Droge vorherrschen, ist folgender: Zu äusserst liegen die abgestorbenen Reste der primären Rinde — fehlen meist ganz —, dann folgt der Kork, 10 bis 25 Zelllagen dick, der sich von innen her aus dem bildungsthätig bleibenden Phellogen in dem Mafse erneuert, wie er aufsen abstirbt. Er ist oft durch, aus dünnwandigen, zarten Zellen bestehende Trennungsschichten unterbrochen (Fig. 8, *ktr*) und in diesen reisst alsdann der Kork (in Lappen) ab, so dafs man oft Korkschuppen auf der Oberfläche findet. Nach innen bildet das Phellogen eine oder zwei Reihen parenchymatisches Phelloderm (Fig. 8, *pd*). In der unter dem Kork liegenden Rindenpartie finden sich Zellen mit Oxalatkristallen, welch letztere von einer Haut umgeben sind, ferner Bastzellen und sehr zerstreute obliterierte Protophloëmbündel (Angewandte Anatomie S. 328).

Die sekundäre Rinde (Innenrinde) ist in radialer Richtung von am Kambium meist 3—8 Zellen breiten, sich nach aussen verbreiternden, im radialen Längsschnitt mauerförmigen (*rst* in Fig. 5), im tangentialen Längsschnitt länglich elliptischen Rindenstrahlen typischer Form, deren Zellen Stärke und fettes Öl enthalten, durchzogen. Zwischen diesen liegt der sekundäre Siebteil. Die ziemlich starkwandigen Siebröhren, deren Siebplatten im Herbst mit Callus verschlossen werden, und die Kambiformzellen sind nur unmittelbar an der, übrigens wenig deutlichen, Kambiumzone normal entwickelt (Fig. 5, *s*), und funktionierend, schon in der unmittelbar daran grenzenden Zone sind sie obliteriert (Fig. 5 rechts), d. h. durch den Turgor der benachbarten Zellen, besonders des Phloëmparenchyms (Fig. 3 und 5, *php*), zusammengedrückt. Die Streifen und Bänder dieser obliterierten Siebelemente (Hornprosenchym, Keratenchym, Angew. Anatomie S. 346) durchziehen in oft sehr zierlichen Figuren das Quer- und Längsschnittsbild des Siebteils und sehen auf den ersten Blick wie Wandverdickungen aus, doch erkennt man noch deutlich das spaltenförmige Lumen der Zellen (*s* in Fig. 3). Begleitet werden Siebröhren und Kambiform von Phloëmparenchym, welches reichlich Stärke, ferner (durch Schwefelsäure und Osmiumsäure nachweisbares) fettes Öl in geringer Menge und Kalkoxalat in charakteristischen, monosymmetrischen Kristallen (Einzelkristalle und Zwillinge) führt. Letztere sind besonders in der Umgebung der zahlreichen, den Siebteil (besonders reichlich im mittleren Teile der Rinde) durchsetzenden Bastzellgruppen in sogenannten Kammerfasern (Fig. 5, *km*) enthalten.

Die Kristalle liegen in sehr eigentümlichen Zellen (Fig. 6 a und b), deren Membran sehr stark (bis dicht an den Kristall) und meist auch unregelmäfsig verdickt ist. Häufig ist die Verdickung gegen das Bastzellbündel hin stärker als auf der anderen Seite, und nicht selten fehlt sie dort, wo der Kristall an die eine Wand heranrückt, ganz. Die innerste Partie der Wand, die sogenannte tertiäre Membran, besitzt ein anderes Lichtbrechungsvermögen als die sekundäre Wandverdickung, und so sieht es auf den ersten Blick aus, als ob der Kristall in einer Tasche stecke (Fig. 6 b). Die Wandverdickungen quellen mit Kali stark, geben schwache Ligninreaktion und werden mit Jodschwefelsäure blauviolett. Ihre Substanz bildet also ein eigentümliches Zwischenglied zwischen der Cellulose und dem Celluloseschleim. Diese Verdickungsschichten schützen in unangeschnittenen Zellen den Kristall lange gegen die Einwirkung der Salzsäure. In ganz jungen Ausläufern fanden sich die Kristallkammerfasern noch nicht vollständig gekammert, wohl aber war die eigenartige Verdickungsschicht schon ausgebildet. Kristalle fanden sich nur in den Kammerungen. Die Kristalle entstehen also später als die Verdickungsschichten.

Die Bastzellen sind sehr lang, mit langen, spitzen Enden versehen (Fig. 9), stets stark verdickt. Sie lassen eine auf Phloroglucin-Salzsäure stark reagierende primäre Membran (Intercellularsubstanz), eine schmale, nur verhältnismäfsig wenig auf Phloroglucin reagierende sekundäre Verdickungsschicht und eine breite, wenig lichtbrechende tertiäre Schicht (um das Lumen) erkennen (Fig. 3 b), die gar nicht oder fast gar nicht

auf Phloroglucin reagiert. Der Hauptmasse nach besteht die Wand der Fasern also aus reiner Cellulose.

Der Holzkörper besteht aus namentlich an der Peripherie sehr zahlreichen und sehr weiten Gefäfsen, im allgemeinen differiert die Weite der Gefäfse sehr erheblich. Die weitesten zeigen etwa 170 mik. lichte Weite, die kleinsten 25 mik., die meisten 100—130 mik. Die Wandung zeigt, je nach der Weite der Gefäfse, verschiedene Skulpturierung. Die engsten besitzen kurze, spaltenförmige Tüpfel, die mittleren meist sehr eng aneinander liegende leiter- und netzartige Verdickungen der Membran, die weitesten schief reihenförmig angeordnete, rhombisch-spaltenförmige Tüpfel (Fig. 4, *gf*). Die Perforationsstellen der Querwände sind gut wahrzunehmen, die Gefäfswand ist daher deutlich gegliedert. Die Tüpfelung der Wandung tritt auch im Querschnittsbilde deutlich hervor (Fig. 3). Thyllen sind bei den Gefäfsen selten.

Begleitet werden die Gefäfse von stärke- und ölführendem Holzparenchym. An die Gefäfse lehnen sich meist ein oder mehrere engere und gestrecktere, in der Wand zudem auch verholzte Elemente an, die man als Tracheiden ansprechen kann, obwohl sie nicht immer spitzendig sind (Fig. 4, *tr*). Oftmals umgeben sie die Gefäfse ringsum oder an einer Seite (Tracheidensaum. Angew. Anatomie S. 339). Ihre Wand ist bald behöft getüpfelt, bald netzfaserig (Netzfasertracheiden), bald eigentümlich unregelmäfsig leistenförmig verdickt (Fig. 7 u. Fig. 4, *tr*). Auch im Holzkörper finden sich zahlreiche Bastzellgruppen (*l* Fig. 3b, Fig. 4), die man aber konsequenterweise als „Libriform" bezeichnen mufs, obgleich sie in nichts von denen der Rinde abweichen; auch diese begleiten kristallführende Zellen, bez. Kristallkammerfasern. Die im Querschnitt oft stark radial gestreckten dünnwandigen Zellen der Markstrahlen führen, wie die der Rindenstrahlen, Stärke und (wenig) Öl.

In allen parenchymatischen Elementen der Wurzel ist Glycyrrhizin enthalten. Setzt man daher konzentrierte Schwefelsäure hinzu, so färbt sich das ganze Gewebe strohgelb. Die Membranen der Gefäfse und die Bastzellen speichern, erstere in ihrer ganzen Membran, letztere in den äufseren Schichten den gelben Farbstoff aufs begierigste auf, bevor sie sich in der Schwefelsäure lösen — eine für Glycyrrhiza sehr charakteristische Reaktion.

Die Stärkekörnchen sind klein, rundlich, spindelförmig, rundlich-eckig, ei- oder stäbchenförmig, meist einzeln, selten zu zweien zusammengesetzt. Gekrümmte Formen sah ich selten, wohl aber bauchig aufgetriebene (Fig. 10). Die Mehrzahl der Körnchen ist 1,5—7 mik. grofs, die gröfseren messen 8—20 mik., selten bis 30 mik.

Das Pulver.

Das lichtgelbe Pulvis subtilissimus wird, wie die Droge selbst, durch konzentrierte Schwefelsäure dunkel stroh- bis orangegelb. In wässeriger Jodlösung betrachtet, erkennt man sofort zwischen den Zellfragmenten und den (durch Schwefelsäure in Gipsnadeln überführbaren) Kalkoxalatkristallsplittern die kleinen Stärkekörner. Ebenso sind die Fragmente der getüpfelten und netzig verdickten Gefäfswandungen, sowie solche der Bastzellen und Bastzellgruppen überall zu finden, so dafs man sehr leicht die Identität feststellen kann. Ob Glycyrrhiza glabra, spanisches Süfsholz — wie es z. B. die Pharm. germ. verlangt — zur Herstellung des Pulvers verwendet wurde, kann man durch das Vorkommen von Korkzellen nachweisen, die im russischen Süfsholz von G. glabra β glandulifera fehlen, da dasselbe stets geschält, also von dem Kork befreit, in den Handel gebracht zu werden pflegt.

Das russische Süfsholz.

Das von Glycyrrhiza glabra β glandulifera stammende, besonders im Wolgadelta ausgepflügte russische Süfsholz besteht fast ausschliefslich aus den starken Wurzeln (und wenigen Ausläufern) und ist stets geschält.

Der Bau dieser Wurzeln stimmt mit dem der älteren Ausläufer fast ganz überein. Auch hier ist ein Markkörper vorhanden. Der Durchmesser der Gefäfslumina ist im Durchschnitt geringer als bei den Ausläufern.

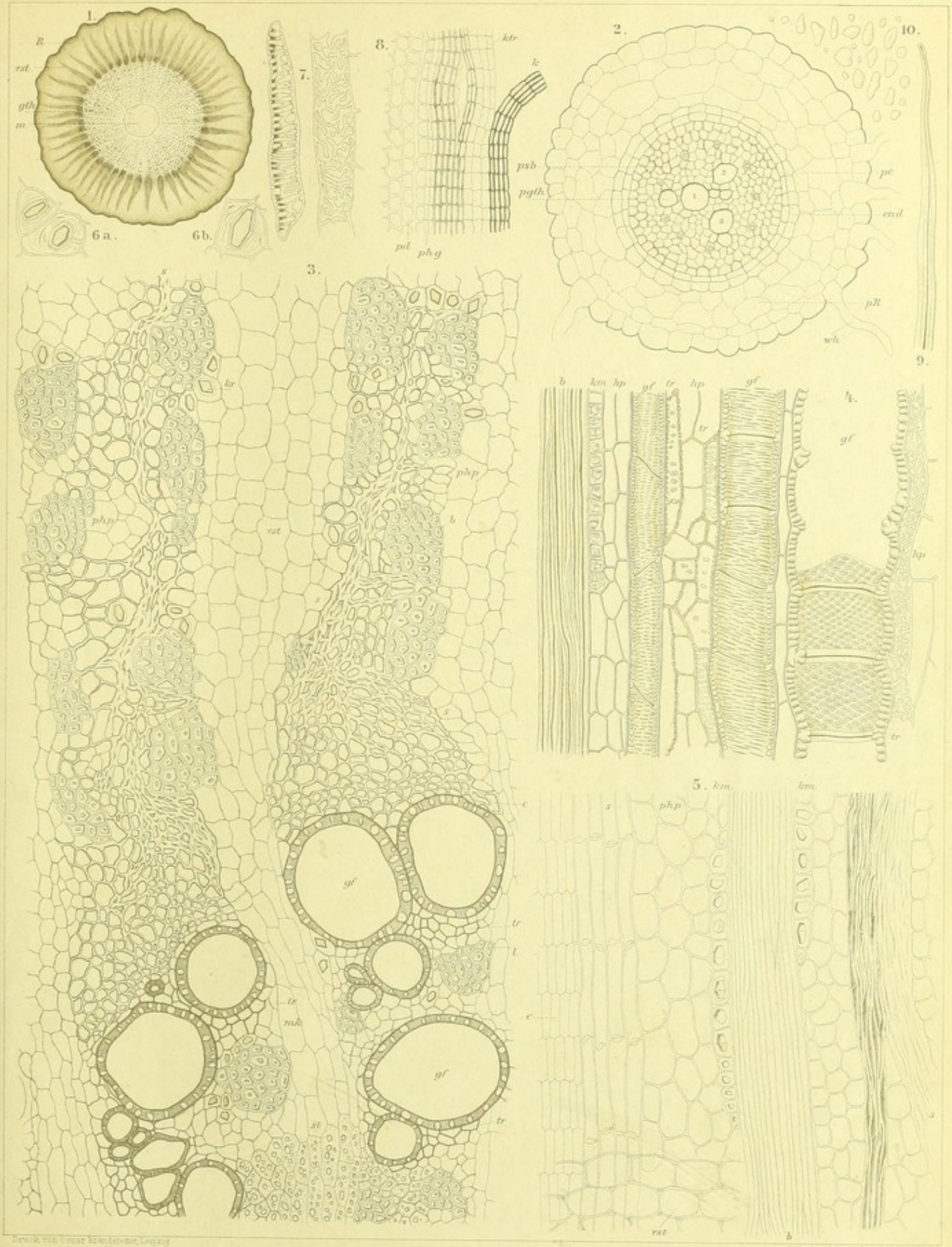
Da der Kork und ein Teil der Mittelrinde abgeschält wird, fehlen im Pulver die Korkreste vollständig.

Tafel 8.

Erklärung der Abbildungen.

(Rad. liquiritiae.)

Fig. 1. Lupenbild eines Ausläufers von Glycyrrhiza glabra.
„ 2. Querschnitt durch eine zarte Wurzel, die noch den primären Bau zeigt.
„ 3. Querschnitt durch einen Ausläufer am Kambium.
„ 4. Längsschnitt durch den Gefäfsteil.
„ 5. Längsschnitt durch den Siebteil am Kambium.
„ 6 a u. b. Kristallzellen im Längsschnitt.
„ 7. Leistentracheiden aus dem Tracheidensaume der Gefäfse im Längsschnitt.
„ 8. Periderm im Längsschnitt.
„ 9. Ende einer Bastfaser.
„ 10. Stärkekörner.



Druck von Oscar Brandstetter, Leipzig

Lith. Anst. v. Louis Oertel, Leipzig.

Cort. chinae.

Chinarinde, Ecorce de Quinquina, Cinchona bark.

Betrachten wir zunächst die Entwicklungsgeschichte der beiden wichtigsten Chinarinden, die der Cinchona Succirubra Pav. und der Cinchona Calisaya Wed.

Ein Zweiglein von 1,2 mm Dicke zeigt folgenden Bau. Zu äufserst liegt eine niedrigzellige Epidermis mit zahlreichen ein- oder mehrzelligen Haaren, die eine kegelförmige Spitze und warzige Kuticula besitzen (Fig. 2, *t*). Dann folgt eine Reihe grofser, gerbstoffreicher Zellen mit dicken Aufsenwänden, welche Zellen sehr frühzeitig durch Auftreten von Tangentialscheidewänden in eine grofse äufsere und eine kleinere innere Zelle geteilt werden. Die letztere wird zur Phellogenzelle und bildet den Kork.

Dann folgt nach innen zu das Parenchym der primären Rinde: rundliche Zellen mit wenig Stärke und etwas Chlorophyll. Zu innerst von dieser Schicht läuft rings um den Stengel die stärkereiche Parenchymscheide, und unmittelbar innerhalb derselben liegt ein Kreis von schon jetzt relativ weiten Milchröhren. Dann folgt der von grofszelligen Rindenstrahlen radial durchzogene, gruppenweise angeordnete Siebteil und endlich das Kambium. Der zu dieser Zeit noch schmale, von 1—2reihigen Markstrahlen durchzogene Holzkörper besteht vorwiegend aus Spiraltracheen und einigen Tracheïden, zu äufserst liegen einige Libriformfasern mit Spaltentüpfeln und solche mit behöften Tüpfeln mit linksschiefem Spalt (Übergangsform zwischen Libriform und Tracheïde). Innerhalb der primären Gefäfse (Markscheide) liegt ein zarter innerer Siebteil. Das Bündel ist also bikollateral. In dem Siebteil bemerkt man neben wenigen Siebröhren einen Kreis zarter Milchröhren. Das Mark besteht aus relativ dickwandigen im Querschnitt kreisrunden, an allen Wänden prächtig netzleistenförmig verdickten Parenchymzellen.

Die Rinde eines 3 mm dicken Zweiges ist bedeckt von einer kleinzelligen, die Haare tragenden Epidermis, die oftmals schon obliteriert ist (Fig. 2, *Ep*). In der subepidermalen Partie war schon bei dem 3 mm dicken Zweige durch lebhafte Tangentialteilungen reichlich Kork entstanden (Fig. 2, *k*).

Die Mittelrinde (primäre Rinde) besteht aus rundlich-sonnenförmigen Zellen, die tangential gestreckt und oft collenchymatisch verdickt sind. Hier und da treten oft zu Längsreihen miteinander verbundene Kristallschläuche auf, die dicht erfüllt sind mit einem Mehl kleiner, etwa 1 mik. grofser Kalkoxalatkriställchen (Fig. 2, *kr*). An der Grenze von der primären und sekundären Rinde liegt ein einfacher oder doppelter Kreis, 50—80 mik. weiter, ovaler, sehr langer Gummiharzschläuche oder Milchsaftkanäle (Milchsaftgefäfse [Weddel, Vogl], Saftfasern [Karsten], Milchsaftzellen [Phoebus, Schleiden], Saftröhren [Berg], Gerbstoffschläuche [Koch]) Fig. 2, *Mi*. Dieselben enthalten, aufser einem zarten Plasmabeleg, ein in verdünntem Alkohol lösliches Gummiharz in Form eines Milchsaftes. Daneben findet sich reichlich Gerbstoff und bisweilen Stärke; der wichtigste Bestandteil scheint der Gerbstoff zu sein. Die Körnchen, die man in ihnen findet, sind auch in Chloroform nicht löslich. Wenn man einen Chinabaum anschneidet, so fliefst ein etwas trüber, übrigens wenig milchiger Saft aus. Diese Milchschläuche sind so lang als ein Internodium. Sie endigen mit stumpfen Enden am Knoten, finden sich aber auch im Blattstiel und den stärkeren Blattnerven. Ihre Wand ist in diesem Entwicklungsstadium nur wenig dicker als die der benachbarten Rindenparenchymzellen. Meist sind sie etwas tangential gestreckt und durch einige Rindenzellen voneinander getrennt. Innerhalb dieses Milchkanalkreises liegen engzellige Siebbündel (Siebröhren und Kambiform). Die äufsersten gehören den primären Bündeln an, sind also Rindenprotophloëm (Fig 2, *psb*), die inneren (Fig. 2, *sb*) sind bereits sekundärer Zuwachs. Dann folgt das Reihenkambium. Bastzellen sind in diesem Stadium nur erst wenige, meist unmittelbar innerhalb der Milchschläuche entwickelt (Fig. 2, *B*); dieselben sind noch dünnwandig und plasmareich Im Holzkörper liegen zu innerst die in das Mark einspringenden primären Holzbündel (Markkrone, Protohadrom [Fig. 2, *pgth*]), die vornehmlich aus Ring- und Spiralgefäfsen bestehen. Das innerste Gefäfs ist ein Ringgefäfs, dann folgt ein Gefäfs mit weiter Spirale und dann solche mit immer enger gewundenen Spiralen. Der sekundäre Zuwachs des Holzkörpers, der eigentliche Holzkörper, besteht aus relativ weiten Gefäfsen mit getüpfelter Wand und stark geneigten, mit rundem Loch perforierten Querwänden, Libriformfasern, Tracheolibriform (s. oben) und Holzparenchym. Zahlreiche ein- und mehrreihige, primäre und sekundäre, in der Mitte zwei Zellen breite Markstrahlen durchziehen den Holzkörper, dringen aber (als Rindenstrahlen) nur wenig in die Rinde ein. Auch das aus rundlichen, parenchymatischen Zellen bestehende Mark führt, wennschon spärlicher, Milchsaftschläuche und Kristallzellen.

Unmittelbar an die Markscheide, die primären Gefäfse (Fig. 2, *pgth*), schliefst sich ein zarter innerer Siebteil [*sb*] an, in dem einige wenige Siebröhren und Kambiform und ebenfalls Milchröhren zu finden sind.

Bei einem 6 mm dicken Zweige sind da und dort Lenticellen zu beobachten, aber auch hier noch sind Bastfasern selten. Der Milchröhrenkreis der inneren Siebteile tritt jedoch nunmehr sehr deutlich hervor. Der Bau älterer Rinden ist bei allen Chinarinden, die jetzt in Betracht kommen, nahezu derselbe, besonders Succirubra und Calisaya stimmen fast ganz miteinander überein. Er sei daher generell geschildert. Eine

genaue Unterscheidung der Chinarinden nach anatomischen Merkmalen ist unmöglich.

Jüngere Rinden (Zweigrinden, z. B. Loxa) sind mit normalem, dünnwandigem Kork bedeckt, dessen Zellen meist einen Phlobaphenklumpen enthalten oder luftführend sind. Im ersteren Falle erscheint die Rinde graubraun, im letzteren weifslich. Auch Stammrinden zeigen meist eine erhebliche Korkbildung (Succirubra), oft tritt hierzu noch Borke. Bei den älteren Ästen und dem Stamm der Calisaya z. B. finden sich bogenförmig nach innen gewölbte Peridermstreifen, die flach schalenförmige Rindenpartien abschnüren. Entfernt man daher an diesen Stellen die Borke, so bleiben flache Vertiefungen (die Conchas der Calisaya sine epidermide) übrig. Diese sekundäre Kork- resp. Borkenbildung kann bis in die Innenrinde fortschreiten. So finden sich bei vielen Stammrinden nicht nur Milchröhren, sondern auch Bastzellen und Phloëm unter den aus dem Saftverkehr ausgeschiedenen Rindenelementen. Alte geschälte Rinden bestehen fast nur aus der sekundären Rinde (unbedeckte Königschina), die Borke selbst besteht aus abwechselnden Lagen Kork und Mittelrinde und erscheint demgemäfs geschichtet oder gezont (Angew. Anatomie, Fig. 314). Bei Succirubra finden sich im Kork oft sog. Trennungsschichten, in denen der Kork leicht reifst (Fig. 1, *ktr*). In der That löst sich denn auch bei Succirubra oft der Kork blätterig ab. Da besonders die inneren Korkschichten oft sehr reich an Phlobaphenen sind, so erscheint diese Partie nicht selten auf den Querschnitt glänzend harzig (äufserer Harzring der Autoren).

Die Mittelrinde (primäre Rinde) ist bei mittelstarken Rinden meist in lebhaftester Teilung begriffen. Nicht selten findet man in einer der stets stark tangential gestreckten, meist noch Stärke führenden Rindenparenchymzellen 3—4 radial gestellte Teilungswände (Fig. 1 bei *x*). Einzelne sich nicht weiter teilende Zellen führen Kristallsand von Calciumoxalat. Bisweilen ist die äufserste, an den Kork stofsende Schicht collenchymatisch (Loxa, vergl. Angew. Anatomie, Fig. 446). In dieser Rindenschicht treten bisweilen (Huanucochina, Calisaya, Schuhkraft. — Cinchona scrobiculata, ovata, purpurea, lancifolia) eigentümliche, verdickte Zellen auf, die man wegen ihrer Gestalt als Sclereiden, auch als Stabzellen (Berg, Vogl), Faserzellen (Schleiden) bezeichnet und von den Bastzellen streng geschieden hat. Ihre Wand ist verschieden stark verdickt, geschichtet, verholzt. Sie liegen entweder einzeln oder in Gruppen bei einander und besitzen eine sehr entschiedene Tendenz zur Tangentialstreckung. Sie enthalten entweder keinen Inhalt oder Kristallmehl oder einen in Kali löslichen Phlobaphenklumpen (Saftzellen [Berg], Harzzellen [Schleiden], Kristallzellen [Schleiden]). Auch ihre Enden sind sehr verschieden, bald gerade abgestutzt, bald abgerundet, bald zugespitzt. Die kleinsten rundlichen oder wenig gestreckten (Quadrat-, Rund-, Stabzellen Schleiden's) gleichen ganz den Sclereiden, die längsten und zugespitzten den typischen Bastfasern (Fig. 6, *a—e*). Da alle linksschief gestellte Spaltentüpfel besitzen, so mufs man sie zu den Bastzellen stellen. Da sie aber in ihrer Form doch etwas von diesen abweichen und ein Mittelding zwischen Sclereiden und Bastzellen darstellen, nenne ich sie Librosclereiden. Ihre Form, die Abstutzung ihrer Enden, die Tendenz zur Tangentialstreckung, dies alles deutet darauf, dafs sie infolge der (ja auch in der lebhaften Teilung des Rindenparenchyms zum Ausdrucke kommenden) starken Tangentialspannung in dieser Rindenschicht sich zu normalen längsgestreckten Bastfasern nicht ausbilden konnten, also gewissermafsen auf einer Zwischenstufe stehen blieben.

In Succirubra fanden sie sich nie, in Calisaya sehr selten, bei Huanuco oft.

An der inneren Grenze der Mittelrinde liegen die Milchsaftschläuche (s. oben) nunmehr nicht dicht gedrängt wie bei junger Rinde, sondern in einem lockeren Kreise. Sie enthalten bei älteren Rinden fast niemals Gummiharz und Gerbstoff, sondern sind leer, ihr Inhalt ist verbraucht. Sie sind bei Succirubra in der Regel sehr deutlich, bei Calisaya oft obliteriert, hier auch kleiner.

Ihre Weite beträgt bei

Ostind. Succirubra .	100—355 mik.	(oft mit blofsem Auge sichtbar)
Loxa	80—176 „	
Maracaibo . . .	67— 73 „	
Guajaquil	53— 67 „	
Java Calisaya . .	47—134 „	
Amerik. Rubra . .	45— 67 „	
Huanuco	67—135 „	

Einmal durch Borkebildung abgeworfen, werden sie nicht erneuert, sie fehlen also den alten Stammrinden und den Reneweds. Sind sie obliteriert, so findet man sie nur im Längsschnitt (Fig. 5 links). Ihre Wand bleibt entweder dünn (Calisaya) oder verdickt sich etwas (Succirubra), alsdann erscheint sie geschichtet und von sehr zarten Porenkanälen durchzogen (Fig. 1, *Mi*). Die innerste Schicht besteht aus einer Korklamelle, der übrige Teil der Wand quillt in Schwefelsäure stark, löst sich aber nicht darin.

Innerhalb der Milchsaftschläuche sieht man die sehr zerstreuten zarten Protophloëmbündel von einer oder mehreren kleinen Bastfasern begleitet (Fig. 1, *psb*). Dann folgt die sekundäre (Innen-)Rinde.

Dieselbe ist von ziemlich breiten, nach aufsen dilatierten primären und zarteren, 1—2 Zellen breiten sekundären Rindenstrahlen durchzogen. In den Rindenstrahlen kommt in oft auch durch ihre Gröfse ausgezeichneten, meist basal oder apical gelegenen Zellen Kristallsand vor (Fig. 4, *kr*). In den inneren Teilen der Rinde sind die Rindenstrahlenzellen radial, in den äufseren tangential gestreckt. Sie führen bisweilen Stärke; zwischen den Rindenstrahlen finden sich neben dem, bisweilen kleine (1,5—21 mik. lange) Stärkekörner führenden Rindenparenchym lange Siebröhren mit meist schräg gestellten Siebplatten und sehr zarten, aber deutlich hervortretenden Wandleisten (Fig. 4, *s*).

Ferner liegen im Siebteile die charakteristischen Bastfasern. Dieselben bilden das diagnostisch wichtigste Element der Rinde und bedingen auch den kurz- und grobfaserigen Bruch der Chinarinden. Sie gehören zu den kürzesten Bastzellen, die bei Pflanzen bekannt sind. Ihre Länge überschreitet 2 mm wohl niemals.

Typisch beträgt ihre Länge und Breite (in mik.):

	Breite		Länge		
	Radiale	Tangentiale	Max.	Min.	Durchschnitt
	im Durchschnitt				
Ostindische Succirubra . . .	60	45	880	496	640
Amerikanische Rubra . . .	52	46	880	400	720
Mossed red	56	42	1152	496	720
Renewed red	64	47	1072	352	720
Java Calisaya	60	57	816	372	296
Calisaya sine epiderm. . . .	84	59	992	544	784
Huanuco	73	57	1152	688	880
Loxa, äufserer Teil der Rinde	41	35	—	—	—
„ innerer Teil der Rinde	62	43	912	528	720
Guajaquil	59	47	1040	432	752
Mossed brown	52	41	880	432	720
Maracaibo	132	73	1328	560	896

Sie sind meist spindelförmig, stark und gleichmäfsig verdickt, die Membran deutlich geschichtet (Fig. 1, 4, 6, 7, 8) und mit linksschiefen, oft fast der Längsachse gleichgerichteten Tüpfeln versehen. Auch die Micellen der Wand zeigen spiralige Anordnung; demnach ist die Faser auf der Oberfläche oft spiralig gestreift (deutlich besonders nach Quetschung). Ihre Enden sind entweder spitz (Succirubra Fig. 9) oder meifselartig zugeschärft oder abgestutzt oder mit kurzen Hörnchen versehen (Calisaya Fig. 8). Auch knorrige Formen finden sich. Im Querschnitt sind sie abgerundet vieleckig oder rundlich (Fig. 1), meist etwas im Sinne des Radius der Rinde gestreckt. (Siehe die Tabelle.) In der Mitte ist der Querdurchmesser natürlich breiter als an den Enden. Die Wandung ist von feinen Porenkanälen durchzogen, das Lumen meist auf einen Längskanal reduziert, selten (gegen das Kambium zu) weiter, bisweilen führen sie Inhalt (Phlobaphen). Besonders reich an Bastzellen sind die später gebildeten Teile der sekundären Rinde, demnach finden sie sich in alten Stammrinden mehr als in Zweigrinden, bei den Reneweds sind sie nur in den inneren Teilen zu finden (Fig. 3). Ihre Wand ist entweder gerade oder zeigt die Eindrücke des benachbarten Rindenstrahlparenchyms (Fig. 4).

Auf dünnen Querschnitten fallen schon bei Betrachtung mit blofsem Auge die Bastzellen durch ihren lichten Seidenglanz auf. Doch ist es nicht möglich, aus ihrer Verteilung auf die Abstammung der Rinde einen sicheren Schlufs zu ziehen.

Der Inhalt der Zellen der Chinarinden ist mannigfaltig. In dem Kork und in den Bastzellen bez. Librosclereiden findet man oft einen braunen Phlobaphenklumpen. Alle Parenchymzellen und die Milchschläuche enthalten in der frischen Rinde Chinagerbsäure. Dieselbe oxydiert sich aber sehr leicht zu ihrem Phlobaphen, dem Chinarot (Chinaphlobaphen). Da beim Absterben die Gerbstofflösung in die Membran eindringt, so erscheinen bei der Droge die Membranen rotbraun gefärbt. Alle diese Membranen werden durch Eisenchlorid tiefbraun gefärbt. Stärke ist besonders in der Mittelrinde (und in jungen Rinden) reichlich vorhanden, die Körner sind klein, rundlich, bisweilen zusammengesetzt. Kalkoxalat findet sich nur als Kristallsand in besonderen, oft zu Reihen vereinigten Zellen in der Mittelrinde und den Rindenstrahlen, seltener in Librosclereiden. Die Chinaalkaloide haben ihren Sitz im Rindenparenchym. Da auch die Alkaloidlösung beim Absterben der Zelle in die Membran eindringt, so sitzen die Alkaloide bei der Droge ebenfalls in der Membran. Der Holzkörper, selbst die Maserknollen der Reneweds, sind ebenso wie Kork und Bastzellen alkaloidfrei. Nur in einem Falle — bei einer an (feuchter) Luft getrockneten Ledgeriana (Lembang) mit sehr hohem Alkaloidgehalt — sah ich Alkaloidsalze in Nadelbüscheln in den Zellen auskristallisiert, der Regel nach sind sie ohne weiteres nicht sichtbar, dagegen kann man sie sich sehr leicht sichtbar machen, indem man dünne Rindenschnitte einen Moment mit verdünntem Kali erwärmt und dann rasch mit Wasser nachwäscht. Alsdann erscheint das ganze Gewebe reichlich mit kleinen büschelförmigen Kristallaggregaten übersät.

Da die Alkaloide im Rindenparenchym vorkommen, so müssen alle Rinden, die parenchymreich und bastfaserarm sind, auch alkaloidreich sein. Dies stimmt mit der Erfahrung: die aufserordentlich parenchymreichen Reneweds sind die alkaloidreichsten, die parenchymreichen Rinden der Wurzeln folgen dann, dann die Rinden junger Stämme und am alkaloidärmsten sind die bastfaserreichsten Rinden älterer Stämme. Damit soll aber nicht gesagt sein, dafs nicht auch noch eine ganze Reihe anderer Momente (Art, Kulturmethode, Klima, Pfropfung etc.) den Alkaloidgehalt im besonderen beeinflussen.

Von den Cinchonenrinden weicht die Cuprea von Remijia pedunculata stark ab. Sie besitzt zwar auch Milchschläuche in der Mittelrinde (Angew. Anatomie, Fig. 310), aber niemals echte Bastfasern, sondern ausschliefslich Librosclereiden in sehr charakteristischer Anordnung (Fig. 10, *l B*). Die Enden derselben sind meist abgestutzt oder gerade. Die Tüpfel spaltenförmig linksschief (Fig. 11). In den äufseren Teilen sind sie meist — entsprechend der tangentialen Rindendehnung — tangential gestreckt. Neben Kristallsand finden sich auch wohlausgebildete Kristalle (Fig. 10, *Kr*). Alle dünnwandigen Membranen sind durch Cuprearot (Cuprea-phlobaphen) kupferrot gefärbt.

Javanische und ostindische Succirubra.

Die vorliegenden Stücke sind meist 2—3 mm dick und entstammen mitteldicken Ästen. Der mit braunen Inhaltsstoffen erfüllte Kork ist ziemlich dick. Die Mittelrinde ist nur wenig schmäler als die Innenrinde und ausgezeichnet durch so enorm grofse Gummiharzschläuche, dafs man dieselben schon mit blofsem Auge wahrnimmt. Dieselben enthalten auch in der Droge noch sehr häufig Sekret. Dasselbe ist eine gelbliche Masse und verhält sich gegen Reagentien wie ein Gemenge aus viel Harz und wenig Gummi. Kristallzellen sind häufig, die Bastzellen typisch. Die Rindenstrahlen erscheinen aufsen wenig dilatiert.

Im Holzkörper der Succirubra prävaliert dickwandiges, reich getüpfeltes Holzparenchym. Die Gefäfse sind behöft getüpfelt. Die wenig schräg gestellten Querscheidewände mittelst runder Öffnungen perforiert.

Untersucht wurden ferner: Java Succirubra (Handelsmuster 1891), ostindische Succirubra (Madras), Java-Lembang (3 Muster, selbst gesammelt), Java Wurzelrinde (selbst gesammelt), Ceylon, stem chips (selbst gesammelt), Darjeelings (Handelsmuster), Himalaya (Handels-

muster), Java Zweigrinde, Ceylon (Druggist quills), Ceylon (branch red) und Succirubra (selbst gesammelt).

Tangentiale Weite der Milchschläuche:

Ceylon Succirubra 1880	250—260 mik.
Java-Lembang	260—270 „
Java, 4 Jahre alt	110—120 „
Java	50—100 „
Java, erneuert	fehlend
Java, 18 Jahre, Wurzelrinde . . .	fehlend (obliteriert?)
Ceylon Succirubra	undeutlich.

Java und Ceylon Calisaya.

Die vorliegende Java Calisaya zeigt eine Dicke von 2—3 mm (stammt also von mittelstarken Ästen) und reichliche Borkebildung, die Mittelrinde ist schmal, in der 2—3mal dickeren Innenrinde liegen sehr zahlreiche, im Querschnitte stark radial gestreckte Bastzellen einzeln oder zu Gruppen vereinigt, Kristallzellen fehlen. Gummiharzschläuche sehr verschieden weit, oft ganz undeutlich.

Untersucht wurde ferner: Java Schuhkraft (selbst gesammelt), Java Calisaya und Ledgeriana (selbst gesammelt), Java mossed, Java Renewed Ledgeriana, Ceylon Renewed crown, Ceylon Ledgeriana, Ceylon Calisaya.

Weite der Milchschläuche:

Java Schuhkraft . .	65—80 μ
Java bemoost . . .	70—80 „
Java renewed . . .	fehlend
Java Schuhkraft . .	durch Borke abgeschieden
Ledgeriana	undeutlich (obliteriert?)

Librosclereiden fanden sich in der Mittelrinde einer Calisaya Schuhkraft und einer Java Calisaya, sonst nirgends.

Loxa.

Die Loxachina besteht aus der 2—3 mm dicken Rinde junger Zweige. Bei denselben ist der Kork reichlich entwickelt, da und dort finden sich auch Lenticellen. Das Phellogen ist farblos, der Kork braunwandig und oft mit braunem Inhalte versehen. Die Zellen der Mittelrinde (primären Rinde) sind, soweit letztere nicht durch Korkbildung abgeworfen ist, meist infolge des Dickenwachstums stark dilatiert und dem letzteren meist durch reichliche radiale Teilungen gefolgt. Die Milchröhren (Gummiharzschläuche) sind erhalten, in der Droge aber leer. Sie sind in tangentialer Richtung gemessen 100 bis 155 mik. weit. Auch die Rindenstrahlen sind stark dilatiert, in den zwischen ihren Enden (also aufsen) liegenden Partien findet sich Collenchym. Innerhalb des Kreises der Gummiharzschläuche findet man die obliterierten Siebgruppen. Die Innenrinde besteht aus den aufsen verbreiterten Rindenstrahlen und den damit alternierenden, aufsen verschmälerten Phloëmstrahlen. In letzteren sind neben den Siebelementen und dem überwiegenden Phloëmparenchym zahlreiche Bastfasern zu finden. Die Bastfasern (s. oben S. 34) führende innere Rindenschicht ist nur wenig breiter als die äufsere. Kristallzellen finden sich besonders in den Rindenstrahlzellen, aber auch sonst zerstreut. Bezüglich der Länge und Breite der Bastzellen vergl. oben S. 35. Ihr Querdurchmesser ist nur wenig radial gestreckt. Sie liegen einzeln oder zu wenigliederigen Gruppen vereinigt. Nicht alle Bastzellen sind bis fast zum Verschwinden des Lumens verdickt, viele besitzen ein noch relativ weites Lumen (Angew. Anatomie, Fig. 446).

Huanuco.

Eine 4 mm dicke, von etwas älteren Ästen als die Loxa stammende Rinde, ist mit einem dünnen Kork bedeckt und zeigt eine ziemlich schmale Mittelrinde und eine dreimal breitere Innenrinde. In der Mittelrinde liegen sehr zahlreiche Librosclereiden. Dieselben sind nicht sehr stark verdickt, oft deutlich tangential gestreckt, rundlich getüpfelt und mit einer braunen Masse angefüllt. Die Gummiharzschläuche waren leer.

Guajaquil.

Die Rinde stammt von etwa ebenso alten oder wenig älteren Zweigen wie die Loxa. Eine 2—3 mm dicke Rinde zeigt den typischen Bau der Chinarinden, die sekundäre Rinde war etwa ebenso dick als die primäre (Mittel-)Rinde. Zahlreiche, mit feinem Kalkoxalat-Kristallmehl erfüllte Zellen finden sich in Mittel- und Innenrinde. Stärke reichlich in beiden.

Maracaibo.

Die Maracaiborinde ist Stammrinde. Die vorliegenden Stücke sind ca 8 mm dick.

Ein starkes graues Periderm bedeckt die schmale Mittelrinde. Die sehr breite Innenrinde führt zahlreiche Bastzellen mit spiefsigen Enden.

Amerikanische Calisaya sine epidermide.

Die Rinde entstammt Stämmen und kommt in den Handel in 7 mm dicken Stücken.

Die Handelsrinde besteht fast nur aus der Innen- oder sekundären Rinde, die Mittelrinde ist fast ganz durch Borkenbildung und Schälen abgeworfen bez. abgelöst, so dafs ein nur etwa 0,5 mm dicker Rest übrig geblieben ist (Angew. Anatomie, Fig. 453).

Amerikanische Rubra.

Die vorliegenden Rindenstücke entstammen Stämmen und sind 10—15 mm dick. Sie sind mit einem sehr breiten, weichen, dünnwandigen, oft 50 Zellen dicken Periderm bedeckt, das Phellogen ist farblos, die inneren Korkschichten sind mit braunem Inhalt versehen.

Die Mittelrinde ist erhalten, die Innenrinde ist viermal breiter als jene. Die Bastzellen sind ziemlich locker gestellt. Kristallzellen fehlen, ebenso Sclereiden, die Gummiharzschläuche sind klein, alle dünnwandigen Elemente durch Chinarot tief rotbraun gefärbt.

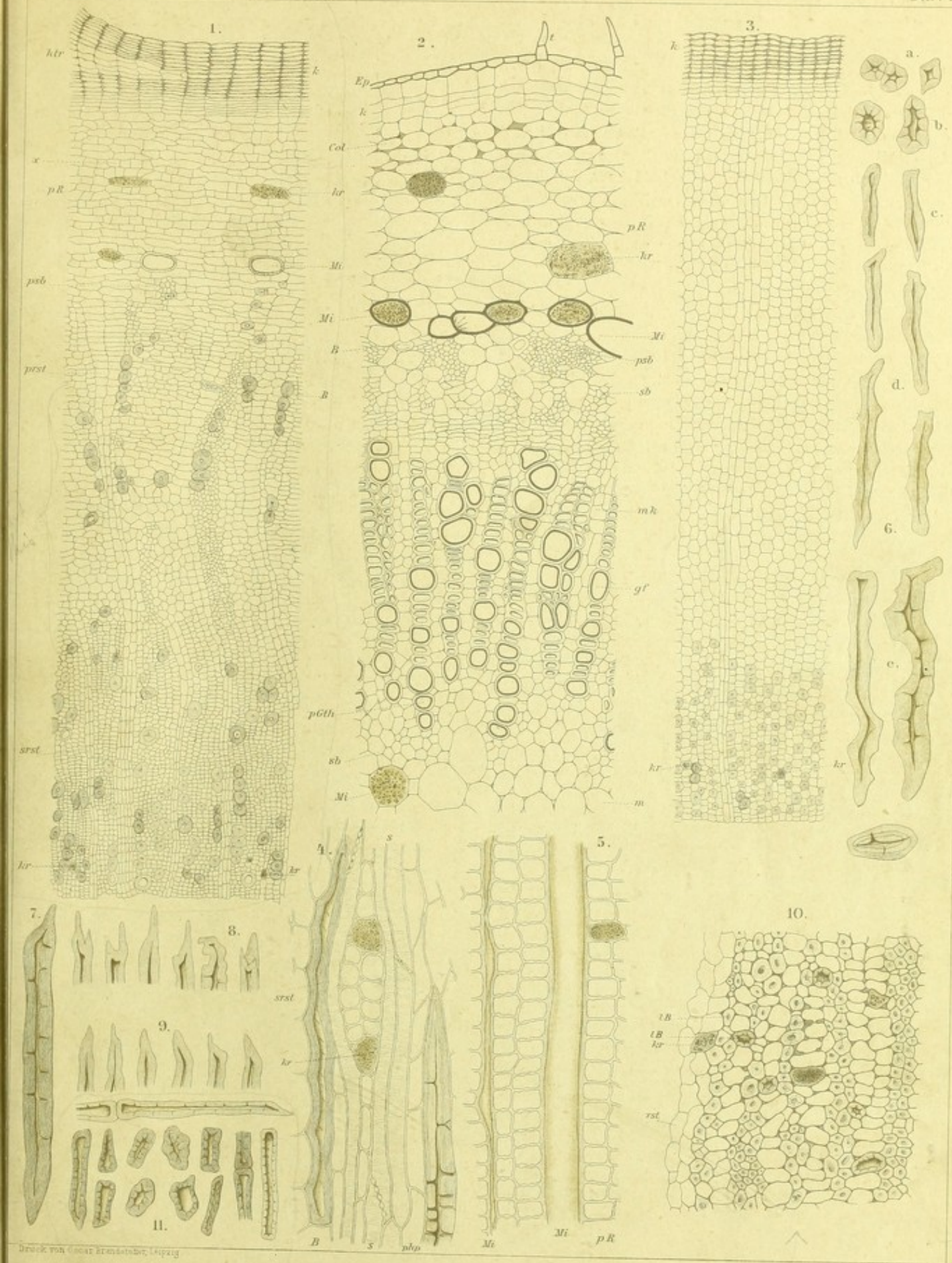
Das Pulver der Chinarinden ist durch die nach Form, Länge, Breite und Bau überaus charakteristischen Bastfasern ausreichend charakterisiert.

Tafel 9.

Erklärung der Abbildungen.

(Cort. chinae.)

Fig. 1. Querschnitt durch javanische Kultur-Succirubra.
„ 2. Querschnitt durch einen 3 mm dicken Zweig von Cinchona Calisaya Wedd.
„ 3. Querschnitt durch erneuerte Calisaya (Renewed).
„ 4. Aus dem tangentialen Längsschnitt durch javanische Ledgeriana, sekundäre Rinde.
„ 5. Aus dem tangentialen Längsschnitt einer Handels-Succirubra, Milchschläuche der primären Rinde obliteriert und nicht obliteriert.
Fig. 6. Librosclereiden der Mittelrinde von Cinchona Calisaya Schuhkraft, alle Übergänge veranschaulichend.
„ 7. Bastfaser aus Succirubra.
„ 8. Bastfaserenden aus Calisaya Ledgeriana.
„ 9. Bastfaserenden aus Succirubra.
„ 10. Querschnitt durch einen Teil der sekundären Rinde der Cuprea.
„ 11. Librosclereiden der Cuprea.



Druck von Oscar Brandstetter, Leipzig

Lith. Anstv. Louis Oertel, Leipzig.

Rad. ipecacuanhae.

Rad. ipecac. grisea, Brechwurzel, Racine d'Ipecacuanha annelé, Ipecacuanha Root.

Das Lupenbild der Wurzel von Psychotria Ipecacuanha Müll. Arg. (Fig. 3) zeigt einen gelblichen centralen Holzkörper, der fein, aber deutlich radialstrahlig erscheint (mit unbewaffnetem Auge sieht man von dem strahligen Baue nichts). Die Rinde ist innen dunkel, aufsen hell, gleichförmig, ohne irgend welche Strahlen.

Der Bau der primären Wurzel ist an der Handelsware nicht zu studieren. An frischem Material konnte festgestellt werden, dafs der primäre Bau diarch oder triarch ist (Fig. 4). Die 2 oder 3 radialen Bündel werden vom Perikambium und der Schutzscheide umgeben (*pc* und *end* in Fig. 4). Die Zellen der letzteren sind dünnwandig und verkorkt, zeigen aber in den aus Tracheiden bestehenden Holzstrahlen unverkorkte Durchlafszellen (×). Die primäre Rinde wird samt ihrer die Wurzelhaare tragenden Epidermis später abgeworfen, indem das Perikambium in Phellologen übergeht und so ein sekundärer Kork erzeugt wird. Der Kork der älteren Wurzeln ist also perikambialen Ursprunges.

Die ältere Wurzel von Psychotria Ipecacuanha, wie sie die Handelsware darbietet, besitzt einen mehrreihigen Kork (Fig. 5, *k*) mit einreihigem Phellogen (*phg*). Die Korkzellen enthalten eine braune körnige Masse. Das darunter liegende Rindengewebe (Mittelrinde) ist ein relativ starkwandiges, fast lückenlos anschliessendes Parenchym, welches reichlich Stärke enthält und in welchem zahlreiche in der Achse des Organs gestreckte Zellen liegen, von denen jede ein Bündel Kalkoxalatraphiden führt (Fig. 5, *Raph.* und Fig. 14). Im innern Teile der Rinde sind die Oxalatzellen besonders häufig. Nur selten findet man auf tangentialen Längsschnitten (zwischen das obliterierte Rindenparenchym sich einschiebend) die Querschnitte dünner Nebenwurzeln. Nach innen zu wird das Rindengewebe kleinzelliger, und es springen von der undeutlichen, meist nur einreihigen Kambiumzone (*c*) aus viele aus zahlreichen Zellen bestehende Siebbündel keilförmig in die Rinde ein (Fig. 5, *sb* und Fig. 6). Die Zellen dieser Siebbündel sind zum Teil sehr zartwandig, zum Teil auffallend stark verdickt, wie man es bei den Siebelementen zahlreicher Pflanzen findet. Die Verdickung ist auch hier meist auf die Radialwände beschränkt, so dafs bei einem radialen Längsschnitt die Siebelemente nur dünnwandig erscheinen, beim tangentialen dick (Fig. 15). Die Siebröhren besitzen ein weites, das Kambiform ein sehr enges Lumen. Beide sind gestreckt. Bisweilen kommt es vor, dafs ganze Strecken der Wurzel nicht die bekannten wulstigen Auftreibungen und Einschnürungen an der Rinde zeigen, die für die Ipecacuanha charakteristisch sind, sondern glatt erscheinen. An diesen Stellen ist die Rinde schmal.

Der Holzkörper ist sehr gleichförmig gebaut. Er enthält zwei, durch Übergangsglieder miteinander verbundene Zellformen, nämlich Ersatzfasern und Tracheiden. Beide sind dickwandig und verholzt und weichen in ihrer Form nicht wesentlich voneinander ab. Sie sind bald lang und spitz, bald gegen das Ende plötzlich verschmälert, bald an den Enden mit Zapfen versehen, bald kurz und einseitig abgestutzt, bald rechteckig (Fig. 8, 10, 11).

Im Querschnitt erscheinen die Tracheiden meist etwas breiter (15—26 mik.) als die Ersatzfasern (10—19 mik.), ohne dafs dies jedoch ein durchgreifender Unterschied wäre. Die typischen Ersatzfasern sind mit linksschiefen spaltenförmigen Tüpfeln versehen (Fig. 11 a und b), die typischen Tracheiden mit runden behöften Tüpfeln, deren Spalt auch linksschief zu stehen pflegt (Fig. 8, *c*). Die Wand der typischen Ersatz-

Tafel 10.

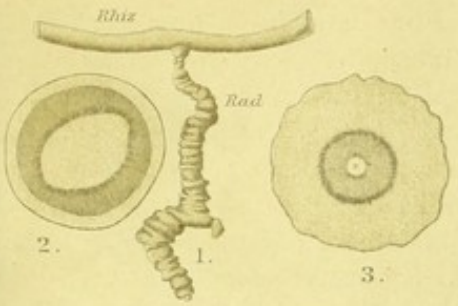
Erklärung der Abbildungen.

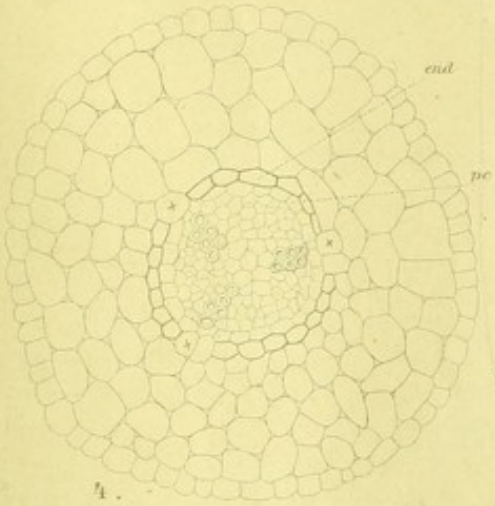
(Psychotria Ipecacuanha Müll. Arg.)

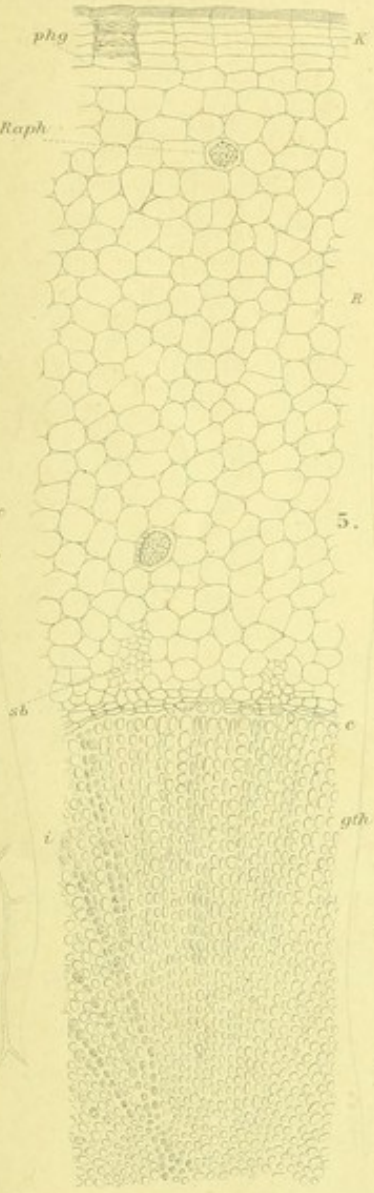
Fig. 1. Rhizom mit Wurzel von Psychotria Ipecacuanha Müll. Arg.
„ 2. Lupenbild des Rhizoms.
„ 3. Lupenbild der Wurzel.
„ 4. Primärer Bau der Wurzel.
„ 5. Querschnitt durch ein Segment der Wurzel der Handelsware.
„ 6. Querschnitt durch den Siebteil am Kambium.
„ 7. Partie des Holzkörpers im Querschnitt.
„ 8. Tangentialer Längsschnitt durch den Holzkörper.
„ 9. Tüpfel *b* der typischen Ersatzfasern, *c* der typischen Tracheiden, *a* von Mittelformen, *d* Wand links einer Ersatzfaser, rechts einer Tracheide.
„ 10. Tracheide isoliert.
Fig. 11. Elemente des Holzkörpers mit Schultze'scher Macerationsflüssigkeit isoliert.
„ 12. Durchbohrte (gefäfsartige) Tracheide.
„ 13. Kork, Flächenansicht.
„ 14. Raphidenzelle, Längsansicht.
„ 15. Elemente des Siebteils, Längsschnitt.
„ 16. Stärkekörner.
„ 17. Querschnitt durch die innere Rinde und den äufseren Teil des Holzkörpers des Rhizoms.
„ 18. Tracheale Elemente des Holzkörpers im Querschnitt.
„ 19. Sclereide der Rinde des Rhizoms.
„ 20. Längsschnitt durch die innere Rinde und die Markscheide des Rhizoms. *gf* primäres Gefäfs.

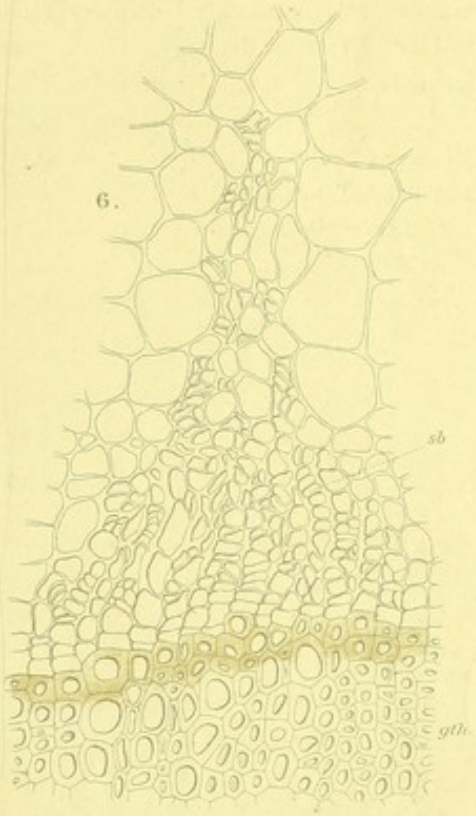
Ipecacuanha.

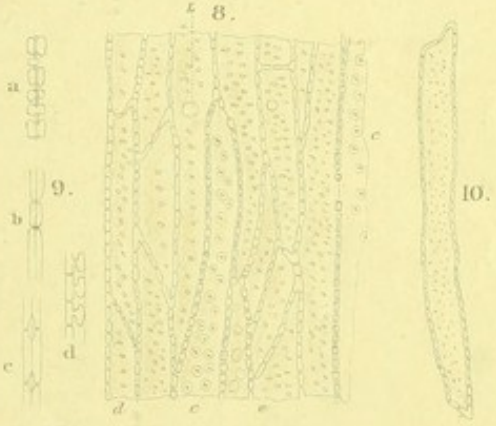
Taf. 10.

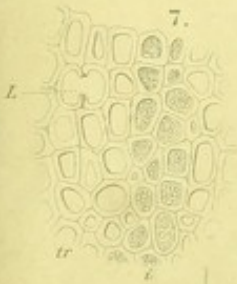


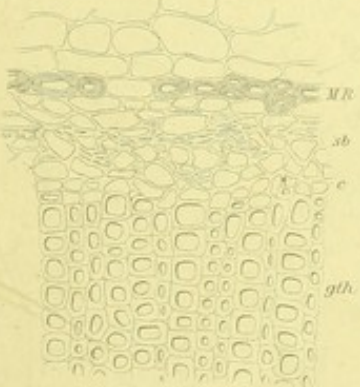


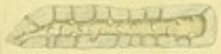


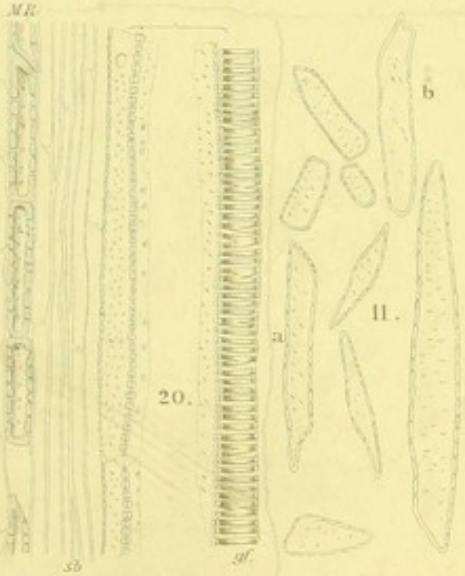












Druck von Oscar Brandstetter, Leipzig

Lith. Anst. v. Lewis Gerhuse, Leipzig

Kakao.

Kakaosamen, Kakaobohnen, Cocoa.

Die Frucht des Kakaobaumes (Theobroma Cacao L.) ist eine nicht aufspringende Kapsel. Sie entsteht aus dem 1—2 mm langen, aus 5 Carpellen gebildeten Fruchtknoten der auffallend kleinen, kauliflor — am Stamm oder den Ästen — entspringenden Blüten und entwickelt sich rasch bis zu einer aufserordentlichen Gröfse (bis 2 dcm). Es ist daher nicht überraschend, dafs der Fruchtstiel zugfest wie eine Wurzel gebaut ist: er zeigt einen centralen, markfreien Holzkörper (im Centrum liegt meist eine Schleimzelle) und eine an Bastfasern reiche Rinde, deren mechanische Elemente, ähnlich wie bei den Zweigen der Tilia, in Form von Dreiecken angeordnet sind. Die Rinde der Fruchtstiele enthält nur wenige sehr kleine Schleimzellen, dagegen sind die übrigen Organe der Blüte, besonders die relativ dicken Kelchblätter sehr reich an Schleimzellen.

Der Fruchtknoten entwickelt sich nach der Befruchtung rasch zu einer gestreckten, mit 5, den Carpellrändern entsprechenden Längsfurchen (Fig. 3) versehenen Frucht, die aufsen über und über mit kleinen Trichomen (Fig. 4) besetzt ist, die auf einem mehrzelligen Stiele ein mehrzelliges Köpfchen tragen, also ganz den Trichomen der Kotyledonen, den sog. Mitscherlich'schen Körperchen gleichen; daneben finden sich auch Sternhaare, wie sie die Malvaceen haben (Fig. 4 a). Ein ganz junges Früchtchen (Fig. 3) zeigt folgenden Bau: die Randschicht ist relativ breit und läfst deutlich die fünf, den Carpellrändern entsprechenden Furchen erkennen; in der Mitte jedes Carpellblattes liegt ein kleines Bündel. In das Parenchym sind aufserordentlich zahlreiche Schleimzellen verschiedener Gröfse eingebettet. Dann folgt eine Zone zarten Gewebes mit zahlreichen kleinen Prokambiumsträngen und darauf die radialstrahlig gebauten, in fünf, an der Spitze rhombischen Zapfenleisten nach innen einspringenden, die Placenten tragenden Querscheidewände. An den rhombischen Zapfenspitzen sitzen die Ovula. Dieselben füllen die Höhlungen nicht aus und alternieren in der Weise, dafs das eine Ovulum an der Placenta rechts, das folgende tiefere an der Placenta links u. s. f. angeheftet ist. So kommt es, dafs eine Reihe übereinander liegender Samen zur Hälfte der einen, zur Hälfte der benachbarten anderen Placenta angehört. In der Spitze der Leiste verläuft ein Bündel. Die Ovula sind anatrop und besitzen zwei Integumente (Fig. 5).

Bei einem älteren ca. 4 cm langen Früchtchen (Fig. 2) ist die schon bei dem Fruchtknoten in der Mitte der Carpellblätter angedeutete Furche tiefer geworden, so dafs nunmehr 10 Längsfurchen an der Frucht herablaufen, 5 seichte sekundäre und 5 tiefere primäre. Am inneren Rande der Randschicht findet sich eine aus zahlreichen, auffallend kleinen, meist im Querschnitte rundlichen oder wenig gestreckten Zellen bestehende Zone, vor der nunmehr zahlreiche kleine Gefäfsbündel nebeneinander liegen. Das Scheidewandgewebe ist ebenso wie die Randschicht stark vergröfsert. Die Ovula sind zu jungen Samen herangereift und erfüllen nunmehr die Höhlungen ganz. Das innere Integument ist zurückgeblieben und sehr schmal, das äufsere dagegen hat sich verbreitert und führt zahlreiche kleine Bündel, das Gewebe der Integumente ist meristematisch, eine Schleimzellenschicht noch nicht differenziert. Im Embryosack ist von der Peripherie her ein zartwandiges Endosperm mit hellem Saft entstanden (Fig. 12).

Bei einer noch älteren, 8 cm langen Frucht haben nun die Samen schon einen Durchmesser von 5 mm, die Fruchtschale ist auch jetzt noch mit den Köpfchenhaaren bedeckt. Die Zahl der Schleimzellen hat sich stark vermehrt. In dem subepidermalen Fruchtschalenparenchym liegen, die Zellen vollständig erfüllend, braunrote, durch Eisenchlorid sich schwärzende Phlobaphenmassen. Die Samenschale ist nunmehr vollständig ausgebildet. Hauptsächlich ist es das äufsere Integument, aus welchem sie sich entwickelt. Die Sclereidenschicht ist bereits angedeutet, eine Kuticula deutlich, die subepidermale Schleimzellenschicht wohl entwickelt (Fig. 11). Man sieht deutlich, dafs die unter der Epidermis der Samenschale liegende Zellreihe durch Tangentialteilungen an einigen Stellen mehrreihig geworden ist, die Zellen sich stark gestreckt und vergröfsert haben und in allen Schleim gebildet worden ist. An die sehr zarte Mittellamelle legt sich beiderseits eine sehr zarte, auf Jodschwefelsäure blau reagierende Celluloseschicht an. Da und dort führen die Schleimzellen — oft vortrefflich ausgebildete — Calciumoxalatkristalle. Schichtung ist allenthalben in den Schleimzellen deutlich (Fig. 11 u. 18), besonders bei Material, das lange in Alkohol lag. Nur höchst selten jedoch bemerkt man, dafs die Schichten konzentrisch um das Lumen herumliegen. Das Lumen liegt vielmehr excentrisch und tritt erst beim Behandeln mit Jodlösung hervor. Wir haben es hier mit Schleimmembranen zu thun, deren Membranschleim zu den echten Schleimen gehört. Da und dort (bei *x* u. *y*, Fig. 11) beginnt bereits die Mittellamelle zu degenerieren und sich im Schleim aufzulösen. Der Endosperm ist sehr dünnwandig (Fig. 12, *End*) und enthält nur Eiweifssubstanzen, keine Stärke. Er ist nur als Randschicht noch ausgebildet. Die Mitte des Samens enthält einen hellen Saft. Der Embryo ist noch nicht entwickelt.

An der völlig reifen Frucht (Fig. 1) sind die zehn Längsfurchen nur noch undeutlich zu sehen. Die in fünf Längsreihen angeordneten Samen (ca. 40) haben das Scheide-

wandgewebe, das „Fruchtmus“, stark zusammengedrückt, so dafs dasselbe als ein obliteriertes lockeres Gewebe den Samen umgiebt. Da die Samen niemals in gleicher Höhe inseriert sind, sieht man auf einem Querschnitte durch die Frucht die Samenlängsschnitte in sehr verschiedener Höhe. Meist wird der fünfte Samen durch den Schnitt gar nicht getroffen (Fig. 1 links unten), der vierte nur an der Samenschale oberflächlich angeschnitten (Fig. 1 rechts) und von den drei durch den Schnitt wirklich getroffenen Samenkernen ist nur einer in der Medianebene durchschnitten (Fig. 1 unten), so dafs nur bei ihm die Radicula mit den beiderseits angehefteten Kotyledonen sichtbar wird.

Die Schleimzellen, die reichlich in der Fruchtschale verteilt sind, zeigen meist sehr deutliche Auflösungsstadien, so dafs nur noch bei wenigen die Schichtung an der Schleimmembran erkennbar ist (Fig. 17, *a*, *c*, *e*), die meisten lassen nur mehr den mit Jod tief gefärbten Plasmaschlauch erkennen und der Schleim zeigt bereits deutliche Körnelung (Fig. 17, *b*, *d*).

Das „Fruchtmus“ besteht aus hyphenartig gestreckten Zellen, zwischen denen grofse Interzellularlücken liegen (Fig. 10, *I*). Reste dieses Fruchtmuses, d. h. der Scheidewände (s. oben), welche gegen die Samen hin durch eine innere Epidermis abgegrenzt sind, sitzen den Samen der Droge stets noch auf (Fig. 9, *I*). In den Zellen des Fruchtmuses beobachtet man — natürlich niemals bei Untersuchung frischen oder Alkoholmateriales, wohl aber stets bei den Samen der Droge — grofse Mengen von kleinen Saccharomyceszellen, die dadurch hierher gelangen, dafs man die Samen in Fermentierungskästen oder auf Haufen geschichtet einer Gärung (dem „Rotten“) unterwirft. Die hierbei sich lebhaft vermehrenden Gärungspilze trocknen, wenn die Samen nach vollendeter Fermentierung zum Trocknen ausgebreitet werden, in den dem Samen anhängenden Fruchtmusresten ein, und so kommt es denn, dafs man sie auf der Oberfläche aller gerotteten Kakaos findet (Fig. 9, *sach*). Da die Samen, indem sie sich beim Heranwachsen vergrößern, sich fest an das Fruchtmus anpressen, ist es erklärlich, dafs namentlich die (innere) Epidermis der Fruchtwand bez. der Scheidewände denselben auch nach dem Herauslösen fest anhaftet. In der That sind mir noch niemals Samen im Handel begegnet, die auf ihrer Epidermis nicht mehr die Reste des Fruchtmuses und besonders die Epidermis desselben trügen. Fehlt das lückige, aus dünnwandigen, fadenartigen, 16—32 mik breiten, schlauchförmigen Zellen bestehende Parenchym (Fig. 10, *I*), so findet man doch die kleinzellige, aus langgestreckten, mit ihren stumpf zugespitzen Enden zwischen einander eingekeilten, 8—11 mik. breiten Zellen bestehende Fruchtmusepidermis (Fig. 10, *II*), die in Form von „Querzellen“ die Epidermis der Samenschale mehr oder weniger schräg schneiden (Fig. 10, *II*).

Oft gelingt es, das anhaftende Fruchtmus in eckigen Stücken vom Samen abzusprengen.

Die Epidermis der Samenschale (Fig. 9 und 10, *III*) besteht aus ziemlich grofsen, 30—43 mik breiten, in der Flächenansicht gestreckt-polyedrischen, relativ dickwandigen Zellen. Unter dieser Epidermis liegen grofse Schleimhöhlen (Fig. 9 und 10, *IV*), die aus den Schleimzellen (Fig. 11) in der Weise entstanden sind, dafs die letzteren sich stark vergrößern oder die Trennungsmembranen zerreifsen oder aufquellen oder ganz sich lösen. Meist erkennt man jedoch noch die trennenden Membranen gut. Der Schleim der Schleimmembranen gehört zu den echten Schleimen (Angew. Anatomie, S. 193). Schichtung ist nur selten deutlich, das Ganze ist verquollen. Der Plasmaschlauch der Zellen ist nur beim Behandeln mit Jod als ein kleines Gebilde im Innern der Zellen zu erblicken (Fig. 9, *sch*). Auf dem Flächenschnitt sind die Trennungsmembranen der Schleimzellen kaum sichtbar, bisweilen erscheinen sie als zartes Netzwerk (Fig. 10, *IV*). Die einzelnen Gruppen der Schleimzellen sind durch Parenchymbrücken voneinander getrennt (Fig. 11 und 9).

Auf die Schleimzellenschicht folgt ein sehr lückiges, aus sternförmigen Zellen bestehendes Parenchym (Fig. 9 und 10, *V*), die von mir „Schwammschicht“ genannte Zone, in dem die zahlreichen und grofsen Gefäfsbündel liegen, welche aus sehr vielen, 5—10 mik breiten Spiralgefäfsen bestehen, die infolge Schwindens der Siebteilelemente meist ein lockeres Bündel bilden. Dann folgt die Sclereidenschicht. Die Zellen derselben sind 10—12 mik breit, 10—30 mik lang (Fig. 10, *VI*) und nur an der Innenwand und den Seitenwänden verdickt (Fig. 9, *VI* und Fig. 16) — Wanddicke 3—4 mik —, auf dem Flächenschnitt erscheinen sie polyedrisch scharfkantig. Die Schicht zeigt wie viele Schutzscheiden parenchymatische Unterbrechungsstellen („Durchbrechungsstellen des mechanischen Ringes behufs Herstellung des Saftverkehrs“). Dort sind die Zellen nicht sclerotisiert, sondern dünnwandig geblieben.

Bis hierher reicht das äufsere Integument (Fig. 12, *ia*), das im jungen Zustande nur 8 Zellen dick war, sich also stark verbreitert hat.

Das 7 Zellen dicke innere Integument (Fig. 12, *ii*) vergrößert sich nicht, sondern behält auch im Samen seine Dicke bei, fungiert als Nährschicht (Angew. Anatomie, S. 459) und obliteriert mehr oder weniger (Fig. 9, *N*). Die innerste Zellreihe derselben, die innere Epidermis, ist zart und führt oft noch Stärke. So weit reicht die Samenschale. Dann folgt das Endosperm, welches zu einer zarten, silberglänzenden Haut („innere Samenhaut“) obliteriert ist, die den Samenkern nicht nur aufsen einhüllt, sondern auch in die Falten der Kotyledonen eindringt. Eine „Epidermis“ zeigt dieses Endosperm natürlich nur an der äufseren, rings um den Samenkern laufenden Partie, nicht in den Falten. Die Zellen derselben (Fig. 9 und 10, *VII*) sind klein und polyedrisch, 8—22 mik breit und 21—24 mik lang und oft mit Fett- und Fettsäurekristallen (bisweilen mit Oxalat untermischt) erfüllt. An den Falten liegt unter dieser Epidermis oft ein mehrzelliges, parenchymatisches, gleichfalls fettreiches Gewebe (Fig. 9); das übrige Endosperm ist besonders in den Falten so stark obliteriert (Fig. 9 und 10, *VIII*), dafs die Membranen der Zellen nur selten deutlich zu erkennen sind, wohl aber findet man auf der „Silberhaut“ oft die abgebrochenen Mitscherlich'sche Körperchen der Kotyledonen und der Radicula (Fig. 10, *VIII*) und bei feucht aufbewahrten Samen Pilzmycelien (und Milben).

Der Samenkern besteht aus den dickfleischigen Kotyledonen und der keuligen Radicula. Die letztere (Fig. 6, *rad*) läfst zwischen den Anheftungsstellen der beiden Kotyledonen (Fig. 6, *cot*) ein kleines Spitzchen, die Plumula, erkennen. Die Kotyledonen sind so bizarr ineinander gefaltet und zudem noch durch wiederholte Einschnürungen von aufsen und innen her fragmentiert (Fig. 7 und 8), dafs kein Querschnitt mit dem anderen übereinstimmt und der trockene Same nach Ablösung der Schale beim geringsten Druck in zahlreiche eckige Stücke zerfällt. Die Radicula liegt in einer verhältnismäfsig weiten Höhlung am breiteren Ende des Samens und ragt als kleines Spitzchen daselbst hervor (Fig. 8, *rad*).

Die Epidermis der Kotyledonen und der Radicula besteht aus polyedrischen Zellen, die zahlreiche braune, durch Eisenchlorid sich dunkler färbende, in Kali und Schwefelsäure unlösliche, die braune Farbe der Kotyledonaraufsenseite bedingende Körner und aufserdem bisweilen Kalkoxalattafeln enthalten (Fig. 9 und 10, *IX*). Einige dieser Epidermiszellen wachsen zu eigentümlichen mehrzelligen, oft köpfchentragenden Haaren (Fig. 10, *IX*, Fig. 15 *t*, Fig. 14 *t*) aus, die unter dem Namen „Mitscherlich'sche Körperchen" bekannt sind und deren Zellen ebenfalls zahlreiche solcher brauner Körnchen wie die Epidermis enthalten. Diese Haare sind an der äufseren, gegen die Schale gekehrten Seite der Kotyledonen sehr selten, in den engen Falten nicht häufig, in den weiten häufig und am zahlreichsten an der Radicula, die meist von einem ganzen Kranze solcher Haare umgeben ist (Fig. 13 b). Das Gewebe der Kotyledonen und der Radicula besteht aus einem dünnwandigen Parenchym, welches bei den Kotyledonen von Procambiumsträngen (Fig. 9, *proc*) und Gefäfsbündeln (Fig. 9, *gfb*) durchzogen wird, deren Gefäfse sehr zarte Spiralbänder zeigen und verholzt sind. Wohl ausgebildete verholzte Gefäfse sind bei Kotyledonen im allgemeinen selten zu finden. Gegen die Falten hin sind die Kotyledonarzellen in bogenförmigen Reihen angeordnet. Das Gewebe der Wurzelspitze läfst deutlich Dermatogen, Periblem und Plerom erkennen (Fig. 14). Etwas rückwärts von der Spitze sind die Spiralgefäfse bereits deutlich. Das Gefäfsbündelsystem ist bei der Radicula in Form eines sechsstrahligen Sternes angeordnet (Fig. 13 b). An der Spitze jedes Strahles liegen mehrere bereits entwickelte Spiralgefäfse (Fig. 13 bei *x*). Die Radicula besitzt ein grofses centrales Mark.

Der Inhalt der Radicular- und Kotyledonar-Zellen besteht aus festem Fett (Ester der Stearin-, Arachin-, Olein-, Palmitin- und Laurin-Säure), Stärke und Eiweifs.

Erwärmt man den Schnitt im Wasser, so schmilzt das feste, in der Droge oft in Nadeln kristallisierte Fett und tritt in Tropfen aus den Zellen hervor. Legt man die Schnitte kürzere Zeit in Alkohol, bis das Fett gelöst ist, so bleibt in den Zellen ein feines polyedrisches Netz derben Dauer-Plasmas (Fig. 19 und 20) übrig neben Stärke und einigen wenigen Aleuronkörnern. Die Stärke (Fig. 22) bildet rundliche, meist einzelne, selten zusammengesetzte, 1,5—14, meist 2—8 mik. grofse Körner, die bei den einzelnen Sorten wenig differieren. Sie sind z. B. bei Caracas 4, bei Bahia 6—8, bei Porto Cabello 6' bei St. Thomas 3—5, bei Guajaquil 3,3—5, bei Trinidad 6—11, bei Venezuela 8—14, bei Ceylon 5—7 mik. lang. Am entfetteten Schnitt gelingt die Blaufärbung mit allen Jodreagentien leicht, auch verkleistert die Stärke wie gewöhnlich.

Die Aleuronkörner finden sich in zwei Formen. Einmal solche, die mit Jod sofort tief gelb werden und ein relativ gut ausgebildetes Kristalloid enthalten (sehr selten), und dann solche, die mit Jod sich nicht färben, eine sehr derbe Haut haben und ein oder mehrere in Kali unlösliche, in Schwefelsäure lösliche Globoide führen. Niemals fand ich in ein und derselben Handelssorte beide Aleuronformen nebeneinander.

Verascht man einen Schnitt (auf der Platinschaufel), so bleiben die Globoide als rundliche, netzig gezeichnete Körner zurück, die sich zum Teil in Schwefelsäure lösen. Bei dieser Behandlung treten Gipsnadeln auf. Mehr wie ein Aleuronkorn fand ich in den einzelnen Zellen nicht. Durch langes Liegen in Kali werden diese Aleuronkörner rotviolett bis rötlichbraun.

Die Pigmentzellen (Gerbstoffzellen, Farbstoffzellen) sind regellos im Kotyledonargewebe verteilt (Fig. 15, *pig*), bisweilen zahlreicher am Rande der Kotyledonen. Sie liegen entweder einzeln oder zu mehr (3—4) -zelligen Reihen vereinigt, sind bald ebenso grofs wie die Kotyledonarzellen, bald gröfser und alsdann radial gestreckt, nur selten erreichen sie nicht die Gröfse der Kotyledonarzellen. Beim frischen Samen enthalten sie eine gelbliche Flüssigkeit, bei der Droge sind sie entweder leer oder enthalten (besonders am Rande der Kotyledonen) eine gelbe, braune oder violettbraune, homogene oder körnige, mit Kali blaugrünlich, mit Ammoniak bläulich, mit Eisenchlorid blauschwarz, mit Säuren braunrot werdende Masse. Die Reaktion mit Kali ist sehr unsicher. Alle Reaktionen variieren nach den Sorten ohne bestimmtes Gesetz. In der frischen Droge enthalten sie das Kakaoglykosid (Kakaonin). Beim Trocknen und besonders beim Rotten der Samen wird dies in Dextrose, Theobromin (und Coffein) und Kakaorot (einem Phlobaphen) gespalten. Hierbei dringen diese Spaltungsprodukte, in den Membranen der Zellen wandernd, in das ganze Kotyledonargewebe ein und das Kakaorot färbt die Membranen rot. Die Membranen werden daher bei der Droge durch Eisenchlorid dunkel. Derartige Membranfärbungen durch Phlobaphene sind bei Drogen etwas sehr häufiges. In das Innere der Fettzellen gelangen die Spaltungsprodukte nur selten. Ob das Kakaoglykosid den Kotyledonarzellen der frischen Samen gänzlich fehlt oder auch in ihnen enthalten ist, konnte ich nicht feststellen. Mittelst Salzsäure und Goldchlorid kann man bei besonders günstigem Material, d. h. wenn die Pigmentzellen noch geschlossen sind und Inhalt führen, Theobromin in ihnen nachweisen. Stets gelingt an Schnitten durch die Kotyledonen der Theobrominnachweis, wenn man die Schnitte in einen Tropfen Salzsäure legt, nach 3 Minuten einen Tropfen Goldchloridlösung (1 : 100) zusetzt und langsam abdunsten läfst. Am Rande des Tropfens erscheinen dann baumartige Kristallbildungen (Fig. 24) von Theobromin-Goldchlorid ($C_7 H_8 N_4 O_2 HCl Au Cl_3$). Legt man einige Schnitte in einen Tropfen verdünnter Salpetersäure, erwärmt schwach, setzt dann einen Tropfen Silbernitrat hinzu und (nachdem das Ganze halb eingetrocknet) einen Tropfen Wasser, so sieht man, nachdem das Präparat völlig

eingetrocknet ist, zahlreiche Kristalle von Theobromin-Silbernitrat ($NO_3H[C_7H_8N_4O_2]NO_3Ag$) über das ganze Gesichtsfeld verteilt und in den Pigmentzellen eingeschlossen. Die Kristalle sind anfangs gelb und haben die Form von Briefcouverts (Fig. 25), mit der Zeit werden sie braun. Auch Zucker ist in den Kotyledonarzellen leicht nachzuweisen. Benetzt man das Präparat mit einem Tropfen Ammoniak und fügt nach einigen Minuten einen Tropfen konzentrierter Silbernitratlösung hinzu, so entsteht eine tief rotbraune Fällung; lässt man dann eintrocknen, so findet man bisweilen lange, spiessige Nadeln im Präparat ($[C_7H_7AgN_4O_2]_2 + 3H_2O$?).

Der frische Same ist im Innern kaum gefärbt, nur aussen erscheint er durch die oben erwähnten Farbstoffkörper bräunlich. Die violette bis braune Farbe des gerotteten Samens rührt vom Kakaorot her, welches vornehmlich in den Membranen seinen Sitz hat und natürlich besonders reichlich in den und um die Pigmentzellen herum sich findet.

Die Pigmentzellen sind für die Diagnose der Sorten unverwendbar.

Läfst man zu einem in Wasser liegenden Schnitte durch den Kotyledon konzentrierte Schwefelsäure fliefsen, so tritt das Fett in Tropfenform aus den Zellen. Bleibt dann der Schnitt einige Stunden in der Schwefelsäure liegen, so erstarrt jeder Fetttropfen zu einem Haufwerk farbloser gekrümmter Fäden, zwischen denen nur selten Kristalle bemerkbar werden.

Das Pulver.

Das Kakaopulver gehört zu den anatomisch am schlechtesten charakterisierten Pulvern. Da die guten Kakaosorten aus den ohne die Schalen vermahlenen Samenkernen bestehen, besteht ihr Pulver nur aus den Fragmenten dieser, d. h. aus Fett, Stärke und Aleuron führenden, 20—40 mik grofsen Parenchymzellen, sowie den Pigmentzellen. Die Mitscherlich'schen Körper und die Endospermreste treten quantitativ sehr stark in den Hintergrund. Dagegen sind die Farbstoffkörner der Epidermis (Fig. 10, *IX*) deutlich und zahlreich. Man greift daher, um die Identität festzustellen, zu dem mikrochemischen Nachweis des Theobromins, der Stärke, des Aleurons (langes Liegen in Kali), des Kakaorots, des Fettes (siehe oben) und stellt durch Messung der Stärkekörner und der Gefäfsfragmente die Gröfse bez. Weite derselben fest. Durch Einlegen des Pulvers in Kali entsteht ein bald in Braun übergehender blaugrüner Hof um jedes gröfsere Partikelchen, durch Einlegen in Schwefelsäure ein rotbrauner. Fremde Beimengungen sind leicht zu ermitteln. Beigemengte Schalen machen sich teils durch die eigentümlichen Epidermisbilder (Fig. 10, *II. III*), teils durch die Sclereiden (Fig. 10, *VI*), sowie reichlicheres Vorkommen von Gefäfsbündelelementen bemerkbar. Spuren von Schalen findet man aber selbst in den besten Kakaosorten. Ich bediene mich, um sie aufzusuchen, der bei Diatomeen viel benutzten Schlämmmethode; die Schalenfragmente bleiben, da relativ schwer, im ersten Schlämmcylinder zurück. Man thut gut, stets einen Teil des Pulvers mit Äther-Alkohol zu entfetten, um klarere Bilder zu erhalten.

Als Verfälschung kommen besonders fremde Stärkesorten in Betracht, die leicht mit Hilfe des Mikroskopes erkannt und dann gemessen werden können.

Die Chokoladen enthalten den Kakao stets aufserordentlich fein zerrieben, so dafs man nur selten selbst in einem entfetteten und verkleisterten Präparate gröfsere Gewebsreste oder intakte Zellen findet; dagegen findet man in der Chokolade meist noch neben Zucker Stärke (Reis, Maranta, Weizen, Roggen, Kartoffel u. a.) und Gewürze (Zimmt, Vanille, Nelken, Muskatnufs, Cardamomen u. a.). Die letzteren sind (vergl. die betreffenden Tafeln) leicht mikroskopisch zu diagnostizieren.

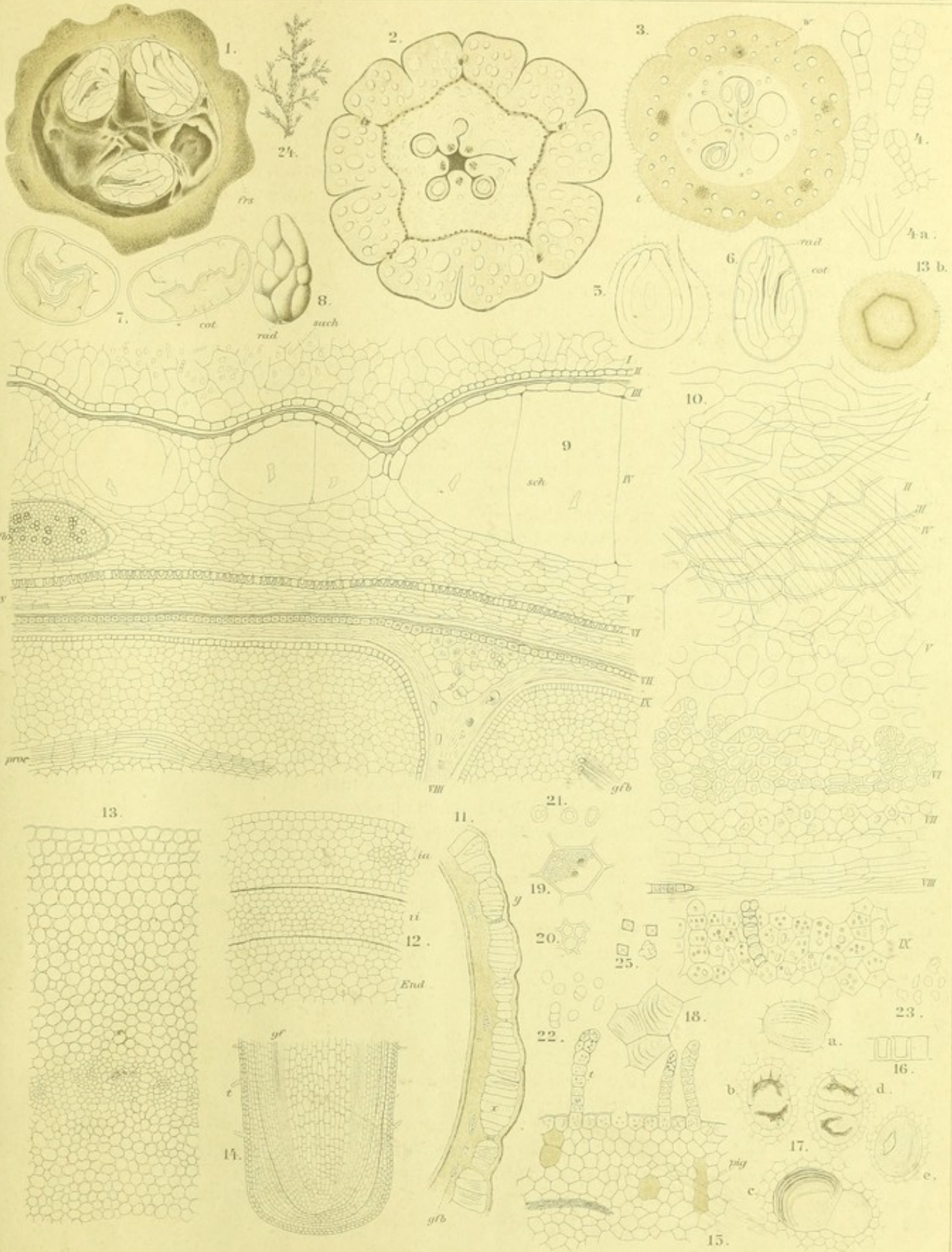
In den medizinisch-diätetischen Chokoladen findet man Isländisch Moos, Salep, Gerstenmalz, Leguminosenmehl, Chinarinde u. s. w. Auch bez. dieser sind die betreffenden Tafeln zu vergleichen.

Taf. 6.

Erklärung der Abbildungen.

(Kakao.)

Fig. 1. Querschnitt durch die reife Frucht von Theobroma Cacao (stark verkleinert).
„ 2. Querschnitt durch eine junge Frucht (vergröfsert).
„ 3. Querschnitt durch ein ganz junges Früchtchen (stark vergröfsert).
„ 4. Haare von der Aufsenseite desselben.
„ 5. Ovulum.
„ 6. Same im medianen Längsschnitt.
„ 7. Samen im Querschnitt.
„ 8. Same von aufsen.
„ 9. Querschnitt durch die Randpartie des Samens.
„ 10. Flächenansichten der Samenschalschichten von aufsen nach innen, *I* und *II* Fruchtfleisch, *VII—IX* Endosperm und Kotyledonarepidermis.
„ 11. Querschnitt durch die Samenschale eines unreifen, aber entwickelten Samens, schematisch.
Fig. 12. Querschnitt durch die Randschicht eines sehr jungen, unentwickelten Samens.
„ 13. Querschnitt durch die Radicula (Segment).
„ 13 b. Querschnitt durch die Radicula, Lupenbild.
„ 14. Spitze der Radicula im medianen Längsschnitt.
„ 15. Randpartie der Kotyledonen im Querschnitt.
„ 16. Sclereidenschicht der Samenschale im Querschnitt.
„ 17 (a—e) u. 18. Schleimzellen.
„ 19. Entfettete Kotyledonarzelle.
„ 20. Plasmanetz derselben.
„ 21. Aleuronkörner.
„ 22. Stärkekörner.
„ 23. Farbstoffkörner der Epidermis des Kotyledon.
„ 24. Theobromin-Goldchlorid.
„ 25. Theobromin-Silbernitrat.



Druck von Hasse Kramlerstr. Leipzig

Lith. Anst. v. Hasse Kramlerstr. Leipzig

Fol. sennae.

Sennesblätter, Feuilles de Séné, Senna leaves.

Die Blätter zweier Arten der Gattung Cassia kommen etzt als Sennesblätter in den Handel: aus Nubien die Blätter von Cassia acutifolia Delile (C. lenitiva Bisch.) — Fol. Sennae Alexandrinae —, aus Tinnevelly im südlichen Vorder-Indien die Blätter von Cassia angustifolia Vahl (C. medicinalis Bisch.) — Fol. Sennae Tinnevelly. Der Alexandriner Sorte sind Blättchen von Cassia obovata Colladon und Solenostemma Arghel Heyne (Arghel) in mehr oder weniger grofser Menge beigemischt.

Am meisten benutzt werden jetzt die Tinnevellyblätter, und diese seien denn auch der Beschreibung zu Grunde gelegt.

Die Blätter von Cassia angustifolia sind paarig gefiedert, mit 3—9 Blättchenpaaren. Die Blattspindel ist oben und unten furchig, die Blättchen sitzen ihr mit kurzen Stielchen an und werden an der Basis von je 2 sehr zarten Nebenblättchen behüllt. Sie lösen sich sehr leicht von der Blattspindel ab und besteht die Droge denn auch ausschliefslich aus den abgelösten Blättchen.

Die Blättchen von C. angustifol. (Fig. 8) sind lineal-anzettlich, 2,5—5 cm lang, am Grunde schwach ungleichhälftig, nur wenig beharrt.

Durch bogenförmige Anastomosen der Rand-Nerven-Endigungen wird eine nervenfreie schmale Randpartie von dem übrigen, von zahlreichen Nervenanastomosen durchzogenen Blattgewebe abgetrennt.

Das Lupenbild zeigt, dass das Blatt eine sehr gleichförmige Dicke besitzt, selbst die Nerven treten sehr wenig und nur auf der Unterseite hervor. Nur der Mittelnerv ist auf der Unterseite etwas stärker herausmodelliert. Die Seitennerven, besonders die höherer Ordnung, liegen ganz in Mesophyll eingebettet. Die Dicke des Blattes beträgt meist 350—370 mik., jüngere Blätter sind dünner, 220 mik., ältere dicker, bis 470 mik. und mehr. Besonders auf den jüngeren Blättern sind mit der Lupe feine starre Härchen wahrzunehmen.

Ein Querschnitt durch ein Blatt der Tinnevelly Senna zeigt den typischen Bau centrisch gebauter Blätter (Angew. Anatomie S. 319): Ober- und Unterseite sind nicht different ausgebildet, an beiden Seiten ist Palissadengewebe entwickelt (Fig. 1). Die Blätter sind an der Pflanze auch nicht flach ausgebreitet, sondern infolge einer Drehung des Stieles mit ihrer Fläche senkrecht gestellt, ein Fall, der bei Pflanzen trockener Klimate sehr häufig beobachtet wird (Akazien Australiens, Melaleuca Leucadendron, Eucalyptus) und der den Zweck hat, die Insolationswirkung der Sonne und damit die Transpiration herabzumindern.

Die Epidermis der Ober- und Unterseite ist gleich gestaltet (Fig. 1, 2 und 3). Die Zellen sind relativ hoch, von der Fläche betrachtet vier- bis vieleckig, $\frac{30—40}{60—70}$ mik. weit, mit geraden (nicht welligen) Wänden. Über dem Hauptnerven ist die Epidermis der Blattunterseite kleinzelliger (Fig. 1). Oftmals sind die Epidermiszellen durch parallel der Organoberfläche verlaufende Wände scheinbar in zwei übereinander liegende Zellen geteilt, von denen die obere (äufsere) die kleinere zu sein pflegt. Die innere enthält Schleim, die äufsere den Plasmaschlauch. Thatsächlich handelt es sich hier aber nicht um 2 Zellen, sondern um eine, welche Zelle zuerst eine breite, bei Betrachtung unter Alkohol deutlich geschichtete Schleimmembran gebildet hat, der nach dem Zelllumen hin eine tertiäre Cellulosehaut aufgelagert ist (Fig. 1 und 4, *schle*). Es liegt also auch hier wie bei den Buccublättern kein Schleimhypoderm, sondern eine Schleimepidermis vor. Die Schleimzellen der Epidermis pflegen gegen die Palissadenschicht etwas vorgewölbt zu sein (Fig. 4). Zahlreiche Spaltöffnungen liegen auf beiden Blattflächen. Sie besitzen meist 2 Nebenzellen (Fig. 2 und 3) und sind etwas eingesenkt (Fig. 4, *st*), eine Eigentümlichkeit, die für Pflanzen trockener Klimate charakteristisch sind (Angew. Anat. S. 434). Die Atemhöhlen (Fig. 4, *H*) sind klein. In die Epidermis eingesenkt sind eigentümliche starre, einzellige Haare (*t*, Fig. 2,

3, 4, 4 b). Ihr Querschnitt ist um vieles kleiner als der der benachbarten, strahlig gegen das Trichom gerichteten (4—7) Epidermiszellen, er beträgt an der Basis etwa 13—16 mik. Die Haare sind 40—250 mik. lang, meist 100—130 mik. Ihre Oberfläche ist feinwarzig, ihr Lumen nur in der basalen Partie weit. Dasselbe verengert sich gegen die Spitze etwas, oft nicht unerheblich. Die basale Partie der Wandung des Trichoms besteht aus Cellulose, die übrige Wand ist so stark, kuticularisiert, dafs selbst längeres Liegen in Schwefelsäure sie nicht löst, dagegen tritt bei dieser Behandlung an der Innenwand eine feine Längsstreifung hervor, die oftmals wellig verläuft. Über das ganze Haar verläuft die Kuticula als zartes Häutchen. Die Kuticularschicht des Haares springt zapfenförmig nach innen gegen das Mesophyll vor, auch dieser konische Zapfenbleibt in Schwefelsäure ungelöst. Die Zahl der Haare ist bei Cassia angustifol. gering.

Die ganze Oberfläche des Blattes ist mit einer Schicht sehr kleiner Wachskörnchen und Stäbchen bedeckt (Fig. 1und 2, *W*).

Das Assimilationsgewebe besteht aus einem beiderseitigen Palissadenparenchym (Fig. 1, *p*), dessen sehr dünnwandige, mit zahlreichen Chlorophyllkörnern erfüllte, im Querschnitt rundliche (Fig. 2, *p*) Zellen oftmals eine aufserordentliche Länge erreichen. Sie sind auf der einen, der morphologischen Unter-Seite etwas kürzer als auf der Oberseite der Blätter. Das Palissadengewebe der Blattunterseite ist reicher durchlüftet als das der Oberseite (Gürtelkanäle, Fig. 1). Einzelne Palissadenzellen beider Seiten besitzen einen anderen Inhalt, der beim Einlegen in Chloralhydrat und Hinzufügen von Glycerin als ein netzig-maschiges Netz zurückbleibt (Fig. 4, *C*). Das central gelegene Merenchym (Fig. 1 u. 2, *mer*) ist relativ reich durchlüftet. In seinen Zellen findet sich gleichfalls Chlorophyll und da und dort eine Kalkoxalatdruse mit sehr spitzen Kristallen; auch Einzelkristalle oder Zwillinge finden sich häufig, besonders in den Zellen, die unmittelbar an das Palissadengewebe grenzen und in der Gefäfsbündelscheide, dort meist die Bastzellen begleitend.

Die Blattnerven führen kollaterale Gefäfsbündel und unterseits Collenchym. Die Gefäfsbündel (besonders der Hauptnerven) besitzen Bastbelege, vorwiegend auf der collenchymfreien, der Blattoberseite entsprechenden Seite, auf der anderen meist nur weniggliedrige Bastzellgruppen oder Bastsicheln. Zahlreiche bastzellfreie Bündelanastomosen durchziehen das Merenchym. Die Gefäfsbündel selbst, besonders die der Hauptnerven, sind strahlig gebaut. Den gegen die Oberseite konvergierenden, aus Netz- und Spiralgefäfsen bestehenden Gefäfsteilstrahlen liegen gegen die Blattunterseite zu Siebgruppen gegenüber (Fig. 1).

In den Epidermis- und subepidermalen Zellen am Nerven und am Blattrand, sowie auch im Siebteil findet man oft braune Farbstoffklumpen. Der Siebteil wird durch Kali purpurrot.

Die Blättchen von Cassia acutifolia (Alexandriner Senna) sind eilanzettlich, ungleichseitig, stachelspitzig (Fig. 9), stark behaart. Ihr Bau gleicht dem der Blättchen von Cassia angustifolia, nur findet man sehr viel mehr Haare auf der Epidermis (Fig. 5).

Die Blättchen von Cassia obovata sind umgekehrt eiförmig, sehr deutlich stachelspitzig, fast kahl (Fig. 10).

Die Arghelblätter von Solenostemma Arghel sind gleichseitig, lanzettlich, zugespitzt, lederartig steif, runzelig und infolge dichter Behaarung grau.

Ihr Bau weicht stark von dem der Senna ab. Die Epidermiszellen besitzen eine aufserordentlich dicke, sehr stark quellende Schleimmembran an ihrer Aufsenseite (Fig. 6, *epo* und *epu*), die deutliche Schichtung zeigt, wenn der Schnitt in Alkohol beobachtet wird. Auch diese Schleimmembran ist eine Anpassung an trockenes Klima. Die Kuticula ist zart. Die mit blasig erweiterter Basis der Epidermis eingesetzten Haare sind mehrzellig (Fig. 6, *t*) — Unterschied von Senna — und besitzen eine feinwarzige Kuticula. Sie werden an ihrer Basis von einem Kranze strahlig angeordneter Epidermiszellen umgeben (Fig. 7). Von ihrer Ansatzstelle verlaufen radialstrahlig zahlreiche grobe Kuticularfalten, auch sonst ist die Kuticula gefaltet (Fig. 7). Die Stomata (Fig. 6, *st*) mit 2 bis 5 Nebenzellen sind nur wenig eingesenkt. Palissadengewebe findet sich sowohl an der Oberseite wie an der Unterseite. Die Zellen desselben sind sehr unregelmäfsig gestaltet (Fig. 6, *p*). Das ganze Gewebe ist reichlich durchlüftet. Sowohl im centralen Merenchym wie in den Palissadenschichten finden sich zahlreiche, als Sphärokristalle von fast genau runder Gestalt ausgebildete Kalkoxalatkristalle und eingestreut in das Grundgewebe viele rundliche oder gestreckte, einzeln oder zu Gruppen vereinigte verkorkte Sekretzellen, die mit einem gelben Exkret erfüllt sind (Fig. 6, *scb*). Die Bündel der Nerven sind bikollateral und führen keine Bastfasern (Unterschied von Senna).

Unter dem Namen Folliculi sennae sind die Früchte der Sennaarten in Gebrauch; freilich nur noch wenig und wohl nur als Volksmittel. Da es aber vorgekommen ist, dafs ihr Pulver als Verfälschungsmittel des Sennesblätterpulvers benutzt wurde, seien die Früchte von Cassia angustifolia kurz beschrieben.

Die Hülsen der Cassia angustifol. sind häutig, flachgedrückt, rundlich sichelförmig, gegen die Bauchnaht gekrümmt, durch den Griffelrest schief und kurz geschnäbelt, an den Samen etwas bauchig aufgetrieben. Die Nervatur geht vom Rande zur Mitte (Fig. 20). Im Querschnitt sieht man daher die von Brachy-Sclereiden und Kristallkammerfasern (mit Oxalat-Einzelkristallen) begleiteten Nervenbündel im Längsschnitt, im radialen Längsschnitt (Fig. 17, *gfb*) im Querschnitt. Auf eine sehr dickwandige Epidermis (Fig. 16 u. 17, *Ep*) folgt ein weites Parenchym (Fig. 16—18, *Par*) und eine aus mehreren Reihen bestehende Schicht sclerotischer Fasern (Librosclereiden),

deren Zellen im radialen Längsschnitt und Querschnitt durch die Fruchtwand viereckig oder gestreckt erscheinen (Fig. 16 und 17, *scl*). Der Bau dieser Schicht erhellt aus dem tangentialen Längsschnitt. Es sind (Fig. 19) mehrere Schichten langer, dickwandiger Zellen, die in den einzelnen Schichten in verschiedenen, sich schief kreuzenden Richtungen streichen. Die innerste Schicht der Fruchtschale ist ein stark obliteriertes Parenchym (Fig. 17, *obl*). Die Epidermis zeigt — von der Fläche betrachtet — gestreckte Zellen (Fig. 18, *Ep*). Hier und da sieht man vereinzelte Spaltöffnungen und Haaransatzstellen (Fig. 18).

Die Samen sind breit-verkehrt-herzförmig, fast keilförmig, zusammengedrückt, runzelig-warzig, an dem verschmälerten, schnabelförmigen Ende mit auf beiden Seiten deutlich sichtbarem Nabelstreifen. Dort liegt das kurze, keulige Würzelchen (Fig. 11, 13, 14, 15), dem die beiden dünnen, blattartigen, verkehrt-herzförmigen Kotyledonen ansitzen (Fig. 15). Dieselben liegen einander flach auf, sind von je 3 wenig gegabelten Nerven durchzogen und zeigen an den einander aufliegenden Seiten unter der Epidermis 2 Reihen langer Palissaden, an den abgekehrten Seiten 2—3 Reihen kürzerer Palissadenzellen. Der Keimling ist eingebettet in ein dickes Schleimendosperm (Fig. 13, *End* und Fig. 21, *VIII*). Dasselbe besteht aus Zellen mit dicken Schleimmembranen und meist exzentrischem Lumen. Die primäre Membran (Fig. 25 u. 26, *J*) ist deutlich, ebenso die tertiäre, das Lumen umgebende Membranschicht (Fig. 25 u. 26, *tert*). Die sekundären Membranschichten zeigen an einigen Stellen (besonders dann, wenn man zu dem in Wasser liegenden Präparate Glycerin setzt) Schichtung (Fig. 21, *VIII*, Fig. 25 u. 26), die Hauptmasse derselben erscheint aber meist als durchsichtiger Schleim. Die Intercellularsubstanz (primäre Membran) und die tertiäre Membran geben die Cellulosereaktion, letztere sehr schwach (Celluloseschleim), die sekundäre Membran besteht aus echtem Schleim. Im Lumen der Zellen liegen 1—3 Aleuronkörner. Die Samenschale wird bedeckt von einer den Falten der Schale (Fig. 11) entsprechend wellig verlaufenden Sclereidenepidermis.

Die stabförmigen, im Querschnitt polyedrischen (Fig. 24, *II*) Sclereiden besitzen eine ungleich verdickte Cellulosewand und werden von einer sehr eigentümlichen Aufsenschicht bedeckt (Fig. 21, *I*). Diese Aufsenschicht ist differenziert in die zarte Kutikula, eine helle äufsere, in H_2SO_4 unlösliche, und eine gegliederte innere Schicht (Fig. 27 a). Die letztere besteht aus vorgewölbten, aus Cellulose bestehenden breiten Zapfen und einem zwischen diesen liegenden, im mit H_2SO_4 behandelten Querschnitt zapfenförmig vorspringenden (Fig. 27 b), auf der Flächenansicht netzig erscheinenden, in H_2SO_4 unlöslichen Balkengerüst (Fig. 27 c, Fig. 22). So kommt es, dass die die Sclereiden (Fig. 21, *II*) bedeckende Aufsenschicht im Querschnitt innen gestreift erscheint (Fig. 21, *I*), im Flächenschnitt von innen betrachtet — bald wie Fig. 23, bald wie Fig. 22 sich darstellt. Die ganze Schicht löst sich leicht von der Sclereidenschicht ab (Fig. 21).

Unter der Sclereidenschicht liegt eine T-Zellenschicht (Fig. 21, *III*), deren Seitenwände stärker als Aufsen- und Innenwand verdickt sind (Fig. 21 u. 24, *III*), dann folgt ein in den Samen-Faltenbergen mächtig entwickeltes, in den Faltenfurchen dünnes Parenchym (Fig. 21 u. 24, *IV*), und zu innerst liegt wieder eine T-Zellenschicht (Fig. 21 u. 24, *V*). Dann folgt die Nährschicht (Fig. 21, *VI*).

Das Pulver.

Bei gröberem Pulver lassen sich leicht so grofse Gewebefetzen herauslesen, um an ihnen die beschriebene Struktur erkennen zu können. Besonders gröfsere Stücke der Epidermis mit den Haarbasen treten sofort hervor, ebenso die langen Palissaden, ganze Haare und Haarfragmente. Bei dem feinen Pulver, das vornehmlich in den Apotheken gehalten wird, ist das ganze Gewebe stark zertrümmert, besonders die Palissaden, wie überhaupt alle dünnwandigen Elemente sind stark mitgenommen.

Deutlich treten die Haare hervor, die an ihrer warzigen Oberfläche, selbst an kleinen Fragmenten noch aufs beste erkannt werden können, auch kleine Stücke der Epidermis (natürlich in der Flächenansicht) sind meist aufzufinden, schwieriger schon Bastzellgruppen mit anliegenden Kristallschläuchen oder Einzelkristallen. Die Drusen sind zertrümmert. Die Elemente des Gefäfsbündels, die ebenfalls überall verstreut liegen, bieten nichts für Senna Charakteristisches.

Das grüngelbliche Pulver wird mit Kali rotbraun. In allen Pulvern der Alexandriner Senna wird man ebenso wie in der Droge einzelne Arghelblätter und Cassiasamen finden. Die Beimengung der ersteren erkennt man auch im Pulver sehr deutlich an den mehrzelligen Haaren des Arghelblattes. Die Elemente der Samen sind ebenfalls leicht zu finden (Fig. 24).

In mit dem Pulver der Folliculi verfälschtem Sennapulver findet man die Elemente der Fruchtschale (besonders die Sclereidenzone, Fig. 19) und der Samenschale (Fig. 24). Ein solches Pulver ist sehr schleimreich.

Tafel 7.

Erklärung der Abbildungen.

(Senna.)

Fig. 1. Querschnitt durch den Mittelnerven des Blattes von Cassia angustifol.

„ 2. Flächenschnitte durch das Blatt mit einem Seitennerven.

„ 3. Flächenansicht der Epidermis der Unterseite.

„ 4. Epidermis der Blattoberseite im Querschnitt.

„ 4b. Ein Haar (2—4b von Cassia angustifolia).

„ 5. Epidermis der Blattoberseite von Cassia acutifolia.

„ 6. Querschnitt durch ein Blatt von Solenostemma Arghel.

„ 7. Flächenansicht der Epidermis der Oberseite des Arghelblattes.

„ 8. Blatt von Cassia angustifolia.

„ 9. Blatt von Cassia acutifolia.

„ 10. Blatt von Cassia obovata.

„ 11. Same von Cassia angustifolia.

„ 12. Same von Cassia acutifolia.

„ 13. Same von Cassia angustifolia, quer durchschnitten.

„ 14. Derselbe, radialer Längsschnitt.

Fig. 15. Same von Cassia angustifolia, tangential median durchschnitten.

„ 16. Querschnitt durch die Fruchtschale von Cassia angustifolia.

„ 17. Fruchtschale, radialer Längsschnitt.

„ 18. Flächenschnitt, Oberseite.

„ 19. Flächenschnitt, Hartschicht.

„ 20. Frucht von Cassia angustifolia, den Verlauf der Nerven zeigend.

„ 21. Querschnitt durch die Randschicht des Samens von Cassia angustifol.

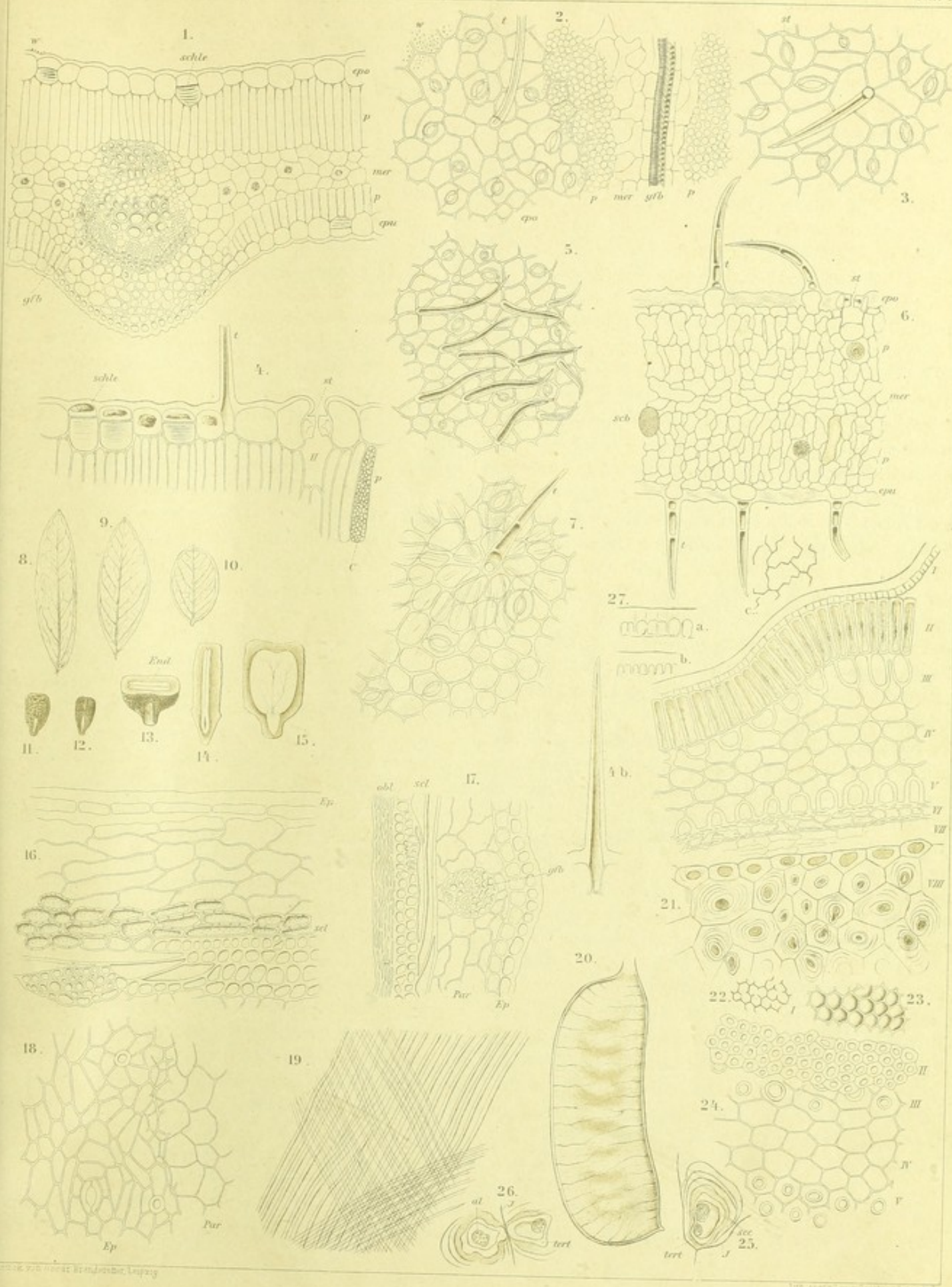
„ 22 u. 23. Flächenansichten der Aufsenschicht (*I*) von innen.

„ 24. Flächenansichten der Schichten *II*—*V*.

„ 25 u. 26. Schleimzellen aus dem Schleimendosperm in Wasser.

„ 27a. Aufsenschicht (*I*) in Wasser (Querschnitt).

„ 27b u. c. Dieselbe nach Behandlung mit Schwefelsäure.


1.
w
schle
epo
p
mer
p
epu
gfb
2.
w
t
epo
p
mer
gfb
p
3.
st
4.
t
schle
st
H
p
c
5.
6.
t
st
epo
p
mer
scb
p
epu
t
c
7.
t
8.
9.
10.
11.
12.
End
13.
14.
15.
27.
a.
b.
I
II
III
IV
V
VI
VII
VIII
16.
Ep
sel
17.
obl
sel
gfb
Par
Ep
14 b.
20.
21.
22.
I
23.
II
24.
III
IV
V
18.
Par
Ep
19.
26.
al
J
tert
tert
J
sec
25.

Rad. et Stolones liquiritiae.

Rad. glycyrrhizae, Lakrizwurzel, Süssholz, Racine de Réglise, Liquorice Root.

Das spanische Süfsholz besteht fast nur aus den (knospentragenden) Ausläufern, das geschälte russische vornehmlich aus den Wurzeln von Glycyrrhiza glabra L.

Das Lupenbild der Ausläufer (und Wurzeln) von Glycyrrhiza glabra, der offizinellen Rad. liquiritiae (Fig. 1), zeigt (am aufgeweichten Querschnitt) ein sehr schmales graues Mark und einen ganz regelmäfsig radial-strahligen, orangegelben Holzkörper, der besonders an der Peripherie zahlreiche weite Gefäfsöffnungen erkennen läfst und von einer grauen Kambiumlinie nach aufsen begrenzt wird. Die lichtgrau-gelbliche Rinde ist von Radialstrahlen (*rst*, Fig. 1) durchzogen, die nach aufsen spitz endigen und das Phloëm darstellen, zwischen dem die grauen Rindenstrahlen liegen.

An der Droge sind oftmals Knospen zu finden, wenn es (wie es gewöhnlich der Fall zu sein pflegt) Ausläufer sind, die vorliegen.

Beim russischen Süfsholz pflegt die Rinde in radialer Richtung zerrissen zu sein.

Das centrale primäre Bündel der Wurzel ist radialdiarch, triarch oder tetrarch; meist ist es triarch (Fig. 2) oder tetrarch und die drei bez. vier weniggliederigen Gefäfsstreifen bilden alsdann einen drei- bez. vierstrahligen Stern. Sehr frühzeitig wird das Bündel kollateral. Schon in ganz zarten Wurzeln findet man zwischen den Strahlen dieses Sternes grofse sekundäre Gefäfsgruppen und vor diesen, den Siebteil bescheidend, reichgliederige Bastzellgruppen. (Angew. Anatomie S. 282.)

Gleichfalls sehr frühzeitig tritt unter der verkorkten Endodermis im Perikambium lebhafte Korkbildung ein, die zur Entstehung eines inneren Korkmantels von nicht selten 4 Reihen Korkzellen führt. Durch diese innere Korkbildung wird die primäre, die Reste der Wurzelhaare tragende Rinde aus dem Saftverkehr ausgeschieden, ihre Zellen werden braun, das Gewebe stirbt ab und wird sehr frühzeitig ganz oder teilweise abgeworfen. (Angew. Anatomie Fig. 315) Schliefslich liegt die vielzellige innere Korkendodermis ganz aufsen.

Bei der ganz jungen Wurzel liegt im Centrum des Ganzen ein Gefäfs, von ihm aus strahlen die primären Gefäfsplatten aus. Bei weiterer Entwicklung treten in dem centralen, dieses Gefäfs umgebenden Holzparenchym Teilungen ein, die zur Bildung eines allerdings niemals erhebliche Mächtigkeit erreichenden Markes führen. Bei einer 3—4 mm dicken Wurzel bestand das centrale Markparenchym nur aus 5 Zellreihen, bei einer Wurzel von 8—10 mm Dicke allerdings schon aus ca. 50 — irgendwie erheblich ist es aber auch hier nicht und dadurch unterscheiden sich hier wie anderwärts die Wurzelorgane von den Stammorganen, denn bei letzteren ist schon in den jüngsten Entwicklungsstadien ein relativ mächtiges Mark vorhanden.

Bei einer 3—4 mm dicken Wurzel erkennt man die primären Gefäfsgruppen noch vortrefflich, da von ihnen aus breite primäre Markstrahlen ausstrahlen. Das sekundäre Holz besitzt schon in diesem Stadium radial-strahlige Anordnung. Zwischen den 3—4 primären Gefäfsgruppen liegen ziemlich im Centrum 3—4 Bündel und diese strahlen nach aufsen fächerförmig aus. Die Zahl der Fächerstrahlen betrug hier 3—5, sie werden von sekundären Markstrahlen getrennt.

Bei einer 8—10 mm dicken Wurzel sieht man die primären Gefäfsgruppen und die vier breiten primären Markstrahlen immer noch deutlich, wennschon etwas verschoben; die zwischen letzteren liegenden sekundären Holzpartien zeigen jetzt schon 10—13 Fächerstrahlen. Die primäre Rinde ist nur noch in kleinen Fetzen vorhanden. In späteren Stadien wird der Bau des Protoxylems (Angew. Anatomie S. 328) undeutlich.

Die Ausläufer sind wie typische Stengelorgane gebaut. In einem 3 mm dicken Ausläufer findet man einen weiten, undeutlich fünfeckigen Kreis von 22 kollateralen Gefäfsbündeln, die ein weites Mark umschliefsen und durch Mark- bez. Rindenstrahlen voneinander getrennt sind. Durch die Thätigkeit von interfascikularem Kambium wird die Zahl der einzelnen, den Gefäfsbündelkreis bildenden Gefäfsbündel derartig vermehrt, dafs in einem 15 mm dicken Ausläufer sich schon 45 durch, bis ans Mark reichende, primäre Markstrahlen voneinander getrennte Bündel finden, die nach aufsen zu wieder in zahlreiche, durch sekundäre Markstrahlen getrennte Holzstrahlen

auslaufen, so dafs am Kambium die Zahl der durch sekundäre und primäre Markstrahlen getrennten Bündel oft 90—100 beträgt. Die primären Holzgruppen liegen hier stets an dem inneren Ende des betreffenden Holzstrahles, nie (wie bei der Wurzel) zwischen den sekundären Holzbündeln. Doch kann dies als Unterschied zwischen Wurzel und Ausläufer nicht wohl angesehen werden, da nachträgliche Verschiebungen bei beiden das klare Bild trüben. Ausläufer von dieser Dicke und diesem Bau bilden das Gros der Droge, in der sich nur selten echte Wurzeln vorfinden: die Pflanze bildet eben mehr Ausläufer als Wurzeln.

Bemerkenswert erscheint es, dass auch in den Ausläufern innerer Kork gebildet wird. Dort, wo diese Bildung bei der Wurzel eintritt, in der das Bündel unmittelbar umgebenden Partie, da tritt sie auch hier ein. Da diese innere Korkbildung auch hier sehr frühzeitig, wenn auch nicht so frühzeitig wie bei der Wurzel, beginnt und mir ganz junge Ausläufer nicht zur Verfügung standen, konnte ich nicht feststellen, ob die Korkbildung in der den Bündelkreis umgebenden Stärkescheide ihren Anfang nimmt. Jedenfalls liegt an der Stelle, wo die Stärkescheide zu suchen wäre, schon bei einem 2 mm starken Ausläufer ein mehrzelliger, rings umlaufender Korkmantel, und die ausserhalb dieses Mantels sich findende primäre Rinde ist braun und abgestorben. Später wird dieselbe ganz abgeworfen, doch sind selbst in der Droge noch oftmals Reste derselben aufzufinden. Merkwürdig erscheint es, dass die Epidermiszellen der primären Rinde der Ausläufer wurzelhaarartig ausgestülpt sind. Wurzelhaare an Stengelorganen sind selten. Sehr schön ausgebildet sind sie an den unterirdischen stärkeführenden Knollen einiger Equisetumarten.

Der Bau der älteren Ausläufer, wie sie in der Droge vorherrschen, ist folgender: Zu äusserst liegen die abgestorbenen Reste der primären Rinde — fehlen meist ganz —, dann folgt der Kork, 10 bis 25 Zelllagen dick, der sich von innen her aus dem bildungsthätig bleibenden Phellogen in dem Mafse erneuert, wie er aufsen abstirbt. Er ist oft durch, aus dünnwandigen, zarten Zellen bestehende Trennungsschichten unterbrochen (Fig. 8, *ktr*) und in diesen reisst alsdann der Kork (in Lappen) ab, so dafs man oft Korkschuppen auf der Oberfläche findet. Nach innen bildet das Phellogen eine oder zwei Reihen parenchymatisches Phelloderm (Fig. 8, *pd*). In der unter dem Kork liegenden Rindenpartie finden sich Zellen mit Oxalatkristallen, welch letztere von einer Haut umgeben sind, ferner Bastzellen und sehr zerstreute obliterierte Protophloëmbündel (Angewandte Anatomie S. 328).

Die sekundäre Rinde (Innenrinde) ist in radialer Richtung von am Kambium meist 3—8 Zellen breiten, sich nach aussen verbreiternden, im radialen Längsschnitt mauerförmigen (*rst* in Fig. 5), im tangentialen Längsschnitt länglich elliptischen Rindenstrahlen typischer Form, deren Zellen Stärke und fettes Öl enthalten, durchzogen. Zwischen diesen liegt der sekundäre Siebteil. Die ziemlich starkwandigen Siebröhren, deren Siebplatten im Herbst mit Callus verschlossen werden, und die Kambiformzellen sind nur unmittelbar an der, übrigens wenig deutlichen, Kambiumzone normal entwickelt (Fig. 5, *s*), und funktionierend, schon in der unmittelbar daran grenzenden Zone sind sie obliteriert (Fig. 5 rechts), d. h. durch den Turgor der benachbarten Zellen, besonders des Phloëmparenchyms (Fig. 3 und 5, *php*), zusammengedrückt. Die Streifen und Bänder dieser obliterierten Siebelemente (Hornprosenchym, Keratenchym, Angew. Anatomie S. 346) durchziehen in oft sehr zierlichen Figuren das Quer- und Längsschnittsbild des Siebteils und sehen auf den ersten Blick wie Wandverdickungen aus, doch erkennt man noch deutlich das spaltenförmige Lumen der Zellen (*s* in Fig. 3). Begleitet werden Siebröhren und Kambiform von Phloëmparenchym, welches reichlich Stärke, ferner (durch Schwefelsäure und Osmiumsäure nachweisbares) fettes Öl in geringer Menge und Kalkoxalat in charakteristischen, monosymmetrischen Kristallen (Einzelkristalle und Zwillinge) führt. Letztere sind besonders in der Umgebung der zahlreichen, den Siebteil (besonders reichlich im mittleren Teile der Rinde) durchsetzenden Bastzellgruppen in sogenannten Kammerfasern (Fig. 5, *km*) enthalten.

Die Kristalle liegen in sehr eigentümlichen Zellen (Fig. 6 a und b), deren Membran sehr stark (bis dicht an den Kristall) und meist auch unregelmäfsig verdickt ist. Häufig ist die Verdickung gegen das Bastzellbündel hin stärker als auf der anderen Seite, und nicht selten fehlt sie dort, wo der Kristall an die eine Wand heranrückt, ganz. Die innerste Partie der Wand, die sogenannte tertiäre Membran, besitzt ein anderes Lichtbrechungsvermögen als die sekundäre Wandverdickung, und so sieht es auf den ersten Blick aus, als ob der Kristall in einer Tasche stecke (Fig. 6 b). Die Wandverdickungen quellen mit Kali stark, geben schwache Ligninreaktion und werden mit Jodschwefelsäure blauviolett. Ihre Substanz bildet also ein eigentümliches Zwischenglied zwischen der Cellulose und dem Celluloseschleim. Diese Verdickungsschichten schützen in unangeschnittenen Zellen den Kristall lange gegen die Einwirkung der Salzsäure. In ganz jungen Ausläufern fanden sich die Kristallkammerfasern noch nicht vollständig gekammert, wohl aber war die eigenartige Verdickungsschicht schon ausgebildet. Kristalle fanden sich nur in den Kammerungen. Die Kristalle entstehen also später als die Verdickungsschichten.

Die Bastzellen sind sehr lang, mit langen, spitzen Enden versehen (Fig. 9), stets stark verdickt. Sie lassen eine auf Phloroglucin-Salzsäure stark reagierende primäre Membran (Intercellularsubstanz), eine schmale, nur verhältnismäfsig wenig auf Phloroglucin reagierende sekundäre Verdickungsschicht und eine breite, wenig lichtbrechende tertiäre Schicht (um das Lumen) erkennen (Fig. 3 b), die gar nicht oder fast gar nicht

auf Phloroglucin reagiert. Der Hauptmasse nach besteht die Wand der Fasern also aus reiner Cellulose.

Der Holzkörper besteht aus namentlich an der Peripherie sehr zahlreichen und sehr weiten Gefäfsen, im allgemeinen differiert die Weite der Gefäfse sehr erheblich. Die weitesten zeigen etwa 170 mik. lichte Weite, die kleinsten 25 mik., die meisten 100—130 mik. Die Wandung zeigt, je nach der Weite der Gefäfse, verschiedene Skulpturierung. Die engsten besitzen kurze, spaltenförmige Tüpfel, die mittleren meist sehr eng aneinander liegende leiter- und netzartige Verdickungen der Membran, die weitesten schief reihenförmig angeordnete, rhombisch-spaltenförmige Tüpfel (Fig. 4, *gf*). Die Perforationsstellen der Querwände sind gut wahrzunehmen, die Gefäfswand ist daher deutlich gegliedert. Die Tüpfelung der Wandung tritt auch im Querschnittsbilde deutlich hervor (Fig. 3). Thyllen sind bei den Gefäfsen selten.

Begleitet werden die Gefäfse von stärke- und ölführendem Holzparenchym. An die Gefäfse lehnen sich meist ein oder mehrere engere und gestrecktere, in der Wand zudem auch verholzte Elemente an, die man als Tracheiden ansprechen kann, obwohl sie nicht immer spitzendig sind (Fig. 4, *tr*). Oftmals umgeben sie die Gefäfse ringsum oder an einer Seite (Tracheidensaum. Angew. Anatomie S. 339). Ihre Wand ist bald behöft getüpfelt, bald netzfaserig (Netzfasertracheiden), bald eigentümlich unregelmäfsig leistenförmig verdickt (Fig. 7 u. Fig. 4, *tr*). Auch im Holzkörper finden sich zahlreiche Bastzellgruppen (*l* Fig. 3b, Fig. 4), die man aber konsequenterweise als „Libriform" bezeichnen mufs, obgleich sie in nichts von denen der Rinde abweichen; auch diese begleiten kristallführende Zellen, bez. Kristallkammerfasern. Die im Querschnitt oft stark radial gestreckten dünnwandigen Zellen der Markstrahlen führen, wie die der Rindenstrahlen, Stärke und (wenig) Öl.

In allen parenchymatischen Elementen der Wurzel ist Glycyrrhizin enthalten. Setzt man daher konzentrierte Schwefelsäure hinzu, so färbt sich das ganze Gewebe strohgelb. Die Membranen der Gefäfse und die Bastzellen speichern, erstere in ihrer ganzen Membran, letztere in den äufseren Schichten den gelben Farbstoff aufs begierigste auf, bevor sie sich in der Schwefelsäure lösen — eine für Glycyrrhiza sehr charakteristische Reaktion.

Die Stärkekörnchen sind klein, rundlich, spindelförmig, rundlich-eckig, ei- oder stäbchenförmig, meist einzeln, selten zu zweien zusammengesetzt. Gekrümmte Formen sah ich selten, wohl aber bauchig aufgetriebene (Fig. 10). Die Mehrzahl der Körnchen ist 1,5—7 mik. grofs, die gröfseren messen 8—20 mik., selten bis 30 mik.

Das Pulver.

Das lichtgelbe Pulvis subtilissimus wird, wie die Droge selbst, durch konzentrierte Schwefelsäure dunkel stroh- bis orangegelb. In wässeriger Jodlösung betrachtet, erkennt man sofort zwischen den Zellfragmenten und den (durch Schwefelsäure in Gipsnadeln überführbaren) Kalkoxalatkristallsplittern die kleinen Stärkekörner. Ebenso sind die Fragmente der getüpfelten und netzig verdickten Gefäfswandungen, sowie solche der Bastzellen und Bastzellgruppen überall zu finden, so dafs man sehr leicht die Identität feststellen kann. Ob Glycyrrhiza glabra, spanisches Süfsholz — wie es z. B. die Pharm. germ. verlangt — zur Herstellung des Pulvers verwendet wurde, kann man durch das Vorkommen von Korkzellen nachweisen, die im russischen Süfsholz von G. glabra β glandulifera fehlen, da dasselbe stets geschält, also von dem Kork befreit, in den Handel gebracht zu werden pflegt.

Das russische Süfsholz.

Das von Glycyrrhiza glabra β glandulifera stammende, besonders im Wolgadelta ausgepflügte russische Süfsholz besteht fast ausschliefslich aus den starken Wurzeln (und wenigen Ausläufern) und ist stets geschält.

Der Bau dieser Wurzeln stimmt mit dem der älteren Ausläufer fast ganz überein. Auch hier ist ein Markkörper vorhanden. Der Durchmesser der Gefäfslumina ist im Durchschnitt geringer als bei den Ausläufern.

Da der Kork und ein Teil der Mittelrinde abgeschält wird, fehlen im Pulver die Korkreste vollständig.

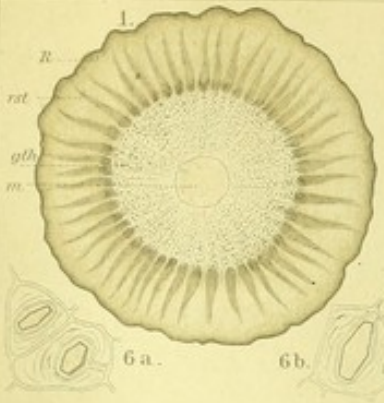
Tafel 8.

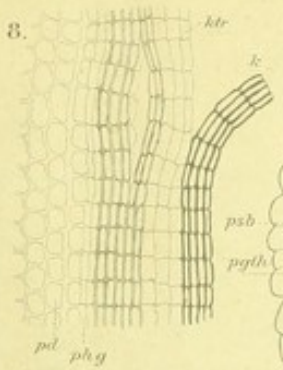
Erklärung der Abbildungen.

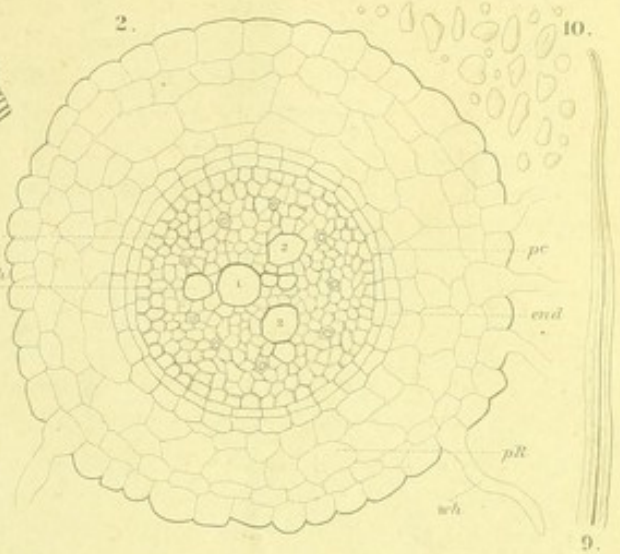
(Rad. liquiritiae.)

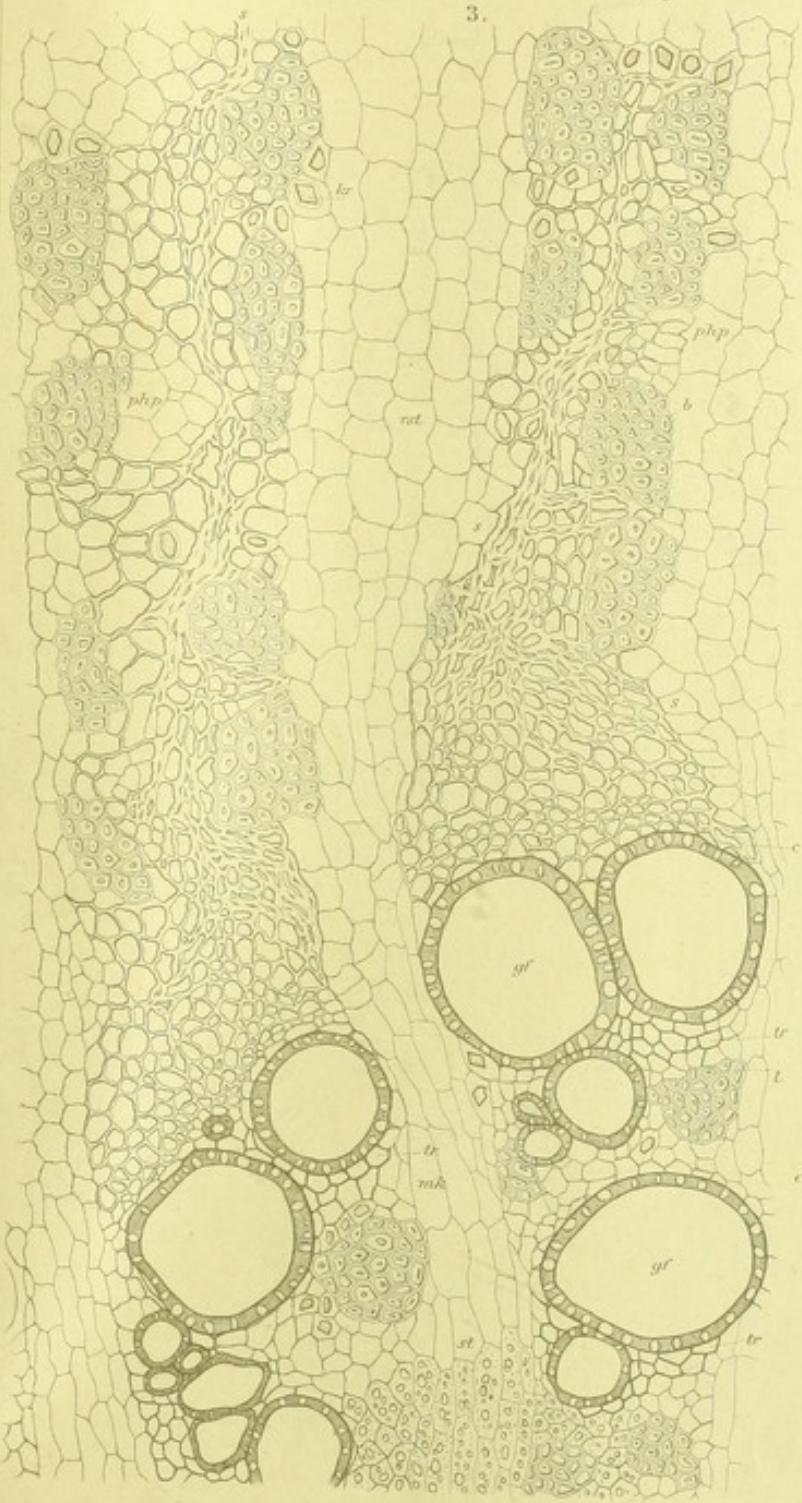
Fig. 1. Lupenbild eines Ausläufers von Glycyrrhiza glabra.
„ 2. Querschnitt durch eine zarte Wurzel, die noch den primären Bau zeigt.
„ 3. Querschnitt durch einen Ausläufer am Kambium.
„ 4. Längsschnitt durch den Gefäfsteil.
„ 5. Längsschnitt durch den Siebteil am Kambium.
„ 6 a u. b. Kristallzellen im Längsschnitt.
„ 7. Leistentracheiden aus dem Tracheidensaume der Gefäfse im Längsschnitt.
„ 8. Periderm im Längsschnitt.
„ 9. Ende einer Bastfaser.
„ 10. Stärkekörner.

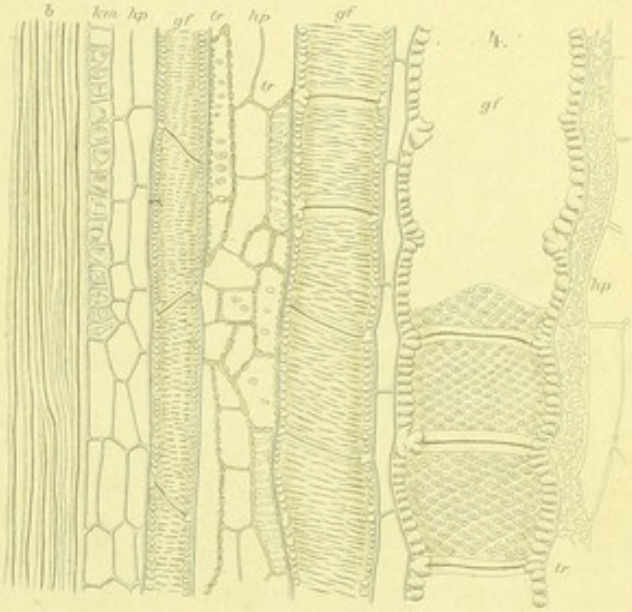
Liquiritia

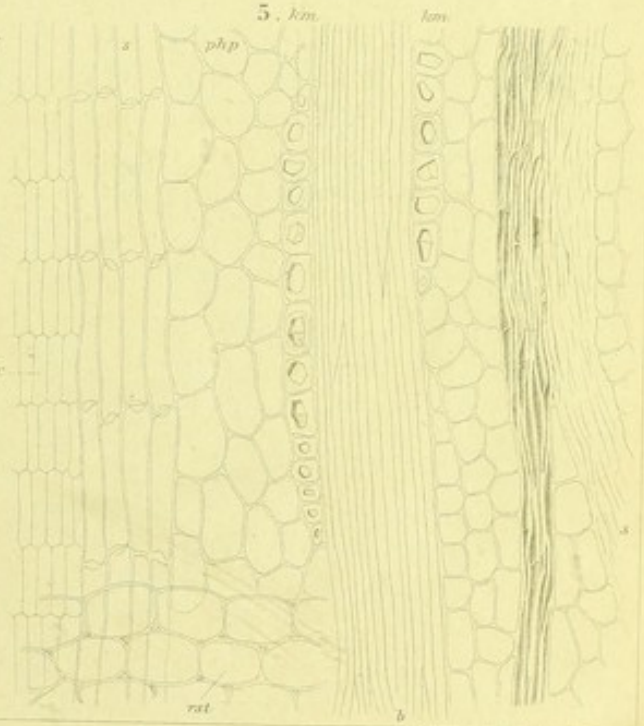












Druck von Oscar Brandstetter, Leipzig

Lith. Anst. v. Louis Oertel in Leipzig.

Cort. chinae.

Chinarinde, Ecorce de Quinquina, Cinchona bark.

Betrachten wir zunächst die Entwicklungsgeschichte der beiden wichtigsten Chinarinden, die der Cinchona Succirubra Pav. und der Cinchona Calisaya Wed.

Ein Zweiglein von 1,2 mm Dicke zeigt folgenden Bau. Zu äufserst liegt eine niedrigzellige Epidermis mit zahlreichen ein- oder mehrzelligen Haaren, die eine kegelförmige Spitze und warzige Kuticula besitzen (Fig. 2, *t*). Dann folgt eine Reihe grofser, gerbstoffreicher Zellen mit dicken Aufsenwänden, welche Zellen sehr frühzeitig durch Auftreten von Tangentialscheidewänden in eine grofse äufsere und eine kleinere innere Zelle geteilt werden. Die letztere wird zur Phellogenzelle und bildet den Kork.

Dann folgt nach innen zu das Parenchym der primären Rinde: rundliche Zellen mit wenig Stärke und etwas Chlorophyll. Zu innerst von dieser Schicht läuft rings um den Stengel die stärkereiche Parenchymscheide, und unmittelbar innerhalb derselben liegt ein Kreis von schon jetzt relativ weiten Milchröhren. Dann folgt der von grofszelligen Rindenstrahlen radial durchzogene, gruppenweise angeordnete Siebteil und endlich das Kambium. Der zu dieser Zeit noch schmale, von 1—2reihigen Markstrahlen durchzogene Holzkörper besteht vorwiegend aus Spiraltracheen und einigen Tracheïden, zu äufserst liegen einige Libriformfasern mit Spaltentüpfeln und solche mit behöften Tüpfeln mit linksschiefem Spalt (Übergangsform zwischen Libriform und Tracheïde). Innerhalb der primären Gefäfse (Markscheide) liegt ein zarter innerer Siebteil. Das Bündel ist also bikollateral. In dem Siebteil bemerkt man neben wenigen Siebröhren einen Kreis zarter Milchröhren. Das Mark besteht aus relativ dickwandigen im Querschnitt kreisrunden, an allen Wänden prächtig netzleistenförmig verdickten Parenchymzellen.

Die Rinde eines 3 mm dicken Zweiges ist bedeckt von einer kleinzelligen, die Haare tragenden Epidermis, die oftmals schon obliteriert ist (Fig. 2, *Ep*). In der subepidermalen Partie war schon bei dem 3 mm dicken Zweige durch lebhafte Tangentialteilungen reichlich Kork entstanden (Fig. 2, *k*).

Die Mittelrinde (primäre Rinde) besteht aus rundlich-sonnenförmigen Zellen, die tangential gestreckt und oft collenchymatisch verdickt sind. Hier und da treten oft zu Längsreihen miteinander verbundene Kristallschläuche auf, die dicht erfüllt sind mit einem Mehl kleiner, etwa 1 mik. grofser Kalkoxalatkriställchen (Fig. 2, *kr*). An der Grenze von der primären und sekundären Rinde liegt ein einfacher oder doppelter Kreis, 50—80 mik. weiter, ovaler, sehr langer Gummiharzschläuche oder Milchsaftkanäle (Milchsaftgefäfse [Weddel, Vogl], Saftfasern [Karsten], Milchsaftzellen [Phoebus, Schleiden], Saftröhren [Berg], Gerbstoffschläuche [Koch]) Fig. 2, *Mi*. Dieselben enthalten, aufser einem zarten Plasmabeleg, ein in verdünntem Alkohol lösliches Gummiharz in Form eines Milchsaftes. Daneben findet sich reichlich Gerbstoff und bisweilen Stärke; der wichtigste Bestandteil scheint der Gerbstoff zu sein. Die Körnchen, die man in ihnen findet, sind auch in Chloroform nicht löslich. Wenn man einen Chinabaum anschneidet, so fliefst ein etwas trüber, übrigens wenig milchiger Saft aus. Diese Milchschläuche sind so lang als ein Internodium. Sie endigen mit stumpfen Enden am Knoten, finden sich aber auch im Blattstiel und den stärkeren Blattnerven. Ihre Wand ist in diesem Entwicklungsstadium nur wenig dicker als die der benachbarten Rindenparenchymzellen. Meist sind sie etwas tangential gestreckt und durch einige Rindenzellen voneinander getrennt. Innerhalb dieses Milchkanalkreises liegen engzellige Siebbündel (Siebröhren und Kambiform). Die äufsersten gehören den primären Bündeln an, sind also Rindenprotophloëm (Fig 2, *psb*), die inneren (Fig. 2, *sb*) sind bereits sekundärer Zuwachs. Dann folgt das Reihenkambium. Bastzellen sind in diesem Stadium nur erst wenige, meist unmittelbar innerhalb der Milchschläuche entwickelt (Fig. 2, *B*); dieselben sind noch dünnwandig und plasmareich Im Holzkörper liegen zu innerst die in das Mark einspringenden primären Holzbündel (Markkrone, Protohadrom [Fig. 2, *pgth*]), die vornehmlich aus Ring- und Spiralgefäfsen bestehen. Das innerste Gefäfs ist ein Ringgefäfs, dann folgt ein Gefäfs mit weiter Spirale und dann solche mit immer enger gewundenen Spiralen. Der sekundäre Zuwachs des Holzkörpers, der eigentliche Holzkörper, besteht aus relativ weiten Gefäfsen mit getüpfelter Wand und stark geneigten, mit rundem Loch perforierten Querwänden, Libriformfasern, Tracheolibriform (s. oben) und Holzparenchym. Zahlreiche ein- und mehrreihige, primäre und sekundäre, in der Mitte zwei Zellen breite Markstrahlen durchziehen den Holzkörper, dringen aber (als Rindenstrahlen) nur wenig in die Rinde ein. Auch das aus rundlichen, parenchymatischen Zellen bestehende Mark führt, wennschon spärlicher, Milchsaftschläuche und Kristallzellen.

Unmittelbar an die Markscheide, die primären Gefäfse (Fig. 2, *pgth*), schliefst sich ein zarter innerer Siebteil [*sb*] an, in dem einige wenige Siebröhren und Kambiform und ebenfalls Milchröhren zu finden sind.

Bei einem 6 mm dicken Zweige sind da und dort Lenticellen zu beobachten, aber auch hier noch sind Bastfasern selten. Der Milchröhrenkreis der inneren Siebteile tritt jedoch nunmehr sehr deutlich hervor. Der Bau älterer Rinden ist bei allen Chinarinden, die jetzt in Betracht kommen, nahezu derselbe, besonders Succirubra und Calisaya stimmen fast ganz miteinander überein. Er sei daher generell geschildert. Eine

genaue Unterscheidung der Chinarinden nach anatomischen Merkmalen ist unmöglich.

Jüngere Rinden (Zweigrinden, z. B. Loxa) sind mit normalem, dünnwandigem Kork bedeckt, dessen Zellen meist einen Phlobaphenklumpen enthalten oder luftführend sind. Im ersteren Falle erscheint die Rinde graubraun, im letzteren weifslich. Auch Stammrinden zeigen meist eine erhebliche Korkbildung (Succirubra), oft tritt hierzu noch Borke. Bei den älteren Ästen und dem Stamm der Calisaya z. B. finden sich bogenförmig nach innen gewölbte Peridermstreifen, die flach schalenförmige Rindenpartien abschnüren. Entfernt man daher an diesen Stellen die Borke, so bleiben flache Vertiefungen (die Conchas der Calisaya sine epidermide) übrig. Diese sekundäre Kork- resp. Borkenbildung kann bis in die Innenrinde fortschreiten. So finden sich bei vielen Stammrinden nicht nur Milchröhren, sondern auch Bastzellen und Phloëm unter den aus dem Saftverkehr ausgeschiedenen Rindenelementen. Alte geschälte Rinden bestehen fast nur aus der sekundären Rinde (unbedeckte Königschina), die Borke selbst besteht aus abwechselnden Lagen Kork und Mittelrinde und erscheint demgemäfs geschichtet oder gezont (Angew. Anatomie, Fig. 314). Bei Succirubra finden sich im Kork oft sog. Trennungsschichten, in denen der Kork leicht reifst (Fig. 1, *ktr*). In der That löst sich denn auch bei Succirubra oft der Kork blätterig ab. Da besonders die inneren Korkschichten oft sehr reich an Phlobaphenen sind, so erscheint diese Partie nicht selten auf den Querschnitt glänzend harzig (äufserer Harzring der Autoren).

Die Mittelrinde (primäre Rinde) ist bei mittelstarken Rinden meist in lebhaftester Teilung begriffen. Nicht selten findet man in einer der stets stark tangential gestreckten, meist noch Stärke führenden Rindenparenchymzellen 3—4 radial gestellte Teilungswände (Fig. 1 bei *x*). Einzelne sich nicht weiter teilende Zellen führen Kristallsand von Calciumoxalat. Bisweilen ist die äufserste, an den Kork stofsende Schicht collenchymatisch (Loxa, vergl. Angew. Anatomie, Fig. 446). In dieser Rindenschicht treten bisweilen (Huanucochina, Calisaya, Schuhkraft. — Cinchona scrobiculata, ovata, purpurea, lancifolia) eigentümliche, verdickte Zellen auf, die man wegen ihrer Gestalt als Sclereiden, auch als Stabzellen (Berg, Vogl), Faserzellen (Schleiden) bezeichnet und von den Bastzellen streng geschieden hat. Ihre Wand ist verschieden stark verdickt, geschichtet, verholzt. Sie liegen entweder einzeln oder in Gruppen bei einander und besitzen eine sehr entschiedene Tendenz zur Tangentialstreckung. Sie enthalten entweder keinen Inhalt oder Kristallmehl oder einen in Kali löslichen Phlobaphenklumpen (Saftzellen [Berg], Harzzellen [Schleiden], Kristallzellen [Schleiden]). Auch ihre Enden sind sehr verschieden, bald gerade abgestutzt, bald abgerundet, bald zugespitzt. Die kleinsten rundlichen oder wenig gestreckten (Quadrat-, Rund-, Stabzellen Schleiden's) gleichen ganz den Sclereiden, die längsten und zugespitzten den typischen Bastfasern (Fig. 6, *a—e*). Da alle linksschief gestellte Spaltentüpfel besitzen, so mufs man sie zu den Bastzellen stellen. Da sie aber in ihrer Form doch etwas von diesen abweichen und ein Mittelding zwischen Sclereiden und Bastzellen darstellen, nenne ich sie Librosclereiden. Ihre Form, die Abstutzung ihrer Enden, die Tendenz zur Tangentialstreckung, dies alles deutet darauf, dafs sie infolge der (ja auch in der lebhaften Teilung des Rindenparenchyms zum Ausdrucke kommenden) starken Tangentialspannung in dieser Rindenschicht sich zu normalen längsgestreckten Bastfasern nicht ausbilden konnten, also gewissermafsen auf einer Zwischenstufe stehen blieben.

In Succirubra fanden sie sich nie, in Calisaya sehr selten, bei Huanuco oft.

An der inneren Grenze der Mittelrinde liegen die Milchsaftschläuche (s. oben) nunmehr nicht dicht gedrängt wie bei junger Rinde, sondern in einem lockeren Kreise. Sie enthalten bei älteren Rinden fast niemals Gummiharz und Gerbstoff, sondern sind leer, ihr Inhalt ist verbraucht. Sie sind bei Succirubra in der Regel sehr deutlich, bei Calisaya oft obliteriert, hier auch kleiner.

Ihre Weite beträgt bei

Ostind. Succirubra .	100—355 mik.	(oft mit bloßem Auge sichtbar)
Loxa	80—176 „	
Maracaibo . . .	67— 73 „	
Guajaquil	53— 67 „	
Java Calisaya . .	47—134 „	
Amerik. Rubra . .	45— 67 „	
Huanuco	67—135 „	

Einmal durch Borkebildung abgeworfen, werden sie nicht erneuert, sie fehlen also den alten Stammrinden und den Reneweds. Sind sie obliteriert, so findet man sie nur im Längsschnitt (Fig. 5 links). Ihre Wand bleibt entweder dünn (Calisaya) oder verdickt sich etwas (Succirubra), alsdann erscheint sie geschichtet und von sehr zarten Porenkanälen durchzogen (Fig. 1, *Mi*). Die innerste Schicht besteht aus einer Korklamelle, der übrige Teil der Wand quillt in Schwefelsäure stark, löst sich aber nicht darin.

Innerhalb der Milchsaftschläuche sieht man die sehr zerstreuten zarten Protophloëmbündel von einer oder mehreren kleinen Bastfasern begleitet (Fig. 1, *psb*). Dann folgt die sekundäre (Innen-)Rinde.

Dieselbe ist von ziemlich breiten, nach aufsen dilatierten primären und zarteren, 1—2 Zellen breiten sekundären Rindenstrahlen durchzogen. In den Rindenstrahlen kommt in oft auch durch ihre Gröfse ausgezeichneten, meist basal oder apical gelegenen Zellen Kristallsand vor (Fig. 4, *kr*). In den inneren Teilen der Rinde sind die Rindenstrahlenzellen radial, in den äufseren tangential gestreckt. Sie führen bisweilen Stärke; zwischen den Rindenstrahlen finden sich neben dem, bisweilen kleine (1,5—21 mik. lange) Stärkekörner führenden Rindenparenchym lange Siebröhren mit meist schräg gestellten Siebplatten und sehr zarten, aber deutlich hervortretenden Wandleisten (Fig. 4, *s*).

Ferner liegen im Siebteile die charakteristischen Bastfasern. Dieselben bilden das diagnostisch wichtigste Element der Rinde und bedingen auch den kurz- und grobfaserigen Bruch der Chinarinden. Sie gehören zu den kürzesten Bastzellen, die bei Pflanzen bekannt sind. Ihre Länge überschreitet 2 mm wohl niemals.

Typisch beträgt ihre Länge und Breite (in mik.):

	Breite		Länge		
	Radiale	Tangentiale	Max.	Min.	Durchschnitt
	im Durchschnitt				
Ostindische Succirubra . . .	60	45	880	496	640
Amerikanische Rubra . . .	52	46	880	400	720
Mossed red	56	42	1152	496	720
Renewed red	64	47	1072	352	720
Java Calisaya	60	57	816	372	296
Calisaya sine epiderm. . . .	84	59	992	544	784
Huanuco	73	57	1152	688	880
Loxa, äufserer Teil der Rinde	41	35	—	—	—
„ innerer Teil der Rinde	62	43	912	528	720
Guajaquil	59	47	1040	432	752
Mossed brown	52	41	880	432	720
Maracaibo	132	73	1328	560	896

Sie sind meist spindelförmig, stark und gleichmäfsig verdickt, die Membran deutlich geschichtet (Fig. 1, 4, 6, 7, 8) und mit linksschiefen, oft fast der Längsachse gleichgerichteten Tüpfeln versehen. Auch die Micellen der Wand zeigen spiralige Anordnung; demnach ist die Faser auf der Oberfläche oft spiralig gestreift (deutlich besonders nach Quetschung). Ihre Enden sind entweder spitz (Succirubra Fig. 9) oder meifselartig zugeschärft oder abgestutzt oder mit kurzen Hörnchen versehen (Calisaya Fig. 8). Auch knorrige Formen finden sich. Im Querschnitt sind sie abgerundet vieleckig oder rundlich (Fig. 1), meist etwas im Sinne des Radius der Rinde gestreckt. (Siehe die Tabelle.) In der Mitte ist der Querdurchmesser natürlich breiter als an den Enden. Die Wandung ist von feinen Porenkanälen durchzogen, das Lumen meist auf einen Längskanal reduziert, selten (gegen das Kambium zu) weiter, bisweilen führen sie Inhalt (Phlobaphen). Besonders reich an Bastzellen sind die später gebildeten Teile der sekundären Rinde, demnach finden sie sich in alten Stammrinden mehr als in Zweigrinden, bei den Reneweds sind sie nur in den inneren Teilen zu finden (Fig. 3). Ihre Wand ist entweder gerade oder zeigt die Eindrücke des benachbarten Rindenstrahlparenchyms (Fig. 4).

Auf dünnen Querschnitten fallen schon bei Betrachtung mit blofsem Auge die Bastzellen durch ihren lichten Seidenglanz auf. Doch ist es nicht möglich, aus ihrer Verteilung auf die Abstammung der Rinde einen sicheren Schlufs zu ziehen.

Der Inhalt der Zellen der Chinarinden ist mannigfaltig. In dem Kork und in den Bastzellen bez. Librosclereiden findet man oft einen braunen Phlobaphenklumpen. Alle Parenchymzellen und die Milchschläuche enthalten in der frischen Rinde Chinagerbsäure. Dieselbe oxydiert sich aber sehr leicht zu ihrem Phlobaphen, dem Chinarot (Chinaphlobaphen). Da beim Absterben die Gerbstofflösung in die Membran eindringt, so erscheinen bei der Droge die Membranen rotbraun gefärbt. Alle diese Membranen werden durch Eisenchlorid tiefbraun gefärbt. Stärke ist besonders in der Mittelrinde (und in jungen Rinden) reichlich vorhanden, die Körner sind klein, rundlich, bisweilen zusammengesetzt. Kalkoxalat findet sich nur als Kristallsand in besonderen, oft zu Reihen vereinigten Zellen in der Mittelrinde und den Rindenstrahlen, seltener in Librosclereiden. Die Chinaalkaloide haben ihren Sitz im Rindenparenchym. Da auch die Alkaloidlösung beim Absterben der Zelle in die Membran eindringt, so sitzen die Alkaloide bei der Droge ebenfalls in der Membran. Der Holzkörper, selbst die Maserknollen der Reneweds, sind ebenso wie Kork und Bastzellen alkaloidfrei. Nur in einem Falle — bei einer an (feuchter) Luft getrockneten Ledgeriana (Lembang) mit sehr hohem Alkaloidgehalt — sah ich Alkaloidsalze in Nadelbüscheln in den Zellen auskristallisiert, der Regel nach sind sie ohne weiteres nicht sichtbar, dagegen kann man sie sich sehr leicht sichtbar machen, indem man dünne Rindenschnitte einen Moment mit verdünntem Kali erwärmt und dann rasch mit Wasser nachwäscht. Alsdann erscheint das ganze Gewebe reichlich mit kleinen büschelförmigen Kristallaggregaten übersät.

Da die Alkaloide im Rindenparenchym vorkommen, so müssen alle Rinden, die parenchymreich und bastfaserarm sind, auch alkaloidreich sein. Dies stimmt mit der Erfahrung: die aufserordentlich parenchymreichen Reneweds sind die alkaloidreichsten, die parenchymreichen Rinden der Wurzeln folgen dann, dann die Rinden junger Stämme und am alkaloidärmsten sind die bastfaserreichsten Rinden älterer Stämme. Damit soll aber nicht gesagt sein, dafs nicht auch noch eine ganze Reihe anderer Momente (Art, Kulturmethode, Klima, Pfropfung etc.) den Alkaloidgehalt im besonderen beeinflussen.

Von den Cinchonenrinden weicht die Cuprea von Remijia pedunculata stark ab. Sie besitzt zwar auch Milchschläuche in der Mittelrinde (Angew. Anatomie, Fig. 310), aber niemals echte Bastfasern, sondern ausschliefslich Librosclereiden in sehr charakteristischer Anordnung (Fig. 10, *l B*). Die Enden derselben sind meist abgestutzt oder gerade. Die Tüpfel spaltenförmig linksschief (Fig. 11). In den äufseren Teilen sind sie meist — entsprechend der tangentialen Rindendehnung — tangential gestreckt. Neben Kristallsand finden sich auch wohlausgebildete Kristalle (Fig. 10, *Kr*). Alle dünnwandigen Membranen sind durch Cuprearot (Cuprea-phlobaphen) kupferrot gefärbt.

Javanische und ostindische Succirubra.

Die vorliegenden Stücke sind meist 2—3 mm dick und entstammen mitteldicken Ästen. Der mit braunen Inhaltsstoffen erfüllte Kork ist ziemlich dick. Die Mittelrinde ist nur wenig schmäler als die Innenrinde und ausgezeichnet durch so enorm grofse Gummiharzschläuche, dafs man dieselben schon mit blofsem Auge wahrnimmt. Dieselben enthalten auch in der Droge noch sehr häufig Sekret. Dasselbe ist eine gelbliche Masse und verhält sich gegen Reagentien wie ein Gemenge aus viel Harz und wenig Gummi. Kristallzellen sind häufig, die Bastzellen typisch. Die Rindenstrahlen erscheinen aufsen wenig dilatiert.

Im Holzkörper der Succirubra prävaliert dickwandiges, reich getüpfeltes Holzparenchym. Die Gefäfse sind behöft getüpfelt. Die wenig schräg gestellten Querscheidewände mittelst runder Öffnungen perforiert.

Untersucht wurden ferner: Java Succirubra (Handelsmuster 1891), ostindische Succirubra (Madras), Java-Lembang (3 Muster, selbst gesammelt), Java Wurzelrinde (selbst gesammelt), Ceylon, stem chips (selbst gesammelt), Darjeelings (Handelsmuster), Himalaya (Handels-

muster), Java Zweigrinde, Ceylon (Druggist quills), Ceylon (branch red) und Succirubra (selbst gesammelt).

Tangentiale Weite der Milchschläuche:

Ceylon Succirubra 1880	250—260 mik.
Java-Lembang	260—270 „
Java, 4 Jahre alt	110—120 „
Java	50—100 „
Java, erneuert	fehlend
Java, 18 Jahre, Wurzelrinde . . .	fehlend (obliteriert?)
Ceylon Succirubra	undeutlich.

Java und Ceylon Calisaya.

Die vorliegende Java Calisaya zeigt eine Dicke von 2—3 mm (stammt also von mittelstarken Ästen) und reichliche Borkebildung, die Mittelrinde ist schmal, in der 2—3mal dickeren Innenrinde liegen sehr zahlreiche, im Querschnitte stark radial gestreckte Bastzellen einzeln oder zu Gruppen vereinigt, Kristallzellen fehlen. Gummiharzschläuche sehr verschieden weit, oft ganz undeutlich.

Untersucht wurde ferner: Java Schuhkraft (selbst gesammelt), Java Calisaya und Ledgeriana (selbst gesammelt), Java mossed, Java Renewed Ledgeriana, Ceylon Renewed crown, Ceylon Ledgeriana, Ceylon Calisaya.

Weite der Milchschläuche:

Java Schuhkraft . .	65—80 μ
Java bemoost . . .	70—80 „
Java renewed . . .	fehlend
Java Schuhkraft . .	durch Borke abgeschieden
Ledgeriana	undeutlich (obliteriert?)

Librosclereiden fanden sich in der Mittelrinde einer Calisaya Schuhkraft und einer Java Calisaya, sonst nirgends.

Loxa.

Die Loxachina besteht aus der 2—3 mm dicken Rinde junger Zweige. Bei denselben ist der Kork reichlich entwickelt, da und dort finden sich auch Lenticellen. Das Phellogen ist farblos, der Kork braunwandig und oft mit braunem Inhalte versehen. Die Zellen der Mittelrinde (primären Rinde) sind, soweit letztere nicht durch Korkbildung abgeworfen ist, meist infolge des Dickenwachstums stark dilatiert und dem letzteren meist durch reichliche radiale Teilungen gefolgt. Die Milchröhren (Gummiharzschläuche) sind erhalten, in der Droge aber leer. Sie sind in tangentialer Richtung gemessen 100 bis 155 mik. weit. Auch die Rindenstrahlen sind stark dilatiert, in den zwischen ihren Enden (also aufsen) liegenden Partien findet sich Collenchym. Innerhalb des Kreises der Gummiharzschläuche findet man die obliterierten Siebgruppen. Die Innenrinde besteht aus den aufsen verbreiterten Rindenstrahlen und den damit alternierenden, aufsen verschmälerten Phloëmstrahlen. In letzteren sind neben den Siebelementen und dem überwiegenden Phloëmparenchym zahlreiche Bastfasern zu finden. Die Bastfasern (s. oben S. 34) führende innere Rindenschicht ist nur wenig breiter als die äufsere. Kristallzellen finden sich besonders in den Rindenstrahlzellen, aber auch sonst zerstreut. Bezüglich der Länge und Breite der Bastzellen vergl. oben S. 35. Ihr Querdurchmesser ist nur wenig radial gestreckt. Sie liegen einzeln oder zu wenigliederigen Gruppen vereinigt. Nicht alle Bastzellen sind bis fast zum Verschwinden des Lumens verdickt, viele besitzen ein noch relativ weites Lumen (Angew. Anatomie, Fig. 446).

Huanuco.

Eine 4 mm dicke, von etwas älteren Ästen als die Loxa stammende Rinde, ist mit einem dünnen Kork bedeckt und zeigt eine ziemlich schmale Mittelrinde und eine dreimal breitere Innenrinde. In der Mittelrinde liegen sehr zahlreiche Librosclereiden. Dieselben sind nicht sehr stark verdickt, oft deutlich tangential gestreckt, rundlich getüpfelt und mit einer braunen Masse angefüllt. Die Gummiharzschläuche waren leer.

Guajaquil.

Die Rinde stammt von etwa ebenso alten oder wenig älteren Zweigen wie die Loxa. Eine 2—3 mm dicke Rinde zeigt den typischen Bau der Chinarinden, die sekundäre Rinde war etwa ebenso dick als die primäre (Mittel-)Rinde. Zahlreiche, mit feinem Kalkoxalat-Kristallmehl erfüllte Zellen finden sich in Mittel- und Innenrinde. Stärke reichlich in beiden.

Maracaibo.

Die Maracaiborinde ist Stammrinde. Die vorliegenden Stücke sind ca 8 mm dick.

Ein starkes graues Periderm bedeckt die schmale Mittelrinde. Die sehr breite Innenrinde führt zahlreiche Bastzellen mit spiefsigen Enden.

Amerikanische Calisaya sine epidermide.

Die Rinde entstammt Stämmen und kommt in den Handel in 7 mm dicken Stücken.

Die Handelsrinde besteht fast nur aus der Innen- oder sekundären Rinde, die Mittelrinde ist fast ganz durch Borkenbildung und Schälen abgeworfen bez. abgelöst, so dafs ein nur etwa 0,5 mm dicker Rest übrig geblieben ist (Angew. Anatomie, Fig. 453).

Amerikanische Rubra.

Die vorliegenden Rindenstücke entstammen Stämmen und sind 10—15 mm dick. Sie sind mit einem sehr breiten, weichen, dünnwandigen, oft 50 Zellen dicken Periderm bedeckt, das Phellogen ist farblos, die inneren Korkschichten sind mit braunem Inhalt versehen.

Die Mittelrinde ist erhalten, die Innenrinde ist viermal breiter als jene. Die Bastzellen sind ziemlich locker gestellt. Kristallzellen fehlen, ebenso Sclereiden, die Gummiharzschläuche sind klein, alle dünnwandigen Elemente durch Chinarot tief rotbraun gefärbt.

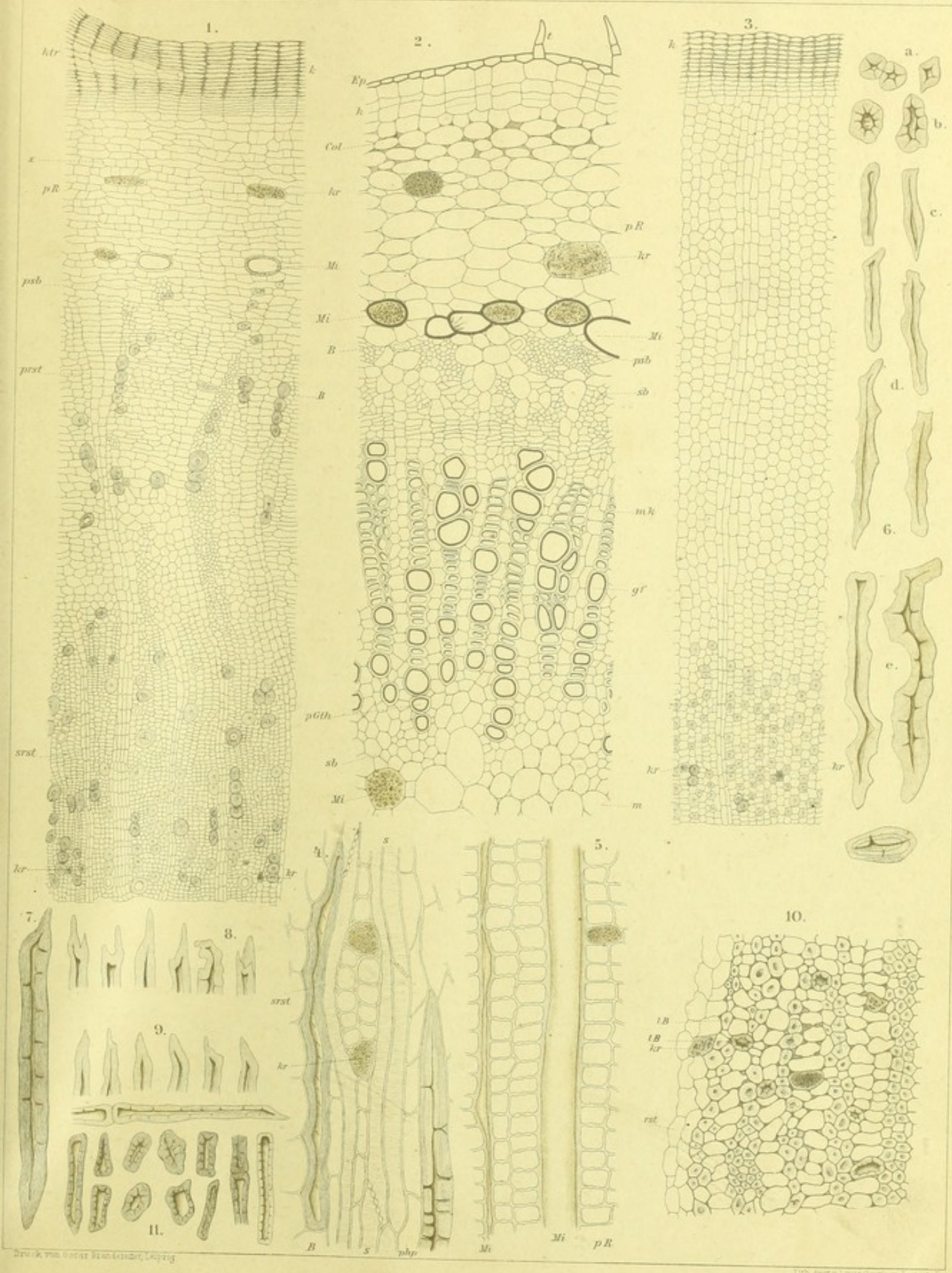
Das Pulver der Chinarinden ist durch die nach Form, Länge, Breite und Bau überaus charakteristischen Bastfasern ausreichend charakterisiert.

Tafel 9.

Erklärung der Abbildungen.

(Cort. chinae.)

Fig. 1. Querschnitt durch javanische Kultur-Succirubra.
„ 2. Querschnitt durch einen 3 mm dicken Zweig von Cinchona Calisaya Wedd.
„ 3. Querschnitt durch erneuerte Calisaya (Renewed).
„ 4. Aus dem tangentialen Längsschnitt durch javanische Ledgeriana, sekundäre Rinde.
„ 5. Aus dem tangentialen Längsschnitt einer Handels-Succirubra, Milchschläuche der primären Rinde obliteriert und nicht obliteriert.
Fig. 6. Librosclereiden der Mittelrinde von Cinchona Calisaya Schuhkraft, alle Übergänge veranschaulichend.
„ 7. Bastfaser aus Succirubra.
„ 8. Bastfaserenden aus Calisaya Ledgeriana.
„ 9. Bastfaserenden aus Succirubra.
„ 10. Querschnitt durch einen Teil der sekundären Rinde der Cuprea.
„ 11. Librosclereiden der Cuprea.



Druck von Oscar Brandstetter, Leipzig

Lith. Anst. v. Louis Oertmann, Leipzig.

Rad. ipecacuanhae.

Rad. ipecac. grisea, Brechwurzel, Racine d'Ipecacuanha annelé, Ipecacuanha Root.

Das Lupenbild der Wurzel von Psychotria Ipecacuanha Müll. Arg. (Fig. 3) zeigt einen gelblichen centralen Holzkörper, der fein, aber deutlich radialstrahlig erscheint (mit unbewaffnetem Auge sieht man von dem strahligen Baue nichts). Die Rinde ist innen dunkel, aufsen hell, gleichförmig, ohne irgend welche Strahlen.

Der Bau der primären Wurzel ist an der Handelsware nicht zu studieren. An frischem Material konnte festgestellt werden, dafs der primäre Bau diarch oder triarch ist (Fig. 4). Die 2 oder 3 radialen Bündel werden vom Perikambium und der Schutzscheide umgeben (*pc* und *end* in Fig. 4). Die Zellen der letzteren sind dünnwandig und verkorkt, zeigen aber in den aus Tracheiden bestehenden Holzstrahlen unverkorkte Durchlafszellen (×). Die primäre Rinde wird samt ihrer die Wurzelhaare tragenden Epidermis später abgeworfen, indem das Perikambium in Phellologen übergeht und so ein sekundärer Kork erzeugt wird. Der Kork der älteren Wurzeln ist also perikambialen Ursprunges.

Die ältere Wurzel von Psychotria Ipecacuanha, wie sie die Handelsware darbietet, besitzt einen mehrreihigen Kork (Fig. 5, *k*) mit einreihigem Phellogen (*phg*). Die Korkzellen enthalten eine braune körnige Masse. Das darunter liegende Rindengewebe (Mittelrinde) ist ein relativ starkwandiges, fast lückenlos anschliessendes Parenchym, welches reichlich Stärke enthält und in welchem zahlreiche in der Achse des Organs gestreckte Zellen liegen, von denen jede ein Bündel Kalkoxalatraphiden führt (Fig. 5, *Raph.* und Fig. 14). Im innern Teile der Rinde sind die Oxalatzellen besonders häufig. Nur selten findet man auf tangentialen Längsschnitten (zwischen das obliterierte Rindenparenchym sich einschiebend) die Querschnitte dünner Nebenwurzeln. Nach innen zu wird das Rindengewebe kleinzelliger, und es springen von der undeutlichen, meist nur einreihigen Kambiumzone (*c*) aus viele aus zahlreichen Zellen bestehende Siebbündel keilförmig in die Rinde ein (Fig. 5, *sb* und Fig. 6). Die Zellen dieser Siebbündel sind zum Teil sehr zartwandig, zum Teil auffallend stark verdickt, wie man es bei den Siebelementen zahlreicher Pflanzen findet. Die Verdickung ist auch hier meist auf die Radialwände beschränkt, so dafs bei einem radialen Längsschnitt die Siebelemente nur dünnwandig erscheinen, beim tangentialen dick (Fig. 15). Die Siebröhren besitzen ein weites, das Kambiform ein sehr enges Lumen. Beide sind gestreckt. Bisweilen kommt es vor, dafs ganze Strecken der Wurzel nicht die bekannten wulstigen Auftreibungen und Einschnürungen an der Rinde zeigen, die für die Ipecacuanha charakteristisch sind, sondern glatt erscheinen. An diesen Stellen ist die Rinde schmal.

Der Holzkörper ist sehr gleichförmig gebaut. Er enthält zwei, durch Übergangsglieder miteinander verbundene Zellformen, nämlich Ersatzfasern und Tracheiden. Beide sind dickwandig und verholzt und weichen in ihrer Form nicht wesentlich voneinander ab. Sie sind bald lang und spitz, bald gegen das Ende plötzlich verschmälert, bald an den Enden mit Zapfen versehen, bald kurz und einseitig abgestutzt, bald rechteckig (Fig. 8, 10, 11).

Im Querschnitt erscheinen die Tracheiden meist etwas breiter (15—26 mik.) als die Ersatzfasern (10—19 mik.), ohne dafs dies jedoch ein durchgreifender Unterschied wäre. Die typischen Ersatzfasern sind mit linksschiefen spaltenförmigen Tüpfeln versehen (Fig. 11 a und b), die typischen Tracheiden mit runden behöften Tüpfeln, deren Spalt auch linksschief zu stehen pflegt (Fig. 8, *c*). Die Wand der typischen Ersatz-

fasern sieht daher im Längsschnitt aus wie Fig. 9b, die Wand der typischen Tracheiden wie Fig. 9c. Die zwischen beiden liegenden Formen nähern sich bald mehr den Ersatzfasern, bald den Tracheiden. Sehr häufig sind Bilder wie Fig. 9a, wo ein wohlausgebildeter Hof nicht wahrzunehmen ist, oder wie Fig. 8, *d*, wo die Tüpfel rundlich sind und unregelmäfsig stehen. Die durchschnittliche Länge der gestreckten Faser beträgt 300—350 mik. Unter den echten Tracheiden befinden sich solche, die an den Seitenwänden (besonders den radialen) mittels runder oder ovaler Löcher perforiert sind und dadurch mit den Nachbartracheiden in offene Kommunikation treten. Letztere kann man — wegen dieser Durchbrechung — als „gefäfsartige Tracheiden" unterscheiden. Gefäfse kann man sie kaum nennen, da die Löcher mitten in der Wand liegen und als ein charakteristisches Merkmal der Gefäfse die Perforation der Querwände zu betrachten ist. Die Löcher sind sowohl auf Querschnitten (Fig. 7, *L*) wie auf Längsschnitten (Fig. 8, *L*) zu sehen.

Markstrahlen sind nicht ausgebildet, doch durchziehen den Holzkörper in radialer Richtung aus schmäleren Zellen bestehende, ein- bis mehrreihige Zellzüge (*i* in Fig. 5 u. 7), die im Querschnitte wie Markstrahlen aussehen, als solche auch gedeutet wurden und diese auch offenbar vertreten. Der tangentiale Längsschnitt lehrt aber, dafs sie echte Markstrahlen nicht sind (Fig. 8, *e*), obwohl bisweilen eine mehrreihige Gruppe longitudinal ein Stück zusammenhängt. Sie bestehen aus Ersatzfasern (Wandskulptur wie Fig. 9b). Die zwischen diesen Reihen liegenden radialen Strahlen (Fig. 7, *tr*) bestehen vorwiegend aus Tracheiden, durchbrochenen und undurchbrochenen, daneben finden sich Übergangsglieder und Ersatzfasern. Während in den die Markstrahlen vertretenden Ersatzfaserreihen reichlich Stärke vorhanden ist, fehlt dieselbe den trachealen Strahlen ganz (Fig. 7, *tr*). Dort, wo echte Ersatzfasern an echte Tracheiden grenzen, ist die Wand nur auf der einen Seite, der trachealen, behöft getüpfelt (Fig. 9d).

Die äufserste, unmittelbar an das Kambium grenzende, meist sehr unregelmäfsig vorspringende (Fig. 5 u. 6) Zellreihe des Holzkörpers besitzt oft (infolge Infiltration vom Siebteile her) gebräunte Wände, die weiter nach innen zu liegenden Reihen gelbe. Der braune Ring im Lupenbilde, der Holz und Rinde zu trennen scheint, ist nicht das Kambium, sondern eben jene äufserste Tracheidenreihe.

Die (Stärkebildnern ihre Entstehung verdankenden) bald einfachen, bald zu zweien bez. mehreren zusammengesetzten Stärkekörner (Fig. 16) besitzen im Durchschnitt eine Gröfse von 5—9 mik. Sie sind spaltfrei oder besitzen einen 2- bis 4strahligen Spalt. Oft sind die Teilkörner eines zusammengesetzten Stärkekornes nicht gleich grofs. Die Stärke der Rinde weicht von der der Ersatzfasern nicht ab. Die Stärke der äufseren Rindenpartien pflegt kleiner zu sein und weniger zusammengesetzt.

Mark fehlt der Wurzel ganz. Im Centrum sieht man bisweilen noch die Tetrarchie der Anlage (s. oben).

Da Pikrinsäure und Kalibichromat, besonders das letztere, vornehmlich in den innersten Teilen der Rinde (am Kambium) Fällungen hervorrufen, so scheint das Emetin vornehmlich dort seinen Sitz zu haben.

Nur Tracheiden und keine Gefäfse enthalten auch die Rad. Ipec. grisea von Para, die Rad. Ipec. undulata von Karthagena und die violette Ipecacuanha. In diesen fehlt aber Emetin. Alle übrigen Ipecacuanhen enthalten Gefäfse im Holzkörper. Sclereiden fanden sich in der Rinde: bei Ipecac. americana (von einer Euphorbiacee) und der Ipecacuanha von St. Vincent, Farbstoffzellen in der Rinde der dicken, bis zum Holzkörper eingeschnürten, braunschwarzen Rad. Ipecac. nigra seu striata (von Psychotria emetica Rich.). Inulin führt Rad. Ipecac. lignos. (von Ionidium Ipecacuanha). Der ästigen, ringförmig eingeschnürten, weiss-bräunlichen Rad. Ipecac. farinosa (von Richardsonia scabra [St. Hill.]), sowie der grauweissen Rad. Ipecac. alba (von Violaarten), die ebenfalls Gefäfse enthält, fehlen Sclereiden, Farbstoffzellen und Inulin.

Nicht selten findet man in der Droge Teile des glatten, nicht wulstigen, sondern nur längsstreifigen, unterirdischen Stammes (Rhizomes) der Ipecacuanha. Der Bau desselben weicht in mehreren Punkten von dem der Wurzel ab. Das Rhizom besitzt ein ovales Mark (Fig. 2) und ist bisweilen stärkefrei.

Auf den schmalen Kork folgt mehrreihiges Collenchym, dann das meist mit Stärke vollgepfropfte, mit Raphidenzellen durchsetzte Rindenparenchym und endlich ein von parenchymatischen Durchlafszellen unterbrochener mechanischer Ring (*MR*, Fig. 17 u. 20). Derselbe besteht aus 1—2 Reihen eigentümlicher Sclereiden, die dicke Netzleistenverdickungen und zwischen diesen ovale Tüpfel besitzen (Fig. 19). Sie sind meist kurz, haben gerade oder zugeschärfte Enden und liegen in Reihen übereinander (Fig. 20). Innerhalb dieses Sclereidenringes liegt der schmale, gröfstenteils obliterierte Siebteil (*sb*, Fig. 17 u. 20). Der Holzkörper ist wie bei der Wurzel gebaut, namentlich sind auch hier durchlochte Tracheiden reichlich vorhanden (Fig. 18). Die primären, zu innerst liegenden trachealen Elemente aber sind hier echte Spiralgefäfse (Fig. 20, *gf*).

Die die Markstrahlen vertretenden Reihen treten beim Rhizom etwas deutlicher hervor als bei der Wurzel. Ihre Zellen sind deutlich schmäler als die Tracheiden.

Die Stärke, die auch das Mark erfüllt, stimmt mit der der Wurzel überein.

Das Pulver.

Das Ipecacuanhapulver der Apotheken besteht vorwiegend aus dem Stärkemehl, dessen Form und Gröfse (s. oben) auch hier diagnostisch wohl verwertbar ist. Auch im Pulver

sieht man noch häufig zusammengesetzte Stärkekörner, zu 2, 3 bis 12. Die Berührungsfläche ist eben, nicht gekrümmt. Die Gröfse der Teilkörner eines zusammengesetzten Stärkekorns ist oft sehr verschieden, mit 1 bis 3 grofsen sind oft 2 oder mehr mittelgrofse oder kleine vergesellschaftet. Letzteres ist für Ipecacuanha sehr charakteristisch. Um die übrigen Elemente des Pulvers zu erkennen, mufs man die Stärke (durch Kali oder Erwärmen) verkleistern. Alsdann sieht man zahlreiche Raphiden und mehr oder weniger grofse Fetzen von verletzten und unverletzten Parenchymzellen, Kork und Tracheiden, oftmals sogar noch zu mehreren zusammenhängend. Gefäfse fehlen gänzlich. Wenn die Tracheiden im Pulver fehlen, so wurde das Pulver nur aus der, übrigens allein wertvollen Rinde bereitet. Eine Beimengung des Rhizoms verrät sich durch die Sclereiden und die Gefäfse (Fig. 20).

Ein halbes Gramm des Pulvers mit 2,5 ccm Salzsäure geschüttelt giebt ein Filtrat, von dem ein Tropfen mit einem Körnchen Chlorkalk zusammengebracht eine charakteristische Rotfärbung giebt (Emetin).

Tafel 10.

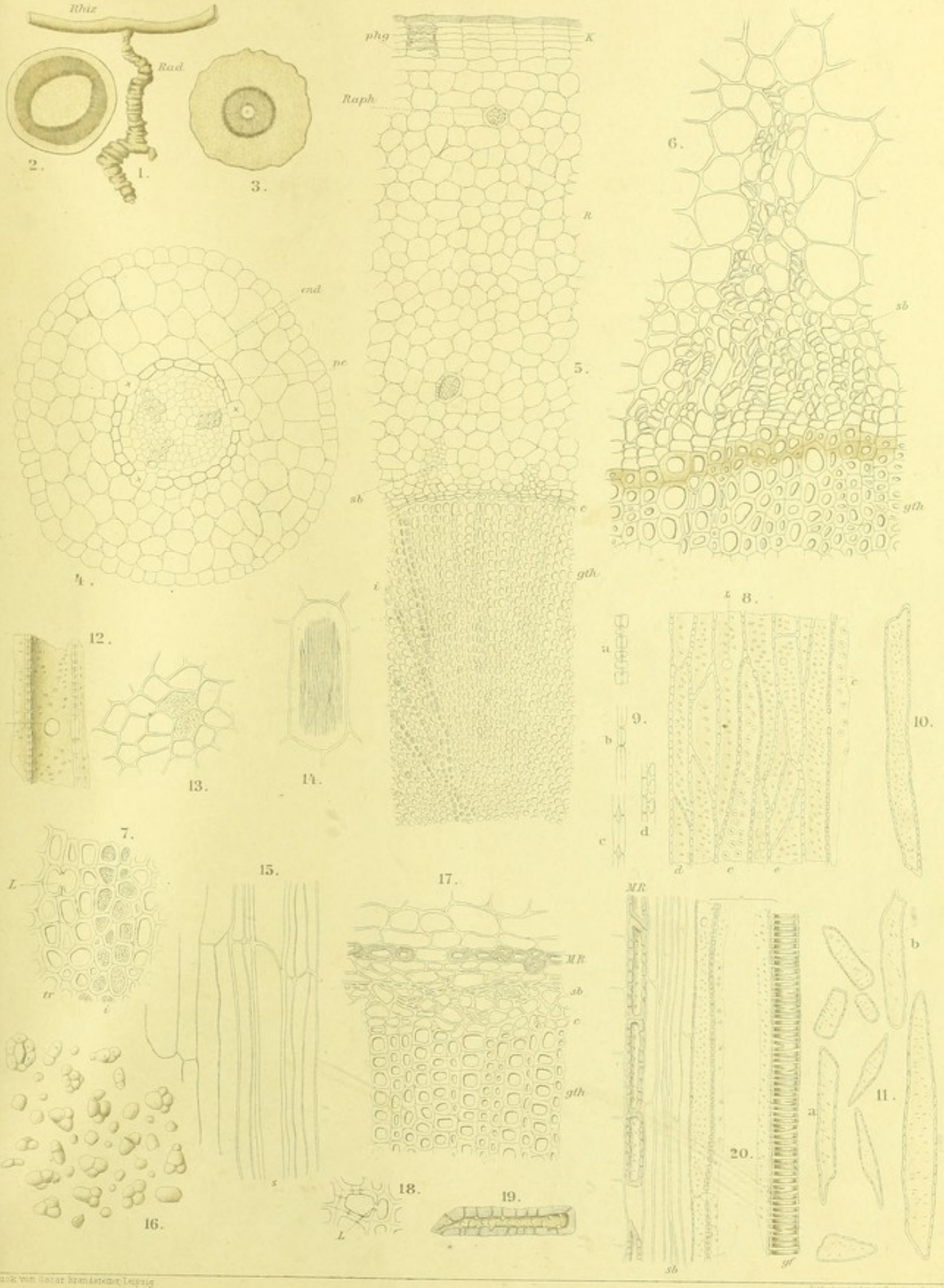
Erklärung der Abbildungen.

(Psychotria Ipecacuanha Müll. Arg.)

Fig. 1. Rhizom mit Wurzel von Psychotria Ipecacuanha Müll. Arg.
„ 2. Lupenbild des Rhizoms.
„ 3. Lupenbild der Wurzel.
„ 4. Primärer Bau der Wurzel.
„ 5. Querschnitt durch ein Segment der Wurzel der Handelsware.
„ 6. Querschnitt durch den Siebteil am Kambium.
„ 7. Partie des Holzkörpers im Querschnitt.
„ 8. Tangentialer Längsschnitt durch den Holzkörper.
„ 9. Tüpfel *b* der typischen Ersatzfasern, *c* der typischen Tracheiden, *a* von Mittelformen, *d* Wand links einer Ersatzfaser, rechts einer Tracheide.
„ 10. Tracheide isoliert.
Fig. 11. Elemente des Holzkörpers mit Schultze'scher Macerationsflüssigkeit isoliert.
„ 12. Durchbohrte (gefäfsartige) Tracheide.
„ 13. Kork, Flächenansicht.
„ 14. Raphidenzelle, Längsansicht.
„ 15. Elemente des Siebteils, Längsschnitt.
„ 16. Stärkekörner.
„ 17. Querschnitt durch die innere Rinde und den äufseren Teil des Holzkörpers des Rhizoms.
„ 18. Tracheale Elemente des Holzkörpers im Querschnitt.
„ 19. Sclereide der Rinde des Rhizoms.
„ 20. Längsschnitt durch die innere Rinde und die Markscheide des Rhizoms. *gf* primäres Gefäfs.

Ipecacuanha.

Taf. 10.



Druck von Oscar Brandstetter Leipzig

Lith. Anst. v. Julius Gerstner Leipzig N.

Flor. Tiliae.

Lindenblüten, Fleurs de Tileul, Linden Flowers.

Die Inflorescenz von Tilia europaea L. zeigt folgenden Bau.

Das Laubblatt der blühenden Zweige (*l*, Fig. 1 u. 2) trägt in seiner Achsel eine gestielte Inflorescenz auf der einen Seite mit einem, dem Stiele halb angewachsenen flügelförmigen Blatte (*a*, Fig. 1 u. 2), auf der anderen mit einer kleinen Knospe (*b*). Diese Inflorescenz ist als der Achselspross des Laubblattes *l* aufzufassen, das Blatt *a* ist das eine, das Deckblatt der Knospe (*b*) das andere Vorblatt dieses Achselsprosses. Das Blatt *a* bleibt steril, in der Achsel von *b* entsteht eine Laubblattknospe. Die Inflorescenz selbst schliesst mit einer Gipfelblüte (*t*), der drei zarte Hochblättchen *c*, *d* und *e* vorangehen, die in einer Spirale angeordnet sind (Fig. 2), *c* bleibt steril, die beiden anderen *d* und *e* entwickeln in ihren Achseln Blüten, deren Stielen sie eine Strecke weit angewachsen sind. Diese Blüten haben zwei sehr zarte, ungleich hoch inserierte, hinfällige Vorblättchen. Aus diesen kann sich die Verzweigung fortsetzen. Bei Tilia grandifolia beträgt die Zahl der Blüten 3—7, bei parvifolia bis 11. Die sekundäre Verzweigung der Inflorescenz ist dichasial-wickelig.

Die proterandrische Blüte ist fünfzählig. *K* 5, *C* 5, *A* $\frac{30-40}{5}$ *G.* (5). Die zahlreichen Stamina sind als aus 5 epipetalen Praemordien entstanden zu denken.

Die 5 in der Knospenlage klappigen, leicht abfallenden, ovalen Kelchblätter sind kahnartig und am Rande und innen behaart. Sie werden von drei anastomosierenden Bündeln durchzogen und sind 270—330 mik dick. Die Epidermis der Blattoberseite (Innenseite) besteht aus grossen polyedrischen Zellen (Fig. 4, *epo* und 6), zwischen welche zahlreiche Haare mit kegelförmiger Basis eingefügt sind. Diese Haare sind meist sehr lang, dünn und gerade, seltener hin- und hergebogen, oder es sind 2—5strahlige, der Epidermis stiellos eingefügte Sternhaare mit ungleich langen, nicht selten gleichfalls, besonders an der Spitze, gekrümmten Strahlen (Fig. 27a), die eine nicht sehr starke Wand und eine kegelförmige Spitze besitzen. Die Breite der Strahlen beträgt an der Basis meist 11—13 mik, die Wanddicke 2—3 mik. An dem stark verbreiterten Blattrande (Fig. 7) liegen zwei-strahlige Sternhaare mit stark gebogenen und verkrümmten Strahlen (Fig. 7 u. 27c), die oft so durcheinander geschlungen sind, dass sie wirre Knäuel bilden. Unter der Epidermis liegt eine Reihe Oxalatzellen (Fig. 4). Auch sonst sind im Parenchym (*Par*) der verhältnismäfsig dicken Blätter Oxalatdrusen zu sehen. Ungefähr in der Blattmitte liegen grosse, 30—65 mik weite Schleimzellen, oft zu mehreren nebeneinander. Die trennende Wand verschleimt bisweilen, so dass grosse 80—200 mik weite Schleimräume entstehen (Fig. 7). Bei Präparation von Alkoholmaterial in Alkohol ist die Schichtung der Schleimmembran schön zu sehen (Fig. 4). Die Epidermis der Unterseite (Aussenseite) ist kleinzelliger, die Zellen sind polyedrisch (Fig. 4 und 5), Haare fehlen (Fig. 5, *epu*), oder sind doch sehr selten (Fig. 7), ebenso Stomata.

Die an der Spitze abgerundeten oder mehrspitzigen länglich-verkehrt-eiförmigen, genagelten Korollenblätter sind sehr viel zarter (105—140 mik dick), oft nur 3—5 Zellreihen dick. Die Epidermis der Oberseite gleicht der der Unterseite (Fig. 8 und 9). Es sind gestreckte, nur wenig wellige Zellen, von einer deutlich längsgefalteten Kuticula bedeckt. Die Faltung ist auf der Blattoberseite deutlicher. Die zarten anastomosierenden Nerven sind nur weniggliedrig. Meist sind zwei Hauptnerven deutlich erkennbar (Fig. 8a). Im zarten Mesophyll liegen zahlreiche (in einem Kronenblatte 300 und mehr) grosse Schleimzellen und Schleimhöhlen, deren Lage und Anordnung schon bei Betrachtung des unzerkleinerten Blattes (besonders bei Alkoholmaterial) im durchfallenden Lichte sichtbar wird (Fig. 8, *Sch*). Auch Oxalatdrusen finden sich, besonders unter der Epidermis der Oberseite. An der Blattbasis sieht man bisweilen Köpfchenhaare, die auf einem kurzen, mehrzelligen, aber einreihigen Stiele ein gestrecktes vielzelliges Köpfchen tragen. Die Lamina ist haarfrei, nur am Blattrande, besonders dem oberen, sitzen zahlreiche, teils einfache, teils 2—5-strahlige Sternhaare, mit gewundenen Strahlen (Fig. 8 u. 27 b). Die Filamente der Staubfäden führen ein centrales Bündel und einige wenige subepidermale Schleimzellen (Fig. 10).

Die dithecischen Antheren haben ein breites, die beiden Antherenhälften verbindendes, gespaltenes, den Antherenhälften auf dem Rücken angeheftetes Connectiv (Fig. 11 und 12), in dem das Filamentarbündel endet. In dem mittleren Teile jeder Antherenhälfte liegen ebenfalls Schleimzellen (Fig. 13, *Sch*) und Oxalatdrusen. Die Antherenwand ist meist dreischichtig. Die äufsere Epidermis ist papillös, die innere glatt (Fig. 13), erstere von einer gefalteten Kuticula bedeckt (Fig. 14). Die fibröse Schicht ist ein-, gegen die Mitte hin mehr-schichtig. Ihre Zellen zeigen an den Radialwänden Längsleisten, die bogenförmig gekrümmt nach der ebenfalls mehr oder weniger verdickten Basis laufen. So entstehen schalenartige Cylinder-Zellen mit radialen Randstreifen (Fig. 13 und 15), die von oben betrachtet ein sternförmiges Aussehen haben. Die Pollenkörner sind tetraedrisch, 27—34 mik grofs, sie besitzen 3 Austrittsstellen und eine durch zahlreiche Stäbchen gekörnt erscheinende Exine (Fig. 16).

Der Fruchtknoten besteht aus 5 Carpellen und ist in der Mitte fünffächerig (Fig. 21). In jedem Fache liegen je 2 anatrope (Fig. 22) Ovula. Von allen 10 wächst aber nur eins zum endospermhaltigen Samen heran (Fig. 23, *s*), die anderen verkümmern (Fig. 23, *ov*). Die Scheidewände werden dabei zusammengedrückt

Die Fruchtknotenwand ist bedeckt von einer aufserordentlich haarreichen Epidermis (Fig. 20, *Ep*), die Haare sind 2- bis vielstrahlige Sternhaare (Fig. 20, *t* und Fig. 27 a) mit oft sehr bizarr gekrümmten Strahlen. Auf die Epidermis folgt ein dünnwandiges Parenchym und dann eine obliterierte braune Schicht, in der die Gefäfsbündel (*gfb*) verlaufen. An diese schliefst sich die Schleimzellen (*Sch*) führende Schicht an. Schleimzellen finden sich auch in den Scheidewänden.

Der Griffel führt in der Randschicht ebenfalls Schleimzellen (Fig. 19), auch in dem centralen Teile sind da und dort einige zu finden. Der letztere wird umschlossen von einem 5strahligen Stern zarter Gefäfsbündel (Fig 18). In der Mitte liegt das sehr grofse leitende Gewebe. Die Narbe ist fünflappig. Jeder Lappen ist vielfach zerschlitzt (Fig. 17). Eigentliche Papillen fehlen. Auch im Narben- und Griffelgewebe sind Oxalatdrusen häufig.

Der Inflorescenzstiel führt ebenfalls Schleimzellen von 40—60 mik Weite in Mark und Rinde. Das aus grofsen, reichgetüpfelten Zellen bestehende Mark (Fig. 24, *m*) wird umgeben von dem, im Querschnitt ovalen Holzteile (*gth*). Der schmale Siebteil (*sb*) wird aufsen umschlossen von einem breiten Bastzellpanzer (*B*), der gegen das Kambium hin Sclerenchymzapfen entsendet. Unter der Epidermis findet sich Collenchym.

Die dem Inflorescenzstiel halb angewachsene Braktee (Fig 1 und 2 *a*) wird von zahlreichen Gefäfsbündeln durchzogen, die von dicken Bastzellpanzern bescheidet sind (Fig. 25, *B*). Der Mittelnerv enthält oberhalb der Stelle, wo der Inflorescenzstiel abbiegt, eine Gruppe von nebeneinander liegenden Bündeln, unterhalb derselben bilden diese Bündel mit dem Bündelcylinder der Inflorescenzachse ein Ganzes, das von einem gemeinsamen Bastzellringe umschlossen ist. Schleimzellen oder Schleimhöhlen finden sich nur an den Nerven (Fig. 25, *Sch*). Die Blattfacetten führen ein aufserordentlich lückiges Mesophyll, dessen Zellen auf der Blattoberseite palissadenartige Streckung zeigten (Fig. 25, *p*). Die Epidermen sind auf beiden Seiten etwa gleichgestaltet. Über den Nerven sind die Zellen gestreckt (Fig. 26, *epo*). Die Epidermis der Unterseite trägt Spaltöffnungen, die Kuticula ist gefaltet (Fig. 26, *epu*). In den Epidermiszellen kristallisierten im Glycerinpräparat frischen Materiales prächtige grofse Sphärokristalle (Zucker?) aus.

Die Knospenlage in der Blattknospe zeigt Fig. 2 rechts. Die Blätter der Knospe sind reich an Schleimzellen.

Die Schleimzellen der Tiliaceen enthalten den Schleim nicht im Inhalte, sondern derselbe wird auch hier — wie bei den Malvaceen — von sekundären Membranverdickungsschichten gebildet. Man sieht also bei geeigneter Präparation — Einlegen des Schnittes in Alkohol und Zufliefsenlassen von etwas Wasser — im Centrum der Zelle ein schmales, rundes oder spaltenförmiges, plasmaerfülltes, oft excentrisches Lumen und rings um dasselbe herum zahlreiche Schichten in der sekundären Schleimmembran (*Sch* in Fig. 4, 8, 13, 19, 20, 25). Auch der austretende Schleim zeigt noch deutliche Schichtung. Liegen zwei Schleimzellen nebeneinander, so kommt es bei reichlicher Wasserzufuhr oftmals vor, dass die primären Membranen gesprengt werden und die sekundären Verdickungsschichten der Membranen benachbarter Zellen unmittelbar verschmelzen. Ob die zersprengte primäre Membran sich im Schleim wirklich auflöst, läfst sich sehr schwer konstatieren. Nach den Bildern, die man im Mark der Stiele, in Kelch und Blütenblättern zahlreich erhält, wo gleichfalls zahlreiche Schleimzellen meist dicht bei einander liegen, bin ich geneigt, eine Auflösung anzunehmen, denn hier grenzen oft mehrere geschichtete Schleimklumpen ohne trennende primäre Cellulose-Membran dicht aneinander.

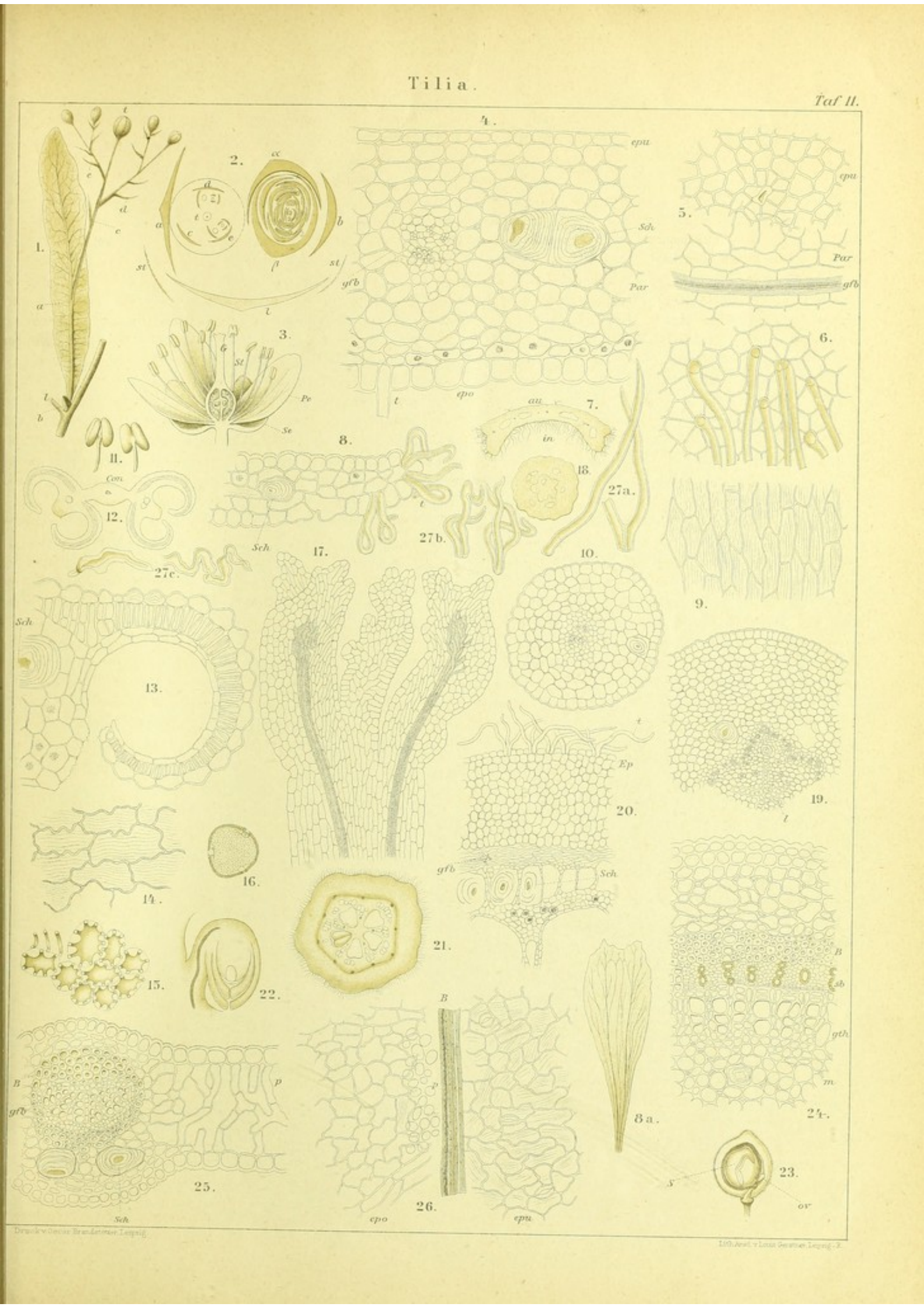
Tafel II.

Erklärung der Abbildungen.

(Tilia.)

Fig. 1. Inflorescenz von Tilia europaea L., halbschematisch.
„ 2. Inflorescenz, Diagramm.
„ 3. Blüte von Tilia europaea im Längsschnitt.
„ 4. Querschnitt durch ein Kelchblatt.
„ 5. Flächenschnitt durch die Unterseite (Aufsenseite) des Kelchblattes und das darunter liegende Gewebe.
„ 6. Flächenansicht der Epidermis der Blattoberseite (Innenseite) des Kelchblattes.
„ 7. Querschnitt eines Kelchblattes, Lupenbild. *au* = aussen.
„ 8. Rand eines Kronenblattes, Querschnitt.
„ 8a (unten). Kronenblatt.
„ 9. Epidermis der Blattoberseite eines Kronenblattes.
„ 10. Querschnitt durch ein Filament.
„ 11. Antheren von vorn und hinten.
„ 12. Querschnitt durch eine Anthere, Lupenbild.
„ 13. Querschnitt durch einen Teil einer aufgesprungenen Anthere.
Fig. 14. Epidermis der Anthere, Flächenansicht.
„ 15. Hartschicht (Endothecium, fibröse Schicht) der Antherenwand, Flächenansicht.
„ 16. Pollenkorn.
„ 17. Narbe, Längsschnitt.
„ 18. Querschnitt durch den Griffel, Lupenbild.
„ 19. Querschnitt durch ein Griffelsegment.
„ 20. Querschnitt durch die Fruchtknotenwand.
„ 21. Querschnitt durch den mittleren Teil des Fruchtknotens, Lupenbild.
„ 22. Ovulum, Längsschnitt, schematisiert.
„ 23. Längsschnitt durch die reife Frucht (mit einem Samen).
„ 24. Querschnitt durch ein Segment des Inflorescenzstiels.
„ 25. Querschnitt durch die Braktee an einem Sekundärnerven.
„ 26. Flächenansichten des Brakteengewebes.
„ 27 a, b, c. Haare von Fruchtknoten, Korolle und Kelch.

Tilia.


1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.
12.
13.
14.
15.
16.
17.
18.
19.
20.
21.
22.
23.
24.
25.
26.
27a.
27b.
27c.
8a.
epu
Sch
Par
gfb
epo
au
in
Sch
Ep
gfb
Sch
B
sb
gth
m
B
gfb
p
B
p
S
ov
Sch
epo
epu

Flor. sambuci.

Hollunderblüten, Fliederthee, Fleurs de Sureau, Elder Flowers.

Die Blütenstände des Flieder (Sambucus nigra L.) sind Rispen höherer Ordnung, die letzten Verzweigungen meist Dichasien. Hochblätter sind selten, ebenso auch extraflorale Nectarien, dagegen wird jede Blüte von zwei zarten Vorblättern behüllt (*V*, Fig. 2 u. 4), der Fruchtknoten ist unterständig, die Ovula anatrop (Fig. 3). Der kurze, kegelförmige Griffel (Fig. 1) trägt drei kopfförmige Narben, die über je einem Fruchtknotenfache stehen. Die fünf Stamina sitzen der Krone innen auf, die Antheren sind auf ihrem Rücken dem Filamente angeheftet (Fig. 18 b). Die fünfzählige gamopetale Korolle besitzt eine kurze Röhre und einen fünfteiligen, aus breiten, stumpfeiförmigen Lappen bestehenden Saum (Fig. 1 u. 2, *Pe*). Die Kelchblätter sind klein und ungefähr dreieckig (Fig. 2, *Se*).

Der fünfzähnige Kelch ist beiderseits von einer Epidermis mit gestreifter Kuticula bedeckt, deren Zellen gradwandig isodiametrisch oder schwach quergestreckt und in Längsreihen angeordnet sind, an den Zähnen sind sie gröfser, wellig verbogen und da und dort papillös vorgestülpt (Fig. 15, *t*). Die Unterseite trägt Spaltöffnungen und, auf besonderen Polstern über die Epidermis emporgehoben, Wasserspalten (*wst*, Fig. 15), das Kelchblatt ist in der Mitte von einem Nerven durchzogen. Einige Zellen enthalten Kalkoxalatkriställchen (Fig. 14, *kr*).

Die fünf Kronenblätter sind ebenfalls mehrschichtig (Fig. 16). Das Gewebe besteht aus den beiden Epidermen und 5—6 Schichten durchlüfteten Mesophyllparenchyms. Die Epidermiszellen sind relativ grofs (den Mesophyllzellen gegenüber) und enthalten, auf der Oberseite wenigstens, einen gelben Klumpen. Das Mesophyll ist von drei zarten, schwach gegabelten Nerven durchzogen, die vornehmlich aus kurzen Spiraltracheiden bestehen wie bei den Nervenendigungen der Laubblätter (Angewandte Anatomie S. 373). Spaltöffnungen finden sich vornehmlich auf der Unterseite, aber in geringer Zahl. Die Epidermen besitzen isodiametrische Zellen mit geraden oder schwach welligen Wandungen und zart wellig gefalteter Kuticula. Diese Streifung zeigt auch die Epidermis des Kelches. Die Wellung der Wand ist auf der Blattunterseite (Fig. 17) etwas stärker als auf der Oberseite.

Die Epidermiszellen der Filamente sind stark in der Richtung der Organsachse gestreckt (Fig. 28).

Haarbildungen irgend welcher Art fehlen der Korolle. Zarte, wenig verzweigte Nerven durchziehen Kelch und Kronenblätter. Beim Kelch verläuft je ein Nerv nach der Spitze der 5 Zipfel und den Einbuchtungen zwischen diesen. Der Kelch hat also 10 Nerven. Bei der Krone tritt in jedes Korollenblatt ein Nerv ein, der sich an der Basis stets in drei etwa gleichstarke, bogig verlaufende Gabeläste teilt. Der mittlere derselben läuft nach der Spitze des Korollenblattes zu. Die fünfblättrige Krone wird also von im ganzen 15 Nerven durchzogen (Fig. 1 und 2).

Jedes Filament besitzt ein kleines centrales Bündelchen. Die auf den kurzen Filamenten sitzenden grofsen eiförmig-länglichen, dithecischen, extrorsen Antheren (Fig. 18) umschliefsen mit ihrer im Endothecium netzartig verdickten Hülle (Fig. 19 u. 20) zahlreiche, rundlich-tetraedrische Pollenkörner, deren jedes 3 zarte Austrittsstellen erkennen lässt (Fig. 22 u. 23 oben). Die Exine besitzt ein aus feinen, reihenförmig angeordneten Stäbchen gebildetes Netzwerk. Die Antherenwand ist dreischichtig. Die äussere Zellreihe, die Epidermis, besteht aus papillös ausgestülpten Zellen mit gestreifter Kuticula, die mittlere Zellreihe (fibröse Schicht) aus grossen Zellen mit Netzleistenverdickungen, die von der verdickten Basis her nach oben hin bogenförmig verlaufen (Fig. 20 u. 21). Viele dieser Zellen besitzen Schalenform. Sie bewirken das Aufspringen der Anthere.

Der unterständige, dreifächerige (bisweilen auch zweifächerige) Fruchtknoten besitzt eine grofszellige Epidermis, der besonders an der Basis bisweilen kurze, kegelförmige Haare aufsitzen. Das zartwandige Parenchym, in dem sich namentlich rings um die Fächer Kalkoxalatkriställchen führende

Zellen reichlich finden, ist aufsen normal gebaut. Zu innerst liegen unter der aus grossen, deutlich kuticularisierten Zellen bestehenden inneren Fruchtfachepidermis radial palissadenartig gestreckte Zellen und eine ebenfalls dicht zusammenschliefsende Reihe grofser plasmareicher Zellen. Aus diesen 3 Reihen allein scheint die Steinschale, das Endocarp der Früchte (2, 3, 4 in Fig. 31) zu entstehen. In die Fruchtknotenwand treten 10 Bündelchen ein (Fig. 11, 12, 13), in die Centralplacenta 3. Von den 10 Bündelchen gehen 5 in die Kelchblätter, 5 treten als gemeinsame Stränge in die Basis der Filamente und Korollenblätter ein, um sich erst weiter oben zu gabeln (Fig. 3). Von diesen 10 gehen 6 weiter in den Griffel bis unter die Narbe (Fig. 6, 7, 8): die Fünfzähligkeit springt also in die Dreizähligkeit über. Die 3 Bündel der Centralplacenta treten in die Funiculi der 3 Ovula. An der Spitze sind die Narben nicht miteinander verwachsen, aber auch noch ziemlich viel tiefer liegen die zahnartig ineinander greifenden Begrenzungslinien nicht fest einander auf, sondern zeigen spaltenförmige Zwischenräume. Die die Spalten begrenzenden Zellen sind papillös vorgewölbt und weicht ihre Form ziemlich stark von dem umgebenden Gewebe ab. So entsteht ein dreistrahliger Stern (Fig. 6, 7, 8 in der Mitte), dessen Strahlen in der Mitte der Carpelle liegen. Das leitende Gewebe (*l*) flankiert unterhalb der Narbe diesen Stern (Fig 6), zieht sich dann in der tieferen Schicht an die Strahlenspitzen zurück, wo es in Form zweier Inseln rechts und links neben diesen liegt (Fig. 7), und bildet schliefslich eine die Strahlenspitze bedeckende Kappe (Fig. 8), auf diese Weise den Pollenschlauch direkt zu der sich unter den Strahlenspitzen öffnenden Ovularhöhle (Fig. 9) führend.

Die Ovula sind hängend, anatrop-epitrop.

In den Narbenpapillen der aufgeblüten Blüten der Droge findet man stets zahlreiche Pollenkörner, von denen einige bereits den Pollenschlauch ausgetrieben haben (Fig. 23).

Die Inflorescenzstiele führen einen Kranz von Bündeln um das grofszellige Mark (Fig. 38). In den Rippen liegt Collenchym. Die Kuticula der Epidermis ist grob gefaltet (Fig. 38, *ep.*).

Das Pulver.

Im Pulver sind namentlich die Pollenkörner (Fig. 22) in grofsen Mengen zu beobachten, ferner Fetzen der Antherenwand mit den Netzleistenzellen (Fig. 21) und der Kronenblätter (Fig. 17). Seltener sieht man die Elemente der Inflorescenzstiele, der Fruchtknotenwand und der Griffel.

Fruct. Sambuci.

Hollunderbeeren, Baies de Sureau, Elder fruit.

Der Fruchtknoten entwickelt sich zu einer tief violett gefärbten Drupa (Steinbeere) mit 2 (resp. 3) Samen (Fig. 24 und 25). Das Epicarp ist eine glatte Epidermis, die aus grofsen, einen violett-braunen Inhalt führenden Zellen besteht, die tafelförmig und etwas in die Länge gestreckt sind und eine rechtwinklig zu dieser Streckung gerichtete grobe Streifung (Faltung) der Kuticula erkennen lassen, was besonders nach Behandeln der Flächenschnitte mit Chloralhydratlösung schön hervortritt (Fig. 27). Die Falten laufen sehr regelmäfsig in fast gleichen Abständen (Fig. 26, *Falt*). Die Seitenwände der Epidermiszellen sind deutlich getüpfelt (Fig. 27). Spaltöffnungen trägt die Epidermis nur vereinzelt (Fig. 27, *st*). Das Mesocarp ist ein dickwandiges Parenchym, welches von zarten Bündeln durchzogen ist; besonders die Zellen der Epidermis, aber auch das Mesocarp-Parenchym sind mit braunem Inhalt versehen. Die Farbe wird auch von den Wandungen aufgenommen.

Das jeden Samen einzeln und eng umschliefsende Endocarp ist steinhart. Es lässt sich beim Herauspräparieren mit dem eingeschlossenen Samen leicht isolieren und erscheint alsdann runzlig; diese Runzeln erweisen sich bei mikroskopischer Untersuchung als buckelige Erhebungen von Sclereidenstreifen. Sein anatomischer Bau ist nämlich folgender. Zu äufserst liegt unter einer inhaltsfreien Parenchymreihe (Fig. 31 und 32, 1) eine Reihe von kurzen, verbogenen und ineinander eingeschobenen, radial gestreckten Sclereiden mit verzweigtem, spaltförmigem Lumen (Fig. 31, 2 und 35); querdurchschnitten (wie man sie auf Oberflächenschnitten sieht) erweisen sich dieselben als unregelmäfsig im Umrifs, miteinander verzahnt, mit sehr stark verdickten Membranen versehen (Fig. 32, 2). Der Querschnitt durch den Samen samt seiner Endocarpumhüllung zeigt, dafs diese Sclereiden verschieden lang sind. Dadurch, dafs neben Gruppen längerer Gruppen kürzere liegen, wird das Endocarp runzlig. Auf diese Sclereidenschicht folgt eine oder zwei Reihen von linksschief getüpfelten Bastfasern, die in der Längsrichtung des Samens gestreckt sind, auf Querschnittsbildern desselben also ihre rundlich-polyedrischen Querschnitte darbieten (Fig. 31, 3). Dann folgt eine ebenfalls meist ein- oder zweireihige Bastzellreihe, deren Zellen rechtwinklig zu jener gestreckt sind, also auf Querschnitten durch den Samen in der Längsansicht erscheinen (Fig. 31, 4). Die Bastzellen beider Schichten haben abgerundete, spitze oder gegabelte Enden und sehr enge Lumina. Durch die Gabelungen (Fig. 32, 33, 34), die meist erst nach Isolierung der Zellen durch Schultzesche Maceration hervortreten, sind diese Zellen fest miteinander verzahnt. Auch die äufserste Sclereidenreihe (Fig. 31, 2) ist durch Ausstülpungen (Fig. 35) mit der darunter liegenden Bastzellreihe verzahnt.

Sehr schön ist die Pectinmetamorphose der Membranen bei den Zellen des Fruchtfleisches zu beobachten. Die äufseren sind noch kaum gequollen, aber schon die zweite und dritte Zellreihe zeigt Wände, die im Wasser stark aufquellen, immerhin aber noch scharfe Konturen aufweisen. Die innersten Lagen verquellen vollkommen. Auch hier scheint die Pectin-(bez. Schleim-)Metamorphose ausschliefslich oder doch vorwiegend in der Intercellularsubstanz vorzugehen (Fig. 26), denn man sieht wohl noch Reste der sekundären Membran, nie aber mehr deutlich die primäre Membran.

Der Same ist von einer braunen Samenhaut umgeben, die aus 1—4 Reihen stark obliterierter dünnwandiger Zellen besteht (Nährschicht Fig. 31, 5), der Embryo liegt central im Endosperm (Fig. 29 u. 30). Embryo und Endosperm enthalten reichlich fettes Öl und Aleuronkörner. Letztere sind im Endosperm gröfser als im Embryo. Sie enthalten gut ausgebildete Kristalloide und kleine Globoide, oft zahlreiche sehr kleine Globoide neben einem grofsen Kristalloid (Fig. 37).

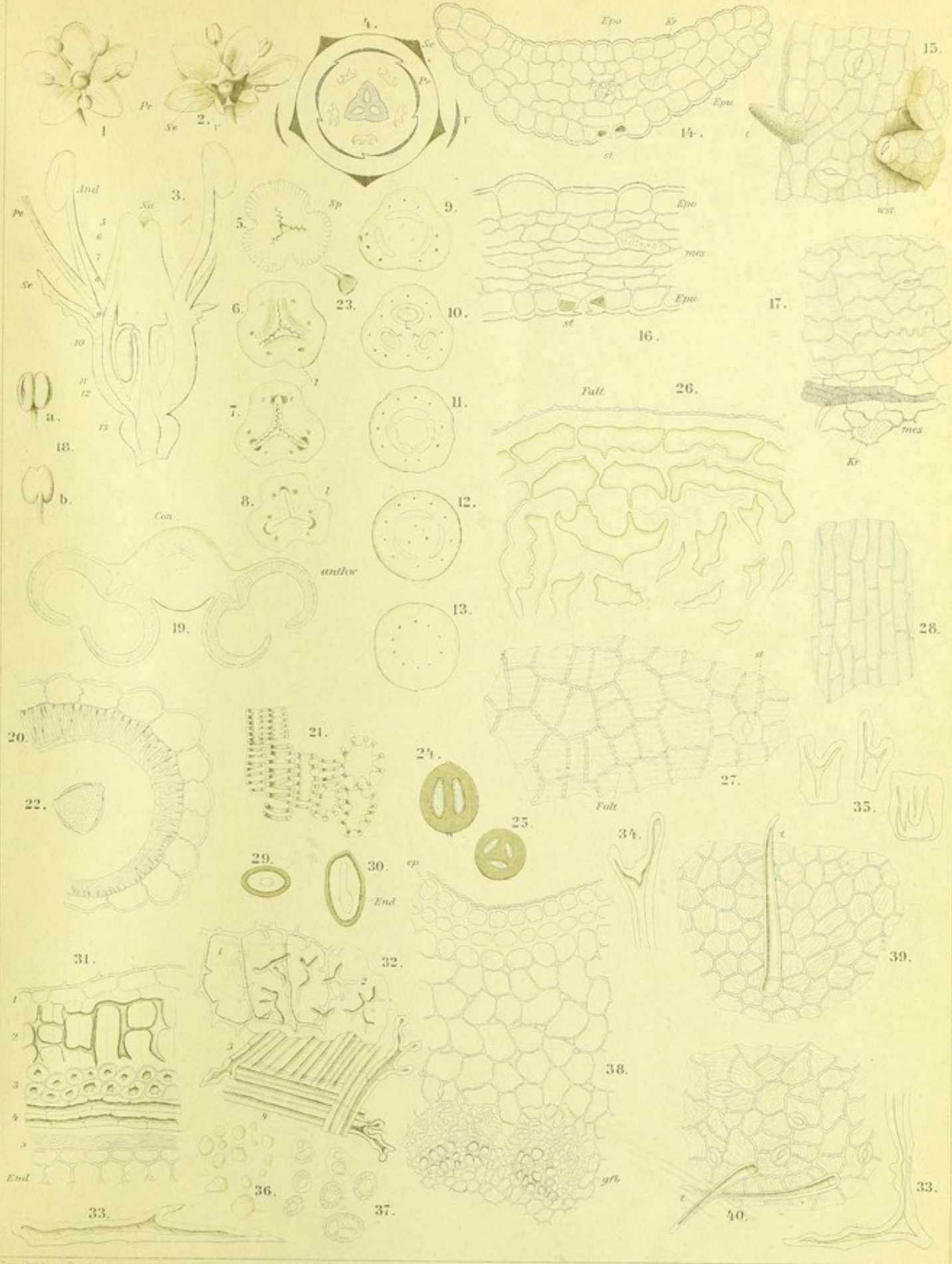
Bezüglich des Laubblattes (Fig. 39 u. 40) vergleiche den Text zur Thee-Tafel (S. 11).

Tafel 12.

Erklärung der Abbildungen.

(Sambucus nigra.)

Fig. 1. Blüte von oben.
„ 2. Blüte von unten. *V* Vorblatt.
„ 3. Längsschnitt durch die Blüte.
„ 4. Diagramm der Blüte.
„ 5—13. Querschnitte durch den centralen Teil der Blüte von oben nach unten, 5 durch die Narbe, 6—8 durch den Griffel, 9—12 durch die Fruchtfächer, 13 durch die Basis. Die entsprechenden Stellen sind mit korrespondierenden Nummern in Fig. 3 bezeichnet.
„ 14. Querschnitt durch ein Kelchblatt oberhalb der Mitte.
„ 15. Flächenansicht der Kelchblattepidermis der Unterseite, an der Blattbasis.
„ 16. Querschnitt durch ein Kronenblatt.
„ 17. Flächenansicht der Kronenblattunterseite.
„ 18. Antheren. a Aufsenseite, b Innenseite.
„ 19. Querschnitt durch eine Anthere (schematisiert).
„ 20. Antherenwand, Querschnitt.
„ 21. Leistenschicht der Antherenwand (Endothecium), Flächenansicht.
„ 22. Pollenkorn.
Fig. 23. Pollenkorn, den Pollenschlauch austreibend, von der Narbe abgelöst.
„ 24. Frucht, Längsschnitt.
„ 25. Frucht, Querschnitt.
„ 26. Randpartie der Frucht (Epi- und Mesocarp), Querschnitt.
„ 27. Epidermis der Frucht, Flächenschnitt.
„ 28. Epidermis des Filamentes.
„ 29. Samen mit Endocarp, Querschnitt.
„ 30. Samen mit Endocarp, Längsschnitt (*End* Endosperm).
„ 31. Querschnitt durch das Endocarp und den Samenrand.
„ 32. Flächenschnitte durch das Endocarp. Die Zahlen 1—4 korrespondieren mit den entsprechenden in Fig. 31.
„ 33 u. 34. Bastzellen der Schichten 3 u. 4 (Fig. 31 u. 32), durch Maceration isoliert.
„ 35. Sclereiden aus der Schicht 2 (Fig. 31 u. 32), durch Maceration isoliert.
„ 36. Aleuronkörner in Alkohol.
„ 37. Aleuronkörner nach Zusatz von Wasser.
„ 38. Querschnitt durch den Inflorescenzstiel.
„ 39. Epidermis der Oberseite des Laubblattes.
„ 40. Epidermis der Unterseite des Laubblattes.


1
2.
Pe
Se
V
4.
Se
Pe
V
Epo
Kr
Epu
14.
st
15.
t
wst
Pe
Se
And
Na
3.
5
6
7
8
9
10
11
12
13
a.
18.
b.
Sp
5.
9.
23.
6.
10.
7.
11.
8.
t
12.
Con
anthw
19.
13.
Epo
mes
Epu
st
16.
17.
Kr
Falt
26.
28.
20.
22.
21.
24.
25.
27.
st
Falt
35.
29.
30.
End
cp
34.
t
39.
31.
32.
38.
gfb
End
36.
37.
33.
40.
33.

Caryophylli.

Nelken. Gewürznelken. Clous de Girofle. Cloves.

Die Nelken des Handels sind die unaufgeblüten Blüten (Knospen) von Eugenia caryophyllata Thunb. (Jambosa Caryophyllus [Spreng.] Ndz.) Sie besitzen ein gestreckt cylindrisch keulenförmiges, mit dem Fruchtknoten verwachsenes Receptaculum, vier dreieckige dicke Kelchzähne, vier zusammengeneigte Kronenblätter, zahlreiche Staubfäden und einen Griffel (Fig. 1 u. 2). Frisch ist Receptaculum und Kelch karminrot, die Antheren gelb, die Korolle weiss. Beim Trocknen werden infolge Phlobaphenbildung (Nelkenrot) alle Teile rotbraun.

Durchschneidet man den soliden ungefächerten unteren Teil des Fruchtknotens, welchen Teil man gewöhnlich als Receptaculum (Hypanthium, Unterkelch) beschrieben hat, von unten beginnend in succedanen Querschnitten, so erhält man bis nahe unter die Anheftungsstelle der Kelchblätter nahezu dasselbe Bild. Eine breite peripherische Randpartie von glänzend brauner Farbe umgiebt einen helleren rehbraunen lückigen Kern. Nahe unter der Anheftungsstelle der Kelchblätter liegt die zweifächerige Fruchtknotenhöhle mit zahlreichen unausgebildeten Ovulis (Fig. 1 und 7) — etwa 20 in jedem Fach —, die an der Centralplacenta befestigt sind. Nach vorsichtigem Abpräparieren der Kronenblätter wird das Bündel zusammengeneigter Staubfäden, nach Abpräparieren der letzteren der Griffel sichtbar, um den ringsum ein viereckiger, als Nectarium zu betrachtender Discus liegt; die Ölbehälter sind auf dem Lupenbilde mit blofsem Auge sichtbar.

Das anatomische Bild*) eines Querschnittes durch den unteren Teil des Fruchtknotens, des sog. Receptaculums (Fig. 3), ist sehr charakteristisch.

Die Epidermiszellreihe besitzt Aufsenwände von einer normen Dicke (13—14 mik), aber nicht sehr starker Kutikularisierung (*Ep*, Fig. 3.) Da und dort sieht man Spaltöffnungen (*st*), die nicht nur nicht eingesenkt, sondern im Gegenteil über die Epidermis emporgehoben erscheinen (Fig. 18) — ein Zeichen, dafs die Pflanze in einem feuchten Klima vorkommt. Die auf die Epidermis folgende Partie enthält, in dünnwandiges, radial gestrecktes Parenchym eingestreut, die in allen Teilen der Pflanze vorkommenden Ölbehälter in grofser Zahl (Fig. 3, *scb*), in doppelter oder dreifacher Reihe. Dieselben sind schizogen, wie alle Ölbehälter der Myrtaceen, im Querschnitt sehr entschieden radial gestreckt, im Längsschnitt rundlich-oval, also in der Längsrichtung nicht oder wenig gestreckt. Das sehr zartwandige Sezernierungsepithel ist 2 bis 3 Zellreihen breit, in der Droge oft zerrissen, das den Ölbehälter unmittelbar umgebende Gewebe im Sinne der Sezernierungszellen gestreckt (Fig. 23), dünnwandiger als das benachbarte Gewebe, nicht in Kali und conc. Salzsäure quellend und mit Phloroglucin-Salzsäure, ebenso wie das Sezernierungsepithel, die sog. Ligninreaktion gebend, also, wenn nicht „verholzt", so doch mit aromatischen Aldehyden infiltriert. Die Ölkanäle enthalten reichlich ätherisches Öl. Ihre Weite beträgt in radialer Richtung 100—230 mik, meist 170—215, in tangentialer 40—130 mik, die äufseren pflegen kleiner zu sein. Legt man einen Schnitt durch die Nelke zuerst in offic. Kalilauge und wäscht ihn nach etwa 1—2 Stunden mit Wasser aus, so ist das ganze Präparat übersät mit feinen Kristallnadeln und Nadelaggregaten von Eugenolkalium: $C_6H_3(C_3H_5)OCH_3OK$, besonders die Ölbehälter enthalten reichlich davon.

Je weiter nach innen, um so dickwandiger wird das Grundparenchym, um so mehr erscheinen die Zellen ungestreckt-rundlich und collenchymatisch (Fig. 3 und 5, *col*), um so reichlicher ist es durch Intercellularräume durchlüftet; auch Kalkoxalatdrusen treten nunmehr auf. Die Membranen aller Parenchymelemente sind durch Infiltration gebräunt. Alle Gewebselemente der Nelke geben an Membran und Inhalt (bes. nach Befeuchten mit Alkohol) mit Eisenchlorid eine tief-blaue Reaktion. Da auch das Eugenol diese Reaktion giebt, dies auch im Wasser sich etwas löst, so ist zunächst nicht zu unterscheiden, ob neben diesem auch sog. Gerbstoffe vorkommen oder die Eisenchloridreaktion ausschliefslich von jenem herrührt. Ich neige mich zu letzterer Ansicht hin, denn wenn man einen wässerigen Auszug der Nelken mit starker Kalilauge versetzt, das Eugenolkalium auskristallisieren läfst, filtriert und nach Übersättigen mit Salzsäure mit Eisenchlorid reagiert, so erhält man eine so schwache Reaktion, dafs dieselbe sehr wohl von nicht vollständig entferntem Eugenol herrühren kann und nicht auf begleitende Gerbstoffe bezogen zu werden braucht; wird ein wässeriger Nelkenauszug durch Äther gänzlich vom Eugenol befreit, so reagiert er auch nicht mehr auf Eisenchlorid. Das Eugenol ist durch Ätheralkohol nicht aus den Membranen zu entfernen. Die Blaufärbung tritt auch nach Behandlung der Schnitte mit Ätheralkohol hervor, wenn man Eisenchlorid zufliefsen lässt. Erst wenn man die Schnitte mit Kali und alkohol. Ammoniak digeriert hat, unterbleibt die Reaktion. Digerieren mit Wasser ist ohne Einfluss.

Auf eine Zone, die frei ist von Ölbehältern, folgt die Gefässbündel führende Partie. Die Bündel sind klein, aber individuenreich, ihre einzelnen Elemente sehr zart. Die spiralig verdickten Gefäfse (Fig. 5, *gf*) besitzen z. B. nur eine Weite von 4—11 mik. Von einer, meist nach innen zu liegenden, weitmaschigeren Siebpartie strahlen mehrere kleine, für gewöhnlich aus drei Gefäfsen bestehende Gefäfsreihen fächerartig aus (Fig. 3, *gfb*). An der Peripherie der von diesen gebildeten Halbkugel liegt der zarte äufsere Siebteil mit den Bastzellbelegen. Bisweilen werden aber auch die bicollateralen Bündel (Fig. 5) ganz konzentrisch, indem die oben erwähnten Gefäfsstrahlen von einem Punkte nach allen Seiten gehen. Der Gefäfsteil liegt alsdann konzentrisch um einen centralen Siebteil, der äufsere Siebteil peripherisch (Fig. 28, *gfb*). Be-

*) Am besten legt man die Nelken, bevor man sie untersucht, über Nacht in Wasser und dann einen Tag in Alkohol.

gleitet werden die Bündel von spindelförmigen, 300—400 mik langen Bastzellen, die in der Mitte sehr breit (40—46 mik) und mit weitem Lumen versehen sind, die sich aber nach oben und unten rasch verjüngen, dort relativ schmal sind und ein nur enges Lumen besitzen (Fig. 3 *B*, 5 *B* u. 6). Da diese Bastzellen sehr unregelmäfsig an die Bündel angelagert sind, so erhält man auf dem Querschnitte die verschiedensten Bilder nebeneinander, schmale Bastzellen mit engem Lumen (die Endigungen der Zellen) und weite Bastzellen mit relativ dünner Wand (die mittleren Partien der Zellen). Begleitet werden die Gefäfsbündel auch von kristallführenden Zellen, deren jede meist eine oder mehrere wohl ausgebildete Drusen enthält (Fig. 3). Die Bastzellen werden oftmals von Kristall-Kammerfasern begleitet (Fig. 5). In jeder Zelle derselben liegt ein kleiner Kristall.

An die Gefäfsbündel führende Zone schliefst sich nach innen zu eine aufserordentlich reich durchlüftete Partie, deren wenig in die Länge gestreckte Zellen oft zu einzelligen Reihen vereinigt sind und die grofse luftführende Räume zwischen sich lassen (Fig. 3 und 5, *int*). Auch in diesen Zellen finden sich oftmals Kalkoxalatdrusen.

Im Centrum des Organs liegt (Fig. 3) eine „Columella", bestehend aus einem, von einem schmalen, von Bastzellen begleiteten, Gefäfsbündelkreise umgebenen Mark, welches sehr reichlich Kalkoxalatdrusen enthält, meist in ganzen Gruppen benachbarter Zellen (Kristallzellnester). Dieser Centralkegel hat der Regel nach nur einen sehr geringen Durchmesser. — Die Anordnung der Gefäfsteile der kleinen Bündel in diesem Centralkegel tritt sehr schön bei Behandlung der Schnitte mit Phloroglucin-Salzsäure hervor, indem sich hierbei die kleinen Gefäfse rot färben. Dabei zeigt sich dann auch gleichzeitig, dafs nicht nur die Bastfasern lignisierte Wände besitzen, sondern die sogenannte Holzreaktion auch an den Wänden der Sezernierungszellen der Ölbehälter eintritt.

Durchschneidet man das Receptaculum unterhalb der Insertionsstelle der Kelchblätter, so wird die Fruchtknotenhöhlung deutlich (Fig. 7). Dieselbe ist zweifächerig, jede der ovalen, in der Richtung der Organsachse etwas gestreckten Kammern enthält zahlreiche unentwickelte und stark geschrumpfte anatrope Ovula, an central-wandständigen Placenten. Der Centralkegel des unteren Teiles des Receptaculums (die columella) läuft in die Querscheidewand aus.

Die Epidermis des Receptaculums zeigt, von der Fläche betrachtet, überall das gleiche Bild: kleine isodiametrische Zellen mit geraden Wandungen, dazwischen da und dort eine Spaltöffnung, emporgehoben über die Epidermis, daher bei höchster Einstellung am deutlichsten (Fig. 4).

Auch die Kelch- und Kronenblätter sind reich an grofsen schizogenen Ölbehältern. Die dicken, im Querschnitt halbmondförmigen Kelchblätter (Fig. 8) führen eine einfache Reihe derselben an der konvexen Aufsen-, d. h. der morphologischen Unterseite (Fig. 19), dann folgt eine Reihe von etwa 10 sehr zarten, von stumpfendigen Bastfasern (Fig. 21) begleiteten Gefäfsbündeln; die schwach konkave Blattunterseite enthält reichlich Collenchym und nur vereinzelte Ölbehälter (Fig. 8). Die Epidermiszellen sind auch hier aufsen stark verdickt. Auf der Unterseite liegen Spaltöffnungen (Fig. 22), etwas über die Epidermis emporgehoben (Fig. 18). Die Epidermiszellen der Oberseite und Unterseite gleichen denen des Receptaculums.

Die Kronenblätter führen in ihren dickeren Partien (in der Mitte und an der Basis) beiderseits grofse schizogene Ölbehälter (Fig. 15), an den dünnen Seitenpartien reichen dieselben sogar von Epidermis zu Epidermis, erstrecken sich also durch das ganze Mesophyll. Die Gefäfsbündel sind zart. Sie liegen in der mittleren Partie des Mesophylls. In Kelch und Krone sind Kalkoxalatdrusen häufig in den Zellen aufzufinden. Die Flächenansicht der Epidermiszellen ist bei Unterkelch und Kelch die gleiche, nur bei den Blättern der Korolle weicht sie etwas ab. Bei der Epidermis der Blattunter-(Aufsen-)Seite der Blumenblätter (Fig. 17) sind die Zellen nur wenig gestreckt, nicht wellig verbogen, sehr ähnlich denen des Kelches (Fig. 20 und 22), bei der Epidermis der Blattober- (Innen-) Seite der Blumenblätter dagegen sind die Zellen unregelmäfsig, bald gestreckt, bald wellig verbogen, bald schmal und kurz, bald gerade, bald gekrümmt (Fig. 16). Spaltöffnungen fehlen beiden Seiten.

Die Staubfäden sind in der Knospe bogenförmig nach innen gekrümmt. Sie tragen an der Spitze des Connectivs 1—2 grofse schizogene Ölbehälter (Fig. 11), aber auch an den Seiten und der Basis der Antheren kommen da und dort Ölbehälter vor (Fig. 12). Die introrsen Antheren sind auf dem Rücken dem Filamente angeheftet (Fig. 11 b). Zerdrückt man sie mit dem Deckgläschen, so treten unzählige rundlich-tetraedrische Pollenkörner hervor, deren 3 Poren an den Ecken des Tetraeders liegen (Fig. 12 a). Die Gröfse der Pollenkörner beträgt ca. 15 mik. Die Filamente enthalten ebenfalls einige Ölbehälter, das Parenchym derselben zahlreiche Oxalatdrusen (meist in Kristallkammerfasern); in der Mitte verläuft ein zartes Bündel mit engen Spiralgefäfsen. Die fibröse Schicht, das Endothecium der Antheren, zeigt die typischen, von der Zellbasis nach oben verlaufenden Leisten (Fig. 12, 13, 14). Die Kuticula der gestreckten Epidermiszellen des Filamentes ist gefaltet (Fig. 18 a). Selbst der fädige Griffel enthält Ölbehälter. Ein Kreis weiter, radialgestreckter Ölbehälter liegt rings an der Peripherie desselben, bis tief ins Gewebe hineinragend (Fig. 10). Der Centralkanal im oberen Teile des Griffels ist in der Droge sehr wohl ausgebildet. Tiefer unten liegt im Centrum das leitende Gewebe (*l*, Fig. 10), rings um dasselbe ein Kranz Oxalatzellen, dann ein Kranz kleiner Gefäfsbündel (*gfb* in Fig. 10). An der Spitze des Griffels ist die sehr dicke Epidermis inselartig unterbrochen, so dafs an der Griffelspitze, die Narbe markierend, ein Höcker zarten Gewebes liegt, der zum leitenden Gewebe hin führt (Fig. 9).

Wie ersichtlich, findet also der aufsergewöhnlich hohe Ölgehalt der Nelken seine Erklärung in einer aufsergewöhnlich grofsen Zahl von Ölbehältern in allen Teilen der Knospe.

Läfst man Nelken, nachdem sie in Wasser aufgeweicht wurden, längere Zeit in Alkohol liegen, so kristallisiert Caryophyllin ($C_{40}H_{64}O_4$) in langen, nadelförmigen, zu Büscheln vereinigten Prismen auf der Oberfläche der Nelken aus.

Das Pulver.

Das reine Pulvis subtilissimus der Apotheken ist leicht durch folgende Dinge zu identifizieren: durch die oben beschriebenen Bastzellen (Fig. 6), die meist noch ganz oder nahezu ganz erhalten sind (man mufs sie messen!), durch die blauschwarze Reaktion, die alle parenchymatischen, meist stark zertrümmerten Elemente mit Eisenchlorid annehmen, durch die überall im Präparat verbreiteten Pollenkörner (Fig. 12 a), die zarten Tracheen, die Gefäfsbündelchen, die Epidermis mit den Spaltöffnungen, die zahlreichen kleinen, meist zertrümmerten Oxalatdrusen, sowie endlich durch die Abwesenheit von Sclereiden, gleichviel welcher Form, sowie von Stärke. Nach Behandlung mit Kalilauge oder Chloralhydrat treten auch mehr oder weniger grofse Fetzen von durchlüftetem Parenchym deutlich hervor, oft mit anhängenden Gefäfsbündelresten und kristallführenden Kammerfasern. Relativ selten erkennt man im Parenchym noch wohlerhaltene Ölbehälter (am besten nach Behandeln mit Phloroglucin). Von dem Vorhandensein von Oxalatkristallsplittern kann man sich auch durch das Polarisationsmikroskop und die Gipsnadelbildung bei Zusatz conc. Schwefelsäure überzeugen. Trägt man das Pulver in Kalilauge ein, so kristallisiert allenthalben Eugenol-Kalium ($C_{10}H_{11}KO_2$) in langen, oft strahlig angeordneten Nadeln heraus. Die Reaktion gelingt besonders dann, wenn man nicht zu starke (offizinelle) Kalilauge anwendet, einige Stunden in derselben liegen läfst und dann mit Wasser vorsichtig auswäscht. Durch Eisenchlorid färben sich alle Teile des Pulvers, selbst die kleinsten Fragmente, schwarzblau, wohl wegen völliger Durchtränkung des ganzen Pulvers mit Eugenol.

Die Nelkenstiele.

Nelkenstiele oder Nelkenholz nennt man die Achsen der dichasialen, schirmrispigen Infloreszenz von Eugenia caryophyllata Thunb. Die Anheftungsstelle der Blüte ist durch zwei kleine spitzchenförmige, opponierte Vorblätter markiert. Das centrale im Querschnitt gestreckt ovale Markparenchym der Nelkenstiele ist von einem gleichfalls gestreckt ovalen Holzcylinder umgeben (Fig. 34), der sowohl auf der Aufsen- wie der Innenseite Bastzellen und sowohl aussen wie innen Siebelemente — rinden- und markständiges Phloëm, also bikollaterale Bündel — besitzt (Fig. 35, *sb*). Vor dem äusseren Siebteile liegt ein sehr lückiger gemischter Ring mit vielen Bastzellen und wenigen Sclereiden und aufserhalb dieses in der sog. Mittelrinde (Fig. 35) viele grofse, oftmals nicht allseitig gleichmäfsig verdickte, sondern an der einen Seite (besonders aufsen) unverdickt bleibende, überhaupt sehr unregelmäfsige Sclereiden (Fig. 35, *scl* und 36 1—11). In dem unmittelbar unter der Blüte sitzenden kurzen Internodium sind diese Sclereiden noch nicht oder doch nur andeutungsweise als dünnwandige Zellen wahrzunehmen; im dritten Internodium aber schon sehr deutlich, noch schöner im vierten (Fig. 35). Man wird also bei der Prüfung des Nelkenpulvers auf Nelkenstiele stets in erster Linie auf Sclereiden zu fahnden haben, die den Nelken selbst und dem jüngsten, der Nelke oft noch ansitzenden, kurzen Internodium gänzlich fehlen. Das Parenchym enthält eisengrünenden Gerbstoff.

Unter der, der Epidermis des Hypanthiums ähnlichen, Spaltöffnungen führenden, Epidermis liegt eine Reihe von grofsen schizogenen Ölbehältern, die ganz so gebaut sind wie die Ölbehälter der Nelken selbst, d. h. rundlich-kugelig und in der Organsachse nicht gestreckt sind. Bei Behandeln von Abschnitzeln der Nelkenstiele mit Schultzeschem Gemisch lösen sich dieselben mit ihrer Umgebung als kugelige Gebilde heraus und sind leicht aufzufinden. Auf die gleiche Weise kann man auch die Ölbehälter der Nelke samt den sie umgebenden, die Phloroglucinreaktion (s. oben S. 47) zeigenden Zellen aus dem Gewebe herauslösen. Bei dieser Behandlung werden die Sclereiden (von dem kochenden Gemisch) leicht angegriffen, indem sich die, nun in ihrer Schichtung deutlich hervortretende, Membran zu lösen beginnt, die Bastzellen und Gefäfse werden isoliert und sind nun leicht zu charakterisieren. Man sieht, dafs der Holzkörper sowohl Spiralgefäfse (im primären Holz) als leiterförmig getüpfelte (im sekundären Holz) führt — letztere fehlen den Nelken stets! —, und dafs die 8—26 mik dicken und sehr verschieden (bis 0,5 mm) langen Bastfasern knorrig gebaut und mit bald stumpfen, bald knorrigen Enden versehen sind.

Das Pulver.

Im Pulver der Nelkenstiele fallen sofort die sehr charakteristischen, meist isodiametrischen Sclereiden und die ungewöhnlich zahlreichen knorrigen Bastzellen auf. Daneben finden sich reichlich Leiter- und Netz-Tracheen und Markparenchym. Das Pulver der Nelkenstiele ist also sehr leicht von dem der Nelken zu unterscheiden.

Antophylli.

Blühen die Nelkenknospen auf, so werden zunächst die Blütenblätter abgeworfen, dann fallen nach erfolgter Befruchtung die Staubfäden ab und nun entwickelt sich der Same. Von den ca. 40 Ovulis in den zwei Fächern des Fruchtknotens wird nur eins befruchtet und entwickelt sich zum Samen, die übrigen abortieren. Dieser eine Same aber vergröfsert sich stark, füllt nicht nur rasch das eine Fruchtfach ganz aus, sondern drängt auch bald das zweite samt den Samenknospen beiseite, dringt nach unten vor, drückt die Kolumella (s. oben) an die Wand und das reich durchlüftete, die Kolumella umgebende Gewebe zusammen und füllt endlich die ganze Höhlung der, nunmehr von den vier zusammen geneigten Kelchblättern und zwischen diesen mit dem (den Griffel tragenden) Discus bekrönten, Frucht aus (Fig. 24). An der reifen, 2—3 cm langen und 5—10 mm dicken, bauchigen Frucht giebt es also nicht, wie bei der Knospe, einen soliden unteren und einen gefächerten oberen Teil des Fruchtknotens, sondern nur eine Höhlung. Das ist auch der Grund, weshalb ich den soliden basalen Teil der Nelke nicht als Receptaculum im eigentlichen Sinne auffassen kann. Die Antophylli (Mutternelken) sind die reifen Früchte der Nelke.

Die Fruchtwand (Fruchtschale) zeigt im grofsen und ganzen den gleichen Bau, wie die peripherische Partie der Nelke (Fig. 28). Die Epidermis gleicht ganz der der Nelke. Dann folgt die Ölbehälter (*scb*) führende Schicht. Dieselbe enthält, da nach der Befruchtung der Ovula neue Ölbehälter nicht angelegt werden, das Grundgewebe sich aber, dem Drucke des sich entwickelnden Samens folgend, durch Teilung der Zellen

stark vergrößsert, auf der gleichen Fläche weniger Ölbehälter als die Nelke. Das auf diese Zone nach innen folgende Gewebe ist durchweg völlig verbogen und mehr oder weniger obliteriert, am stärksten die innersten Schichten (*obl* in Fig. 28), die das reichdurchlüftete Gewebe (um die Kolumella) darstellen. Der sich entwickelnde und dabei stark vergrössernde Same drückt eben die Fruchtwand stark zusammen. Eine Veränderung im positiven Sinne, d. h. Veränderung und Umbildung vorhandener und Bildung neuer Elemente, findet nur in der Gefäfsbündelzone statt. Unter den Gefäfsen des Holzteiles der Bündelchen finden sich nunmehr auch leitergetüpfelte und die Zahl der die Bündel begleitenden Bastfasern ist stark vergrössert (Fig. 28 *B* um *gfb*). Diese Bastfasern besitzen eine Dicke von 15—55 mik, sind deutlich geschichtet, meist stark verdickt und von einer aufserordentlichen Mannigfaltigkeit der Form (Fig. 29, *a—k*). Bald sind sie gerade stabförmig und stumpfendig, bald sind die Enden, ja die ganze Zelle knorrig, knochenförmig oder buckelig, bald ist die Zelle lang, bald kurz und buchtig im Umrifs. Die meisten haben linksschiefe Spaltentüpfel, die kürzesten bez. nur wenig gestreckten bisweilen rundliche. Letzere allein besäfsen also den Charakter von Sclereiden. Doch giebt es Übergänge und nirgends sind diese Übergänge von echten Bastfasern zu Sclereiden schöner als gerade hier zu beobachten. Im Parenchym finden sich grofse Oxalatdrusen.

Der Same besteht nur aus den beiden grofsen Kotyledonen, die auf der Berührungsfläche nicht mit ebener Fläche sich berühren, sondern gefaltet und gekrümmt sind (Fig. 25—27). Die korrespondierenden Flächen greifen ineinander. Die zwischen den beiden Kotyledonen liegende Radicula ist über 1 cm lang, die Plumula halb so lang (Fig. 27 und 30, *rad.* und *pl*).

Das Grundgewebe der Kotyledonen ist ziemlich dickwandig, besonders an den Ecken sind die Zellen collenchymatisch verdickt (Fig. 32), dabei deutlich getüpfelt (Fig. 31 und 32). Sie sind vollgepfropft mit Stärke. Die bisweilen undeutlich geschichteten Körner derselben sind von sehr ungleichmäfsiger Form, gestreckt oblonge wechseln mit rhombischen und sackförmigen, stabförmige mit rundlichen; einige sind genabelt (Fig. 33). Zusammengesetzte fehlen entweder ganz oder sind doch sehr selten, dagegen findet man in vielen Körnern abgeflachte Stellen, von denen man im ersten Moment meinen sollte, es seien die Stellen, wo andere Körner ansafsen. Behandelt man den Schnitt jedoch mit Jod, so sieht man, dafs den Körnern an jenen Stellen kleine lappige Gebilde anhängen. Ich halte diese für die Reste von Stärkebildnern. Viele Körner haben einen 2- bez. 3-strahligen kleinen Spalt. Ihre Länge beträgt im Durchschnitt 30—38 mik, die kleinsten sind 7 mik Neben diesen Stärkekörnern enthält das Grundgewebe reichlich Drusen von Kalkoxalat, jede Druse ist mit einer Haut umgeben. Durchzogen wird das Grundparenchym von zahlreichen, Tracheen führenden Nervenbündeln. In der Peripherie des Samens liegt eine Reihe von Ölbehältern (Fig. 31). Sekretbehälter in Reservestoffbehältern sind sonst selten.

Die Epidermis ist kleinzellig. Sie gleicht der des Nelkenfruchtknotens, nur über den Ölbehältern ist sie abweichend gebaut. Hier sind ihre Zellen meist grösser und dünnwandiger.

Auch die Radicula enthält Kalkoxalat und ihr Grundparenchym ist mit Stärke vollgepfropft, doch sind die Körner der letzteren kleiner als in den Kotyledonen, meist nur 6—12 mik lang. Auch in der Radicula findet sich eine Reihe peripherisch gelagerter Ölbehälter.

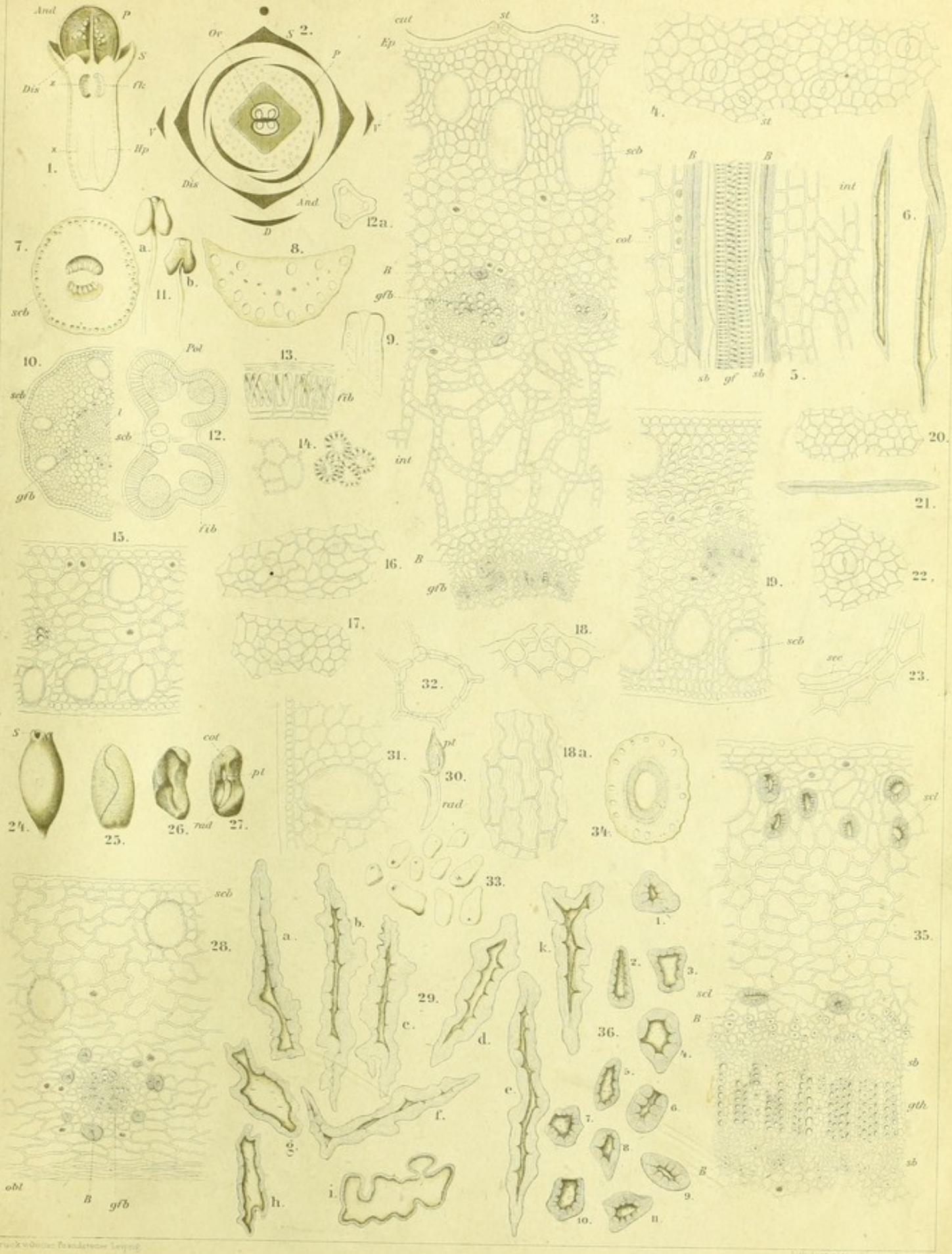
Das Pulver.

Im Pulver der Mutternelken walten die charakteristischen Stärkekörner (Fig. 33) vor, daneben findet man die nicht minder charakteristischen Bastfasern (Fig. 29). — Auch Fragmente der Oxalatdrusen sind deutlich.

Tafel 13.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Längsschnitt durch eine Blütenknospe von Eugenia caryophyllata Thunb.
„ 2. Diagramm der Nelkenblüte.
„ 3. Querschnitt durch den basalen Teil des Fruchtknotens (Receptaculums, Hypanthiums) bei *c* Fig. 1.
„ 4. Epidermis des Fruchtknotens, Flächenansicht (die Ölbehälter scheinen durch).
„ 5. Längsschnitt durch ein Gefäfsbündel des Fruchtknotens nebst benachbartem Gewebe.
„ 6. Bastfasern aus der Nelke (Hypanthium).
„ 7. Querschnitt durch den Fruchtknoten bei *x* in Fig. 1 (Lupenbild).
„ 8. Querschnitt durch ein Kelchblatt (Lupenbild).
„ 9. Griffelspitze, Längsschnitt.
„ 10. Griffel, Querschnitt.
„ 11a. Staubfäden von vorn, 11b von hinten.
„ 12. Querschnitt durch den basalen Teil der Anthere (schematisiert).
„ 13. Querschnitt durch die Antherenwand.
„ 14. Zellen der fibrösen Schicht, von der Fläche gesehen.
„ 15. Querschnitt durch ein Korollenblatt.
„ 16. Epidermis der Oberseite der Korolle.
Fig. 17. Epidermis der Unterseite der Korolle.
„ 18. Spaltöffnung eines Kelchblattes, Querschnitt.
„ 19. Querschnitt durch ein Kelchblatt.
„ 20. Epidermis der Oberseite des Kelchblattes.
„ 21. Bastzellen aus der Nachbarschaft der Bündel des Kelchblattes.
„ 22. Epidermis der Unterseite des Kelchblattes, Fig. 16, 17, 20, 22 Flächenansichten.
„ 23. Teil des Randes eines Sekretbehälters aus dem Kelch.
„ 24. Reife Frucht (Antophylli).
„ 25. Same herausgelöst.
„ 26 u. 27. Same in die beiden Kotyledonen zerlegt.
„ 28. Querschnitt durch die Fruchtwand (Antophylli).
„ 29. *a—k* Bastzellen der Fruchtwand.
„ 30. Keimling des Samens: Plumula und Radicula.
„ 31. Querschnitt durch die Randpartie des Samens.
„ 32. Zelle aus dem Kotyledonargewebe.
„ 33. Stärkekörner des Samens.
„ 34. Querschnitt durch den Nelkenstiel (Lupenbild).
„ 35. Querschnitt durch das vierte Internodium der Nelkeninfloreszenz (Nelkenstiele).
„ 36. Sclereiden aus den Nelkenstielen (isoliert).


And
P
S
Dis
x
Ov
Hp
V
1.
2.
3.
cut
st
Ep
4.
scb
B
gfb
col
int
5.
sb
gf
6.
7.
8.
9.
10.
Pol
fib
12.
12a.
13.
14.
15.
16.
17.
18.
19.
20.
21.
22.
23.
sec
24.
25.
26.
27.
cot
pl
rad
28.
obl
29.
30.
31.
32.
33.
34.
18a.
35.
scl
gth
36.

Fruct. anisi vulgar.

Anis, Anis vert, Anise fruit.

Die Früchte des Anis (Pimpinella Anisum L.) entstehen aus einem unterständigen Fruchtknoten, dem unteren Teile des aus 2 Carpellen und der terminalen Meristemregion der Blütenachse entstandenen Stempels. Die Basis jeder der 2 Griffel ist zu einem polsterartigen Discus (Nectarium) verdickt. Unter diesem Discus sind die 5 Kelchblätter inseriert. Der Fruchtknoten zeigt 10 Rippen (Hauptrippen, Nebenrippen fehlen), von denen 2 Commissuralrippen und 3 Rückenrippen den Kelchblättern superponiert sind, die übrigen 5 alternieren unregelmäfsig mit den Sepalis, unregelmäfsig, weil die Rippen nicht gleichweit voneinander entfernt sind, die 4 Commissuralrippen einander genähert und die Rückenrippen durch gröfsere (aber gleichbreite) Zwischenräume getrennt sind — welche Verhältnisse beim Fenchel noch schärfer hervortreten (Fig. 19). In jedem der 2 Fruchtfächer werden 2 Ovula angelegt. In jedem Fache entwickelt sich aber nur 1 Ovulum, das andere abortiert (Fig. 3, *ab*). Die Ovula haben nur 1 Integument. Die Früchte (Schizocarpien) des Anis sind bei der Droge der Regel nach nicht in die Mericarpien zerfallen, sondern hängen noch an der Commissur (Fig. 4, *com*) (wenigstens am Rande derselben) zusammen. Meist sitzt ihnen noch der Fruchtstiel (Infloreszenzstiel) an (Fig. 1 u. 2). Bekrönt sind sie mit dem, bei der Blüte als Nectarien fungierenden, kurzen Stylopodium. Die Griffel (Fig. 3) sind meist abgebrochen.

Das Lupenbild des Querschnittes des Schizocarps ist fast rund, wenigstens nur wenig rechtwinklig zur Commissur zusammengedrückt (Fig. 4). Die Rippen (Costae, *cost* Fig. 4 und 5) treten wenig hervor. Die Fruchtwand ist dünn, der an der Commissuralseite wellig eingebuchtete, halbmondförmige Same relativ grofs. An der Commissur pflegt bei der Droge das Gewebe der Raphe (Fig. 4, *Ra*) sich durch Schrumpfen des Samens vom Pericarp abzulösen, so dafs dort ein Hohlraum entsteht (Fig. 4, *H*).

Die Epidermis der verhältnismäfsig dünnen Fruchtschale der Mericarpien ist in der Mehrzahl der Zellen in kurze Trichome ausgestülpt (Fig. 5). Spaltöffnungen (Fig. 6, *st*) sind selten. Diese für die Anisfrucht besonders charakteristischen, nur den Commissuralflächen natürlich fehlenden Haarbildungen sind entweder kurz kegelförmig, mit abgerundeter Spitze oder gestreckt kegelförmig mit hakenförmig gebogener Spitze oder endlich gerade (Fig. 5, 6 und 9). Sie besitzen in der Regel eine Länge von 27—155 mik (kürzere und längere kommen vor) und in der Mitte eine Dicke von 10—30 mik. Ihre Basis ist, soweit sie in der Epidermis steckt, also an benachbarte Zellen grenzt, dünn, verdickt sich aber nach aufsen zu stark, so dafs das kegelförmig nach oben verjüngte Lumen oft linienförmig endet. Die sehr dicke, bisweilen deutlich geschichtete Wandung ist innen glatt, aufsen dagegen mit sehr zahlreichen kleinen, gestreckt ovalen Kuticularwärzchen besetzt (centrifugale Wandverdickungen). Meist sind die Haare einzellig, doch sind die gröfseren bisweilen durch eine zarte Querwand geteilt (Fig. 6) oder im basalen Teile mehrfach gefächert (Fig. 9). Unter der an der Aufsenwand verdickten, einige Spaltöffnungen tragenden (Fig. 6) Epidermis folgen wenige Reihen eines zartwandigen Parenchyms, dessen Zellen keine Netzverdickungen, wie beim Fenchel, erkennen lassen. Die flachen, nur wenig hervortretenden, bei der Droge bisweilen wellig verlaufenden Rippen — 3 auf dem Rücken, 2 an den Commissuralkanten jedes Mericarps — führen kleine, individuenarme Gefäfsbündel (*gfb*, Fig. 5), die aus einem relativ mächtigen, central gelegenen, unregelmäfsigen Bastzellstrange, einem besonders von Spiralgefäfsen gebildeten Holzstrange und 1—2 (oben und aufsen) peripherisch angelagerten Siebbündelchen bestehen. Die Bastzellen sind stumpfendig (Fig. 7).

Die rundlichen, ovalen oder (meist) gestreckt ovalen Vittae sind nicht auf die Thälchen beschränkt, sondern liegen in einer kontinuierlichen Reihe rings um jeden Samen herum, sowohl in den breiten Thälchen als unter den Rippen, als an der Commissur (Fig. 4 und 5). Ich zähle 35—47 Vittae an jedem Mericarp. Es sind schizogene Sekretbehälter, das Sezernierungsepithel ist undeutlich, oft zu einem braunen Streifen geschrumpft, auf der Flächenansicht aber meist deutlich (*sec*, Fig. 8 u. 12). Die Kanäle sind meist nur schmal, im längsten Durchmesser 25—100 mik, meist ca. 70 mik, aber meist so lang wie die Frucht, also fruchteigen (einige treten sogar bis in das Stylopodium und den Griffel ein), im Längsverlaufe verschieden weit und stets gefächert (Fig. 12); die weitesten findet man an der Commissuralfläche, wo oft nur zwei ungewöhnlich grofse neben zwei kleineren liegen. Sie sind ausgekleidet mit einem in Schultzescher Flüssigkeit unlöslichen Belege (resinogene Schicht). Beim Herauspräparieren der Belege aus mit Schultzeschem Gemisch behandelten Früchten sieht man oft Gabelungen der Ölbehälter (Fig. 12). Der Beleg zeigt Vacuolen und Netze (Fig. 12 und 13).

Die innerste Schicht der Fruchtschale besteht aus einer Schicht im Querschnitt stark tangentialgestreckter Zellen, die niedrig sind, in der Flächenansicht die Ölkanäle rechtwinklig schneiden und schlauchförmig quergestreckt erscheinen, wie die Querzellen der Cerealienfrüchte (Fig. 8). Die dem Carpophor benachbarten Zellen der inneren Fruchtschalenepidermis sind grob getüpfelt oder netzleistenförmig verdickt (Fig. 10 u. Fig. 11, *x*). Auch die benachbarten Zellen der Fruchtwand

sind oft verdickt und getüpfelt (Fig. 11). Commissuralbündel fehlen dem Anis. Das Carpophor besteht aus Bastzellen.

Die dem Samen anhaftende Samenhaut (Samenschale) besteht zu äufserst aus einer Reihe im Querschnitt quadratischer, in der Flächenansicht polyedrisch-isodiametrischer Zellen (*x*, Fig. 5 u. 14). Die innere Schicht (*N*, Fig. 14) wird von mehreren Reihen obliterierter Zellen gebildet und ist als (zusammengefallene) Nährschicht anzusprechen. Beide Schichten entstehen aus dem einzigen Integument des Ovulums. An der Commissuralfläche ist das Gewebe der Samenschale mehrschichtig (Fig. 14). Dort verläuft ein an trachealen Elementen reiches Raphebündel (*Ra*, Fig. 4).

Das Endosperm (*End*, Fig. 5) besitzt den typischen Bau. Seine dickwandigen Zellen enthalten reichlich Aleuronkörner und fettes Öl. Die gleichen Bestandteile führt der Embryo. Die 1,5—15 mik (meist ca. 6 mik) grofsen Aleuronkörner führen entweder kleine Globoide oder (die Mehrzahl) Kalkoxalatkristalle. Letztere sind meist Drusen mit einer kleinen centralen Luftblase (Fig. 5a), aber auch rhombische Tafeln kommen vor. Diese Kristalle kann man sich vortrefflich sichtbar machen, wenn man den durch Einlegen in Alkohol entfetteten Schnitt in Chloralhydrat legt. Bei successiver Behandlung des entfetteten Schnittes mit Kali und Essigsäure bleiben sie als korrodiertes Skelett zurück (Fig. 5b). Im Embryo sind die Aleuronkörner kleiner als im Endosperm, die dicken Membranen der Endospermzellen werden bei der Keimung resorbiert (Reservecellulose). Im oberen Teile des Samens liegt der Keimling (*Em*, Fig. 2). Die Radicula ist nach oben (dem Mikropylarende des Ovulums zu) gerichtet, die Kotyledonen nach unten. Letztere liegen nicht ganz aufeinander, sondern decken sich nur zur Hälfte (Fig. 15). Das rings um den Keimling liegende und im Centrum des Endosperms liegende Gewebe ist dünnwandig und verschleimt (Quellschicht). Durch dasselbe werden die Reservestoffe bei der Keimung dem Samen zugeführt (*Qs*, Fig. 15).

Der Querschnitt durch den Frucht- oder Inflorescenzstiel ist fast rund. Auf eine Epidermis, die eine deutlich gestreifte und demgemäfs im Querschnitt wellige Kuticula besitzt, folgt eine dünne Rinde. Im Centrum liegt ein relativ mächtiger dreistrahliger Bastzellcylinder, der in seinen drei tiefen Einbuchtungen je ein kleines Gefäfsbündel führt. Der Fruchtstiel ist also zugfest gebaut. Die zahlreichen deutlich linksschief getüpfelten Bastzellen haben keine spitzen, sondern gerade abgestutzte Enden.

Das Pulver.

Das Pulver des Anis ist durch drei Eigentümlichkeiten ausgezeichnet und daran leicht zu erkennen: die charakteristischen kurzen, warzigen Härchen (oder deren Fragmente), die zahlreichen, bes. bei Anwendung des Polarisationsmikroskopes deutlichen Kalkoxalatdrusen der Aleuronkörner mit ihrer kleinen, lufterfüllten, daher schwarz erscheinenden Centralhöhle und die sehr charakteristische, sklerotisierte innere Epidermis der Fruchtschale an der mittleren Partie der Commissur. Auffallend ist auch die grofse Menge von Endospermfetzen und Fragmenten der Fruchtstiele. Die Bündel der Costae treten ganz in den Hintergrund. Bei Behandeln mit Chloral sieht man die Fragmente der Vittabelege.

Fruct. foeniculi.

Fenchel, Fruit de Fenouil, Fennel fruit.

Die Schizocarpien des Fenchel (Foeniculum capillaceum Gilb.) zerfallen nur relativ schwer in die beiden Mericarpien, daher findet man in der Droge noch oft die vollständige Teilfrucht samt ihrem Stiel. Die Schizocarpien des gewöhnlichen (deutschen) Fenchel sind 5—9 mm lang und 2—3 mm breit, im Querschnitt nahezu rund. Der römische Fenchel ist länger, bis 12 mm. Am stärksten treten die Costae beim römischen Fenchel (Fig. 20), am wenigsten beim Puglieser (Fig. 21) hervor, der deutsche Fenchel (Fig. 19) hält die Mitte. An der Spitze jedes der Mericarpien sitzt der oft abgebrochene, nach aufsen gebogene Griffel auf einem dicken Stylopodium (Griffelpolster).

Anatomisch gleicht der deutsche dem römischen Fenchel. Das Lupenbild des Querschnittes läfst sowohl die Costae wie die interkostalen Valleculae mit den grofsen Ölbehältern deutlich erkennen (Fig. 19—21). Das helle Samen-Endosperm hebt sich von der peripherischen braunen Fruchtschale charakteristisch ab. Die Fruchtschale jedes der 2 Mericarpien besitzt 5 Costae.

In jeder dieser Costae liegt ein Bündelchen (Fig. 28), welches aus einigen, 4—6 mik breiten Spiral- (und Ring-)Tracheen (Fig. 25, *gf*) und sehr schmalen (2—3 mik breiten), stark getüpfelten Tracheiden, einer oder mehreren, meist zwei Gruppen zarter, in der Droge oft geschwundener Phloëmelemente — ein Fall von Phloëmspaltung durch Bastgruppen (Angew. Anatomie S. 297) —, in die beim römischen Fenchel bisweilen ein kleiner schizogener Ölbehälter eingebettet ist, der nicht fruchteigen ist, sondern mit den Stengelgängen in Verbindung zu stehen scheint, und einem breiten Streifen linksschief getüpfelter Bastzellen (*B*, Fig. 28) gebildet wird. Rings um das Bündel, besonders reichlich an der Innenseite desselben, liegen grofse Parenchymzellen mit netzleistenförmigen Verdickungen (Fig. 22 und 24), die auch die Hauptmasse des Mesocarps ausmachen. Sie gehen ganz allmählich in die Bastzellen über (Fig. 24). Die Zellen der Epidermis sind nicht sehr stark verdickt, Spaltöffnungen selten (Fig. 23). In den interkostalen Thälchen oder valleculis liegen grofse ovale Ölstriemen (vittae), die als intercellulare oder schizogene Sekretbehälter zu betrachten sind (*Vi*, Fig. 28). Sie sind lang, aber (wie auch beim Anis) im Verlaufe nicht gleichbreit,

bald aufgetrieben, bald verschmälert (Fig. 30, vergl. auch Fig. 8 und 12). Sie führen in der frischen Droge ein farbloses Öl, in älterer einen spröden bräunlichen Harzklumpen oder sind ganz leer und ihr Inhalt ist in die Membranen der benachbarten Zellen übergetreten und hat diese mit einer braunen Harzmasse infiltrirt, die selbst durch anhaltendes Kochen mit Alkohol nicht daraus zu entfernen ist. Auch dort, wo der Kanal noch Harz oder Öl enthält, pflegt diese Infiltration in die Membranen aller dem Kanal benachbarten Zellen, besonders des Sezernierungsepithels, aber auch des übrigen Mesocarpes, eingetreten zu sein. Die Sezernierungszellen der vittae sind meistens nicht deutlich zu erkennen. Die gesamte Masse derselben erscheint vielmehr wie ein dicker, brauner Ring, der den Kanal auskleidet. Bei günstigen Objekten sieht man jedoch, dafs sie, in eine schmale Reihe angeordnet, in grofser Anzahl den Kanal begrenzen. Sie sind meist sehr klein und wenig vorgewölbt (*sec*, Fig. 28). Im nicht vollständig reifen Samen erscheinen die Sekreträume als schmale, stark tangentialgestreckte Spalten. Je mehr die Frucht der Reife nahekommt, um so mehr nehmen sie, durch reichlich in ihnen auftretendes Öl auseinandergedehnt, eine ovale Form an. Sehr selten und stets nur die kleinsten sind rund. Die Sekreträume sind fruchteigen, d. h. sie stehen mit dem System der Sekretbehälter der Vegetationsorgane nicht in Verbindung. Sie besitzen Spindelform (Fig. 30) und ihre Länge entspricht ungefähr der Länge der Frucht. Sie sind mit einer eigentümlichen Auskleidung versehen, die, zu der Gruppe der „Auskleidungen der Intercellularen“ gehörig, sich doch in einigen Punkten von den typischen Bildungen jener unterscheidet, in den gewöhnlichen Lösungsmitteln aber auch in Schwefelsäure, Chromsäure, Kalilauge, Chloroform, ja selbst in Schultzeschem Gemisch auch in der Siedehitze unlöslich ist und aus einer nicht näher bekannten Substanz besteht. Diese sackartigen Auskleidungen sind zudem oft durch Ausscheidungen der gleichen Substanz gefächert (*A*, Fig. 26) und man kann sie sich aufs leichteste als gelbe, zusammenhängende Gebilde sichtbar machen, wenn man die Schizocarpien mit Schultzeschem Gemisch kocht und alsdann auf dem Objektträger vorsichtig mit der Nadel zerlegt (Fig. 30). Häufig zeigt die sehr spröde Haut, die wir als Rest der „resinogenen Schicht“ (S. 2) der Kanäle aufzufassen haben, noch die Abdrücke der Zellen des Sezernierungsepithels (vergl. Fig. 8, 12 und 13).

Die innerste Schicht der Fruchtschale (Endocarp oder innere Epidermis) wird von im Querschnitte breiten, tafelförmigen Zellen gebildet, die, wie ein radialer Längsschnitt lehrt, sehr schmal und sehr flach, also von Tafelform sind (Fig. 29,*qu*). Auf Flächenschnitten oder in macerierten Präparaten sieht man diese Schicht stets sehr deutlich und erkennt noch deutlich die Umrisse der Mutterzellen, aus denen durch Teilung 5—10 (meist 8) schmale, nebeneinander liegende Zellchen entstanden. Diese Zellen schneiden die Ölkanäle (querzellenartig) im rechten Winkel (Fig. 26). Sie sind beim Fenchel schmäler und kürzer als beim Anis (vergl. Fig. 8 und 26). Ihre Breite beträgt beim Fenchel 5—8, beim Anis 10—23 mik.

Die Samenhaut (Samenschale) des mit der Fruchtschale verwachsenen Samens besteht aus einer äufseren Reihe im Querschnitte weiter, bräunlicher (Fig. 28, *x*) und mehreren Reihen kollabierter Zellen (Nährschicht Fig. 28, *N*), letztere ist oft zu einer braunen Zone obliteriert. In der frischen Frucht enthalten beide Schichten Chlorophyll, an der Commissuralfläche sogar in mehreren Schichten, sonst nur vorwiegend in der äufseren. An der Commissuralseite ist die äufsere Schicht der Samenschale stark verbreitert und aus zahlreichen Parenchymzellen aufgebaut, deren Wände ein reichlich gegabeltes Netz von Verdickungsleisten zeigen. In diese Zellschicht eingebettet liegt das Gefäfsbündel der Raphe, welches aus zahlreichen Netzleisten-Tracheen und Tracheiden und einem zarten Phloëmstrang mit deutlichen Siebröhren, sowie Libriformfasern besteht (Fig. 28, *Ra*). Das Gewebe um die Raphe ist bei der Droge oft geschwunden. An der Commissuralseite habe ich beim Fenchel bald gar kein, bald ein, bald zwei Bündel (beim römischen Fenchel) gefunden. Dieselben liegen bald benachbart dem Carpophor, bald der Commissuralrippe mehr weniger genähert, oder waren gar mit dieser verschmolzen. Alle Bündel treten unten (vom Fruchtstiel) in die Basis der Früchte ein, eins der Bündel entsendet von oben her einen Ast in die Raphe. Die Zellen des grofsen Endosperms sind dickwandig, gegen den centralen Embryo oder die beim Keimen sich lösende Mittelzone (Quellschicht *Qs*, Fig. 15) hin strahlig angeordnet und dicht mit Aleuronkörnern und fettem Öl erfüllt. Die 1,5—7,5 mik grofsen Aleuronkörner enthalten ein grofses oder mehrere kleine Globoide, bez. Kalkoxalatkristalle, letztere meist in Form runder Drusen (Fig. 32—34). Auch ein Zellkern ist deutlich (Fig. 31). Macht man succedane Querschnitte von der Spitze her, so trifft man zuerst auf das in der Mitte des Endosperms liegende Würzelchen, dann auf die beiden Kotyledonen. Alle weiteren Schnitte zeigen nur Endosperm, aus dem also die Hauptmasse des Samens besteht (Fig. 17).

Das Carpophor, dessen beide Schenkel man bei Schnitten, die etwas über der Mitte quer durch das Schizocarpium geführt sind, deutlich nebeneinander liegen sieht, besteht aus einem grofsen centralen Strange sehr stark verdickter Zellen mit linksschiefen Tüpfeln (Bastfasern), deren Lumen meist nur als feiner Punkt zu sehen ist (Fig. 28, *cph*). Ursprünglich dem parenchymatischen Gewebe der Mittelwand (Trennungswand, Commissuralwand) der Schizocarpien eingebettet, lösen sich die Carpophorschenkel zur Zeit der Fruchtreife aus diesem dadurch heraus, dafs das sie umgebende Parenchym obliteriert. Stets sind dieselben denn auch von einem Belege dünnwandiger, gestreckter, obliterierter Zellen bedeckt (*obl*, Fig. 28). Das Auseinanderweichen der Mericarpien selbst kommt ebenfalls durch eine Obliteration zu stande. Zur Fruchtreife obliteriert nämlich die Mittelschicht der Trennungswand von oben nach unten und von rechts nach links und die das ganze Schizocarp umgebende Epidermis (*Ep*, Fig. 28) zerreifst an den Commissuralrippen. So kommt es denn, dafs bei den reifen Früchten der Droge an der Commissuralseite ein obliteriertes Gewebe liegt (*obl*, Fig. 28). Dort wo das Carpophor liegt, ist die Fruchtwand abweichend gebaut. Über einem Centralstrange dickwandiger, gestreckter

Zellen (z, Fig. 27 und 28) ist die innere Epidermis breit und kurzzellig, nicht querzellenartig wie in der benachbarten Partie ausgebildet (*qu*, Fig. 27).

Der Fruchtstiel enthält weitere Spiraltracheen als die Fruchtschale. Seine Epidermis ist mit Spaltöffnungen bedeckt.

Der Fenchel keimt epigä, die Kotyledonen treten über die Erde und ergrünen. Die dicken Reservecellulosewände der Endospermzellen werden gelöst, auch das Kalkoxalat löst sich.

Das Pulver.

Bei Präparation in Öl oder absolutem Alkohol bemerkt man zahlreiche, meist noch in den Zellen des Endosperms eingeschlossene Aleuronkörner, in denen man, besonders mit Hilfe des Polarisationsmikroskopes, die Kalkoxalatdrusen prächtig auftauchen sieht. Bei Präparation in Chloralhydratlösung treten die Öltröpfchen hervor und nach Maceration mit Schultzeschem Gemisch werden besonders folgende Elemente sichtbar: Die Parenchymzellen der Fruchtschale (aus dem Mesocarp) mit ihren Netzleisten, Elemente der Costalbündel (bes. die Bastfasern), Fragmente der auch nach Behandlung mit Schultzeschem Gemisch gelbbraun bleibenden schlauchartigen Sekretbehälterbelege, an denen oft noch die Kammerung deutlich ist, die sehr charakteristische innere Epidermis der Fruchtschale, die farblosen Endospermzellen. Alles dies ist übrigens — bis auf die Sekretbehälterbelege — auch bei Präparation in Öl schon gut wahrnehmbar, wobei die braun infiltrierten Membranen des Parenchyms aus der Umgebung der Vittae noch besonders deutlich hervortreten und gute Anhaltspunkte geben.

Fragmente des Fruchtstiels und Carpophors sind selten, aber doch fast in jedem Präparat aufzufinden.

Der Unterschied vom Anis liegt in dem Fehlen der Haare, der Breite der „Querzellen“ (innere Epidermis der Fruchtschale) und dem für den Fenchel sehr charakteristischen Leistenparenchym (Fig. 22 u. 24).

Tafel 14.

Erklärung der Abbildungen.

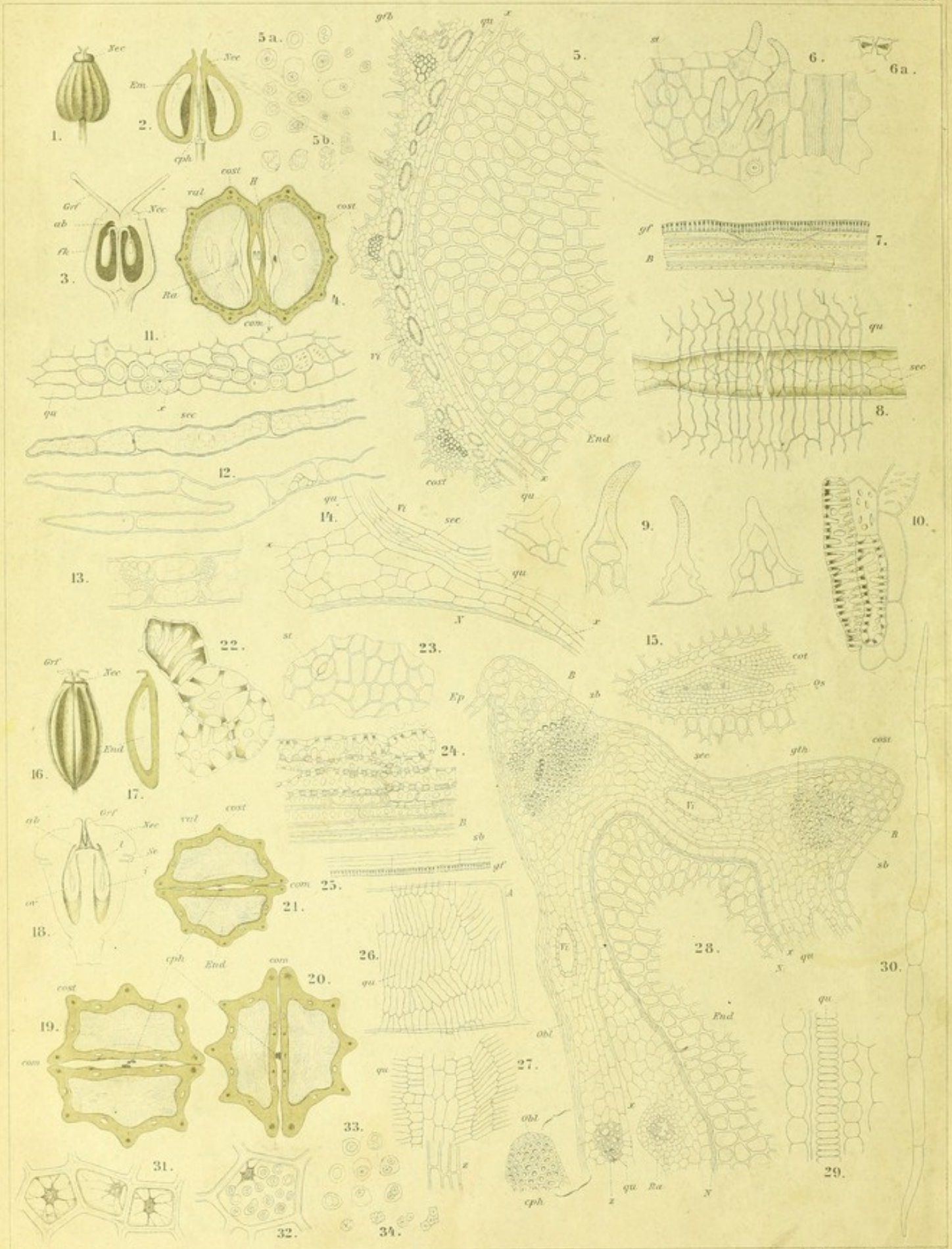
(Fruct. anisi vulgar.)

Fig. 1. Ganzes Schizocarpium von aufsen.
„ 2. „ „ Längsschnitt.
„ 3. Längsschnitt durch den Fruchtknoten (*ab*, abortiertes Ovulum).
„ 4. Querschnitt durch die Frucht, Lupenbild.
„ 5. Querschnitt durch die Randpartie der Frucht.
„ 5a. Aleuronkörner des Endosperms.
„ 5b. Isolierte Kalkoxalatkristalle derselben in Essigsäure.
„ 6. Epidermis der Fruchtschale.
„ 6a. Stoma der Fruchtschale im Querschnitt.
„ 7. Costabündelelemente, Längsschnitt.
„ 8. Ölgang mit den Querzellen (innere Epidermis der Fruchtschale), Längsschnitt.
„ 9. Haare der Fruchtschale.
„ 10. Zellen aus der Fruchtschale in der Nähe des Carpophors, Längsansicht.
„ 11. Querschnitt der Fruchtschale am Carpophor.
„ 12. Isolierte Vittabelege, oben die Abdrücke der sezernierenden Zellen. Kammerung und Gabelung.
„ 13. Auskleidung einer Vitta mit den Netzen des Beleges.
„ 14. Samenschale an der Commissuralfläche bei *y* (Fig. 4), dort wo die Samenschale mehrschichtig wird, an einer Commissuralvitta (*Vi*). *qu* innere Epidermis der Fruchtschale.
„ 15. Querschnitt durch die Kotyledonen und das umgebende Endosperm mit der Quellschicht (*Qs*).

(Fruct. foeniculi.)

Fig. 16. Schizocarpium von aufsen gesehen.
„ 17. Längsschnitt durch ein Mericarp.
„ 18. Längsschnitt durch den Fruchtknoten, *ab* wie in Fig. 3.
„ 19. Querschnitt durch deutschen Fenchel, } Lupenbilder.
„ 20. „ „ römischen „ }
„ 21. „ „ Puglieser „ }
„ 22. Leistenparenchym der Fruchtschale, } Längsansichten.
„ 23. Epidermis „ „ }
„ 24. Rand des Costastranges der „ }
„ 25. Gefäfsbündelelemente des Costastranges, }
„ 26. Ölgang mit den Querzellen (Tangentialschnitt), }
„ 27. Gewebe der Fruchtschale am Carpophor, }
„ 28. Querschnitt durch die Randpartie eines Mericarps.
„ 29. Radialer Längsschnitt durch die Samenschale und innere Fruchtschale.
„ 30. Isolierter Vittabeleg.
„ 31. Zellen des Endosperms mit Zellkernen. (Aleuron gelöst.)
„ 32. Zelle des Endosperms mit Zellkern und Aleuron.
„ 33. Aleuronkörner.
„ 34. Isolierte Kalkoxalatdrusen der Aleuronkörner.

Anis und Fenchel.



Herba cannabis ind.

Indisches Hanfkraut, Chanvre de l'Inde, Indian Hemp.

In Betracht kommt nur die Infloreszenz der weiblichen Pflanze des indischen Hanf, Cannabis sativa L. var. indica, die bald mehr bald weniger noch mit Laubblättern versehen ist.

Eine anatomische Untersuchung der Laubblätter des Hanfes zeigt, dass das Mesophyll des Blattes dem typischen Bau entspricht (Fig. 12). Ein verhältnismäfsig mächtiges einreihiges Palissadengewebe, das oftmals mehr als die Hälfte des Querschnittes ausmacht, liegt auf der Ober-, ein reichdurchlüftetes Schwammparenchym auf der Unterseite. Letzteres steht durch über die Epidermis emporgehobene (Fig. 12, *st*) Spaltöffnungen mit der Luft in Verbindung und enthält da und dort Zellen mit Kristalldrusen von Kalkoxalat. Infolge dieser Eigenschaft der Spaltöffnungen hat das Hanfblatt einen sehr hohen Transpirationskoeffizienten und welkt daher sehr rasch (Angew. Anatomie S. 434). Die Transpirationsgrösse ist so gross, dass die Wasserabgabe bequem auf der Wage während einer Vorlesungsstunde demonstriert werden kann. Beide Epidermisseiten sind mit eigentümlichen Haarorganen besetzt. Die Trichome der Oberseite sind meist kurz kegelförmig und mit verdickter, gekrümmter Spitze versehen. Sie ragen mit ihrem bauchig erweiterten basalen Teile oft tief in das Palissadengewebe hinein und enthalten einen grossen, runden, traubigen Cystolithen, der, fast an der Spitze angeheftet, tief in den Hohlraum hineinragt und diesen fast ausfüllt (Fig. 12, 15a). Die Trichome der Unterseite sind zweierlei Art. Zunächst finden sich auch hier Haare. Dieselben sind aber meist viel länger als die der Oberseite und endigen in eine kegelförmige Spitze. Sie sind mehr (die längeren) oder weniger rechtwinklig umgebogen. Sie ragen mit ihrem Fussteile nicht in das Mesophyll des Blattes und enthalten ebenfalls einen traubigen Cystolithen (Fig. 12). Derselbe ist hier aber, entsprechend der Form der Höhle, nicht rundlich, sondern länglich gestreckt, oft unregelmässig verbogen (Fig. 15 b u. 15 c). Der Cystolith ist an einer flachwulstigen (Fig. 15 b) oder kugeligen (Fig. 9, 15 c) Erhebung der inneren Membran angeheftet und besteht in beiden Fällen aus einem lockeren Gerüst, in welches kohlensaurer Kalk eingelagert ist. Wenn man verdünnte Salzsäure zufliefsen läfst, so löst sich letzterer und das Gerüst bleibt als zartes, geschichtetes Häutchen zurück (15 a—c). Sowohl die Krümmung der Haare, als die Anheftung der Cystolithen ist eigentümlich und gesetzmäfsig. Die Spitze der Haare ist nämlich, sowohl bei den Haaren der Ober-, als denen der Unterseite der Spitze des Blattes zu gerichtet (Fig. 12, 13, 14). Bei den letzteren ist dies infolge der starken Krümmung deutlicher als bei den kurzen derben der Oberseite. Man fühlt die Rauheit der Blätter daher erst, wenn man von der Spitze gegen die Basis hin mit dem Finger streicht. Der Cystolith ist bei den Haaren der Unterseite immer an der entgegengesetzten, der Blattbasis zugekehrten Wandseite des Trichoms angeheftet. Das gleiche Prinzip tritt auch bei den Haaren der Oberseite hervor, hier jedoch infolge der Form des Zelllumens lange nicht in dem ausgesprochenen Mafse.

Die zweite Form der Trichome der Laubblattunterseite sind die Drüsenhaare; dieselben besitzen nach Art der Labiatendrüsen eine der Epidermis eingefügte Tragzelle (Basalzelle), eine kurze, bisweilen geteilte Stielzelle und meist 8 Sezernierungszellen. Die Harzdrüsen finden sich in gröfster Menge besonders an den oberen Blättern, den obersten Teilen der Stengel, den Deckblättern der weiblichen Blüten, beziehungsweise Früchten, aber auch sonst sind sie über die ganze Pflanze verteilt. An den Deckblättern der weiblichen Blüten werden sie auf vielzelligem Polster weit über die Epidermis emporgehoben (*sti* Fig. 10, 11), so dafs die Drüsenköpfchen leicht abfallen, ihren Inhalt entleeren und so zu dem eigentümlichen „Verkleben" der weiblichen Infloreszenz Veranlassung geben. Diese Drüsen. respektive ihre Stiele (Fig. 10 u. 11), sind es auch, die man schon mit blofsem Auge als feinkörnigen Überzug an Blättern, Früchten und Stengeln der Droge wahrnimmt. Die Zahl der Sezernierungszellen ist bei den gestielten Drüsen meist eine höhere als 8 und steigt oft bis auf 16. Trag- und Stielzellen führen oft einen braunen Inhalt oder kleine Körnchen (Fig. 32). Das Sekret entsteht in der mittleren Partie der äufseren Wand der sezernierenden Zellen unterhalb der Kuticula (Fig. 32). Neben diesen Drüsenhaaren finden sich auch einfachere, die bald aus Stielzelle und einzelligem Drüsenkopf, bald aus mehrzelligem Stiel und mehrzelligem Drüsenkopfe bestehen (Fig. 8 u. 12). Die Haare der oberen Stengelpartien weichen in ihrer Form nicht von denen der Blattunterseite ab, nur ist ihre Membran aufsen warzig, auch fehlt der Cystolith oft (Fig. 7). Das Nervenbündel des Blattes ist kollateral, der Holzteil strahlig, im Siebteil verlaufen einfache Milchröhren (Fig. 12, *Mi*).

Bei der Droge (Bhang oder Guaza) sind für gewöhnlich die gröfseren Laubblätter nicht vorhanden, da dieselben abgestreift werden. Sie besteht aus den Infloreszenzachsen, den Hochblättern, den Deckblättern der Blüten und den weiblichen Blüten selbst, die man in allen Stadien der Entwickelung antrifft (von der Knospe bis zur Fruchtreife).

Die an Laubblätter tragenden Achsen zweiten Grades entwickelten weiblichen Infloreszenzen besitzen statt der vielblütigen Dichasien der männlichen nur je eine einzelne Blüte, deren Deckblätter (Fig. 1, *Dα*, *Dβ*), die Vorblätter des (beim Hanfe, im Gegensatz zum Hopfen) entwickelten Mitteltriebes (Fig. 1, *Mi*), ausgebildet werden. Aufserdem sind die Mitteltriebe bis zum Gipfel der Pflanze hinauf zu laubigen Bereicherungszweigen entwickelt, aus deren Blattachseln sich der nämliche Verzweigungsprozess fort und fort wiederholt (Fig. 1, *Mi*). Dadurch entsteht die knäuelig-dichte, stumpf-pyramidale Form der weiblichen Infloreszenzen.

Die weibliche Blüte besitzt ein becherförmiges, die Blütenbasis umhüllendes, ganzrandiges Perigon (Fig. 3, *Per*), keinerlei Reste des Androeceums, zwei lange, median gestellte Narben (Fig. 1 u. 3, *Na*) und in dem einzigen Fruchtknotenfache ein unmittelbar unter den Narben angeheftetes kamptotropes Ovulum, dessen Mikropyle oben liegt (Fig. 3). Dementsprechend ist denn auch die Radicula gegen die Spitze des Samens gerichtet (Fig. 3). Die Befruchtung scheint ähnlich wie bei den Chalazogamen zu erfolgen. Die Blüte wird von einem relativ grofsen spataartigen Deckblatte, dem einen Vorblatte des Mitteltriebes (Fig. 1, *Dα*, 2, 4 u. 5, *D*), umhüllt. Die Stipeln sind mit dem Tragblatte (Hochblatte) verwachsen (*st-f* in Fig. 1, Fig. 2 u. 5, *st*). Die Radicula des Samens liegt gegen die Mittelrippe des Deckblattes (Fig. 1). Die Hochblätter des Mitteltriebes (Stipeln) zeigen unten $^1/_2$, oben $^2/_5$ Divergenz (Fig. 1, *Mi*). Bisweilen sind eine oder beide basale Blüten unterdrückt und nur der Mitteltrieb wird entwickelt.

Die Infloreszenzachsen von 1,5 mm Dicke besitzen folgenden Bau. Die Epidermis trägt sehr zahlreiche, fast dachziegelig sich deckende Trichome, die im allgemeinen den Bau der Haare der Laubblattunterseite besitzen, d. h. sie sind lang, nach oben hin umgebogen und in der stark bauchig erweiterten Basis mit einem Cystolithen versehen. Ihre Oberfläche zeigt kleine Wärzchen (centrifugale Wandverdickungen). Sie ragen mit ihrer sehr verbreiterten Basis stärker aus der Epidermis hervor, wie die Laubblatthaare (Fig. 16, *cyst*). Die primäre Rinde ist kollenchymatisch verdickt (Fig. 16, *col*). An der äufseren Grenze der sekundären Rinde liegen zahlreiche Gruppen von Bastfasern, die fast zu einem kontinuierlichen Ringe zusammenschliefsen (*B* in Fig. 16). In der sekundären Rinde (und zwischen den Bastfasergruppen) finden sich viele Milchröhren vom Charakter der ungegliederten (Angew. Anatomie S. 528), man erkennt sie leicht an dem bei der Droge stets gebräunten Inhalte (Fig. 16, *Mi*). Diese Milchröhren treten auch in die Gefäfsbündel der Deck- und Vorblätter der Blüten ein. Bei den älteren Infloreszenzachsen werden auch in der sekundären Rinde reichlich Bastfasern gebildet, sonst besteht dieselbe aus den üblichen Elementen. Der Holzkörper ist relativ breit, gegen das Mark hin buchtig, von 1—2reihigen Markstrahlen durchzogen (Fig. 16). Er besteht vorwiegend aus Libriformfasern. Die Gefäfse des sekundären Holzes sind getüpfelt, die der primären Bündel spiralig verdickt. Das vielzellige parenchymatöse Mark ist reich an Kalkoxalatdrusen.

Da der Bhang zur Zeit der Blüte gesammelt wird, so sind bei den weiblichen Blüten der Droge überall die beiden langen walzenförmigen Narben noch erhalten. Dieselben sind von der Basis bis zur Spitze ringsum mit langen stumpfspitzigen Narbenpapillen versehen (Fig. 1 u. 31), bieten also dem verstäubenden Pollen eine grofse Fläche dar — ein Fall, der bei anemophilen Pflanzen (Windblütlern) häufig beobachtet wird.

Die Fruchtknotenwand ist haar- und drüsenfrei (Fig. 5, *frs*), das Perigon trägt einige Öldrüsen, aber ganz besonders das grofse, in einen langen lanzettlichen Zipfel auslaufende, nur wenige Zellreihen dicke Deckblatt ist an der Aufsenseite (aufser mit Cystolithenhaaren) über und über mit Öldrüsen besät. Dieselben besitzen, wie die Drüsen der Laubblätter (s. oben) im allgemeinen den Bau der typischen Labiatendrüsen, d. h. es sitzt einer Stielzelle ein mehrzelliger Drüsenkopf auf, dessen Zellen nebeneinander liegen. Doch weichen sie insofern von denen der Labiaten ab, als die Stielzelle bisweilen durch Teilungen 2—3-zellig wird und die Zahl der Sezernierungszellen der Regel nach eine höhere als 8 und 16 ist — wenigstens beim indischen Hanf, bei dem unserigen sind es häufig 8 und 16 (Fig. 11, *dr*). Das Sekret, eine Lösung von Harz in ätherischem Öl, wird auch hier zwischen der Cellulosewand der Sezernierungszellen und Kuticula abgeschieden (Fig. 32). Diese Drüsen sitzen entweder der Epidermis direkt auf — der seltenere Fall (Fig. 8) — oder werden auf langen vielzelligen, oft gebogenen Stielen weit über die Epidermis emporgehoben. Am Gipfel des Stieles konvergieren die Zellreihen und enden an der Spitze, dort wo das Drüsenköpfchen aufsitzt, in eine stets mit braunem Inhalt erfüllte Basalzelle (Fig. 8, 10, 11, 32 *β*). Die Stiele entwickeln sich meist erst nachdem die Blüte befruchtet ist. So findet man auf dem Deckblatte der Blüte (Fig. 2, *D*) die Drüsen meist noch der Epidermis direkt aufsitzend (Fig. 8), bei dem Deckblatte der Frucht (Fig. 4, *D*) auf langen Stielen (Fig. 10 u. 11). Diese gestielten Drüsen liegen bei den Deckblättern oft so dicht nebeneinander, dass sich die Köpfchen fast berühren. Bei der Droge, wo die Drüsenköpfchen häufig samt den braunen Stielzellen von den langen Drüsenstielen abgefallen sind, ist die Kuticula des Drüsenköpfchens meist geplatzt und das ausfliefsende Harz hat die ohnehin dicht bei einander sitzenden Blüten überzogen und miteinander verklebt. Bei der in Deutschland kultivierten Pflanze sind die Drüsen lange nicht so reichlich entwickelt, und eine Verklebung der Infloreszenz findet nicht statt, doch fühlt sich dieselbe, wie bekannt, klebrig an. Derartige Harzdrüsen sind über die ganze weibliche Pflanze verstreut, sie finden sich am Stengel, den Blüten u. s. w., nur nirgends in so grosser Zahl als an der Infloreszenz. Auch die männliche Hanfpflanze besitzt sie, doch in viel geringerer Menge. Aber selbst an den Antheren fand ich sie dort (Angew. Anatomie S. 158).

Aufser mit Drüsen ist das Deckblatt der Blüten reichlich mit langen spitzen Haaren besetzt, die einem breiten, die bauchige Basis des Haares einreihig umgebenden Polster eingefügt sind, Plasma und deutlichen Zellkern enthalten und bis auf die dünnwandige Basis in der übrigen Membran re-

lativ dickwandig sind (Angew. Anatomie S. 464). Auch kleine Köpfchenhaare mit rundem, oft mehrzelligem Köpfchen und kurzem Stiel sind da und dort aufzufinden (Fig. 8).

Das Mesophyll des Deckblattes ist mehrzellig. In einer Zellschicht desselben findet sich in jeder Zelle eine Kalkoxalatdruse (Fig. 8 u. 10).

Das länglich-lanzettliche Tragblatt (Fig. 2 u. 5, *st*) trägt zahlreiche nach oben gerichtete Haare, aber sehr viel weniger Drüsen als das Deckblatt. Es ist nur wenige Zellen dick (Fig. 7). Auch in ihm finden sich Kalkoxalatdrusen. Die Hochblätter gleichen überhaupt im Bau den Laubblättern, nur sind sie dünner. Die mächtigen Cystolithenhaare treten bei ihnen daher noch viel kräftiger hervor als bei jenen (Fig. 9). Milchröhren fand ich selbst in den zartesten Nerven reichlich. Die auf der Blattunterseite liegenden Spaltöffnungen sind hier wie bei den Laubblättern etwas über die Epidermis emporgehoben (Fig. 9).

Das Pulver.

Das Pulver der Herb. cann. ind. besteht natürlich aus den Fragmenten sämtlicher oben beschriebener Organe — Infloreszenzachsen, Deck- und Vorblätter, Blüten, Früchtchen —. Die Blattorgane treten bei Behandlung mit konzentrierter Salzsäure infolge der hierbei erfolgenden Blaufärbung (Phyllocyanin-Bildung, Angew. Anatomie S. 61) deutlich hervor. Folgende Elemente sind leicht auffindbar: beide Formen der Cystolithenhaare (der Cystolith mit Salzsäure Kohlensäure entwickelnd) — kurze und lange und solche mit warziger Oberfläche, Blattmesophyll mit Kalkoxalat, Elemente der Infloreszenzachsen (Bastfasern, Tracheen und Libriform), auch mit braunem Inhalte versehene Milchröhren sind sowohl in den Fragmenten der Rinde der Infloreszenzachsen als in den Nerven der Blattorgane aufzufinden. Reste von Frucht und Samen sind selten, auch Narbenfragmente sind nur wenige zu finden.

Fructus cannabis.

Hanffrüchte, Fruits de Chanvre, Chenevis, Hemp seeds.

Die nüfschenartigen Schliefsfrüchte von Cannabis sativa L, sind 3—5 mm lang, 2 mm breit, oval-breit-eiförmig, etwas von der Rückenseite her zusammengedrückt, einfächerig, einsamig, an beiden Rändern schwach weifslich gekielt (Fig. 18), und zwar an der Seite, wo die dadurch schon äufserlich angedeutete Radicula des Samens liegt, ein wenig stärker, die Fruchtschale ist dünn und hart und leicht zerbrechlich. Sie ist von grünlich-brauner oder grau-brauner Farbe, aufsen glatt und von einem feinen und zierlichen helleren Adernetz von zarten Gefäfsbündeln überspannt, die, von dem Grunde und der Radicularseite her entspringend, bis nahe zur Spitze verlaufen (Fig. 17 u. 18). Innen ist die Schale meist olivenbraun. Der Same füllt, vorwiegend aus Radicula und Kotyledonen bestehend, die Frucht fast ganz aus und ist oben fest angewachsen. Besonders zwischen der Radicula und dem ihr anliegenden Kotyledon, aber auch die Radicula und die Kotyledonen in zarter Schicht rings umgebend, liegt ein schmaler Rest von Endosperm (Fig. 20). Der Same ist also nicht endospermfrei. Endosperm und Radicula besitzen eine grau-grünliche, die Kotyledonen eine gelbliche Farbe. Der Same ist mit einer zarten, dünnen, grünlichen Samenhaut bedeckt und oben, unmittelbar neben der Spitze der Radicula, mit einer grofsen hellbraunen, scharf umschriebenen Chalaza versehen. Der weifse, reichölige Embryo ist hakenförmig gekrümmt, entsprechend der Entstehung des Samens aus einem kamptotropen Ovulum. Die runde Radicula, fast ebenso lang als die beiden Kotyledonen, ist ebenso wie diese dick und fleischig und liegt diesen an, mit ihrer Spitze gegen das spitze Ende der Frucht (der Mikropylarseite des Ovulums) gerichtet. Sie berührt aber den ihr zugekehrten Kotyledon nicht. Zwischen den Kotyledonen, an der Anheftungsstelle derselben liegt die spitz-kegelförmige Plumula (Fig. 21). Bei der Keimung platzt die Frucht längs der beiden Ränder Die Keimung erfolgt epigä, die Kotyledonen ergrünen (Fig. 6).

Die anatomische Untersuchung lehrt, dafs die Fruchtschale aus zwei Schichten besteht, einer weichen äufseren und einer harten inneren. Zu äufserst liegt eine Epidermis mit dickwandigen, vielfach gewundenen, auf dem Flächenschnitt besonders deutlichen Zellen, unter welcher mehrere Schichten mit grünlich-braunem bis braunrotem Inhalt versehener Zellen, deren Membranen gleichfalls oft durch Infiltration braun erscheinen, angetroffen werden. In diese Schicht sind die zarten Gefäfsbündel, welche die Zeichnung der Oberfläche (Fig. 17 u. 18) bedingen, flach eingebettet (Fig. 22). In dieser Schicht kann man drei Zellformen unterscheiden. Die subepidermale Partie, in welcher ausschliefslich die Fruchtschalenbündel verlaufen (Fig. 24), besteht aus sehr unregelmäfsigen, auch sehr unregelmäfsig verdickten Zellen (Fig. 28, *I*), deren unregelmäfsige Lumina besonders auf dem Flächenschnitte schön sichtbar sind (Fig. 24, *I*), dann folgt eine Schicht brauner gestreckter Zellen (Fig. 28, *II*), und endlich eine Reihe quadratischer, heller, leerer Zellen (Fig. 28, *III*).

Die Hauptmasse der Fruchtschale macht das Palissadensclerenchym (Fig. 22, *scl*), das Endokarp, aus, das aus der innersten Schicht der Fruchtknotenwand entsteht. Schon kurz nach der Befruchtung der Ovula zeigen die Zellen an dieser Stelle palissadenartige Streckung (Fig. 3, *frs* u. 22a, *scl*). In der reifen Frucht sind die Sclereiden deutlich radial gestreckt und zeigen ein enges, nach innen zu sich erweiterndes, nach aufsen hin reich verzweigtes Lumen. Ihre sehr ungleich dicken Membranen sind an den Seiten faltig verbogen und mit zahlreichen Poren versehen. Diese Poren (Tüpfel), an der nach dem

Samen zu gerichteten Seite der Zellen gerade oder fast gerade, zeigen an den radialen Seitenwänden so bizarre Verbiegungen, dafs man an einem Querschnitte der Schale auch oftmals Flächenansichten von ihnen zu sehen bekommt (Fig. 22). Gegen das Lumen hin zeigen die Membranen der Zellen deutliche Schichtung (Fig. 22 u. 25), nicht in der Mitte. Die Querschnittsansicht dieser Sclereiden, die man auf Flächenschnitten durch die Fruchtschale zu sehen bekommt, ist verschieden je nach dem Orte, wo der Schnitt geführt wurde. Im unteren Teile der Zelle erscheint das Lumen rundlich, im oberen bizarr verkrümmt, gabelig verzweigt, sternförmig (Fig. 25).

Die dem Samen dicht anliegende grünliche Haut, die wir als Samenschale anzusprechen haben, denn sie entsteht aus dem einzigen Integumente des Ovulums, besteht aus zwei Zonen. Die äufsere besteht aus langen, im Sinne der Längsachse des Samens gestreckten, schlauchartigen Zellen, die an ihren Seitenwänden durch zahlreiche Arme untereinander in Verbindung stehen (Fig. 26 u. 22, *schl*). Durch diesen Bau entstehen also zwischen den Schlauchzellen zahlreiche Luftlücken. Im Lumen der Zellen finden sich viele grüne Tröpfchen und Massen, die sich weder in Alkohol noch Äther lösen. Die innere Zone besteht aus einem vielschichtigen, reich durchlüfteten Parenchym (Fig. 27), das für gewöhnlich stark obliteriert ist (Fig. 22 u. 23, *N*) und die Nährschicht der Samenschale darstellt.

Die Zellen der Radicula, der Kotyledonen und des Endosperms sind zartwandig. Das Gewebe der Kotyledonen zeigt deutlich palissadenartige Streckung der subepidermalen Zellschichten (Fig. 20, 21 u. 22). Gegen den Kotyledon hin ist das Endosperm mit einer lockeren, obliterierten Zellschicht bedeckt (Quellschicht, Fig. 22 u. 23, *Qu*). Die Zellen der Radicula, des Endosperms und der Kotyledonen sind dicht erfüllt mit Aleuronkörnern. Dieselben sind in den Kotyledonen gröfser als in der Radicula und etwa 4—8 mik lang. Auch die Epidermis und die Prokambiumstränge führen kleinere Körner. Sie enthalten ein deutliches Globoid und ein demselben seitlich angelegtes Kristalloid (Fig. 22 u. 30). Mehrstündiges Einlegen der Schnitte in absoluten Alkohol macht die Aleuronkörner resistent gegen Wasser, ja selbst verdünntes Kali wirkt nur langsam darauf ein, besonders die Haut bleibt sehr lange erhalten, Essigsäure dagegen löst sofort vollständig. Aufserdem enthalten alle Zellen fettes Öl (Ol. cannabis) und einen lappigen Zellkern (Fig. 29). Aufsen an der Radicula ist das Endosperm einschichtig (Fig. 23, oben), zwischen Radicula und Kotyledonen vielschichtig (Fig. 23, unten), um die Kotyledonen wieder einschichtig. Es hängt der Samenschale fest an und löst sich mit dieser leicht in continuo ab, seine Zellen sind auch von der Fläche gesehen polyedrisch. Die Radicula hat einen zylindrischen Prokambiumstrang (Fig. 23, *proc*).

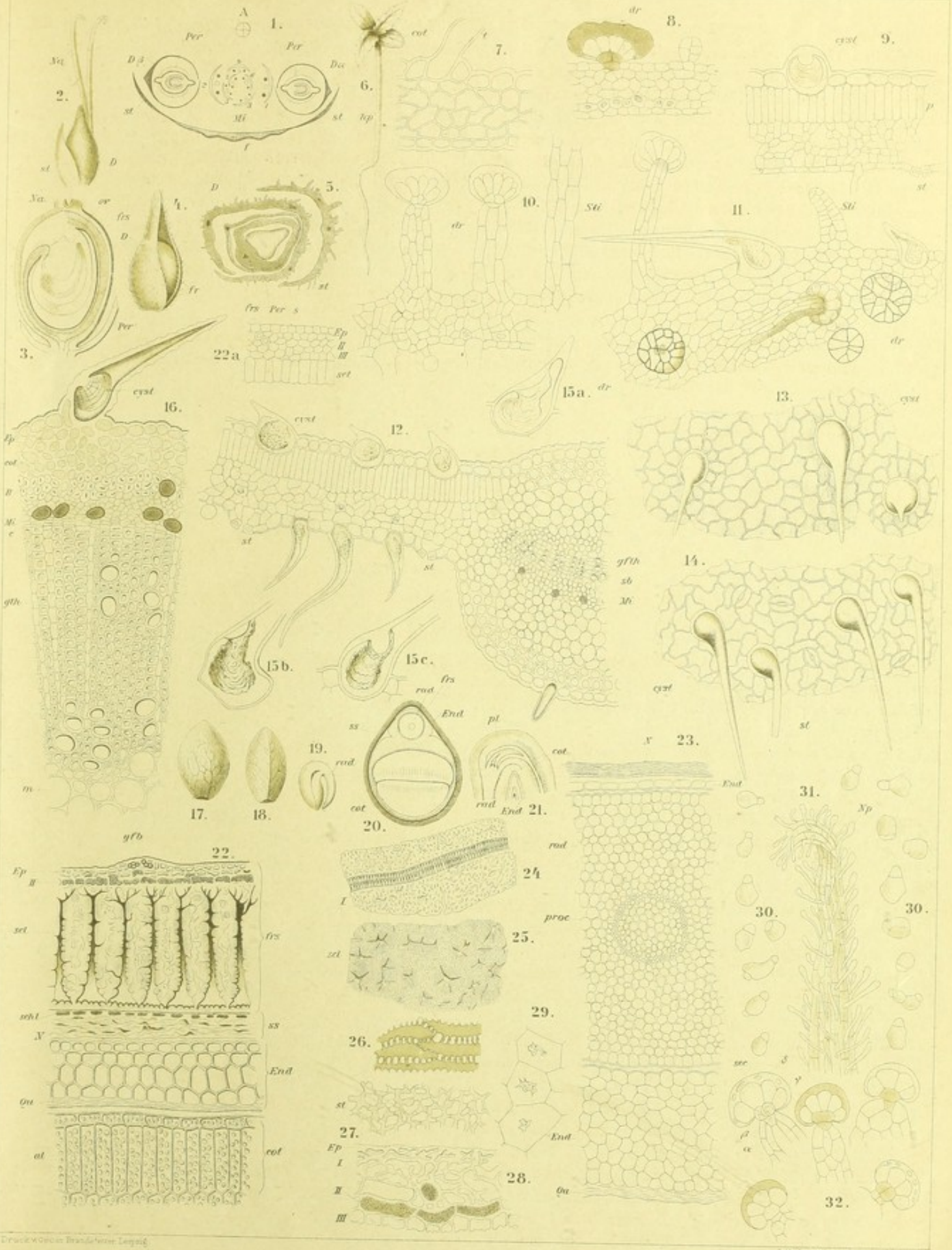
Tafel 15.

Erklärung der Abbildungen.

(Herb. und Fruct. cannabis.)

Fig. 1. Diagramm des weiblichen Blütenstandes von Cannabis sativa L. *st* Stipeln, *D* Deckblatt, *Mi* Mitteltrieb.
„ 2. Weibliche Blüte mit Tragblatt.
„ 3. Längsschnitt durch das befruchtete Ovarium.
„ 4. Frucht vom Deckblatt umhüllt.
„ 5. Querschnitt durch eine Blüte mit Deckblatt und Tragblatt.
„ 6. Gekeimter Same.
„ 7. Querschnitt durch das Tragblatt der Blüte.
„ 8. „ „ „ Deckblatt der Blüte.
„ 9. „ „ ein Hochblatt.
„ 10. „ „ das Deckblatt der Frucht.
„ 11. Flächenansicht des Randes eines Deckblattes einer Frucht.
„ 12. Querschnitt durch ein Laubblatt an der Mittelrippe.
„ 13. Epidermis der Laubblattoberseite, } Flächenansichten.
„ 14. „ „ Laubblattunterseite, }
„ 15 a—c. Cystolithen nach Behandlung mit Salzsäure.
„ 16. Querschnitt durch den Infloreszenzstiel.
„ 17. Frucht von der Fläche.
„ 18. Frucht von der Seite.
„ 19. Samenkern herauspräpariert.
Fig. 20. Querschnitt durch die Frucht.
„ 21. Längsschnitt durch den Samen an der Plumula.
„ 22. Querschnitt durch die Randschicht der Frucht.
„ 22 a (links oben). Querschnitt durch die Fruchtknotenwand.
„ 23. Querschnitt durch die Samenschale, das Endosperm und den mittleren Teil der Radicula.
„ 24. Flächenansicht des äufseren Teiles der Fruchtschale (Fig. 28, *I*).
„ 25. Querschnitt durch den oberen Teil der Sclereidenschicht, aus einem Flächenschnitte durch die Fruchtschale.
„ 26. Schlauchzellen aus der Samenschale (Fig. 22 *schl*).
„ 27. Durchlüftetes Parenchym der Samenschale (Fig. 22 u. 23, *N*).
„ 28. Äufsere Partie der Fruchtschale im Querschnitt, stärker vergröfsert als in Fig. 22.
„ 29. Zellen aus dem Kotyledon mit Zellkern, in Essigsäure präpariert.
„ 30. Aleuronkörner des Samens.
„ 31. Narbe.
„ 32. Sekretdrüsen des Hanfblattes, gestielte und ungestielte: α Stiel, β Basal- oder Tragzellen, γ Stielzellen, *sec* sezernierende Zellen, δ Sekret.

Cannabis.



Druck v. Giesecke & Devrient, Leipzig.

Lith. Anst. v. Louis Oeser, Leipzig.

Fructus Vanillae.

Vanille, Vanilla.

Die Blüten der jetzt besonders auf Réunion kultivierten Vanilla planifolia Andr. stehen in achselständigen Trauben. Jede Blüte besitzt ein kleines Vorblatt. Der unterständige Fruchtknoten wird bekrönt von der Kolumella, die nach erfolgter Befruchtung samt dem Perigon abfällt. Die Ansatzstelle der Kolumella ist auch bei der Droge, die aus den kurz vor der Reife gesammelten Früchten besteht, noch wohl zu erkennen (Fig. 1 bei *x* und Fig. 18 zwischen *x* und *x*).

Der von 3 Karpellen gebildete, im Querschnitte undeutlich dreieckige (vergl. auch Fig. 2), unterständige, 3—4 cm lange und etwa $^1/_2$ cm breite Fruchtknoten ist einfächerig. Weder frühzeitig noch später treten die Verwachsungsränder der Fruchtblätter anatomisch hervor, die Fruchtknotenwand erscheint vielmehr homogen. Die Längsrinnen der Droge stehen zu denselben in keiner Beziehung. Dagegen markieren sich die Medianen (die Mittelrippen) der drei Fruchtblätter sehr frühzeitig dadurch, dafs in ihnen für gewöhnlich drei Gefäfsbündel, zwei innenständige und ein aufsenständiges, in einem spitzwinkligen Dreieck angeordnet (Fig. 2 bei *a*, *b*, *c I*), oder zwei in einem Winkel gegeneinander geneigte Bündel auftreten. Die Mediane entspricht stets einer Kante des dreikantigen Fruchtknotens.

Die ausgewachsene, aber noch nicht reife, lineale, bis 25 cm lange, trocken 5—8 cm breite, an der Basis gekrümmte und dort verschmälerte, flachgedrückte, tieflängsfurchige, schwarzbraune und fettglänzende, zähe, biegsame Frucht (Kapsel), aus der die Handelsware besteht, zeigt zwar äufserlich für gewöhnlich die Aufspringungslinien nicht, dagegen findet man meist schon wenigstens die eine der beiden Aufspringungslinien auf dem Querschnittsbilde deutlich entwickelt, oft sogar alle zwei (Fig. 2 bei *a* u. *b*). Bei frisch in Alkohol gelegten Früchten sieht man von der nach vorn übergewölbten Spitze herablaufend zwei sehr seichte Rinnen, die die Frucht in einen schmaleren flachen vorderen und einen breiten gewölbten hinteren Teil teilen (Fig. 1 a u. b). Bei der Droge sieht man dieselben nicht mehr deutlich und auch bei dem Alkoholmaterial werden sie gegen die Basis hin undeutlicher. Es sind das eben jene Aufspringungslinien. Das Lupenbild des mit Kali aufgeweichten Querschnittes der Kapsel ist folgendes. Das am Umrifs fast runde oder doch nur undeutlich dreieckige Perikarp umschliefst eine dreiteilige, fast ovale Höhlung, in welche sechs gestreckte Placenten hineinragen, die, zu je zwei einander genähert, an ihrer Spitze sich in zahlreiche Äste gabeln, die man wohl als die Funiculi der an ihrer Spitze angehefteten Ovula zu betrachten hat. Der breitere Raum zwischen je zweien der Placentenpaare ist mit einem zarten Papillenepithel ausgekleidet. Vergleicht man die Anordnung der Placenten mit der Orientierung der Mittelrippenbündel des Perikarps, so stellt sich heraus, dafs nicht, wie man erwarten sollte, je ein Paar zu einem Fruchtblatte gehört, sondern dafs immer die zugekehrten Placenten benachbarter Paare zu einander gehören, oder mit anderen Worten: die Mittelrippe jedes Fruchtblattes liegt über dem Papillenepithelstreifen (Fig. 2). An der Basis besitzt die Frucht auf einer Strecke von etwa 1—2 cm keine Höhlung, sondern ist solide.

Aufser den 3 Medianbündeln und ihren 2 Begleitern (Fig. 2, *I*) finden sich aufserdem noch zahlreiche, meist kleinere Bündel im Perikarp zerstreut, im normalen Falle (von dem aber Abweichungen vorkommen) je drei zwischen der medianen Gruppe, also im ganzen noch neun isolierte äufsere Bündel (Fig. 2. *II*), und kleinere, innere, vor den Placenten oder zwischen denselben (Fig. 2, *III*). In die Placenten und Funiculi dringen jedoch keine Bündel ein.

Man sollte nun erwarten, dafs das Aufspringen an den Grenzen der Fruchtblätter, also an den Stellen stattfinde, die zwischen einem Placentenpaare liegen (Fig. 2, α, β, γ). Das findet aber nicht statt. Vielmehr springt die Frucht an den den Papillenstreifen entsprechenden Stellen, und auch hier nur an zweien — also zweiklappig — auf. So kommt es, dafs eine breite und eine schmale Hälfte entsteht. Erstere besteht aus dem Karpell 2, dem auf der einen Seite die Hälfte von Karpell 1 ($^1/_2$ 1), auf der anderen die Hälfte von Karpell 3 ($^1/_2$ 3) anliegt (Fig. 2, a-α-β-b), letztere aus $^1/_2$ 1 + $^1/_2$ 3 (Fig. 2, a-γ-b). Die Aufspringungsstreifen entstehen also an den Kanten des Fruchtknotens und laufen neben der Dreibündelgruppe der Mittelrippe entlang (Fig. 2, *a* u. *b*).

Das Perikarp ist bedeckt von einer im Querschnitte auffallend kleinzelligen, flachen Epidermis mit dicken, an den Seiten getüpfelten Wänden (Fig. 5; Fig. 4, 1; Fig. 7, *Ep*). Von der Fläche gesehen sind die Zellen in der Längsrichtung der Frucht gestreckt oder isodiametrisch. Die Tüpfelung der Seitenwand tritt deutlich hervor (Fig. 4, 1). Bedeckt sind sie von einer glatten, sehr dicken gelben Kuticularschicht, die eine deutliche Radialstreifung, eine Differenzierung in keil-

förmige Abschnitte erkennen läfst (*a* in Fig. 7), und die den Glanz der Droge bedingt. In die darunter liegende Wandpartie der Epidermiszellen finden sich zahlreiche sehr kleine eckige Körnchen [oder Hohlräume (?)] (Fig. 7, *b*; Fig. 4, *H*) eingebettet. Bei Behandeln der Schnitte mit Schwefelsäure bleiben dieselben anscheinend unverändert. Verascht man einen Flächenschnitt durch die Aufsenwand der Epidermis auf dem Deckgläschen, so bleiben an den Stellen, wo sie liegen, anscheinend Hohlräume zurück, wenigstens sieht man nur ein helles Netz mit zahlreichen Höhlungen. Läfst man nun Schwefelsäure zu dem veraschten Präparate treten, so werden sofort unzählige Nadeln gebildet. Diese Reaktion deutet gerade nicht darauf, dafs die Körnchen Kalkoxalat sind, wohl aber geht daraus hervor, dafs Kalk in der Epidermiswand reichlich vorhanden sein mufs. Die innerste Partie der Epidermisaufsenwand ist Cellulose (Fig. 7, *c*).

In den Epidermiszellen findet sich je ein wohlausgebildeter, meist säulenförmiger Kalkoxalatkristall oder Zwilling neben dem deutlichen Kern. Vanillinkristalle waren in denselben nicht aufzufinden. Spaltöffnungen sind selten (Fig. 4, *st*). Die Zellschicht unter der Epidermis besteht aus grofsen, dickwandigen, getüpfelten Zellen, die ebenfalls Oxalat führen (Fig. 4 u. 5, 2), die dritte Schicht aus braunwandigen, kollenchymatisch verdickten Zellen (Fig. 4 u. 5, 3). Die Oxalatkristalle sind Oktaeder oder Prismen, oder Kombinationen beider. Das dann folgende grofszellige, dünnwandige, wenig durchlüftete Parenchym des Perikarps enthält, da die Frucht in gelbgrünem Zustande gesammelt wird, noch die Reste der Chlorophyllkörner (Fig. 4, *chro*). Daneben finden sich Plasmareste, Fett und Zucker, sowie der meist deutliche Zellkern. Plasma und Zellkern sind gebräunt und bedingen die Farbe der Frucht. Die Zellen sind bisweilen undeutlich getüpfelt. In den äufseren Schichten des Perikarps findet sich, soweit meine Beobachtungen reichen, nur bei der mexikanischen, nicht in der ceylanischen, javanischen, brasilianischen und Bourbon-Vanille, ein eigentümliches Netzleistenparenchym. Die breiten Leisten verlaufen bald quer, bald schräg längs, bald gerade längs, und bilden ein oft anastomosierendes Leistennetz, zwischen dem die breit spaltenförmigen Tüpfelstreifen liegen (Fig. 11). Bei der javanischen, ceylanischen, brasilianischen und Bourbon-Vanille beobachtet man diese Zellen hier nicht, dagegen liegen hier in der Nähe der Gefäfsbündel (Fig. 3 u. 6, *tpf*) getüpfelte Zellen parenchymatischen Charakters oder von gestreckter Form (Fig. 9 u. 10). Die Tüpfel sind meist oval (*z* in Fig. 9). Bei den gestreckten Zellen treten ebenfalls da und dort Leistenverdickungen (*y* in Fig. 9), ja sogar — neben Tüpfeln — Spiralbänder auf (Fig. 9, *x*), niemals aber die so charakteristischen breiten Netzleisten, wie sie die mexikanische Vanille zeigt (Fig. 11) und die für dieselbe geradezu charakteristisch sind. Die Tüpfelzellen (Fig. 9) sind als Übergangsformen zwischen den Librosclereiden (s. unten) der Gefäfsbündelbelege und den Parenchymzellen zu betrachten. Im Parenchym ist Oxalat häufig, besonders in den oberen Teilen der Frucht liegt in jeder Zelle ein wohlausgebildeter Kristall oder ein Kristallaggregat (Fig. 17).

Eingestreut in das Parenchym besonders der äufseren Schichten sind zahlreiche weite und lange, oft übereinander stehende (Fig. 12) und so lange Reihen bildende Raphidenzellen, die ein in Schleim eingebettetes Bündel 320 bis 400 mik langer, spiefsiger Raphiden enthalten (*kr* Fig. 5 u. Fig. 12). Beim Anschneiden einer frischen Frucht tritt daher, da die Querwände der Raphidenzellen zerreifsen, ein, infolge Eindringens der Raphiden in die Zunge, scharf schmeckender Schleim in reichlicher Menge aus.

Die Gefäfsbündel sind kollateral gebaut. Bisweilen sind mehrere derselben zusammengelegt oder stofsen mit ihren Enden in spitzem Winkel aneinander. Aber selbst bei den einfachen Bündeln sind entweder durch Eindringen mechanischer Elemente oder von Parenchym Phloemspaltungen häufig. Setzt sich dies Eindringen fremder Elemente noch in den Holzteil fort, so entstehen zunächst zwei dicht nebeneinander liegende kollaterale Bündel (Fig. 6, *gfb*) mit gemeinsamen mechanischen Beleg, und endlich die eben erwähnten, nur mit der Basis (dem Belege des Holzteiles) noch verbundenen, im spitzen Winkel aneinander stofsenden, 2 oder 3 fast isolierten Bündel. Der Siebteil liegt bald aufsen, bald innen, bald seitlich (Fig. 6, unten). Der Gefäfsteil enthält Ring-, Spiral-, Leiter- und Netztracheen. Das Bündel ist allseitig oder einseitig und dann meist aufsen bez. am Siebteil von einer Scheide mechanischer, stark verholzter Elemente umgeben. Dieselben sind in der Wand sehr ungleich dick, bald ziemlich stark verdickt, bald relativ dünnwandig; letzteres ist der häufigere Fall. Ihre Enden sind spitz, die zahlreichen einfachen Tüpfel jedoch nicht spaltenförmig sondern oval und für gewöhnlich auch nicht schief gestellt. Wir haben also hier eine eigenartige Form von Bastfasern vor uns, die von der normalen abweicht (Librosclereiden, vergl. S. 34).

Schon relativ frühzeitig werden die beiden Aufspringungslinien des Perikarps dadurch angelegt, dafs in einer Schicht von Parenchymzellen radiale Teilungen eintreten und so eine meist zweireihige, von aufsen nach innen reichende linienförmige Zone entsteht. An der Droge sind dieselben stets deutlich (Fig. 3, *tr*). Beim Aufspringen lösen sich die beiden Reihen in der Mittellinie voneinander.

Das Gewebe der Placenten besteht aus 2—4 Reihen tangentialgestreckter Zellen.

Die innere Epidermis des Perikarps ist verschieden ausgebildet. An den den Medianen der Fruchtblätter entsprechenden Partien entwickeln sich die Epidermiszellen sämtlich zu Papillen, so dafs hier ein dichter Filz von Haaren liegt (Fig. 3, *Pap*). Diese Papillen entwickeln sich relativ spät, an 5 cm langen Früchten sind sie erst sehr kurz, in den nahezu reifen Früchten der Handelsware relativ lang. Sie enthalten reichlich Plasma und sezernieren ein öliges Sekret in die Fruchthöhle. Dies kann man besonders gut bei frischen Früchten oder bei Alkoholmaterial feststellen. In der halbreifen Frucht sind sie z. B. mit einem dicken Überzuge einer in Alkohol löslichen ölig-harzigen Masse überzogen. Das Sekret entsteht unter der Kuticula in der Wandung (Fig. 8, *oe*), die besonders an der Spitze oft Verdickungen zeigt (Fig. 8). Die Ölbildung

erfolgt also hier wie überall in der subkuticularen Membranpartie (vergl. S. 14 u. 56).

An den übrigen Stellen, d. h. also an den Seiten der Placenten, sowie zwischen den Anheftungsstellen derselben und der Papillenschicht liegt unter der gleichfalls obliterierenden Epidermis eine Zone mehr oder weniger obliterierten Gewebes (Fig. 6, *l*), dessen Zellen sehr lang und dickwandig sind und deren Wandung verschleimt (Fig. 13, *l*). Das auch bei frischen Früchten und Alkoholmaterial wenig deutliche Gewebe kann man sich sehr schön deutlich machen, wenn man die Früchte mit Alkohol durchtränkt, dann 2 Tage in verdünntes Kali und einen Tag in Alkohol legt und nun Schnitte herstellt. Man sieht nach dieser Prozedur, nach welcher das fragliche Gewebe stark gequollen ist, dafs dasselbe aus mehr oder weniger isolierten, im Querschnitt rundlichen Zellen besteht, die stark gestreckt und durch horizontale Querwände getrennt, zu sehr langen hyphenartigen Fäden vereinigt sind. Wir haben in diesem Gewebe das sog. leitende Gewebe (tela conductrix) vor uns. In ihm wandern die Pollenschläuche herab. An der Spitze der Frucht vereinigen sich alle Streifen in dem terminalen Kanale, der in die Fruchthöhle führt (Fig. 18 *l*, oben). Dort an der Spitze der Frucht liegen (zwischen *x* und *x*, Fig. 18) die Reste des Gewebes der (abgefallenen) Kolumella, zahlreiche getüpfelte Zellen, die meist obliteriert sind und das Fruchtfleischgewebe als Kappe bedecken (Fig. 14, *obl*). Die darunter liegenden Zellen des letzteren sind papillenartig ausgestülpt (Fig. 14 *x*) und verkorkt, und stellen also einen normalen Wundkallus dar, der sich auch noch ein Stück in den Centralkanal, der mit quadratischen Zellen austapeziert ist (Fig. 14 bei *l*), fortsetzt und diesen überwölbt. Die Bündel enden am Kallus blind (*gf b* in Fig. 18).

An langen, zarten Funiculis (*fun* in Fig. 6 u. 16) sitzen die anatropen Ovula. Dieselben entwickeln sich zu sehr harten ovalen, 0,2 mm grofsen Samen, doch sind selbst in der reifen Frucht bei weitem nicht alle Ovula befruchtet und zu Samen entwickelt. Auch finden sich in der Handelsware Samen in allen Stadien der Reife: ganz junge helle, halbreife gelbe und reife, tief dunkel rotbraune bis schwarze. Die Samenschale besteht aus vier einreihigen Zellschichten, einer äufseren Sclereidenschicht und drei inneren zarten (Fig. 15). Die Sclereidenschicht (*a*) besteht aus sehr stark verdickten Bracheiden. In der Flächenansicht sind dieselben in der Mitte des Samens gestreckt, an der Spitze des Samens und an der Basis kurz-polyedrisch (Fig. 16). Beim reifen Samen sind ihre Wandungen gebräunt, oft fast schwarz. Sie verdicken sich frühzeitig, lange bevor sich die Wand bräunt. Im Querschnitt erscheinen sie ungleichmäfsig verdickt. Auf eine zarte innere Partie folgt ein Ringwulst. Der übrige Teil ist gleichmäfsig dick (Fig. 15 a). Die Schnitte müssen durch mit Schultzescher Macerationsflüssigkeit entfärbte Samen gemacht werden. Die anderen drei Schichten (Fig. 15, *b-d*) bestehen aus zarten gestreckten Zellen, in denen man häufig ein Kalkoxalatkriställchen findet. Die innerste Schicht ist grofszelliger. Die Samenschale ist aus zwei Integumenten entstanden.

Der endospermfreie, nur aus dem Embryo bestehende Samenkern ist selten und nur bei ganz reifen Samen gut erhalten. Oft liegt in der Samenhöhle ein geschrumpftes Gebilde, das die Höhlung nicht ausfüllt. Im ersteren Falle besteht er aus einem kleinzelligen Gewebe und zeigt keinerlei Differenzierung in Radicula und Plumula (Fig. 19). Die Aufsenwand der Epidermiszellen ist verschleimt und quillt z. B. in Chloral stark, die Kuticula abhebend: offenbar eine Einrichtung, um die sehr harte Schale bei der Keimung zu sprengen. Der Inhalt der Zellen besteht aus Öl und sehr kleinen Aleuronkörnern.

Da der Funiculus der Samen sehr zart ist, so reifsen die reifen Samen leicht an der Anheftungsstelle ab und sind alsdann bei der reifen Frucht in das ölig-harzige Sekret der Papillenschicht eingebettet.

Gute Vanille ist auf der Oberfläche gewöhnlich mit Vanillinkristallen (monokline Tafeln, Nadeln, Prismen, oft von erstaunlicher Gröfse) bedeckt. Auch in der Fruchthöhle finden sich dergleichen, aber selten. Das Vanillin ist in dem Inhalte der Parenchymzellen, vornehmlich der peripherischen Schichten, enthalten und findet sich, da seine Lösung beim Absterben der Zelle auch die Membranen durchdringt, auch in diesen, sowie schliefslich in den Membranen aller auch der Gefäfsbündelelemente. Der Nachweis des Vanillins gelingt leicht mittels Orcin oder Phloroglucinlösung und konzentrierter Schwefelsäure. Ein in 2—5 proz. Lösungen dieser Körper gelegter Schnitt wird, sobald man einen Tropfen Schwefelsäure darauf fallen läfst, sofort rot, bei Anwendung von Phloroglucin karminrot, bei Orcin mehr ziegelrot. Das Vanillin ist auch in der völlig reifen Frucht nicht als solches vorhanden. Es entsteht erst (wohl durch Abspaltung) bei dem eigentümlichen Fermentierungsprozesse, dem die Früchte nach dem Pflücken unterworfen werden (Indische Heil- und Nutzpflanzen, S. 124). Die Früchte sind nach dem Pflücken gänzlich geruchlos.

Die von mir (Indische Heil- und Nutzpflanzen, S. 120) erwähnte heliotropartig riechende, piperonalhaltige südamerikanische Vanille, die, wie die makrochemische Prüfung zeigt, vanillinfrei ist, zeigt auch keinerlei Reaktion auf Orcin- oder Phloroglucin-Schwefelsäure. Die Harzüberzüge der Papillen sind entweder vanillinarm oder vanillinfrei, wie denn überhaupt das gelbe Sekret der Centralhöhle nur wenig oder gar nicht auf Phloroglucin reagiert. Damit ist erwiesen, dafs das Vanillin, resp. der Körper, aus dem er sich abspaltet, nicht das Sekret dieser Papillen sein kann, sondern (wie aus obigem hervorgeht) in dem Inhalte der Parenchymzellen gebildet wird.

Konzentrierte Schwefelsäure allein zu einem Schnitte gefügt, erzeugt an den Membranen der verholzten Elemente keine Rotfärbung, dagegen werden die Inhaltskörper zahlreicher Parenchymzellen und Siebelemente (infolge eines Gehaltes an Zucker) gerötet.

Eisenchlorid schwärzt die Inhaltskörper besonders der Zellen der peripherischen Partien des Perikarps.

Stärke ist selten, findet sich aber stets in jüngeren Früchten.

Ich habe im Jahre 1884 Verletzungen in regelmäfsiger Form an der Vanille beobachtet, die ihr im lebenden Zustande beigebracht sein mufsten, die aber von einem Tiere nicht

herrührten. Wir wurden dann belehrt, dafs diese Buchstaben und Zahlen darstellenden Stichstellen in Réunion von den Pflanzern mit Hülfe von Nadeln der Vanille beigebracht werden und nichts anderes als meist bei den Gerichten deponierte Handelsmarken sind. In Ceylon und Java geschieht dies nicht (Indische Heil- und Nutzpflanzen, S. 128). Trotzdem habe ich an zahlreichen Früchten, besonders in Java, gleichfalls Verletzungen gefunden, die auch durch Korkkallus verschlossen und den mit Nadeln beigebrachten zwar ähnlich waren, aber doch flacher erschienen. Dieselben, oft in Reihen übereinander, aber sonst regellos verteilt, rühren sicher von Tieren her.

Beide Arten von Stichstellen vernarben in der typischen Weise, indem sich rings um die Stichstelle Wundkallus bildet (Angew. Anatomie, Fig. 308).

Das Pulver.

Im Vanillepulver prävalieren die schwarzen, braunen oder gelbroten Samen, die bald intakt, bald mehr oder weniger zertrümmert sind. Daneben finden sich Parenchym und einige vereinzelte Gefäfsbündelelemente. Mit Phloroglucin-Schwefelsäure giebt es die charakteristische Vanillinreaktion. Man untersucht das Pulver am besten in verdünntem Kali.

Tafel 16.

Erklärung der Abbildungen.

(Vanilla planifolia Andr.)

Fig. 1. Spitze einer (frisch in Alkohol gelegten) Frucht (Java). *x* Ansatzstelle der Kolumella.

„ 2. Querschnitt durch den mittleren Teil derselben Frucht (Lupenbild). α, β, γ die Verwachsungsstellen der drei Fruchtblätter, *a* u. *b* (in Fig. 1 u. 2) die Aufspringlinien *pla* Placenta.

„ 3. Eine Aufspring-(Trennungs-)linie (*tr*), an der Epidermis und gegen die Papillen (*Pap*) hin nicht ausgebildet. Der Schnitt ist bei *b* (Fig. 2) geführt.

„ 4. Flächenansichten der Zellen der Fruchtwand. Die Bezeichnungen *1*, *2*, *3*, *4* korrespondieren mit den entsprechend bezeichneten Geweben in Fig. 5 u. 6.

„ 5. Querschnitt durch den äufseren Teil der Fruchtwand.

„ 6. Querschnitt durch den inneren Teil der Fruchtwand an einer Placenta. Nur 2 Zellen (rechts) sind mit Inhalt gezeichnet.

„ 7. Die 2 äufseren Schichten der Fruchtwand stärker vergröfsert wie in Fig. 3 u. 5, um den Bau der Epidermisaufsenwand zu zeigen.

Fig. 8. Papillenköpfe aus der Papillenschicht (*Pap*, Fig. 2 u. 3), die Bildung des Sekretes veranschaulichend.

„ 9 u. 10. Getüpfelte und Netzleisten-Zellen aus der Umgebung der Gefäfsbündel der Réunion-, Java- und Ceylon-Vanille.

„ 11. Netzleistenzellen aus den äufseren Partien der Fruchtschale der mexikanischen Vanille.

„ 12. Raphidenzellen aus dem äufseren Teile der Fruchtwand (Fig. 5, *kr*).

„ 13. Leitgewebe von der Innenwand der Frucht (Fig. 6, *l*), stärker vergröfsert.

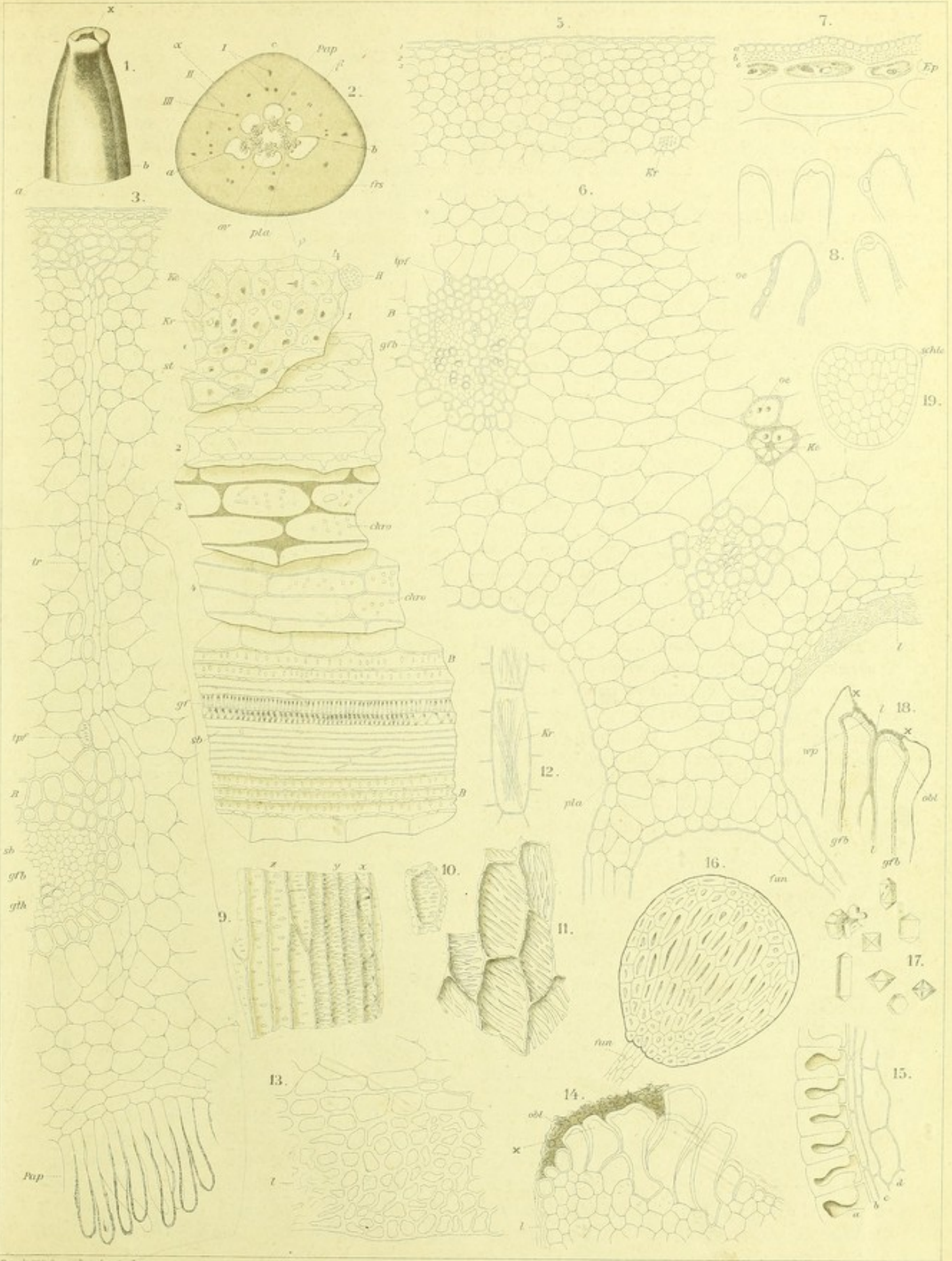
„ 14. Wundverschlufs an der Fruchtspitze (Fig. 1, *x*; Fig. 18, *wp*) unter dem abgestorbenen Gewebe der Kolumella (*obl*, Fig. 14 u. 18) in Form von Papillen (*x*), *l* leitendes Gewebe im Centralkanal.

„ 15. Querschnitt durch die Samenschale.

„ 16. Samen, entfärbt, von aufsen. *Fun.* Funiculus.

„ 17. Oxalatkristalle aus den Fruchtwandzellen.

„ 18. Spitze der Frucht im Längsschnitt. Lupenbild. *x*—*x* Ansatzstelle der Kolumella (vergl. auch Fig. 14).


1.
2.
3.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.
12.
13.
14.
15.
16.
17.
18.
19.
Ep
Kr
Ko
ve
schle
chro
tpf
gfb
gf
sb
Pap
pla
fun
obl
wp
Druck von Oscar Brandstetter, Leipzig
Lith. Anst. v. Louis Perthes Leipzig

Fruct. papaveris.

Capita Papaveris, Mohnköpfe, Capsules du Pavot, Poppy capsules.

Sowohl die deutsche wie die schweizerische und österreichische Pharmakopoe verlangen unreife Früchte. Nur die deutsche giebt die Gröfse (Durchmesser 3—3,5 cm) und das Gewicht an (3—4 gr). Die Frucht des Mohn, der namentlich in den zwei Formen:

Papaver somniferum *α* **nigrum DC.** (P. somnif. Gmel.) und **Papaver somniferum** *β* **album DC.** (P. s. L. var. album Boissier, P. somnif. officinale Gmel.)

kultiviert wird, ist eine Kapsel von eirunder bis kugeliger Gestalt, die sich zur Zeit der Reife mit Porenklappen unterhalb der terminalen, bleibenden Narbe (Fig. 1, *Na*) öffnet (Porenkapsel), doch giebt es Spielarten, die sich auch zur Zeit der Reife nicht öffnen. Zwischen je 2 Narbenlappen liegt eine Klappe (*klp*). Da die Zahl der Narbenlappen der Zahl der Karpelle entspricht, ist auch die Zahl der Klappen die gleiche. Diese Zahl wechselt innerhalb bestimmter Grenzen. Bei den kleinfrüchtigen Varietäten zählt man 7, 8, 10, bei den grofsfrüchtigen 10, 11, 12, 13, 15 Narbenlappen. Die Narbe ist sitzend, grofs und in, meist nicht ganz gleichgrofse, Lappen geteilt. Dieselben sind im Jugendstadium nach unten zurückgeschlagen, richten sich dann vor dem Aufspringen der Kapsel auf (Fig. 1) und sind bei den reifen Früchten der meisten Varietäten schliefslich horizontal gestellt (Fig. 6). Die Narbenlappen sind untereinander verwachsen, die freien Ränder sind konisch. Die Lappen tragen nicht auf der ganzen Oberfläche Narbenpapillen, sondern nur auf einem mittleren Streifen. Diese von einer seichten Mittelfurche in der ganzen Länge durchzogenen Papillenstreifen treffen in der Mitte zusammen. So entsteht, von oben gesehen, ein dunklerer, vielstrahliger Stern (Fig. 6). Die Ränder beiderseits von dem wulstig hervortretenden, Papillen tragenden Mittelkiel sind dünn. Das Gewebe der Narbe besteht aus später teilweise sclerotisierendem Parenchym, welches von zahlreichen, stark gekrümmten Gefäfsbündelchen und deren Endigungen durchzogen ist (Fig. 6, *gfb*). Von den tiefer liegenden, Milchschläuche führenden Gefäfsbündelstreifen werden nämlich einzelne Endigungen schräg nach oben gegen den Papillenstreifen hin entsendet (Fig. 7a, *gfbe*). Dieselben endigen ein Stück unterhalb desselben. Hier liegt auch das leitende Gewebe für die Pollenschläuche (Fig. 7a, *l*). Dasselbe ist aber nicht sehr deutlich. Wohl aber sieht man dasselbe sehr schön in dem Mittelpunkte aller Lappen, wo es den Centralkanal daselbst, der in die Fruchthöhle führt, völlig ausfüllt (Fig. 6, *l*) und noch ein Stück an der Innenwand herabläuft. Alle Pollenschläuche müssen diesen Centralkanal passieren. Man findet übrigens, besonders bei jungen Früchten, sehr häufig zwischen den Narbenpapillen die ausgetriebenen Pollenschläuche der Pollenkörner (Fig. 7a, *Pol*). Die beiderseits von dem Papillenstreifen liegende dünne Partie ist frei von Gefäfsbündeln und deren Endigungen, sie sclerotisiert später.

Die im jungen Zustande grüne (beim Trocknen braungrüne), oft bläulich bereifte, reif braungelbe, 1—2 mm dicke, kahle Fruchtwand zeigt ebensoviel, durch seichte Furchen getrennte Abschnitte wie Narbenschenkel, besteht also aus 7—15 Karpellen, die mit ihren in die Papillenstreifen der Narben auslaufenden Rändern verwachsen sind. Dort, wo die Ränder aneinander stofsen, sind die papierdünnen, nur ein Stück in die Fruchthöhle ragenden, lamellenartigen Placenten (falsche Scheidewände) angewachsen, die auf beiden Seiten die Samen tragen (Fig. 6). So entsteht eine unvollkommene und unecht gefächerte Kapselfrucht (Fig. 2). Die Fruchtwand ist nicht sehr dick. Sie besteht aus ziemlich gleichartigem, bei unreifen Früchten Stärke, Chlorophyllkörner und Oxalat führendem Parenchym, das nur in den äufsersten Schichten erheblich dickwandiger ist (Hypoderm, Fig. 8, *hd*). Die Epidermiszellen sind stark verdickt, und zwar an der Innenwand fast ebenso stark als an der Aufsenwand. Von der Fläche gesehen, sind die Epidermiszellen meist isodiametrisch, undeutlich an den Seitenwänden getüpfelt. In gleicher Höhe wie die Epidermiszellen befinden sich die Spaltöffnungen (Fig. 8 u. 9, *st*), die ziemlich zahlreich sind (Fig. 9). In das Parenchym eingebettet liegen die Gefäfsbündel. Die Hauptstränge derselben verlaufen vor den Placenten (Fig. 2). Diese allein streichen vertikal gerade von unten nach oben, werden also auf einem Querschnitte durch die Fruchtschale auch quer durchschnitten. Aufserhalb dieses Kreises von Bündeln, deren Zahl der Zahl der Placenten entspricht, liegen noch zahlreiche kleinere. Dieselben sind Auszweigungen der Hauptbündel, verlaufen unregelmäfsig und geschlängelt (Fig. 8) und sind auch stets sehr viel individuenärmer als die grofsen Hauptbündel. Die Endigungen bestehen nur aus Netzfasertracheen (Fig. 8). Auch fehlt ihnen stets der gewaltige Bastzellpanzer, der die Hauptbündel nach aufsen hin bescheidet, nur die gröfseren werden von einigen Bastzellen begleitet. Die Hauptbündel — kollateral wie die übrigen gebaut (Siebteil nach aufsen) — führen vorwiegend Spiralgefäfse im Holzteil. Aufserhalb des Siebteiles, zwischen diesem und dem Bastzellpanzer (Fig. 8, *B*), liegt, in einem unregelmäfsigen Halbkreise angeordnet, eine Reihe Milchröhren (Fig. 8, *Mi*). Milchröhren begleiten auch

die kleineren äufseren Bündel, ja selbst deren Endigungen (Fig. 10). Diese Milchröhren sind gegliedert (*Mi*, Fig. 10 u. 16 a). Sie enthalten den Milchsaft, der eingetrocknet das Opium liefert. Die Früchte sind zu der Zeit, wenn die Staubfäden und Blumenblätter abfallen, am reichsten an Milchsaft und milchen bei jeder Verletzung stark. Je älter sie werden, um so weniger milchen sie und um so ärmer sind sie an Alkaloiden. Ganz reife, gelbe Kapseln milchen gar nicht mehr und enthalten auch keine Opiumalkaloide oder doch nur Spuren davon. Da also der Gehalt an den hier allein wirksamen Bestandteilen abhängig ist vom Reifezustand, und diesem umgekehrt proportional, so bieten die Mohnkapseln des Handels ein in seinem Werte sehr ungleiches Medikament dar. Eine leidliche Übereinstimmung wird nur erzielt, wenn die Pharmakopoe den Durchmesser der Kapsel und ihr Gewicht vorschreibt, also das Reifestadium bezeichnet. Das deutsche Arzneibuch thut dies, indem es Kapseln von 3—3,5 cm Durchmesser und 3—4 gr Gewicht (ohne die Samen!) sammeln läfst. Derartige Kapseln zeigen an der Schnittfläche des Stiels einen Überzug von eingetrocknetem Milchsaft, der den ganz reifen fehlt. Die Bastzellen, welche die Hauptbündel bescheiden, sind stark gestreckt, besitzen aber nur selten spitze Enden, meist sind sie gerade abgestutzt. Ihre auch bei reifen Kapseln nicht sehr dicke Wand zeigt eine den linksschiefen, oft gekreuzt erscheinenden Spaltentüpfeln gleichgerichtete zierliche Streifung (Fig. 16 b). Die Bastzellen gehen oft ganz allmählich durch Zwischenformen — gestrecktes Parenchym mit Spaltentüpfeln — in das Parenchym über (Fig. 16 b, rechts). Die innere Epidermis der Fruchtschale besteht aus Zellen, die auf der Aufsen- und Innenwand nicht, wohl aber an den anderen 4 Wänden getüpfelt sind (Fig. 8, *Epi*, u. 11). Sie sind mehr oder weniger gestreckt und verholzt, in der äufsersten Lamelle (primäre Membran) auch verkorkt. Auf dieser Innenepidermis finden sich ebenfalls Spaltöffnungen. Dieselben sind aber sehr klein und eingesenkt (Fig. 8, *Epi*, *st*), aber sowohl auf Querschnitten, wie auf der Flächenansicht (Fig. 11), gut zu beobachten. An den Stellen, wo das Aufspringen der Porenklappen erfolgt, ist diese sclerotische Innenepidermis unterbrochen (Fig. 7 b). Die Epidermis ist hier sehr zartwandig Auch die Aufsenepidermis der Fruchtwand ist an der Rifsstelle dünnwandig. Über der letzteren liegt (in der Narbe) sclerotisches Gewebe, unter derselben ist das Parenchym der Fruchtwand bogenförmig (nach innen und unten) orientiert (Fig. 7 b). In der Rifsstelle selbst liegt dünnwandiges Parenchym. Ändern sich nun bei dem mit dem Reifen verbundenen Austrocknen die Spannungsverhältnisse, so reifst das Gewebe bei $x \ldots x$ entzwei und die Klappe schlägt sich nach aufsen um. Während die Zellen der inneren Epidermis im Fach ziemlich breit sind, werden sie gegen die Placenta hin immer schmäler. Aber auch die Placenta zeigt in ihrer ganzen Epidermis getüpfelte, nach aufsen vorgewölbte Epidermiszellen (Fig. 12 b, 13, 14). Nur an den Stellen, wo die Samen ansitzen, ist diese derbe Epidermis durch ein kleinzelliges, durchlüftetes, dünnwandiges Parenchym unterbrochen (*SA*, Fig. 12 b u. 13). Gegen diese Stellen hin, die auf flach kegelförmigen Erhabenheiten (Fig. 12 b u. 13) liegen, welche schon mit blofsem Auge als braune Punkte auf der hellen Fläche erscheinen, entsenden die Placentarbündel Zweige, die dann in den Samen eintreten und in diesem die kurze Raphe durchziehen. Auf der Flächenansicht sieht man daher in der Mitte des Kraters die Querschnitte von 2—4 sehr kleinen Gefäfsen (Fig. 13). Die Placenta ist nur wenige Zellschichten dick. Sie ist übrigens nicht eine gleichbreite Lamelle, sondern besitzt dicht an der Fruchtschale auf beiden Seiten je eine sekundäre Lamelle, die als schmale niedrige Leisten von oben nach unten laufen (Fig. 2 u. 12 a, *sla*). Auch diese Sekundärplacenten tragen Samen.

Der Fruchtstiel zeigt unterhalb der Kapsel eine wulstige Verdickung (Fig. 1, *Wl*), die in zwei scharf geschiedene Zonen sich gliedert. Die obere gröfsere ist hellgelb und fast glatt, die untere bräunlich gefärbt und punktiert. Diese Punkte sind die Narben der abgefallenen Staubfäden (Fig. 1, *andr*). Der dunkle Streifen, der diese punktierte Zone unten abschliefst, ist die Stelle, wo die Petala ansafsen, deren Ansatzstellen aber nur bei grofsen Kapseln noch deutlich sichtbar sind (Fig. 1, *Pe*). Die Anatomie des Fruchtstiels ist sehr einfach. In dem unverdickten Teile beobachtet man einen aus unregelmäfsig gelagerten Bündeln bestehenden Bündelkreis. Die inneren Bündel sind gröfser als die äufseren. Das Mark ist zum Teil geschwunden. In dem unteren Teile der Verdickung ordnen sich die keilförmigen Bündel zu einem regelmäfsigen Kreise und das grofse Mark bleibt erhalten. Von diesen Bündeln werden in radialer Richtung Zweige in die Blumenblätter und Staubfäden entsendet. Jedes Bündel wird von Bastfasern und Milchröhren begleitet (Fig. 15).

Sem. Papaveris.

Mohnsamen, Semences de Pavot, Poppy Seeds.

Die 1—1,5 mm langen, 0,3—0,5 gr schweren, nierenförmigen, auf der Oberfläche mit, zu Polygonen (meist Sechsecken) verbundenen, Leisten versehenen, gelblichweifsen oder bläulichen Samen entstehen aus anatropen Ovulis. Das Ovulum hat 2 Integumente. Jedes derselben ist 3 Zellreihen dick (Fig. 25). Während aber das innere Integument sehr gleichartig gebaut ist, zeigt das äufsere schon frühzeitig eine Differenzierung in eine äufserste sehr schmale Zellreihe, eine mittlere weite und eine innerste enge Zellschicht. Aus diesen 6 Zellschichten der beiden Integumente entwickelt sich die

sechsschichtige Samenschale, die ohne vorherige Behandlung mit Reagentien sehr wenig differenziert erscheint (Fig. 24), ihre Struktur vielmehr erst nach successivem Behandeln mit Salzsäure und Kalilauge hervortreten läfst. Die äufserste Zellreihe ist aufserordentlich niedrig (Fig. 23, 1) und in ziemlich regelmäfsigen Abständen kielartig emporgezogen. Diese Vorwölbungen, in welche sich auch die darunter liegenden Zellen vorstülpen, bilden die Leisten (Fig. 18), welche in ihrer Vereinigung zu polyedrischen Maschen das eigentümliche Maschennetz der Oberfläche erzeugen, welches für den Mohnsamen so aufserordentlich charakteristisch ist (Fig. 17). An den Leisten sind die Epidermiszellen schmal und gestreckt (Fig. 26, 1), zwischen den Leisten dagegen grofs und nahezu isodiametrisch, so dafs jedes Maschenthal von einer einzigen Zelle gebildet wird (Fig. 26). Die zweite Zellreihe besteht aus dünnwandigem Parenchym, das dicht erfüllt ist mit feinkörnigem Kalkoxalat-Kristallsand (mit etwas Calciumkarbonat vermischt) (*kr* in Fig. 23 u. 26, 2). Dann folgt die Hartschicht (Fig. 23 u. 26, 3). Dieselbe besteht aus gestreckten, flachen, stark verdickten Zellen. Die darauf folgenden 3 Schichten, die aus dem inneren Integument hervorgegangen sind, sind gewöhnlich stark obliteriert (Fig. 24, 4—6). Nach Behandlung mit Kali oder Chloral unterscheidet man eine äufsere Parenchymzellreihe (Fig. 23 u. 26, 4), dann eine Reihe getüpfelter Zellen, die in der Flächenansicht gekrümmt erscheinen und nicht sehr lang sind (Fig. 23 u. 26, 5), und zu innerst liegt eine einfache Reihe dünnwandigen Parenchyms. In der in der inneren Krümmung des nierenförmigen Samens verlaufenden kurzen Raphe (Fig. 18, *Raph*) ist die Samenschale durch Vermehrung des Parenchyms reichzelliger. Durchschneidet man den Samen der Länge nach, so sieht man, dafs er gegen das Radicularende des Keimlings hin etwas schmäler ist (Fig. 18). In der konkaven Partie liegt die Raphe, am Radicularende derselben findet sich das Hilum, am Kotyledonarende die gelbliche Chalaza (*Hi* u. *Chal* in Fig. 18). Von dem Hilum zur Chalaza läuft ein zartes Raphe-Bündel, die Fortsetzung des Funiculus.

Bei den blauen Mohnvarietäten findet sich in der Schicht 4 u. 5 der Samenschale (Fig. 23) ein brauner Farbstoff im Inhalt und die Membranen der Schicht 3 sind gelbbraun gefärbt. Die bläuliche Farbe kommt dadurch zu stande, dafs über diesen braunen Schichten die Oxalatschicht liegt, deren mit Luft durchmischte Kriställchen den Samen bereift erscheinen lassen.

Das Endosperm ist breit, es enthält in seinen dünnwandigen Zellen zahlreiche, in ölführendes Plasma gebettete, Aleuronkörner, die in den äufseren Schichten klein (ca. 1—2 mik), in den inneren ziemlich grofs (3—7 mik) sind; im Durchschnitt beträgt ihre Gröfse 4—5,5 mik, bisweilen sind Solitäre bemerkbar. Die Aleuronkörner enthalten meist zahlreiche, oft kreisförmig angeordnete Globoide (Fig. 21) neben kleinen Kristalloiden (Fig. 20). Letztere werden von Wasser angegriffen, in welchem Medium die Grundmasse leicht sich löst. Succedane Behandlung mit Kali (Fig. 21) und Essigsäure (Fig. 22) läfst die Verhältnisse gut hervortreten. In Essigsäure beobachtet man, dafs das Grundplasma der Zelle körnige, zu einem Maschennetz vereinigte Fäden bildet, auch tritt alsdann der Zellkern deutlich hervor (Fig. 22, *Ke*). Das fette Öl — im Handel als Ol. papaveris bekannt — kann man sich mittels Schwefelsäure oder Chloral sichtbar machen Es beträgt etwa 50 Proz. des Samens.

Gegen den Keimling hin ist das Endosperm durch typisches Quellgewebe (Fig. 23, *Qu*) abgeschlossen. Der Keimling ist entsprechend der Nierenform des Samens gekrümmt (Fig. 18) und besteht aus der runden Radicula und den beiden mit den ebenen Flächen aneinander liegenden Kotyledonen (Fig. 19), die beide zusammen auch fast stielrund und wenig dicker als die Radicula sind. Beide sind kleinzellig und wenig differenziert, die Prokambiumstränge undeutlich, Palissaden noch nicht ausgebildet. Radicula und Kotyledonen enthalten die gleichen Bestandteile wie das Endosperm, doch sind die Aleuronkörner erheblich kleiner.

Die epigäe Keimung des Samens zeigt Fig. 27.

Opium.

Laudanum, Mekonium.

Das Opium ist bekanntlich der eingetrocknete Milchsaft der gegliederten Milchröhren (Fig. 10 u. 16a) der jungen Früchte und wird durch Anschneiden der Früchte kurz nach dem Abfallen der Blütenblätter und Staubfäden gewonnen. Die Einschnitte werden in Kleinasien rings um die Kapsel herumgeführt (Fig. 1). Der austretende Milchsaft erhärtet an der Kapsel selbst zu einem ca. 0,01—0,02 gr schweren Tropfen und wird alsdann mit einer flachen und stumpfen Klinge abgekratzt, die Tropfen zu Broten zusammengeknetet und die Brote in die Laubblätter der Mohnpflanze eingeschlagen. Durch das Abkratzen der Tropfen von der jungen, sehr weichen Kapsel wird fast immer ein kleines Stück der Fruchtschalepidermis von den Wundrändern mit abgerissen. Diese Fetzen der Fruchtschalepidermis finden sich denn auch stets im Opium und sind selbst im Opiumpulver noch ohne Schwierigkeit aufzufinden. Sie bilden das charakteristische Element desselben (Fig. 3). Die Zellen sind polyedrisch und sehr dickwandig und lassen eine beim Ausreifen der Frucht undeutlich werdende, in diesem Stadium aber noch sehr deutlich hervortretende Tüpfelung der Radialwände erkennen (Fig. 3). Man sollte nun erwarten, dafs man auch die Reste der Laubblätter des Mohn im

Opiumpulver auffinden könne, da dieselben so fest anhaften, dafs sie nicht davon abgelöst werden können und vor dem Pulvern auch in der That nicht von denselben abgelöst werden. Dies ist aber nur selten der Fall, besonders wohl deshalb, weil dieselben quantitativ stark in den Hintergrund treten und die stärkeren Rippen beim Sieben des Pulvers zurückbleiben. Reste der Laubblätter jedoch sind fast in jedem Pulver zu beobachten.

Die Epidermis der Oberseite der Laubblätter von Papaver somniferum besteht aus polyedrischen, dünnwandigen Zellen (Fig. 4), die Zellen der Laubblattunterseite sind schwach wellig verbogen (Fig. 5). Auf der Unterseite trägt das Blatt zahlreiche grofse Spaltöffnungen, die, da die Epidermiszellen sich von allen Seiten über dieselben vorwölben, vertieft erscheinen. Man sieht daher, wenn man sie von der Fläche betrachtet, die Begrenzungslinie der äufseren Atemhöhle (Angew. Anatomie S. 434) in Gestalt eines gestreckten Ovals über der Spaltöffnung (Fig. 5). Fragmente der Rumexfrüchte, welche bekanntlich (als Packmaterial) zwischen die Opiumbrote in die Kisten gestreut werden, habe ich bisher nur in einem (geringwertigen) Opiumpulver des Handels gefunden. Aufserdem bietet das Opiumpulver wenig Charakteristisches. Der Milchsaft ist zu mehr oder weniger grofsen Klumpen zusammengeballt. Wohl aber kann man sich die Alkaloide, die als Sulfate und Mekonate darin enthalten sind, mit den Alkaloidguppenreagentien sichtbar machen. So giebt z. B. Jodjodkali einen feinkörnigen Niederschlag, dessen Teile oft zu dentritrisch-verzweigten Bildungen vereinigt sind. Phosphormolybdänsäure und Phosphorwolframsäure erzeugen weifse Niederschläge. Unmittelbar sind die Alkaloide im kleinasiatischen Opium auch bei Benutzung des Polarisationsmikroskopes nicht oder doch nur in Ausnahmefällen zu sehen — besser im persischen —, wohl aber kann man sie sich leicht sichtbar machen, wenn man Opiumpulver mit Kalilauge befeuchtet, eintrocknen läfst und dann auswäscht. Bei Beobachtung im polarisierten Licht sieht man alsdann über das ganze Gesichtsfeld verstreut zahllose kleine Kriställchen der durch Kali aus den Salzen in Freiheit gesetzten Alkaloide. Salpetersäure färbt das Opiumpulver orangerot.

Die behufs Gewinnung des Opiums angeschnittenen Kapseln entwickeln sich trotz der Verletzung weiter (Fig. 1), da der eingetrocknete Milchsaft zunächst wie ein Wundverschlufs wirkt und die Wunde nach und nach durch Bildung eines, vorwiegend aus den inneren Parenchymschichten entstehenden, aus papillösen, verkorkenden Zellen gebildeten Wundkallus vernarbt. Derartige Früchte errreichen zwar meist nicht die normale Gröfse, bilden aber normale Samen.

Verfälschungen des Opiums mit Mehl (meist Weizen) lassen sich mikroskopisch leicht nachweisen, da Opium gänzlich stärkefrei ist, die anderen (Gummi, Traganth, Extrakte) indirekt durch eine Alkaloidbestimmung. Am häufigsten ist jetzt die Beschwerung mit Steinchen und Bleikugeln. Die pharmakognostische Sammlung in Bern besitzt mehrere derartig verfälschte Proben aus neuester Zeit.

Tafel 17.

Erklärung der Abbildungen.

(Papaver somniferum L.)

Fig. 1. Behufs Opiumgewinnung in Kleinasien angeschnittene Mohnkapsel, die sich nach dem Anschneiden weiter entwickelt hat.

„ 2. Durchschnitt durch eine reife Mohnkapsel. *pla* Placenta, *sla* Nebenleisten.

„ 3. Fruchtwandreste im Opium.

„ 4. Epidermis des Laubblattes, Oberseite.

„ 5. „ „ „ Unterseite.

„ 6. Längsschnitt durch eine halbreife Kapsel.

„ 7a. Längsschnitt durch die Mediane der Narbe mit den Papillen.

„ 7b. Längsschnitt durch Narbe und Fruchtwand an der Stelle, wo sich die Klappe öffnet (*x . . . x*).

„ 8. Querschnitt durch die Fruchtwand einer reifen Mohnkapsel an der Ansatzstelle der Placenta.

„ 9. Epidermis der reifen Mohnkapsel, Flächenansicht.

„ 10. Tangentialer Längsschnitt durch den mittleren Teil der Fruchtwand einer halbreifen Kapsel.

„ 11. Innere Epidermis der Fruchtwand einer reifen Kapsel.

„ 12a. Lupenbild der Ansatzstelle der Placenta mit den 2 Nebenleisten (*sla*).

„ 12b. Querschnitt durch die Placenta mit 2 Samenansatzstellen (*SA*).

Fig. 13. Flächenansicht der Placenta an einer Samenansatzstelle.

„ 14. Epidermiszellen der Placenta, Flächenansicht.

„ 15. Querschnitt durch den Fruchtstiel, Randpartie.

„ 16a. Milchschläuche der Frucht. Tangentialschnitt.

„ 16b. Bastfasern aus der Randschicht des Bastbeleges eines Hauptbündels (*B* in Fig. 8).

„ 17. Same von aufsen. } Lupenbilder.

„ 18. Same, medianer Längsschnitt. } Lupenbilder.

„ 19. Same, Querschnitt. } Lupenbilder.

„ 20. Aleuronkörner des Endosperms in Alkohol.

„ 21. „ „ „ „ verd. Kalilauge.

„ 22. Endospermzelle des entfetteten Samens in Essigsäure (Plasmanetz, Zellkern).

„ 23. Querschnitt durch den Samen von aufsen bis in das Kotyledonargewebe. 1—6 Samenschale.

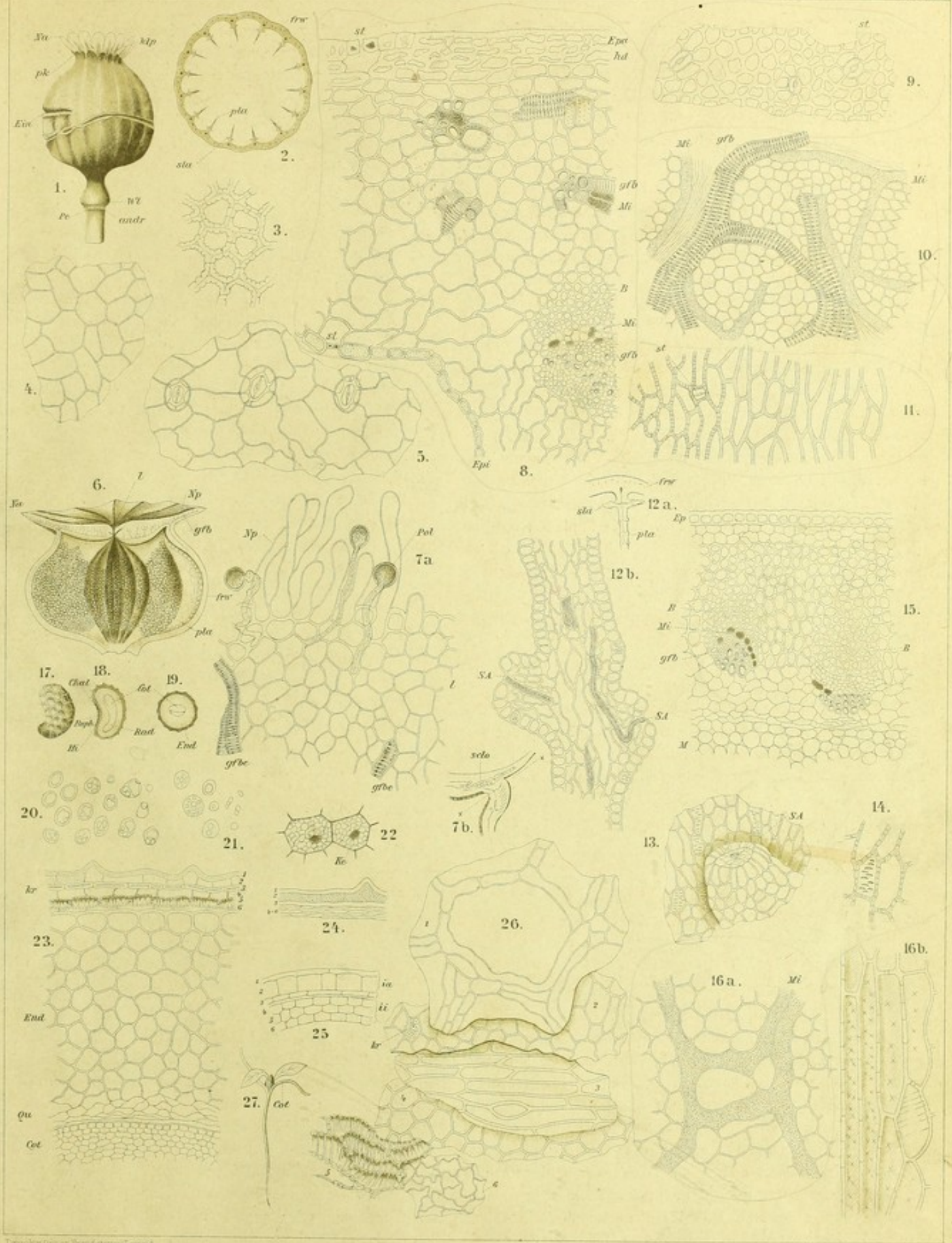
„ 24. Ansicht der Samenschale ohne vorherige Behandlung mit Reagentien. 1—6 von Fig. 23.

„ 25. Querschnitt durch die beiden Integumente des Ovulums. 1—6 korrespondieren mit Fig. 23 und 24.

„ 26. Flächenansichten der einzelnen Schichten der Samenschale. 1—6 mit Fig. 23 korrespondierend.

„ 27. Keimender Same.

Papaver.



Druck v. Breitkopf & Härtel in Leipzig.

Lith. Anst. v. Lorck & Gerstner, Leipzig N.

Kaffee.

Sem. Coffeae, Café, Coffee.

Von den Coffeaarten wird Coffea arabica L. und in neuerer Zeit auch die grofsblätterige C. liberica Bull. kultiviert. Die Blüten von Coffea arabica stehen in dichten cymösen Infloreszenzen (Scheinquirlen) in den Achseln der oft 20 cm grofsen, gegenständigen, durch schuppenförmige, interpetiolare Nebenblätter am Grunde verbundenen Blätter (Fig. 1). Die Infloreszenzen sind bei C. liberica meist reichblütiger und demgemäfs ist diese Art denn auch reicher an Früchten. Ich zählte in Java oft 25 und mehr Früchte in jedem Doppel-Fruchtstande, und dies in den Achseln von 7—10 aufeinander folgenden Blattpaaren. Auch entwickeln sich hier oft die Vorblätter der Blüten (s. unten) zu grofsen deckblattartigen Gebilden, die aus dem dichten Fruchtstande hervorragen.

An jedem Knoten liegen 2 achselständige Infloreszenzen (Fig. 1) einander gegenüber. Im einfachsten Falle sind es dreiblütige Dichasien, eine Mittelblüte und 2 Seitenblüten meist jedoch sind die Cymen durch komplizierte, aber wie es scheint immer cymöse Verzweigungen weiter geteilt. Präpariert man eine Blüte heraus, so findet man, dass dieselbe im vollkommensten Falle von einem zweifachen Aufsen- oder Hüllkelche (Calyculus) behüllt ist. Der innere und der äufsere Calyculus bestehen aus je zwei verwachsenen Blättern (Fig. 5, *Calyc A* u. *I*). Sowohl der innere wie der äufsere Calyculus sind becherförmig, beide am oberen Rande durch einzellige, dickwandige, bisweilen zweistrahlige Haare bewimpert. Die Blätter alternieren. Aufserhalb des äufseren Calyculus und mit dessen Blättern in Alternanz finden sich ovale Hochblätter (Bracteolen, Vorblätter, Fig. 5, *Va*) und aufserhalb des inneren Calyculus in Alternanz mit den ebengenannten Vorblättern kleine schuppenförmige Vorblätter (Fig. 5, *Vi*), die also über den Blättern des äufseren Calyculus liegen. Das ganze Gebilde besteht also aus 8 Blättchen, von denen vier Hochblattcharakter besitzen und vier zu 2 Bechern verwachsen sind. Die Vorblätter wachsen oft zu grofsen laubblattartigen Gebilden aus (s. oben). Es kommt übrigens auch vor, dafs der Calyculus nicht nur eine, sondern mehrere, dann meist drei, Blüten, also ein kleines Dichasium und dafs der äufsere (untere) Calyculus mehrere Blüten oder Dichasien, die mit besonderen (inneren) Calyculis versehen sind, behüllt.

Die weifsen, sehr wohlriechenden, gamopetalen Blüten sind hermaphrodit, proterandrisch, zoidiophil, im Knospenzustande oft von einem dichten (von Kolleteren erzeugten) Harzbalsam überzogen, der nicht selten die ganze Infloreszenz verklebt. Die Blumenkronenröhre ist gerade, die Korollenzipfel in der Knospenlage gedreht, aufgeblüht präsentiertellerförmig. Die Stamina sind im Schlunde der Korolle angeheftet, ragen aus dem Schlunde hervor und sind nach dem Verstäuben gedreht. Der Kelch ist auf 5 kleine Zähne reduziert (Fig. 7, *Se*), an der Spitze trägt der Fruchtknoten einen Diskus (Fig. 7, *Dis*), in dessen vertiefter Mitte der Griffel inseriert ist (Fig. 7, *Grf*), der mit den 2 Narben aus der Krone herausragt. Der Fruchtknoten ist schlank, zweifächerig (Fig. 7). Unterhalb des Griffelansatzes erkennt man auf Querschnitten durch das unter dem Diskus liegende Fruchtknotengewebe das leitende Gewebe, in dem die Pollenschläuche abwärts wandern (Fig. 7, *l*). Dasselbe ist im oberen Teile im Querschnitte rund, wird tiefer unten gestreckt spaltenförmig und verbreitert sich dann an den Spaltenden keulenförmig, so dass dasselbe nunmehr die Form einer Hantel besitzt. Jedes der beiden breiten Enden liegt über einem Fruchtknotenfach. So werden die als ein Bündel oben eintretenden Pollenschläuche halbwegs in 2 Bahnen zu je einem Fruchtknotenfache, zu je einem Ovulum geleitet. Die Ovula sind in der Mitte der Scheidewand horizontal angeheftet und anatrop (Fig. 10), die Mikropyle liegt schräg nach unten.

Nach erfolgter Befruchtung fällt die Kronenröhre ab. Der Griffel vertrocknet und geht zu Grunde, ebenso die Sepala und nur der Diskus bleibt erhalten. Der Fruchtknoten schwillt stark an (Fig. 9).

In diesem Entwicklungsstadium, in dem sich der Diskus noch kräftig abhebt (Fig. 9, *Dis*) und auch die Sepala noch als Spitzchen erhalten sind (Fig. 9, *Se*), bietet der Fruchtknoten das in Fig. 10 dargestellte Durchschnittsbild. Das Gewebe der Fruchtknotenwand ist noch sehr gleichförmig, doch ist auch schon jetzt eine innere engzelligere Schicht gegen das Fruchtfach hin differenziert. Das übrige Gewebe besteht aus ziemlich derbwandigem Parenchym, in welches ein innerer Kreis gröfserer und ein äufserer Kreis kleinerer Gefäfsbündel eingebettet ist. Die inneren Bündel entsenden ihre Enden in den Diskus, die äufseren in die Sepala (Fig. 9). Zahlreiche Zellen mit Kalkoxalatkristallsand, dessen Einzelkristalle relativ grofs sind, durchsetzen das Parenchym regel-

los. In den Ovulis ist bereits Endospermbildung wahrzunehmen. Bei den weiteren Entwicklungsstadien der Frucht tritt, wenn dieselbe eine Dicke von etwa 2,5 mm erreicht hat (Fig. 11), schon eine viel deutlichere Sonderung des Endokarps hervor. Innerhalb des dichten inneren Gefäfsbündelkreises liegt ein deutlich von dem Übrigen sich abhebendes engzelliges Gewebe. Das Kalkoxalat ist stark zurückgegangen und nur noch in relativ wenigen Zellen rings um das Endokarp wahrnehmbar. Die jungen Samenanlagen sind stark gewachsen und füllen das Fruchtfach ganz aus. Durch starke Vermehrung des Endosperms ist die Samenanlage so herangewachsen, dafs der kurze Funiculus beiseite gedrückt wird (Fig. 11).

Im nächsten Entwicklungsstadium, wenn die Frucht etwa einen Durchmesser von 3 mm erreicht hat, sind die drei Schichten des Endokarps bereits deutlich differenziert (Fig. 15). Innerhalb des inneren Gefäfsbündelkreises folgt auf das rundliche Parenchym eine einreihige Schicht, deren Zellen bereits jetzt eine schwache Radialstreckung zeigen (Fig. 15, 5), dann folgt eine mehrreihige Zone enger Zellen (Fig. 15, 6) und endlich eine ebenfalls mehrreihige Schicht stark tangential gestreckter Zellen (Fig. 15, 7). Der Same zeigt im Querschnitte keulenförmige Gestalt (Fig. 12). Die Krümmung ist bald gleichsinnig, bald gegensinnig. Auch die Samenschale zeigt schon Differenzierung. Die äufserste Schicht besteht aus einer Reihe dickwandiger Zellen (Fig. 15, 8), dann folgen mehrere Reihen dünnwandigen, stärkeführenden Parenchyms, von denen die innersten meist mehr oder weniger tangential gestreckt sind (Fig. 15, 9). Die ganze Samenschale (*ss*) scheint aus einem Integumente hervorzugehen. Das Endosperm ist noch dünnwandig und führt in vielen Zellen auffallenderweise Kalkoxalat, das später verschwindet, aber noch in Früchten von 10 mm Durchmesser vorhanden war.

Auf der Oberfläche der Früchte findet man oft auf kleine Polster emporgehobene Wasserspalten.

Hat die Frucht einen Durchmesser von 10 mm erreicht, so ist das Endokarp noch klarer differenziert. Die palissadenartige Streckung der Schicht 5 ist nunmehr deutlich, die Schicht 6 sklerotisch geworden und die Schicht 7 etwas stärker verdickt (Fig. 16, 5—7). Auch in der Samenschale sind Veränderungen vorgegangen. Einige Zellen der Epidermis haben sich sklerotisch verdickt (Fig. 16, 8), und die innersten Schichten des Samenschalenparenchyms (Fig. 16, 9) sind — nährschichtartig — obliteriert. Die Endospermzellen zeigen bereits Verdickung an den Wänden (Fig. 16, *End*). In diesem Stadium erfolgt auch eine zweite Umkrümmung des Samens. Während durch den Druck infolge der weiteren Entwicklung des Samens der Funiculus anfangs gegen die Fruchtfachecke geschoben wurde, wird er nunmehr wieder nach der Mitte der Scheidewand gedrückt. Das am stärksten wachsende, der Ansatzstelle entgegengesetzte Ende des Samens krümmt sich um und schiebt sich zwischen Funiculus und Scheidewand ein (Fig. 13).

Die reife Frucht hat einen Durchmesser von ca. 18 mm und eine rote kirschenähnliche Farbe — daher auch von den Pflanzern „Kirsche“ genannt —, obwohl noch zahlreiche Chlorophyllkörner erhalten geblieben sind. Die Fruchtschale zeigt folgenden Bau. Die Epidermis (Fig. 17 u. 18, 1) besteht aus polyedrischen Zellen mit ziemlich dicken Wandungen, zwischen denen Spaltöffnungen (mit je 2 Nebenzellen) häufig angetroffen werden (Fig. 18, 1). Das darunter liegende Parenchym ist dickwandig und führt bisweilen Kristalle. Der Kristallsand ist meist verschwunden oder doch nur in den das Endokarp umgebenden Schichten wahrzunehmen. In ihm liegt der äufsere Bündelkreis. Dann folgt eine obliterierte Schicht (Fig. 17 u. 18, 3), die mittlere Zone des Mesokarps, die durch das starke Anwachsen der nächstfolgenden Zone (5) zusammengedrückt wurde (bisweilen unterbleibt auch die Obliteration). In ihr verläuft der innere Bündelkreis (Fig. 17 u. 18, 4). Diese Bündel führen, ebenso wie die äufseren, Ring-, Spiral- und getüpfelte Gefäfse (Fig. 18, 4 *Gf*) und werden von Bastfasern (*B*) und kurzen sklerotischen Fasern begleitet. Oft umgiebt das strahlig gebaute Bündel eine dichte Bastzellscheide, deren dickwandige Bastzellen über 1 mm lang und 20—25 mik breit sind. Die nun folgende Palissadenschicht (Fig. 17 u. 18, 5) — aus Schicht 5 der Fig. 15 u. 16 durch starke Streckung der Zellen entstanden — besteht aus radial gestellten, oft etwas gekrümmten Zellen mit stark verschleimten Wänden und unregelmäfsigem Lumen (Fig. 18, 5). Die Schleimmembran wird erst kurz vor der Reife angelegt. An den äufseren Seiten der Fruchtschale ist die Schleimpalissadenschicht breit, an der Scheidewand relativ schmal. Sie fehlt aber auch hier nicht.

Die eben beschriebene äufsere Fruchtschale ist ein Kaffeesurrogat (Sacca oder Sultankaffee). Das wichtigste diagnostische Merkmal ist die Epidermis. Die Sclereiden der Pergamenthülle sind selten darin zu finden. Da in der Fruchtschale Zucker enthalten ist, liefert dieselbe vergoren ein alkoholisches Getränk (arab. Gischr).

An die Palissadenschicht schliefst sich die Pergamenthülle, die sklerotisierte Schicht, an (Fig. 17 u. 19, 6), die das Endokarp bildet. Die Kaffeefrucht ist also eine Drupa oder Steinbeere. Die Zellen dieser nach aufsen unregelmäfsig begrenzten Zone sind sehr verschieden gestaltet, und kann man ihre Verschiedengestaltigkeit am besten erkennen, wenn man die ganze Schicht mit Schultzescher Macerationsflüssigkeit behandelt, also die Zellen isoliert. Man sieht alsdann (Fig. 19), dafs neben kleinen und kurzen Zellen gestreckte und gekrümmte und gegabelte Formen und solche mit mannigfachen Ausstülpungen auftreten und kann leicht feststellen, dafs die Zellen dadurch miteinander fest verzahnt sind, dafs die Zähne der einen Zelle in Ausbuchtungen einer benachbarten eingreifen. Dadurch entsteht ein gegen Zug sehr widerstandsfähiges, festes Gefüge. Die Sclereiden selbst zeigen eine deutliche Schichtung (Fig. 19). An den Stellen, wo die Samen angewachsen sind, also der Funiculus liegt und das Funicularbündel eindringt, ist die Hartschichte auf eine Strecke unterbrochen. Es entsteht hier ein schmaler Spalt. Derselbe ist auch bei dem samt der Pergamenthülle herausgelösten Samen als Längsspalt auf der flachen Seite deutlich erkennbar (*x*, Fig. 2). Nicht selten dringt die Hartschichte an den Rändern des Längsspaltes auch noch

ein Stück in die Samenfalte vor (Fig. 8, *Ek*), eine Schleife bildend (bei *x*, Fig. 8). Auf die Hartschicht, die Pergamenthülle, folgt eine schmale Zone obliterierten Gewebes, die meist eine braune Farbe angenommen hat (Fig. 17, 7). Für gewöhnlich liegt in jedem der beiden Fruchtfächer ein Same. Es kommt jedoch auch vor, dafs nur ein Ovulum sich entwickelt, das andere, da nicht befruchtet, abortiert und das erstere alsdann beim Heranwachsen zum Samen, die Scheidewand beiseite drückend, die ganze Fruchthöhle erfüllt. Der Same ist alsdann rund und nicht plankonvex im Querschnitte (Perlkaffee), das Endosperm fast spiralig eingerollt.

Die Samenschale zeigt in der reifen Frucht folgenden Bau. Zu äufserst liegt die Epidermis, von der einzelne Zellen zu sehr charakteristischen Sclereiden umgebildet sind (Fig. 17, 8, 20 u. 21), welche den Silberglanz der Samenhaut oder Silberhaut bedingen. Die äufseren Schichten des Samenschalenparenchyms sind normal erhalten, die inneren wie eine Nährschicht (Angew. Anatomie S. 459) obliteriert (Fig. 17, 9) und nunmehr stärkefrei. Diese Zellen sind rechtwinklig zur Längsachse des Samens gestreckt. Ihre Obliteration bewirkt die Lostrennung der anfangs dem Endosperm fest anhaftenden Samenhaut, die vom reifen Samen sich leicht loslösen läfst. Da die eigentümliche Faltung des Samens, die dem Querschnittsbilde des reifen Kaffeesamens ein so charakteristisches Aussehen verleiht (Fig. 6), erst nachträglich an der Samenanlage sich vollzieht, so mufs natürlich die Samenschale, die den äufseren, gegen die Fruchtwand zu gelegenen Teil des Samens als silberglänzende, leicht ablösbare Haut bedeckt, auch in die an der Scheidewandseite gelegene Falte eindringen. In der That findet man denn auch hier die charakteristische, sich ebenfalls leicht ablösende Haut. Die Epidermal-Sclereiden der Samenschale sind aufserordentlich charakteristisch und, obwohl ihre Gestalt in ziemlich weiten Grenzen variiert, doch leicht auf den ersten Blick zu erkennen. Fig. 20 u. 21 geben ein Bild der Formenmannigfaltigkeit. Bald sind die Zellen kurz und breit, bald gekrümmt, ausgebuchtet oder verbogen, bald gerade oder stabförmig, immer aber bleibt die Membran (für Sclereiden) relativ dünn (10—12 mik). An der äufseren, konvexen Seite des Samens sind die Sclereiden im allgemeinen ebenso gestaltet wie in der Samenhautfalte an der ebenen Furchenseite, doch zeigen sie an der konvexen Seite des Samens oftmals eine entschiedenere Tendenz zur Längsstreckung (Fig. 20), offenbar eine Folge der mit der fortschreitenden Volumvergröfserung des Samens verknüpften Zugwirkung. So beträgt die Länge auf der konvexen Seite oft 500, 650, ja 730 mik, eine Länge, die sie in der Falte nur selten erreichen. Übrigens ist die Länge sehr variabel. Die kürzesten sind 90—150 mik lang. Ihre Breite schwankt zwischen 30, 35—40 (der häufigste Wert) und 65 mik. Die Streckung erfolgt meist in der Richtung der Längsachse des Samens. Oft zeigen die Sclereiden auch eine Neigung zu Zwillings- oder Drillingsbildungen (Fig. 20 u. 21), d. h. es legen sich zwei oder drei dicht aneinander. Die Tüpfel sind variabel, meist sind sie gestreckt oval, oft linksschief gestellt, aber auch einerseits rundliche, andererseits spaltenförmige finden sich. Man kann sie daher zu jener Gruppe von Mittelformen zwischen Bastzellen und Sclereiden stellen, die ich Librosclereiden (oben S. 34) genannt habe. Sie enthalten meist Luft, bisweilen einen braunen Phlobaphenklumpen. Ihre Wand ist — wie die Reaktion mit Phloroglucin-Salzsäure zeigt — verholzt.

In der Furche, welche auf der flachen Seite des Samens liegt (Fig. 3 u. 6), läuft das Raphebündel, welches am oberen Teile des Fruchtfaches — an der Anheftungsstelle des Ovulums — seinen Anschlufs an die Scheidewandbündel findet. Das Raphebündel kann man sich sehr schön sichtbar machen, wenn man die Samen in Wasser einquillt, dann die Samenhaut (Samenschale) mit der Nadel aus der Furche herauslöst und die leicht in toto sich loslösende Haut in Chloral einlegt. Man sieht alsdann, dafs es aus ziemlich zahlreichen, sehr zarten Spiralgefäfsen besteht, die eine Weite von 7—11 mik besitzen. Dies Raphebündel entsendet eine Anzahl, im rechten Winkel nach links und rechts sich abzweigender, noch zarterer, meist nur 2 Gefäfse führender Nebenbündel, die ein Stück weit in der Samenschale der Falte sich verfolgen lassen, aber nicht auf die konvexe Seite des Samens herübertreten, welche Seite gänzlich bündelfrei ist.

Die Faltung des Samens ist der Regel nach nicht gleichsinnig, wie ein Querschnitt durch die reife Frucht sofort zeigt (Fig. 6). Die beiden Falten der mit den ebenen Flächen an die Scheidewand grenzenden Samen bilden vielmehr eine ∾-förmige Linie.

Das Endosperm, welches bei weitem die Hauptmasse des Samens ausmacht, besteht aus ziemlich derbwandigen Zellen, die besonders in den äufseren Partien etwas radial gestreckt, dann fast isodiametrisch sind (Fig. 17, *End*). Ihre Wand ist sehr eigentümlich leistenförmig verdickt. Dicke der Wand an den Leisten ca. 15 mik, an den dünnen Partien 4—6 mik. Meist sind es einfache oder verzweigte Ringleisten (Fig. 25), die Wand erscheint daher (querdurchschnitten) knotig verdickt, perlschnurartig (Fig. 16, 17, 25). Sie besteht aus Cellulose, wird also durch Jodschwefelsäure unter Blaufärbung gelöst. Sie enthalten, neben reichlichem Plasma, fettes Öl und einen mit Kalipyrochromat sich rotbraun färbenden Gerbstoff. Auch das Coffein ist in ihnen enthalten. Durch Schwefelsäure allein tritt Rotfärbung ein, es ist also auch Zucker zugegen, denn Zucker, Eiweifs und Schwefelsäure geben Rotfärbung (Raspailsche Reaktion). Der Farbstoff wird von den Öltropfen aufgenommen. Stärke ist sehr selten, die kleinen Mengen, die man in jungen Samen findet, verschwinden bei Beginn der Verdickung der Wand. Der Kristallsand, der im jungen Endosperm sich fand, ist verschwunden, also verbraucht (Angew. Anatomie S. 112).

In der Mitte wird das ganze Endosperm von einem Längsspalt durchzogen (Fig. 6 u. 14, *sp*), der mit Quellgewebe (Angew. Anatomie S. 311) ausgefüllt ist und schon beim Lupenbilde deutlich hervortritt. Das Quellgewebe besteht aus dünnwandigen, plasmareichen, oft obliterierten oder verschleimten Zellen, die leicht in Wasser aufquellen und deren Wand nicht auf Cellulose reagiert. Es kommt hier dadurch zu stande, dafs die Verdickung der Endospermzellen nicht bis zur Endospermmitte fortschreitet, sondern kurz vor derselben

Halt macht. Der von Quellgewebe erfüllte Spalt wird also erst dann sichtbar, wenn die Zellen sich verdickt haben. In das Quellgewebe wachsen die Kotyledonen hinein, wenn bei der Keimung das Würzelchen, dessen Spitze ganz oberflächlich liegt und daher schon am ungequollenen Samen sichtbar ist (Fig. 4, *rad*), die Hülle durchbohrt und im Boden sich befestigt hat. Das Quellgewebe vermittelt die Aufnahme des in dem Endosperm aufgehäuften Reservematerials: des Öls, des Plasmas, der Reservecellulose seitens der Kotyledonen.

Läfst man einen Schnitt in Chloral eintrocknen, so tritt im Inhalte aller Endospermzellen eine schön rot-violette Färbung ein, die man auch bisweilen schon beim Einlegen in Chloral beobachtet. Durch Phosphormolybdänsäure wird der Inhalt der Endospermzellen tief orangerot gefärbt, durch Ammoniak hellgelb; beim Liegen an der Luft werden die mit Ammoniak befeuchteten Schnitte bald grün (Viridinsäurebildung aus der Kaffeegerbsäure). Auch Kali färbt hellgelb, Eisenchlorid grünlich (Gerbsäure); der Zucker läfst sich mit Fehlingscher Lösung nachweisen, das fette Öl mittels Schwefelsäure (Zusammenfliefsen der Tropfen) oder Über-Osmiumsäure (Graubraunfärbung). Quecksilberchlorid-Lösung zu einigen in Wasser liegenden Schnitten getropft, erzeugt einen flockigen, weifsen Niederschlag, läfst man eintrocknen und setzt dann wieder Wasser hinzu, so sieht man über das ganze Gesichtsfeld verteilt kleine rundliche und eckige, vielgestaltige Körnchen (Kriställchen) von lichtbräunlicher Farbe, aus denen da und dort kleine Kristallnadeln herausgewachsen sind. Einige erscheinen geradezu stachlig. Wird ein Schnitt durch eine über Nacht in Wasser aufgeweichte Kaffeebohne (das überstehende Wasser nimmt hierbei eine grüne Farbe an, feuchte Bohnen werden auf der ganzen Oberfläche grün: Bildung von Viridinsäure) in einen Tropfen rauchende Salzsäure gelegt, dann ein Tropfen nicht zu konzentrierte Goldchloridlösung zugesetzt und freiwillig abdunsten gelassen, so schiefsen Nadeln und Nadelbüschel von Coffein-Goldchlorid ($C_8 H_{10} N_4 O_2 HCl AuCl_3$) am Rande des Tropfens an (Fig. 31). Das fette Öl der Zellen färbt sich violett. Das Coffein kann auch durch folgende Reaktionen erkannt werden. Man übergiefst vier nicht zu dünne Schnitte mit etwas konzentrierter Salzsäure, setzt ein Kriställchen Kaliumchlorat ($K Cl O_3$) hinzu und dampft auf dem Wasserbade im Porzellanschälchen zur Trockne. Bald färben sich die Schnitte blauschwarz. Bringt man nun vorsichtig nach dem Erkalten starkes Ammoniak hinzu, so färben sich sowohl die Schnitte wie der Rückstand prachtvoll purpurrot infolge Bildung von Murexoin (Tetramethylmurexid $C_8 [CH_3]_4 N_5 O_6 NH_4$).

Werden einige Schnitte in einem Schälchen nach Zusatz einiger Körnchen Kaliumbromat ($KBr O_3$) mit Eisessig übergossen und das Ganze zur Trockne verdunstet, so erhält man einen schön dunkelrotbraunen kristallinischen Rückstand. Hierbei entsteht zunächst Amalinsäure (Tetramethylalloxantin $C_8 [CH_3]_4 N_4 O_7$).

Erwärmt man einige in Wasser liegende Schnitte über der Flamme bis auf 90° und läfst dann langsam eintrocknen, so sieht man da und dort — nicht sehr häufig — Nadeln und Blättchen auskristallisierten Coffeins (Fig. 30).

Der Keimling, den man sich aus in Wasser eingequollenen Samen leicht mit Nadel, Skalpell und Pincette herauspräparieren oder durch Einlegen in Kali herausschlüpfen lassen kann, liegt am basalen Teile des Samens, also an dem der Spitze der Frucht, die sich durch den noch wohl erhaltenen Diskus mit seiner Centralmulde leicht bemerkbar macht (Fig. 14, *Dis* u. Fig. 1), entgegengesetzten Ende (Fig. 14, *Em*), die Kotyledonen in dem Endospermspalt, der nach oben hin in den Quellgewebsstreifen (s. oben) übergeht. Die Radicula ist nicht direkt nach unten gerichtet, sondern schief zur Seite, so dafs der kleine, am eingequollenen Samen leicht bemerkbare Radicularbuckel gegen die rechte Seite hin gerückt ist (Fig. 4, *rad*). Die Kotyledonen sind breit herzförmig und lassen deutlich beim Einlegen in Chloralhydratlösung drei Hauptnerven erkennen, von denen besonders der mittlere mehrere Gabelungen zeigt (Fig. 22, *cot*). Die Radicula ist keulenförmig (Fig. 22, *rad*). Sie tritt sehr leicht schon nach mehrtägigem Einquellen der Handelsware in Wasser infolge starker Quellung des „Quellgewebes“ aus dem Samen hervor und kann schon durch wenigstündiges Einlegen in verdünntes Kali zum Herausschlüpfen gebracht werden. Beide, Kotyledonen und Radicula, bestehen aus plasma- und ölreichem, meristematischem Parenchym. Die Nerven sind nur als Prokambiumstränge angelegt (Fig. 23 u. 24, *proc*), zu Gefäfsbündeln noch nicht entwickelt. Bei der Radicula umgiebt ein Prokambiumcylinder das centrale Mark (Fig. 23).

Bei der (epigäen) Keimung der Samen saugen die Kotyledonen zunächst das Endosperm aus und treten dann, sich stark vergröfsernd und ergrünend, über die Erde (Fig. 26, *cot*). Aus der im Samen kaum wahrnehmbaren Plumula entwickelt sich rasch der beblätterte Sprofs (Fig. 26).

Die Bearbeitung der Kaffeefrucht behufs Gewinnung der Samen in den Kaffee bauenden Ländern läfst sich leicht aus den anatomischen Verhältnissen verstehen. Der Pulper (Tschirch, Indische Heil- und Nutzpflanzen S. 68) zertrümmert die Früchte und löst die äufseren Schichten der Fruchtschale meist an der Grenze der Palissadenschicht (s. oben) los, die beiden Samen isolierend. Mit den Resten der Palissadenschicht und dem Sclereidenpanzer bedeckt, gelangt der Kaffee in die Gärcisterne, wo die erstere abfault. Durch das Peitschen von in der Cisterne in Drehung versetzten Rädern wird die Palissadenschicht vollends entfernt. Der Kaffee verläfst nun die Cisterne, bedeckt von dem Endokarp (der Pergamenthülle, hoornschil [holl.], gabah [mal.], dem Pergament [engl.]), welches deutlich die Längsspalte auf der ebenen Seite erkennen läfst (Fig. 2) und wird nun getrocknet. So stellt er den „Kaffee in der Hornschale“ oder „Pergamentkaffee“ dar. Er gelangt nunmehr in die Schälapparate (den Peeler), in denen die Pergamenthülle zertrümmert und ein Teil der Samenschale („Silberhaut“) abgescheuert wird. In den Abblaseapparaten (Winnower) werden die Endokarp- und Silberhautreste abgeblasen. Der fertige Kaffee des Handels ist daher der auf der konvexen Seite nackte

oder mit den Samenschalresten bedeckte, in der Falte stets die Samenschale noch führende Same der Kaffeefrucht.

Gemahlener Kaffee ist leicht an den sehr charakteristischen Endospermzellen zu erkennen (Fig. 17 und 25), deren eigentümliche Verdickungsleisten selbst an kleinen Stücken deutlich hervortreten. Ebenso klar treten auch die Librosclereiden der Samenschale hervor (Fig. 20 u. 21). Die sehr zarten (s. oben) Gefäfse des Raphebündels und seiner Äste (Fig. 21), die man an den Samen des Handels meist noch findet, sind im gemahlenen Kaffee sehr selten anzutreffen. Elemente des kleinen Keimlings sind nur selten deutlich. Der geröstete, also braune Kaffee, wird, bevor man ihn mikroskopisch untersucht, zuvor mit Schultzescher Macerationsflüssigkeit behandelt.

Die Surrogate und Verfälschungen des Kaffee. Cichorie, Feigen, Taraxacum, Rüben, Eicheln, Siliqua dulcis, Dattelkerne, Cerealien und Leguminosenfrüchte werden auf besonderen Tafeln abgehandelt werden. Keines derselben zeigt die für den Kaffee charakteristischen Librosclereiden und Endospermzellen.

Folia Coffeae.

Kaffeeblätter, Kaffeethee.

Die Blätter des Kaffeestrauches sind gemahlen und geröstet ein Surrogat des Thees. Sie sind länglich-elliptisch, ganzrandig, in den kurzen Blattstiel verschmälert, länglich-zugespitzt, kahl, relativ dünn, lederartig, bis 25 cm lang. Ein Hauptnerv durchzieht das Blatt. Die Sekundärnerven setzen sich im spitzen Winkel (von etwa 45°) an den Hauptnerven an und anastomosieren in scharfem Bogen mittels eines Tertiärnerven des nächsthöheren miteinander.

Der Hauptnerv führt ein konzentrisch gebautes Bündel (Fig. 27) mit central gelegenem, strahlig angeordnetem Holzteil (*gth*) und peripherisch rings um letzteren herumlaufendem Siebteil, dessen Elemente stark obliteriert sind (*sb*). Im und am Siebteile liegen zahlreiche Bastzellen (Fig. 27, *B*). In dem stark nach unten hervortretenden Teile liegt ein Kollenchymstreifen (*col*). Unter der oberen Epidermis (*Epo*) liegt eine Reihe schmaler Palissaden (*p*), von denen immer mehrere einer Trichterzelle (*T*) aufgesetzt sind. An Stelle dieser Trichter- oder Sammelzellen (Angew. Anatomie S. 317) findet man bisweilen eine zweite Reihe Palissaden. Besonders in den Trichterzellen, aber auch sonst im Mesophyll findet sich grobkörniger Kalkoxalat-Kristallsand (Fig. 27, *kr*), der überhaupt bei den Rubiaceen häufig ist. Die an die Palissaden grenzende Zellschicht enthält auch sonst bei Blättern oft Kalkoxalat (Angew. Anatomie S. 102). Das Merenchym (*mer*) ist reich durchlüftet. Die Epidermis der Blattunterseite trägt zahlreiche Spaltöffnungen mit grofsem, durch Emporziehen der Kuticularleiste (Angew. Anatomie S. 433) entstandenem Vorhofe (Fig. 27, *st*).

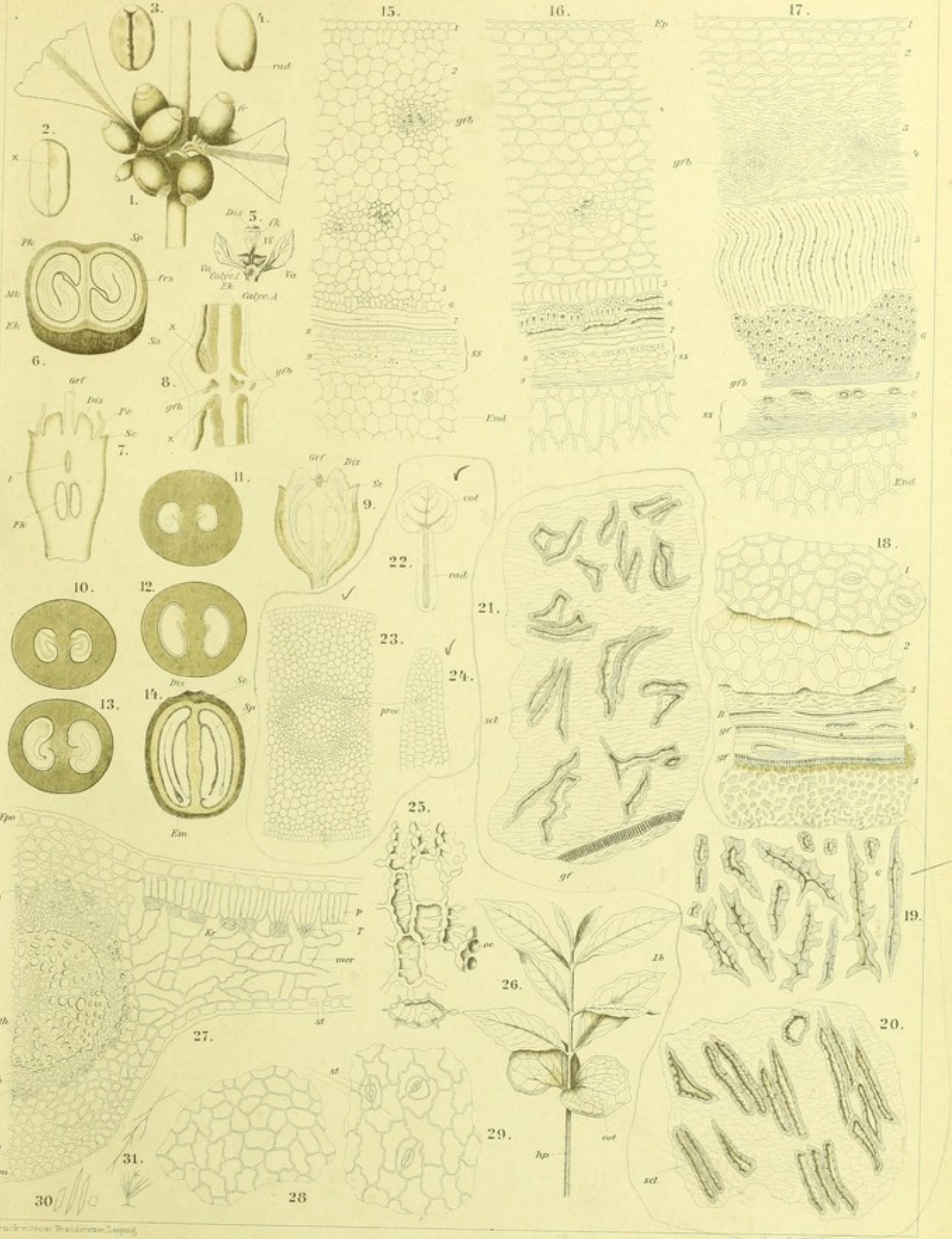
Die Flächenansicht der Epidermen zeigt, dafs die Epidermis der Oberseite polyedrische Zellen mit fast geraden oder doch nur schwach welligen Wänden besitzt und spaltöffnungsfrei ist (Fig. 28), die Epidermis der Unterseite dagegen Zellen mit welligen Wänden zeigt und sehr reichlich mit Spaltöffnungen besetzt ist (Fig. 29), die im längsten Durchmesser 30—34 mik, im Querdurchmesser 25—27 mik messen und von zwei Nebenzellen eingeschlossen sind (Fig. 29, *st*).

Tafel 18.

Erklärung der Abbildungen.

(Coffea arabica und liberica.)

Fig. 1. Fruchtstand von Coffea liberica.
„ 2—4 u. 6—26. Coffea arabica. 27—29 Coffea liberica.
„ 2. Kaffeesame in der Hornschale (Pergamenthülle). *x* Längsspalt.
„ 3. Same von der planen Seite (Bauchseite).
„ 4. „ „ „ konvexen Seite (Rückenseite).
„ 5. Infloreszenz von Coffea liberica. *Calyc. I* und *Calyc. A*, innerer und äufserer Calyculus, *Va*, *Vi* Vorblätter.
„ 6. Reife Kaffeefrucht, quer durchschnitten.
„ 7. Längsschnitt durch den Fruchtknoten.
„ 8. Ansatzstelle der Samen an der Scheidewand bei der reifen Frucht. *Ek* Endokarp.
„ 9. Längsschnitt durch eine sehr junge Frucht.
„ 10. Querschnitt durch dieselbe Frucht.
„ 11—13. Querschnitte durch ältere Früchte. Bei Fig. 13 ist schon die doppelte Umkrümmung des Samens sichtbar.
„ 14. Längsschnitt durch die reife Frucht. Im linken Fruchtfache ist der Same median längsdurchschnitten, im rechten etwas excentrisch.
„ 15. Querschnitt durch die junge Frucht- und Samenschale einer Frucht im Entwickelungsstadium der Fig. 12.
„ 16. Querschnitt durch die Frucht- und Samenschale einer etwas älteren Frucht.
Fig. 17. Querschnitt durch die Frucht- und Samenschale einer reifen Frucht. Die kleinen Zahlen in Fig. 15—19 entsprechen einander und bezeichnen die korrespondierenden Gewebe.
„ 18. Flächenansichten der Gewebe der Fruchtschale bis zur Palissadenschicht.
„ 19. Die Elemente der Pergamenthülle, mit Schultzescher Macerationsflüssigkeit isoliert.
„ 20. Samenschale (Silberhaut) von der konvexen Seite des Samens, Flächenansicht.
„ 21. Samenschale aus der Samenfalte, Flächenansicht.
„ 22. Der Keimling herauspräpariert in Chloral. Der zweite Kotyledon ist abgetrennt.
„ 23. Querschnitt durch die Radicula des Keimlings.
„ 24. Querschnitt durch den Rand eines Kotyledon.
„ 25. Endospermzellen des Samens.
„ 26. Vorgerücktes Keimungsstadium des Samens.
„ 27. Querschnitt durch das Blatt an der Mittelrippe.
„ 28. Epidermis der Blattoberseite.
„ 29. „ „ Blattunterseite.
„ 30. Coffein.
„ 31. Coffeingoldchlorid.



Druck v. Giesecke & Brandstetter, Leipzig.

Lith. Institut v. Meisenbach, Riffarth & Co. Leipzig.

Fol. menthae piperitae.

Pfefferminzblätter, Feuilles de Menthe poivrée, Peppermint.

Die Blätter der Pfefferminze, Mentha piperita L., sind eilanzettlich bis eiförmig-länglich, zugespitzt, an der Basis in den bis 10 mm langen Blattstiel verschmälert, meist ungleich sägezähnig, mit dreieckigen Zähnen, 3—7 cm lang (je nach dem Alter), wie bei allen Labiaten zu dekussierten Blattpaaren am viereckigen Stengel vereinigt. Der Mittelnerv tritt deutlich, besonders an der etwas helleren Unterseite, hervor. Die Sekundärnerven gehen von ihm in seichten Bögen ab, krümmen sich dann nach oben bogenförmig um und anastomosieren so mit den nächsthöher liegenden. Jeder der Sekundärnerven entsendet nach je 2 Blattzähnen zarte Äste, so dafs also immer 2 Blattzähne, meist ein gröfserer oberer und ein kleinerer tiefer liegender von einem Sekundärnerven gespeist werden (Fig. 3). Der Nerv *a—b* (Fig. 6) sendet z. B. Äste nach dem grofsen Zahn *c* und dem kleinen Zahn *d*. Obwohl nicht immer, aber im typischen Falle, wechseln nämlich gröfsere mit kleineren Sägezähnen ab (Fig. 3). Die Nervatur der Zähne ist sehr charakteristisch (Fig. 6). Das stark verbreiterte Bündel kurzer Endigungen liegt unter der Wasserspalten tragenden Zahnspitze und entsendet einen nur kurzen Ast zum nächsten stärkeren Bogennerven, der ein Tertiär- oder Quaternärnerv (also eine Auszweigung des Sekundärnerven) zu sein pflegt. Die Figur 6 veranschaulicht den Nervenverlauf in den Zähnen, Figur 3 im Blatte selbst.

Es sei an dieser Stelle noch besonders hervorgehoben, dafs bei den im grofsen und ganzen ja sehr gleichförmig gebauten Blättern die Form und der Bau der Blattzähne und ganz besonders der Verlauf der Nerven in ihnen ein wichtiges diagnostisches Hilfsmittel ist, das in Verbindung mit dem anatomischen Baue des Blattrandes Unterscheidungen zu machen erlaubt, wo alle anderen Hilfsmittel fehlschlagen.

Schon beim Thee habe ich mich dieses Hilfsmittels bedient (Taf. 3), und auch auf den folgenden Tafeln wird noch häufig Gelegenheit sein, die Zuverlässigkeit desselben zu erproben. Dazu sei bemerkt, dafs man sich den Nervenverlauf der Blätter auf eine aufserordentlich einfache Weise sichtbar machen kann, indem man das Blatt unter dem Deckglase in Chloralhydratlösung (5 : 2) erwärmt. Es wird dadurch durchsichtig wie Glas. Bei sehr stark gefärbten Blättern ist eine kurze Behandlung mit Schultzeschem Macerationsgemisch und nachherigem Einlegen in Alkohol erforderlich, bevor man in Chloral erwärmt.

Die Blätter sind relativ dünn — 120—135 mik dick —, der Hauptnerv (Fig. 1) führt ein grofses, strahlig gebautes kollaterales Bündel. Die Gefäfse sind in Radialreihen angeordnet, die durch zarte einreihige Markstrahlen getrennt sind. Das Kambium (Fig. 1, *c*) ist undeutlich, meist nur einreihig. Die auf der Blattunterseite liegenden Siebbündel (*sb*) sind durch einreihige Rindenstrahlen getrennt. Die Gefäfse sind vorwiegend Spiralgefäfse. Am inneren Rande des Gefäfsteiles, besonders an den Seiten des Nervenbündels, seltener im Siebteile, finden sich bisweilen bastzellartige Fasern (Fig. 13 u. 1, *B*) mit stark quellenden Wandungen. Das Nervenparenchym der Unterseite ist grofszellig, das der Oberseite kollenchymatisch, ebenso wie die subepidermale Zellreihe der Unterseite.

Die Epidermis der Blattoberseite (*epo*) besteht aus etwas höheren, sonst aber den Epidermiszellen der Blattunterseite (*epu*) gleichgestalteten Zellen. Die Seitenwände der Epidermiszellen sind sowohl bei der Blattoberseite (Fig. 7, *epo*) wie bei der Blattunterseite (Fig. 7, *epu*) wellig verbogen. Über den stärkeren Nerven sind die Epidermiszellen gestreckt und geradwandig (Fig. 7, *Nep*), der bei Blättern mit hervortretenden Nerven gewöhnliche Fall. Über dem Hauptnerven und den stärkeren Sekundärnerven ist die Kuticula der Epidermis der Blattunterseite gefaltet (Fig. 1, *cut*). Stomata finden sich meist nur auf der Blattunterseite, dort aber in grofser Zahl (bisweilen findet man auch auf der Oberseite einige!). Sie

sind 24 mik lang und 16 mik breit und besitzen meist 2 Nebenzellen (Fig. 7, *st* u. 8). Die Anfangszelle ist nicht Mutterzelle der Spaltöffnung (Angew. Anatomie S. 434). Die Spaltöffnungen sind meist etwas über die Epidermis emporgehoben (Fig. 1, *st* u. Angew. Anatomie Fig. 486), die Atemhöhle relativ grofs (Fig. 1, *H*). Die Schliefszellen enthalten stets grofse Stärkekörner (Fig. 8).

Der Epidermis sind zwei Arten von Haaren aufgesetzt: gewöhnliche Trichome und Öldrüsen. Die ersteren finden sich vornehmlich auf der Blattunterseite, namentlich an den Nerven, aber fehlen den Facetten nicht ganz. Sie sind in relativ so geringer Zahl vorhanden, dafs das erwachsene Blatt, makroskopisch betrachtet, kahl erscheint. Die längsten (bis 450 mik langen) Haare sind einreihig, aber viel(bis 8-)zellig, an der Basis oft sehr breit (bis 60, meist 20—30 mik) und bisweilen (selten) einer kurzen Zotte aufgesetzt, meist direkt der Epidermis eingefügt (Fig. 1, *t*; 4, *a*), mit kegelförmiger Spitze versehen. Ihre Kuticula ist meist feinwarzig gefaltet oder gestreift. Junge Blätter sind reicher daran und in der Regel in den Rippen so dicht damit besetzt, dafs sie daselbst weifsfilzig erscheinen. Die Haare sind dort oft sehr lang, 8—15-zellig. Bei älteren Blättern sind diese langen Haare für gewöhnlich abgebrochen. Auch die Blattstiele, besonders die jüngeren, tragen diese Haare in grofser Zahl. Aufser diesen langen Haaren finden sich kürzere mehrzellige, einreihige Haare (Fig. 4, *b*, *c*, *d*), die oft nicht so breit sind als die Epidermiszellen, also der Mitte derselben aufgesetzt erscheinen (Fig. 4, *c*, vergl. auch Fig. 17, *t*). Endlich sind auch noch — besonders am Blattrande — kleine kegelförmige, einzellige Haare mit dicker Wand zu finden (Fig. 2, *t*; 4, *e* u. *f* links oben). An diese Haarformen mit kegelförmiger Spitze schliefsen sich dann solche mit kugelförmiger Gipfelzelle an, sog. Köpfchenhaare (Fig. 4, *g*, *h*), die bei jungen Blättern die Lamina dicht besetzen. Sie sind bis 40 mik lang und ca. 15 mik breit. Die schon sehr frühzeitig angelegten, daher bei jungen Blättern dicht nebeneinander liegenden, 55—65 mik breiten Öldrüsen, in denen das ätherische Öl der Mentha enthalten ist, entstehen ebenfalls aus einer Epidermiszelle, sind also ebenfalls echte Trichome (Angew. Anatomie S. 254). Sie finden sich, wie man besonders schön bei Schnitten durch junge Blätter feststellen kann, auf beiden Blattseiten, doch vornehmlich auf der Unterseite. Bei den jungen Blättern liegen sie in der Ebene der Blattfläche (Fig. 5a u. 5b links oben), bei älteren sind sie muldenförmigen Vertiefungen eingefügt (Fig. 5 u. 1), die dadurch zu stande kommen, dafs sich die Epidermis rings um die Drüse vorwölbt. Da jüngere Blätter im Verhältnis zu ihrem Gewicht reicher an Öldrüsen sind als ältere, so sollten junge Blätter bei der Einsammlung bevorzugt werden. Die Entwicklungsgeschichte der Öldrüsen verläuft folgendermafsen. Die Epidermiszelle teilt sich, nachdem sie sich vorgewölbt, durch zwei in der Richtung der Blattfläche gestellte Wände in 3 Zellen. Die innerste Zelle bleibt der Epidermis eingefügt und wird zur Basalzelle (*b* in Fig. 5 u. 9), die nächstäufsere, über der Epidermis gelegene, verbreitert sich etwas, bleibt aber ebenfalls ungeteilt, sie bildet die Stielzelle (*stz* in Fig. 5 u. 9) (diese beiden Zellen bleiben flach). Die äufserste Zelle endlich vergröfsert sich stark, wölbt sich zunächst kugelig vor und erfährt dann successive rechtwinklig zur Blattfläche gerichtete Längsteilungen, zunächst in 2, dann in 4 und endlich in 8 Zellen. Die ersten beiden Teilungswände stehen rechtwinklig zu einander, die späteren setzen sich nicht ganz regelmäfsig an diese an (Fig. 7, *II* u. *III*). Diese 8 Zellen bilden die Sezernierungszellen der Drüse (*sec* in Fig. 5 u. 9). Bisweilen — doch relativ selten — kommt es vor, dafs eine oder die andere dieser 8 Sezernierungszellen sich weiter teilt, so dafs bei der fertigen Drüse mehr als 8 Sezernierungszellen vorhanden sind (Fig. 7, *I*), die Regel ist jedoch 8 (Fig. 7 u. 9). Die Sezernierungszellen enthalten reichlich Plasma, aber kein ätherisches Öl.

Zwischen der Kuticula und der Aufsenwand der Epidermiszellen entsteht das Sekret, in diesem Falle das Pfefferminzöl. Dasselbe ist also wie viele Sekrete ein Subkuticularsekret. Bisweilen sieht man noch in der subkuticularen Partie Reste der resinogenen Schicht (Fig. 15a u. 15b) in Gestalt eines der Kuticula anliegenden Netzes oder feiner Fäden. Das Öl wird von einem wasserlöslichen, quellbaren Körper (Schleim?) begleitet. Dasselbe entsteht erst, wenn die Drüse vollständig entwickelt ist, also die Sezernierungszellen gebildet sind.

Bei Präparation der trockenen Blätter oder in Glycerinpräparaten beobachtet man bisweilen in dem subkuticularen Raume Büschel von in Alkohol-Äther und Chloroform löslichen Mentholkristallen. Dieselben treten natürlich nie im Alkoholmaterial auf und sind daher nicht mit anderen im Blattgewebe, besonders der Epidermis und, wie es scheint, niemals in den Öldrüsen in Alkohol eingelegter frischer (oder gleichbehandelter aufgeweichter trockener) Blätter zu verwechseln. Besonders in den Epidermiszellen, aber auch im Mesophyll, vorwiegend in der Umgebung der Nerven höherer Ordnung, findet man nämlich bei diesem Alkoholmaterial aufserordentlich charakteristische Sphärokristalle in so grofser Zahl, dafs oft jede zweite oder dritte Epidermiszelle einen solchen Sphärokristall führt (Fig. 11). Dieselben sind unlöslich in Wasser (auch heifsem), Alkohol, Äther, Chloroform, Eisessig, Essigsäure (auch heifser), Salzsäure, Anilin (auch heifsem) und Chloralhydratlösung, lösen sich dagegen leicht in verdünntem Kali, schwerer in Ammoniak. Der Schmelzpunkt liegt über 100°. Obwohl die meisten der Reaktionen auf Hesperidin stimmen, läfst doch die Unlöslichkeit in Essigsäure und Anilin (auch in der Wärme) schliefsen, dafs sie Hesperidin nicht sind, auch haben wir weder eine Zuckerart, noch Inulin vor uns. Sie gehören also einem der Mentha eigentümlichen, bisher nicht darin nachgewiesenen Körper an. Man kann sie sich am besten sichtbar machen, wenn man den Schnitt in Anilin legt, das ein vortreffliches Aufhellungsmittel ist, oder den Schnitt mit dem Polarisationsmikroskop betrachtet.

Das Palissadengewebe des Blattes bietet nichts Auffallendes. Es ist einreihig (Fig. 1 u. 7, *p*), jede Zelle aus-

tapeziert mit grofsen, meist 1—4 kleine Stärkekörnchen führenden (Fig. 12) Chlorophyllkörnern (Fig. 1 u. 7, *chl*). Unter dem Palissadengewebe folgen undeutlich ausgebildete Sammelzellen, dann das chlorophyllarme, reich durchlüftete Merenchym (Schwammparenchym, Fig. 1 u. 7, *mer*).

Der Blattrand ist wenig oder gar nicht umgebogen und unbehaart — was für M. piperita sehr charakteristisch ist. Nur einige sehr kleine Kegelhaare (Fig. 2, *t* u. 4, *f* links oben) sind an ihm aufzufinden. Die Kuticula ist nur hier, nicht an der Lamina gefaltet, die Epidermis an der Randkrümmung dickwandiger als an den anderen Stellen; ein zartes Randbündel verläuft im Merenchym (Fig. 2).

Eine Krankheit, die, wie es scheint, ganz regelmäfsig die deutschen Pfefferminzkulturen befällt, wird von dem kleinen Pilze Puccinia Menthae hervorgebracht, dessen Mycel im Blatte lebt. Man findet daher oft, besonders auf den Blättern minderwertiger Handelsware, die kleinen gelben Uredosporenhäufchen dieser Puccinia, die bald bereits die Epidermis durchbrochen haben, bald noch von ihr bedeckt sind. Auch die Teleutosporen sind bisweilen zu beobachten. Die Uredosporen sind einzellig, oval, gelblich, sehr feinstachelig (Fig. 6a), die Teleutosporen zweizellig, mit brauner Wand (Fig. 6b).

Der relativ lange Blattstiel ist konkav-konvex im Querschnitte. Er trägt an den abgerundeten Ecken relativ breite und auf der konkaven Seite einen schmalen Kollenchymstreifen (Fig. 14, *col*) und führt ein breites, oft gespaltenes konkav-konvexes Bündel (Fig. 14, *gfb*) nebst zwei gegen die Ecken gerückten Nebenbündeln. Die Kuticula der Epidermiszellen ist wellig gefaltet.

Im Siebteile finden sich (bei Alkoholmaterial) auch hier die oben erwähnten Sphärokristalle.

Der Stengel, der guter Droge fehlt, da nur die Blätter verwendet werden sollen, ist vierkantig. Er besitzt in jeder der 4 Ecken einen breiten Kollenchymstreifen (Fig. 10) und innerhalb desselben ein breites Gefäfsbündel. Zwischen diesen Eckbündeln zieht sich an den Seiten ein lockerer Streifen, durch Interfascicularkambium (Fig. 10, *intc*) verbundener kleiner Bündel hin. Das Mark ist aufserordentlich grofs und besteht aus dünnwandigem Parenchym (Fig. 10, *m*).

Das Pulver.

In dem feinen Pulver findet man bei Betrachtung in Chloral als besonders charakteristisches Element zahlreiche Fragmente der Epidermis der Unterseite mit den Öldrüsen, die nicht zu verkennen sind — ebenso wie die Spaltöffnungen und Köpfchenhaare. Dazwischen liegen Fragmente des Nervengewebes. Besonders deutlich treten die Tracheen der Nervenbündel hervor. Blattzähne sind selten. Wohl aber findet man die langen Haare oder deren Fragmente da und dort. Stücke der Achsenorgane sind bei guter Droge sehr selten, da nur die Blätter gepulvert werden sollen.

Fol. menthae crispae.

Krauseminzblätter, Feuilles du Menthe crépue, Curled Mint.

Die Blätter von Mentha crispa L. sind breit-eirund, bisweilen fast kreisrund, kurz gestielt, zugespitzt, blasig welligrunzelig, am Rande kräftig umgebogen (Fig. 22 u. 23), tief eingeschnitten-gezähnt (Fig. 21).

Die Seitennerven gehen gewöhnlich in spitzerem Winkel als bei M. piperita vom Hauptnerven ab (Fig. 21). Die Blattzähne sind sehr charakteristisch und besonders dadurch ausgezeichnet, dafs sie ungleich grofs sind. Auf sehr kleine folgen oft enorm grofse, weit hervortretende. Sie sind nicht, wie bei M. piperita, kegelförmig, sondern meist oval-länglich, ihre Nervatur sehr charakteristisch (Fig. 22) und ganz abweichend von der bei M. piperita zu beobachtenden (vergl. Fig. 6). Ein langer Nervenast durchzieht in leichtem Bogen und charakteristischer Verzweigung den Zahn, an dessen Spitze, wie bei M. piperita, Wasserspalten liegen.

Der Blattrand ist stark umgebogen (Fig. 16, *Ra*, 22 u. 23) und trägt ziemlich lange Haare.

Die Behaarung ist eine wechselnde, aber in weitaus den meisten Fällen stärker als bei M. piperita. Die Haarformen sind fast die gleichen, nur fehlen die kleinen Kegelhaare der Piperita (Fig. 4, *e* u. *f*). Es finden sich Köpfchenhaare (Fig. 17, *t* unten) — Gröfse wie bei M. piperita —, kurze und bis 500 mik lange einreihige, 1—6-zellige Haare (Fig. 17, *t* links oben und rechts unten), Basisbreite ca. 35 mik. Die kurzen derartigen Haare sitzen meist einer sehr breiten Epidermiszelle auf (Fig. 17). Die weichbehaarten Formen, die in der Droge häufig sind, tragen auf den Nerven und am Rande zahlreiche lange, charakteristische Haare. Dieselben sind einreihig und mehrzellig (Fig. 16a), mit gestreifter Kuticula versehen und an den Querwänden geknickt.

Die Blattfacetten, die zwischen den Nerven bei der Crispa stärker nach oben hervorgewölbt sind als bei Piperita (Fig. 16), sind sehr ähnlich wie bei M. piperita gebaut. Die Epidermis der Oberseite besteht aus relativ grofsen Zellen (Fig. 17, *epo*) mit relativ wenig wellig verbogenen Querwänden (Fig. 18). Die Epidermis der Unterseite ist kleinzelliger und niedriger (Fig. 17, *epu*), mit stark wellig verbogenen Querwänden (Fig. 19). Auf der Unterseite finden sich zahlreiche Spaltöffnungen

(Fig. 17, *st*) mit meist 2 Nebenzellen (Fig. 19, *st*). Öldrüsen von dem bei M. piperita beschriebenen Bau (Labiatentypus. Angew. Anatomie S. 463) und einer Breite von 55—65 mik finden sich auf beiden Seiten der Blattfläche. Die Zahl der sezernierenden Zellen beträgt acht (Fig. 18), doch ist bei Crispa ihre Zahl oft durch weitere Teilungen vermehrt (Fig. 19 u. 20), sodafs 12, ja 16 zu finden sind. Das Palissadengewebe ist einreihig, das Merenchym reich durchlüftet (Fig. 17, *p* u. *mer*). Der Bau der Nerven weicht nicht wesentlich von dem bei Piperita beschriebenen ab.

Die bei der Pfefferminze beschriebenen Sphärokristalle finden sich bei gleicher Behandlung auch in der Krauseminze, ja treten hier, wie es scheint, noch viel reichlicher auf. Oft sah ich in jeder Epidermiszelle einen solchen Sphärokristall (Fig. 17, *kr*).

Andere Menthaarten.

Die Blätter von Mentha viridis Auct. (Mentha silvestris L. var. glabra Koch), die ebenfalls besonders in England und Amerika kultiviert wird, sind lanzettlich, sitzend oder sehr kurz gestielt, hellgrün (viel heller als Piperita). Die Zähne des scharf gesägten Randes sind oft (wie bei Piperita) ungleich grofs, aber meist viel länger und schlanker (wie bei Crispa). Die Nervatur der Zähne und des Blattrandes (Fig. 24) weicht von der bei Piperita beobachteten ab und nähert sich der M. crispa. Sie hält etwa die Mitte zwischen beiden. Am Rande und den Nerven finden sich wenige mittellange Haare. Der Blattrand ist kräftig umgebogen (Fig. 24), doch nicht so stark wie bei der Crispa. Die Öldrüsen sind zahlreich, der Geruch abweichend von Piperita und Crispa. Eine aus Amerika stammende M. viridis, „echte Spearmint" bezeichnet, zeigte im Bau der Zähne viele Ähnlichkeit mit unserer Viridis. Sie hatte einen umgebogenen Rand und ganz vereinzelte Haare auf den Nerven und am Blattrande.

Von Mentha viridis L. liegen mir mehrere Varietäten „crispata" vor, z. B. die M. crispata Schrader. Dieselbe neigt überhaupt zur Bildung gekräuselter Blätter und unsere M. crispa scheint von einer Viridis bez. Silvestris abzustammen.

Die Blätter von Mentha silvestris L. sind sitzend und variieren in der Form ziemlich. Bald sind sie schlanklänglich lanzettlich, bald fast oval (besonders die unteren), aber immer durch eine dichte weifsfilzige Behaarung der Unterseite an den Nerven und den Facetten ausgezeichnet. Der Blattrand ist umgebogen und dicht behaart, besonders mit vielen langen Haaren besetzt. Die Nervatur und die Form der verhältnismäfsig kurzen, scharfen Zähne des Randes (Fig. 25) erinnert an Piperita, der Bau des Blattrandes jedoch ist der Piperita ähnlicher. M. silvestris variiert und bildet Crispaformen. Oft sind die Zähne lang und spitz, besonders bei den Crispaformen, die meist weniger behaart sind als die anderen.

Die Blätter von Mentha arvensis L. sind eiförmig oder elliptisch und ziemlich lang gestielt. Im typischen Falle sind die Zähne relativ klein und nicht spitz (Fig. 26). Auch die Nervatur der Zähne und des Randes weicht von M. piperita stark ab, so dafs die Ableitung der letzteren von M. arvensis, wenigstens unserer europäischen Arvensis, mehr wie fraglich erscheint. Das Blatt besitzt viele sehr lange Haare an den Nerven und am Blattrande, neben kurzen, nach oben gekrümmten Hakenhaaren. Der Blattrand ist schwach umgebogen. Öldrüsen sind nicht sehr zahlreich.

Die Blätter der in Japan gebauten Mentha arvensis — japonica (mir liegt authentisches Material aus Japan vor) sind grofs, langgestielt, länglich-oval, in den Blattstiel verschmälert, scharf gesägt. Weder die Form des Blattes, noch der Bau der mittelgrofsen Sägezähne stimmt mit M. piperita überein, beide weichen auch von unserer Arvensis ab. Der Bau der Blattzähne hat einige Ähnlichkeit mit M. Langii Steud. (Mentha piperita *α* hirsuta). Dagegen stimmte eine andere M. arvensis aus Japan (wildwachsende Pflanze) im Bau der Blattzähne und in der Behaarung mit unserer Arvensis ganz überein.

Die Blätter von Mentha aquatica L. sind eiförmig-länglich, mehr oder weniger langgestielt. Die Blattzähne sind relativ klein, nicht so scharf wie bei Piperita und lange nicht so gestreckt wie bei Viridis. Bei M. aquatica finden sich ziemlich viele lange Haare und einige kurze am Rande, auf den Nerven und der Lamina (Fig. 27). Der Blattrand ist kaum umgebogen. Die Nervatur der Blattzähne (Fig. 27) ist ähnlich wie bei Arvensis, aber gut davon zu unterscheiden, ganz abweichend von Piperita.

Die mir vorliegende M. hirsuta, die wohl nur eine Form der Aquatica ist, stimmt im Bau der Blattzähne in der That auch ganz mit M. aquatica überein. Auch die Behaarung ist ganz die gleiche.

Die Blätter von Mentha gentilis L. var. acutifolia Koch sind länglich lanzettlich, in den kurzen Stiel verschmälert, scharf gesägt, auffallend hellgrün. Der Blattrand ist nicht umgebogen, er trägt spärlich Haare am Rande, ebenso sehr lange an den Nerven der Unterseite. Die Nervatur der Zähne ist eigentümlich und gleicht keiner der besprochenen

Menthaarten, am ähnlichsten ist sie der bei M. arvensis beobachteten, von der die Edelminze von denen, die sie als gute Art nicht anerkennen wollen, ja auch meist abgeleitet wird.

Aus dieser vergleichend-morphologischen Betrachtung geht hervor, dafs die Pfefferminze und die Krauseminze mit keiner der anderen Arten oder Varietäten verwechselt werden können, wenn man den Bau und die Nervatur der Zähne, sowie die Behaarung in Betracht zieht. Ferner ergiebt sich daraus, dafs Mentha piperita die Charaktere einer von allen anderen wohl unterschiedenen Art zeigt und weder von M. viridis, noch von arvensis oder aquatica — als Kulturform — abgeleitet werden kann. Am weitesten entfernt sie sich von M. aquatica (incl. hirsuta) und gentilis, aber auch mit Arvensis, wenigstens unserer Arvensis, hat sie nichts gemein. Dagegen ist nicht zu leugnen, dafs eine entfernte Ähnlichkeit mit M. viridis besteht. Da auch die übrigen, hier nicht zu erörternden Merkmale die Pfefferminze, wenigstens die in Deutschland kultivierte, von den anderen Minzen gut unterscheiden, so bin ich geneigt, sie bis auf weiteres für eine gute Art zu halten. Anders Mentha crispa. Sie zeigt so viele Anklänge an die Silvestris-Gruppe, dafs sich die Anschauung, sie möchte aus M. silvestris hervorgegangen sein, oder ihr doch sehr nahe stehen, kaum ganz abweisen läfst.

Tafel 19.

Erklärung der Abbildungen.

Mentha piperita.

Fig. 1. Querschnitt durch das Blatt am Hauptnerven.
„ 2. Querschnitt des Blattrandes.
„ 3. Nervatur des Blattes.
„ 4. Haarformen, *a-e* in der Mitte der Tafel, *f* links oben, *g-h* rechts.
„ 5. Öldrüse mit Mentholkristallen. *cut* Kuticula, *sec* sezernierende Zellen, *stz* Stielzelle, *b* Basalzelle.
„ 5a und b (links oben). Entwickelungsgeschichte einer Öldrüse.
„ 6. Blattzähne und deren Nervatur.
„ 6a und b (links). Uredosporen (*a*) und Teleutosporen (*b*) der Puccinia Menthae.
„ 7. Succedane Flächenschnitte durch das Blatt von der oberen Epidermis (*epo*) bis zur unteren Epidermis (*epu*) mit den Öldrüsen. *I*, *II* und *III* die Stellung der Wände bei den Öldrüsen veranschaulichend.
„ 8. Eine Spaltöffnung der Unterseite, stärker vergrößert.
„ 9. Eine Öldrüse, von oben gesehen, stärker vergrößert. Bezeichnungen wie in Fig. 5.
„ 10. Querschnitt durch eine Kante des Stengels.
„ 11. Epidermis mit Sphärokristallen.
„ 12. Chlorophyllkörner mit Stärkeeinschlüssen.
Fig. 13. Eine Bastfaser des Hauptnervenbündels.
„ 14. Schematischer Querschnitt durch den Blattstiel.
„ 15a und 15b. Öldrüsen mit Resten der resinogenen Schicht.

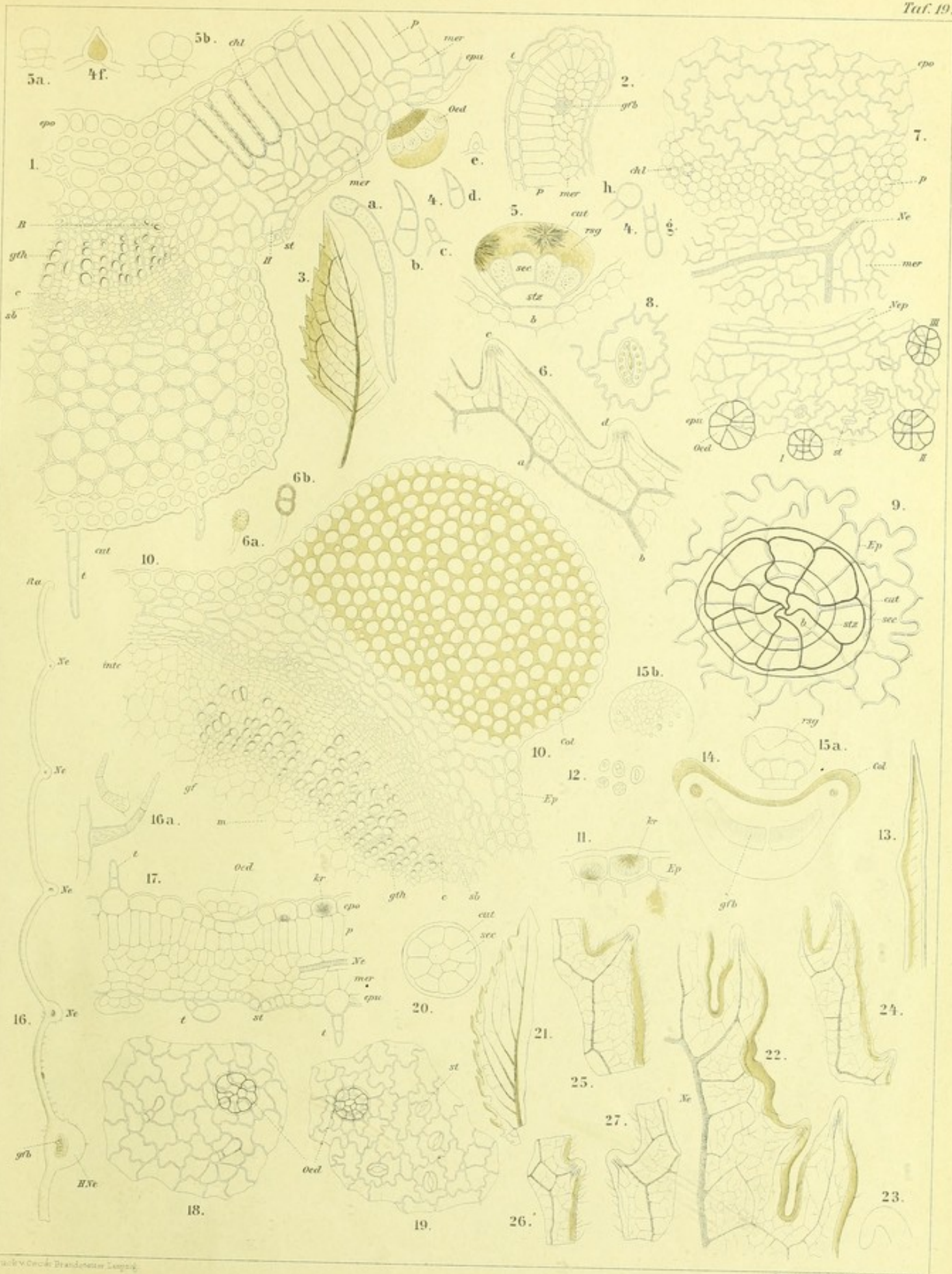
Mentha crispa.

„ 16 (links). Schematischer Querschnitt durch ein Blatt. *Ra* umgebogener Rand.
„ 16a. Haare des Blattrandes.
„ 17. Querschnitt durch ein Blatt.
„ 18. Epidermis der Oberseite } Flächenansicht.
„ 19. „ „ Unterseite }
„ 20. Öldrüse, von oben gesehen.
„ 21. Nervatur des Blattes.
„ 22. Blattzähne und deren Nervatur.
„ 23. Umgebogener Rand des Blattes.

Andere Menthaarten.

„ 24. Blattzähne der Mentha viridis (glabra).
„ 25. Blattzahn der M. silvestris L.
„ 26. „ „ M. arvensis L.
„ 27. „ „ M. aquatica L.

Mentha.



Druck v. Oscar Brandstetter Leipzig.

Louis Gerstner, lithogr. Anst. Leipzig-R.

Rhizoma calami.

Rhiz. calami aromat., Rhiz. acori, Kalmus, Acore vraie, Sweet flag root.

Der kriechende, unterirdische Stamm des Rhizoms von Acorus Calamus L. ist sehr ausgeprägt dorsiventral. Im Querschnitte ist er fast rund, etwas elliptisch, da von oben her schwach zusammengedrückt (Fig. 3). Er trägt auf der Unterseite die Wurzeln, auf der Oberseite die Blätter resp. deren Narben. Die Blätter sind sitzend und reitend, sowie stengelumfassend. Ihre Mediane liegt etwas seitlich (bei ×, Fig. 1, bei *I*, *II*, *III*, Fig. 11), etwa um 45° gegen die Mediane nach links bez. rechts verschoben, so dafs bei Betrachtung des Rhizoms von oben die Medianen rechts und links am Rhizom liegen. Wie aus dem Diagramm (Fig. 11) ersichtlich, sind die Blätter stengelumfassend, aber ihre Scheide läuft nicht nur rings um das Rhizom, sondern geht sogar noch ein Stück über die Anfangsstelle hinaus (× bei Fig. 11), die Ränder greifen spiralig übereinander. So kommt es, dafs man auf der Unterseite an den Rändern des Rhizoms über der Hauptlinie ein Stück weit noch eine zweite Naht sieht (bei *y*, Fig. 2) und bei Betrachtung des Rhizoms von oben über den Medianen der Blattnarben einen herablaufenden Streifen beobachtet (Fig. 1, *z*). Die Enden legen sich nämlich nicht einfach übereinander, sondern der obere übergreifende läuft ein Stück weit herab — oft von einem Blattansatze bis zum anderen über das ganze Internodium —, die Blattbasen umfassen also in schiefer Lage das Rhizom scheidig mit übergreifenden Rändern. In der Achsel der Niederblätter, über der Mediane der Blattnarbe, entspringen die Achselknospen (*kn*, Fig. 1 u. 11), die also bei Betrachtung des Rhizoms von oben fast genau seitlich liegen. Sie müssen sich also beim Austreiben im Bogen nach oben krümmen. Die Wurzeln stehen an der Unterseite der Internodien in schrägen Zeilen (Fig. 2, *Wu*), bald in einfacher, bald in doppelter Reihe. Da die Richtung wechselt, so entsteht eine — übrigens meist infolge von Verschiebungen undeutliche — Zickzacklinie (Fig. 2).

Gräbt man ein Rhizom im zeitigen Frühjahre vor dem Austreiben aus, so findet man an der Spitze desselben die Gipfelknospe, die den Hauptsprofs erzeugt, dann folgen etwa 3—5 kurze Internodien von höchstens 4 mm Länge, dann werden die Internodien länger und dicker. Die gröfste Länge und Dicke wird etwa beim 9. und 10. Internodium erreicht; die Länge beträgt hier oft 10—15 mm — bis hierher finden sich auch bei im Frühjahr gegrabenen Rhizomen Seitensprosse, weiter hinten fehlen dieselben. Dann nimmt die Länge und Dicke wieder ab und erreicht etwa beim 16.—18. Internodium den niedrigsten Stand. Bis hierher reicht der Jahreszuwachs des vorigen Jahres. Von hier an wiederholt sich das Gleiche: es folgen wieder kurze, dünne Internodien, die allmählich länger und breiter werden. Das Rhizom ist also ungleich breit, die Internodien ungleich lang. In den Achseln der abgestorbenen Niederblätter sind zahlreiche Seitentriebe entstanden, die die racemösen Verzweigungen des Rhizoms liefern. Sie sind im Frühjahr noch kurz, wachsen aber im Sommer zu langen Sprossen heran, die auch losgetrennt lebensfähig bleiben und sich ebenso verhalten wie der Hauptwurzelstock. An der Spitze bedecken die Niederblattreste als brauner faseriger Überzug die Gipfelknospe und die Seitentriebe. Weiter nach hinten sitzt jeder Blattnarbe ein brauner Schopf auf (Fig. 1), ganz hinten sind die Narben braun und punktiert. Die Punkte entsprechen den Nervenbündeln der Blätter.

Wie der Querschnitt zeigt (Fig. 3), ist das Rhizom in einen Centralcylinder und eine Rindenschicht gegliedert, die durch eine Kernscheide (Endodermis) voneinander getrennt sind. In beiden finden sich Gefäfsbündel. Der Verlauf dieser Bündel ist in Fig. 2a veranschaulicht. Er ist folgender. Von den Blättern, resp. deren Narben (Fig. 1 u. 2a, *x*) treten die Bündel, etwa 30 von jeder Narbe, in die Rinde ein und laufen in einer, je nach der Länge der Internodien fast geraden (bei den langen Internodien) oder schrägen Linie (bei den kurzen) nach unten und innen, bis sie die Endodermis erreichen. Dies findet stets am nächstunteren Knoten statt. Hier dringen sie durch eine ovale Öffnung der Endodermis in den Centralcylinder ein (bei *o*, Fig. 2a), laufen also in der Rinde nur durch ein Internodium. Im Centralcylinder gehen sie in flachem Bogen bis gegen die Mitte oder nahe zur Mitte und biegen dann wieder nach aufsen um, sich schliefslich an die Endodermis anlegend. So kommt es, dafs gerade unmittelbar innerhalb der Endodermis besonders viele Bündel liegen, man auf Querschnitten durch lange Internodien alle Bündel nahezu im Querschnitt, bei kurzen Internodien nur die der Endodermis benachbarten im Querschnitte, die Rindenbündel aber und die centralen in schiefer Längsansicht erhält. In den äufsersten Teilen der Rinde finden sich Bastzellbündel, die nur sehr wenige Gefäfsbündelelemente im Innern führen (Fig. 5, *B*). Dagegen werden alle diese Bastzellbündel von Kristallkammerfasern begleitet (Fig. 5, *kr*, 7, *km*), die in jeder Zelle einen wohlausgebildeten Kalkoxalatkristall enthalten (Fig. 7, 8 *c*). Ganz ähnlich wie bei der Rad. liquiritiae (S. 30) sind auch hier die Kristallzellen eigenartig verdickt, oft gegen die Bastfasern (Fig. 7, *B*) hin stärker als auf der anderen Seite, und fast immer unregelmäfsig (Fig. 8, *a*, *b*, *d*), ja es kommt vor, dafs sogar eigenartige Membrantaschen entstehen, und der Regel nach liegt sogar auch der Zellkern in einer solchen Tasche (Fig. 8, *a*, *b*, *Ke*). In der grofsen Centralhöhle ruht der Kristall, die Höhlung ziemlich ausfüllend.

Weiter nach innen folgen dann gröfsere Bündel. Dieselben sind stets kollateral gebaut. Die äufseren sind kleiner und individuenarm, die inneren gröfser und individuenreicher. Sie sind stets entweder aufsen und innen oder ringsum von einem Bastzellpanzer bescheidet (Fig. 5, *B*), dessen Zellen bei den äufseren Bündeln noch ziemlich dickwandig sind, bei den inneren, je weiter dieselben sich der Endodermis nähern, also individuenreicher sind, immer dünnwandiger werden. Sie sind ebenfalls von Kristallkammerfasern begleitet. In Verbindung mit dem oben Gesagten geht daraus hervor, dafs die von den

Blattnarben eintretenden Bündel um so ärmer an Bastfasern und um so reicher an Gefäfsbündelelementen werden, je weiter sie ins Innere der Rinde vordringen. Sobald sie die Endodermis passiert haben und in den Centralcylinder eingetreten sind, haben sie auch den Bastzellbeleg verloren und werden nunmehr nur von spitzendigen, relativ kurzen, dünnwandigen Fasern mit runden oder ovalen Tüpfeln begleitet, die die Bastzellen bei den inneren Bündeln vertreten (Fig. 6, *B*) und nicht von Oxalatzellen begleitet werden. Dies allmähliche Verschwinden des Oxalates in der unmittelbaren Umgebung der Belege proportional der geringeren Verdickung der Zellen legt den Gedanken nahe, dafs das Oxalat hier ein bei dem Verdickungsprozesse der Zellwand abfallendes Nebenprodukt ist, also nur dort auftritt, wo ein solcher Prozess stattfindet. Dickwandige Bastzellen werden ja ganz allgemein von Oxalat führenden Zellen begleitet (Taf. 8). Bei den Bündeln der inneren Rindenpartien ist der kollaterale Bau deutlich (Fig. 5). Der Siebteil liegt zunächst im oberen Teile des Bündelverlaufes (also bei den äufseren Bündeln des Querschnittes) aufsen, der Holzteil innen (Fig. 5). Je weiter das Bündel sich der Endodermis nähert, um so mehr dreht es sich herum, so dafs beim Eintreten in den Centralcylinder der Holzteil und Siebteil nicht mehr voreinander, sondern fast nebeneinander liegen. So findet man denn nicht selten an dieser Eintrittsstelle Bündel, bei denen der Holzteil links, der Siebteil rechts liegt. In den Centralcylinder eingetreten, bleibt das Bündel nicht lange kollateral. Es legt sich an andere kollaterale Bündel an und wird ganz allmählich konzentrisch. Dies veranschaulicht Fig. 5 (unten) sehr schön. Das linke, halb gedrehte Bündel hat sich an das rechte, ebenfalls halb, aber in entgegengesetzter Richtung gedrehte Bündel angelegt und die Siebteile sind nur mehr durch wenige Parenchymzellreihen getrennt. Solche Bilder findet man begreiflicherweise meist in der Nähe der Endodermis, etwas nach innen zu. Weiter nach unten wird das Bündel, je weiter es nach innen ausbiegt, immer mehr rein konzentrisch (Angew. Anatomie S. 365), mit peripherischem Gefäfsteile und centralem Siebteile (also perihadromat), und tritt rein konzentrisch an die Endodermis zurück. So kommt es, dafs man an dieser fast nur konzentrische Bündel antrifft (Fig. 5). Da diese konzentrischen Bündel durch den ganzen Sprofs laufen, sind sie die Form, welche man beim Kalmusrhizom am häufigsten antrifft. Innerhalb der Endodermis bemerkt man aufser den in der Organsachse streichenden Bündeln auch noch solche, die horizontal laufen und oft 2 benachbarte Längsbündel miteinander in Verbindung setzen. In der That belehrt ein Tangentialschnitt durch die endodermale Zone, dafs alle Gefäfsbündel daselbst in anastomosierender Verbindung miteinander stehen, ein Netz bildend. Von diesem Endodermalbündelnetze aus werden auch die Bündel in die Wurzeln entsandt (Fig. 2a u. 3, *Wu*), die, als Kegel unterhalb der Endodermis angelegt, die Rinde durchbohren. Die Endodermis des Rhizoms setzt sich in die Endodermis der Wurzeln fort.

Die Elemente, aus denen sich die Bündel zusammensetzen, sind die gewöhnlichen.

Der Siebteil (Fig. 5 u. 6, *sb*) besteht aus Siebröhren und Kambiform. Die Siebröhren, deren Siebplatten nur wenig geneigt sind, zeigen einen deutlichen Kallus bei allen Rhizomen, die im Spätherbste oder im zeitigen Frühjahre gesammelt wurden, im Sommer nicht (Fig. 6). Bei den Bündeln des Centralcylinders ist der central gelegene, primäre Siebteil oft obliteriert (Fig. 5, *obl*). Die Gefäfse sind bald Spiral- oder (seltener) Ringgefäfse — besonders bei den Rindenbündeln —, bald Netzleisten-, bald Leiter-Gefäfse (Fig. 6); letztere walten vor und kommen bei der Diagnose des Pulvers in erster Linie in Betracht. In der äufsersten Partie des Gefäfsteiles der kollateralen Rindenbündel liegen eine oder mehrere grofse Zellen (Fig. 5, *x* in der Mitte), die man auf den ersten Blick für eine Lücke halten sollte, wie sie viele Monokotylenbündel an dieser Stelle haben (z. B. der Mais [Angew. Anat. Fig. 403]). Der Längsschnitt belehrt uns aber darüber, dafs die scheinbare Lücke aus einem Netze grofser unregelmäfsiger Zellen besteht, die, gegen den Bastzellbeleg hin unverdickt sind, gegen den Gefäfsteil hin aber eigenartige Ringverdickungen zeigen. Diese Bildungen findet man auch noch in den kollateralen und halbkonzentrischen Bündeln des Centralcylinders (Fig. 5, bei X_1). Ich glaube in ihnen Stellen sehen zu sollen, in denen Gefäfsbildung erfolgt, denn um aus den kollateralen Bündeln konzentrische zu machen, müssen, um den Ring bei *z*, Fig. 5, zu schliefsen, von hinten her neue Gefäfse nach- und eingeschoben werden. In einigen Fällen war Ringgefäfsbildung bei X_1 direkt wahrnehmbar.

Die Epidermis ist bei dem Rhizom noch erhalten. Sie besteht aus im Querschnitte rechteckigen, meist Stärke führenden Zellen, die eine sehr dicke Kuticula an der Aufsenseite besitzen (Fig. 5, *cut*). In der Flächenansicht sind die Zellen gestreckt, sehr schmal, 10—15 mik breit, stumpf- oder spitzendig (Fig. 6, *Ep*). Die Seitenwand erscheint hierbei wenig verdickt, meist unregelmäfsig, schwach-knotig. Da und dort ist eine Zelle stärker verdickt (Fig. 6, *Ep*). Kork ist auf der Fläche nicht entwickelt, dagegen sind die Stellen rings um die Partien, wo die hervortretende Wurzel das Rhizom durchbrach, aufsen mit Kork versehen (Fig. 2a, bei *k*). Ferner ist die Blattnarbe (Fig. 1, *x*) stets unter dem obliterierenden Gewebe des basalen Teiles des Blattes (Fig. 15, *obl*) durch eine Korkschicht abgeschlossen (Fig. 15, *k*), durch welche die Bündel (Fig. 15, *gfb*) hindurchgehen, die als braune Fasern aus der Blattnarbe hervorragen (Fig. 1) und die die macerierten Blattnerven der zu Grunde gegangenen Blätter darstellen.

Neuerdings ist es üblich geworden, das ungeschälte Rhizom für den Gebrauch zu verlangen. Es geschieht dies weniger, weil die äufseren Rindenschichten so sehr viel ölreicher sind als das übrige Rhizom, als vielmehr deshalb, weil die starke Kuticularisierung der Epidermiszellen die Verdunstung des Öles, des wertvollsten Bestandteiles des Rhizoms, stark hintanhält, die ungeschälte Droge ihren Ölgehalt also besser konserviert.

Unter der Epidermis liegt ein kollenchymatisches Parenchym (Hypoderm) mit nur wenigen und kleinen Intercellularen. In ihm tritt bei den jüngeren Internodien Chlorophyll und roter Zellsaft auf. Ersteres bedingt (durch Phyllocyanin-

säurebildung, Angew. Anatomie S. 57) die bräunliche Farbe des trockenen Rhizoms. Je weiter man aber nach innen vorrückt, um so gröfser werden die luftführenden Intercellularen und schon weit draufsen sind dieselben nur von einer Zellreihe Stärke führender Zellen umschlossen, wie dies denn die Regel bleibt bis ins Centrum des Rhizoms. Die Intercellularen, die am Rhizomquerschnitte schon mit blofsem Auge als feine Öffnungen erkennbar sind, sind im Querschnitte rundlich oder etwas tangential gestreckt (Fig. 5), im Längsschnitte ziemlich (in der Richtung der Organsachse) in die Länge gestreckt (Fig. 9). Die Stärkezellen haben einen Durchmesser von 30—55 mik und sind ebenfalls etwas in die Länge gestreckt (Fig. 9). An den Berührungsstellen sind die Stärkezellen abgeplattet, gegen den Intercellularraum vorgewölbt. An den Berührungswänden, dort wo 2 Stärkezellen aneinander stofsen, besitzt die Wand ovale oder gestreckte Tüpfel. Dort wo mehrere Stärkezellen nebeneinander liegen, sind die Ecken meist kollenchymatisch verdickt, mit einer kleinen Intercellularare inmitten der Verdickungsschicht (Fig. 9, *col*). Sie sind dicht erfüllt mit kleinen Stärkekörnern (Fig. 5, *stä*) und lassen den Zellkern deutlich erkennen (Fig. 9, *ke*).

Die Stärkekörner sind klein, 1—8 mik — meist 3—6 mik — lang, rundlich, oval, oft gestreckt, stabförmig, verbogen oder wulstig aufgetrieben-sackartig, oft zu mehreren (2—4) zusammengesetzt (Fig. 10); der Kern ist selten sichtbar. Der Gerbstoff des Kalmus ist durch Eisenchlorid mikrochemisch nicht deutlich nachweisbar.

Die Ölzellen liegen stets an den Stellen, wo 3 (bez. 4) Stärkezellreihen aneinander stofsen, also 3 Luftlücken, nur durch eine Zelle getrennt, sich berühren. Nur in den äufseren Partien der Rinde sind sie regellos dem Grundgewebe eingebettet. Die Bildung des Öles erfolgt auch hier, wie in den übrigen Fällen, in der Membran. Man kann den Vorgang an den jungen Blättern der Terminalknospen verfolgen und den Sachverhalt durch Anwendung verschiedener Reagentien (Osmiumsäure, Chloral, Glycerin, Alkohol) feststellen. Die Membran verdickt sich an den 3 gegen die Luftlücken zu liegenden Stellen und erzeugt daselbst 3 Kappen (Fig. 16 *I a*, *b*, *c*). Gleichzeitig erzeugt die Membran gegen das Lumen der Zelle zu eine zarte resistente Haut, die, da sie der „inneren Haut" der schizogenen Gänge entspricht, auch hier als innere Haut bezeichnet werden mag (*ih* in den Fig. 16, *I*, *II*, *IV*, *V*). Welche chemische Beschaffenheit die Membrankappe besitzt, liefs sich nicht feststellen. Die Cellulosereaktion giebt sie nicht, sie wird vielmehr durch Jod-Schwefelsäure gelb gefärbt. Sie ist in Alkohol, Wasser und Chloral unlöslich. In ihr scheint ausschliefslich die Ölbildung zu erfolgen. Sie fungiert also als resinogene Schicht. In einem Stadium, welches offenbar ein sehr frühes war (Basalteil eines jungen Blattes der Knospe), färbten sich die Kappen mit Osmiumsäure bräunlich, ohne dafs Öltröpfchen sichtbar waren (Fig. 16, *I*). In einem späteren Stadium bemerkt man alsdann in den Kappen, die deutlich durch eine Brücke (Fig. 16, *II* u. *III* bei *x*) miteinander in Verbindung stehen, Öltröpfchen verschiedener Gröfse, wohl auch einen einzigen Tropfen in jeder Kappe (Fig. 16, *IV a*, *b*, *c*). Auch in den Verbindungsbrücken, die den Ansatzstellen der drei benachbarten Zellen entsprechen, erfolgt Ölbildung (Fig. 16, *III* bei *x*). Diese benachbarten Zellen stülpen sich übrigens meist mehr oder weniger in die Ölzellen hinein. Am besten wird die resinogene Schicht sichtbar, wenn man zu dem Wasserpräparate Glycerin oder Chloral zufliefsen läfst. Die weitere Entwickelung ist mir nicht ganz klar. Nach Osmiumsäurepräparaten zu schliefsen, findet nunmehr eine Diffusion des ätherischen Öles durch die innere Haut hindurch in den Centralraum der Zelle statt. Wenigstens findet man bei den fertigen Ölzellen des Rhizoms, im Innern der Zelle liegend, einen grofsen Öltropfen, der von einer Haut umgeben ist. Diese Haut, die bei höchster Einstellung oft Faltungen und Streifungen zeigt, ist offenbar die „innere Haut", die sich von der Wand abgelöst hat. Betrachtet man Schnitte durch das Rhizom in Wasser oder Glycerin, so sieht man (Fig. 16, *VI*) von der resinogenen Schicht nichts. Der centrale, mit Osmiumsäure sich bräunende Öltropfen ist von einem Kranze kleiner umgeben, oder liegt auch scheinbar frei im Zellraume (Fig. 16, *VII* u. *VIII*). Läfst man jedoch Chloral zufliefsen oder betrachtet mit Alkohol extrahierte Schnitte, so sieht man die resinogene Schicht noch in vielen Zellen als sehr hellen Beleg der Wand anliegend. Für gewöhnlich ist die Kappenbildung nunmehr nicht mehr deutlich, sondern der Beleg ist unregelmäfsig geworden. In vielen Zellen ist er gar nicht mehr deutlich (offenbar, weil er verbraucht ist), und es bleibt beim Extrahieren mit Alkohol oftmals nur ein zartes Häutchen übrig, das der Membran einseitig, und zwar an einer Stelle, die der Berührungsfläche einer Stärkezelle entspricht, angeheftet zu sein scheint, bisweilen auch noch 2 Äste erkennen läfst, die den beiden anderen Anheftungsstellen entsprechen (Fig. 16, *IX*). Dieses Häutchen (*ih*) ist die oben erwähnte innere Haut. Wo der Beleg noch sichtbar ist, reagiert er nicht mehr auf Osmiumsäure.

Wie aus dem Vorstehenden ersichtlich, erfolgt die Ölbildung also auch hier in einer Membranschicht und auch hier ist eine zarte innere Haut vorhanden. Es herrscht somit in der Ölbildung wahrscheinlich Übereinstimmung im Pflanzenreiche. Sie erfolgt sowohl bei den schizogenen und schizolysigenen Gängen (vergl. S. 2), wie bei den Drüsenflecken (S. 14) und den Öldrüsen der Kompositen (S. 6) und Labiaten (S. 74), wie auch den Ölzellen des Kalmusrhizoms (u. and.) in einer Membranschicht, die entweder durch die Kuticula (Labiaten- und Kompositendrüsen) bez. ein derselben äquivalentes Häutchen (Aspidium filix Mas) oder die innere Haut (schizogene Gänge) nach aufsen resp. gegen den Kanal hin abgeschlossen ist.

Die Ölzellen des Kalmusrhizoms, die nur wenig zahlreicher in der Rinde als im Centralcylinder vorkommen und ausschliefslich das Kalmusöl enthalten, sind gröfser als die Parenchymzellen. Sie messen 60—80 mik im Durchmesser und sind meist blasig aufgetrieben. In der Droge zeigt ihre Membran 2 Schichten, eine äufsere verkorkte (vergl. auch An-

gew. Anatomie S. 475) und eine innere, die durch Chlorzinkjod braun, nach vorheriger Behandlung mit Kali blau wird. Beim Behandeln des Schnittes mit Schwefelsäure bleibt die Korkhaut als zarte Membran zurück. Bei der frischen Pflanze und frischen Droge enthalten sie einen farblosen Tropfen ätherischen Öls (s. oben), bei alter Droge 1—3 gelbe oder braune Harzklumpen. Stärke fehlt ihnen stets, doch findet man bisweilen einen kleinen tafelförmigen, korrodierten Oxalatkristall in ihnen.

Die Endodermis besteht aus im Querschnitte tangential gestreckten (Fig. 5, *ed*), im radialen Längsschnitte etwas in der Organsachse gestreckten Zellen (Fig. 9, *ed*), deren Wand verkorkt ist und die ebenso wie das Parenchym Stärke führen. Oftmals ist die Endodermis an den Seiten unterbrochen, läuft also nicht ringsum (Fig. 3 bei *x*). Es sind dies die Stellen, wo das Gewebe des Centralcylinders in das Gewebe der Seitensprosse bez. deren Knospen sich fortsetzt. Die Endodermis des Centralcylinders des Rhizoms setzt sich nämlich direkt an die der Seitensprosse an.

Die Wurzeln treten aus dem Rhizom mit heptarchem Bündel heraus und bleiben auch meist heptarch (Angew. Anatomie S. 366), wie Fig. 13 zeigt. Sieben Gefäfsstrahlen alternieren mit sieben Siebbündeln. Umschlossen ist der centrale, im Verhältnis zum Querschnitte sehr kleine (Fig. 4) Gefäfsbündelcylinder von dem Perikambium, in dem die Nebenwurzeln entstehen (Fig. 13, *pc*), und der verkorkten Endodermis (Fig. 13, *ed*). Die breite Rinde ist lückig und stärkeführend. Ihr Bau gleicht dem des Grundgewebes des Rhizoms. Ölzellen sind auch hier vorhanden. Die Wurzel tritt aus dem Rhizom mit einer doppelten, verkorkten Epidermiszellreihe. Die äufsere Reihe geht jedoch später zu Grunde und sieht man bei älteren Wurzeln nur die Ansatzstellen ihrer Zellen (Fig. 12). Ältere Wurzeln sind daher nur von einer verkorkten Zellreihe bedeckt. Wurzelhaare fehlen. Die zartesten Würzelchen der Pflanze zeigen triarchen Bau (Fig. 14).

Das Pulver.

Das Pulver des Handels scheint ganz allgemein aus geschältem Kalmus bereitet zu werden, denn man findet fast niemals Epidermis- und Korkzellen und sehr selten Bastfasern mit Kristallkammerfasern darin. Die übrigen Elemente des Rhizoms dagegen sind aufs leichteste selbst im feinsten Pulver noch aufzufinden. Reihenförmig vereinigte, stärkeführende, rundliche Parenchymzellen sind oft noch darin erhalten, selbst die charakteristischen Intercellularen findet man an den gröfseren Körnerchen, nur mufs man natürlich die sehr zahlreichen kleinen Stärkekörnchen, deren Gröfse und Form ebenfalls zur Identifizierung der Droge dient, zuvor mit Kali oder Chloral verkleistern. An den Gefäfsbündelfetzen treten die leiterförmig verdickten Gefäfse am deutlichsten hervor, bisweilen war — an gröfseren Fetzen — sogar der konzentrische Bau des Bündels noch zu erkennen. Die Ölzellen werden nach Zusatz von konzentrierter Schwefelsäure deutlich, da ihre Korkhaut alsdann ungelöst bleibt.

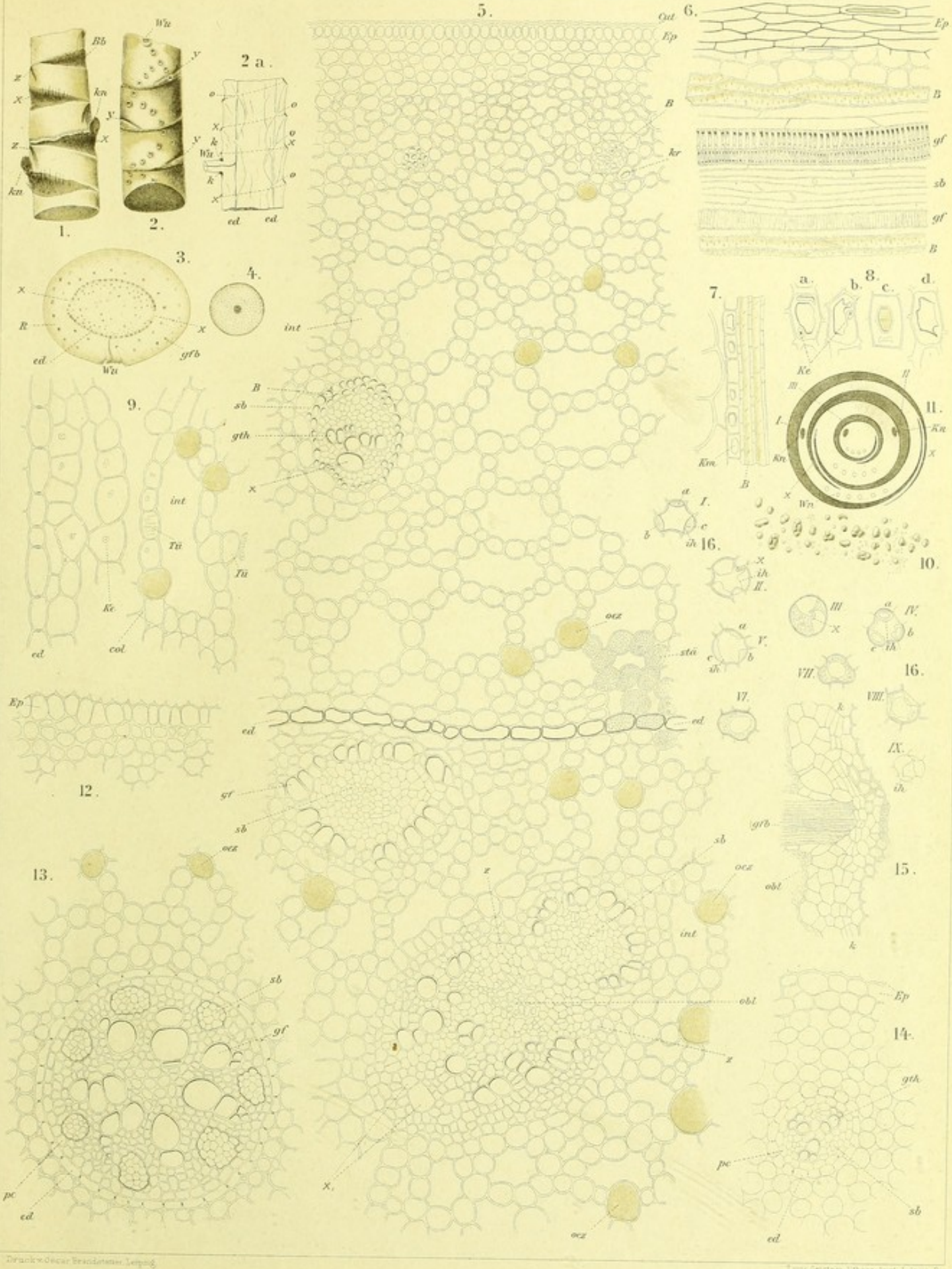
Wenn nicht nur das ungeschälte Rhizom selbst an Stelle des geschälten vorgeschrieben, sondern auch verlangt würde, dafs das Pulver nur aus ungeschältem herzustellen sei, was jetzt noch nicht oder nur sehr selten geschieht, so hätte man in 2 Dingen ein Kriterium, ob ungeschältes Rhizom verwendet wurde: in dem Vorhandensein der Epidermis bez. des Korkes und in dem reichlichen Vorkommen von Bastfasern und Kristallkammerfasern. Denn da die Schälung meist bis etwa zur Hälfte der Rinde vorgenommen wird, fehlt die Epidermis und fehlen die äufseren Rindenbündel mit ihren Bastbelegen ganz oder nahezu ganz. Jedenfalls soll ein gutes Pulver, das also die ölreichen äufseren Schichten enthält, mit Schwefelsäure starke Gipsnadelbildung zeigen. Zwei schön rein weifse Handelsmuster gaben gar keine Gipsnadeln beim Behandeln mit H_2SO_4. Diese Kriterien lassen natürlich bei halbmundierter Ware, bei der nur partiell die Epidermis und die äufseren Rindenschichten abgeschabt sind, im Stich.

Tafel 20.

Erklärung der Abbildungen.

(Acorus Calamus L.)

Fig. 1. Das Rhizom von oben gesehen. *kn* Knospen, *x* Blattnarben.
„ 2. Das Rhizom von unten gesehen.
„ 2a. Medianer Längsschnitt durch das Rhizom, den Bündelverlauf veranschaulichend. Rechts Oberseite, links Unterseite mit Wurzel (*Wu*).
„ 3. Lupenbild des Rhizomquerschnittes.
„ 4. Lupenbild des Wurzelquerschnittes.
„ 5. Querschnitt durch das Rhizom bis in den Centralcylinder hinein.
„ 6. Längsschnitte durch das Rhizom, *Ep* Flächenansicht der Epidermis, darunter ein konzentrisches Bündel.
„ 7. Bastzellbündel aus der Peripherie des Rhizoms mit Kristallkammerfasern. Längsansicht.
Fig. 8. Einzelne Kristallzellen, bei *a*, *b*, *d* ist der Kristall durch Salzsäure herausgelöst.
„ 9. Längsschnitt durch die Rinde des Rhizoms an der Endodermis.
„ 10. Stärkekörner des Rhizoms.
„ 11. Diagramm des Rhizoms, um Lage und Anheftung der Blätter, Wurzeln und Knospen zu zeigen.
„ 12. Peripherische Partie der Wurzel, Querschnitt.
„ 13. Centraler Bündelcylinder der Wurzel, Querschnitt.
„ 14. Junge, sehr zarte Wurzel, Querschnitt.
„ 15. Querschnitt durch eine Blattnarbe mit einem austretenden Blattbündel.
„ 16, *I—IX*. Entwickelungsgeschichte der Ölzellen.



Druck v. Oscar Brandstetter Leipzig.

Louis Gerstner, Lithogr. Anst. Leipzig-R.

Cortex granati.

Granatrinde, Ecorce de Grenadier, Pomegranate bark.

Der Granatbaum, Punica Granatum L., liefert sowohl die Zweigrinde wie die Wurzelrinde in den Arzneischatz.

Die Zweigrinde mag, da sie jetzt von vielen Pharmakopöen der Wurzelrinde gleichgestellt wird und wohl auch schon seit langem die Hauptmasse der Droge ausmachte, zunächst besprochen werden.

Untersucht man ganz junge, ca. 1 cm dicke, noch grüne Zweigspitzen, so findet man, dafs dieselben viereckig oder rechteckig im Querschnitte sind und an den 4 Ecken je eine vorspringende Leiste tragen (Fig. 6, *cost*). Die Rinde besteht aufsen aus Chlorophyllparenchym (grüne Rinde, Fig. 6, *pR*), dann folgt ein lockerer Kranz von Bastzellgruppen (Fig. 6, *B*) und innerhalb desselben die sekundäre Rinde, die noch keinerlei Oxalatdrusen führt (*sR*), dann das Kambium (*c*) und der Gefäfsteilcylinder (*gth*). Zu innerst liegt das Mark (*m*). Das Gewebe der Rippen ist etwas stärker verdickt als das der primären Rinde, im Mark und in der primären Rinde liegen grofse Kalkoxalatkristalle (Drusen und Einzelkristalle).

Schon in dem folgenden Internodium beginnt die Abstofsung der Hauptmasse der primären Rinde. In der Zellschicht unmittelbar innerhalb der Bastzellgruppen beginnt Tangentialteilung in den Zellen. Es entwickelt sich ein Phellogen und rasch schreitet die Korkzellbildung vor. Bereits in diesem Internodium sind 2—3 Korkzellreihen gebildet (Fig. 2, *k*) und die aufserhalb der ringsum laufenden Korkzellzone liegenden Rindenschichten zeigen deutliche Obliteration (Fig. 2) und Bräunung der Zellwandungen.

Im folgenden, 2,5 mm dicken Internodium sind nur noch gebräunte Fetzen der primären Rinde bemerkbar und der Zweig ist von einem grofszelligen Korke bedeckt. Die Rinde hat jetzt eine Dicke von 0,3 mm. Die 4 mm dicken Zweige zeigen keine Reste der primären Rinde mehr (Fig. 3). Das Phellogen ist, nachdem es einige Reihen dünnwandigen Korkes gebildet, zur Erzeugung dickwandigen Korkes vorgeschritten (bei × in Fig. 3). Der ursprünglich nur in 2—3 Reihen parenchymatischer Zellen übrig gebliebene Rest der primären Rinde ist durch Tangentialteilung der Zellen etwa achtreihig geworden (Fig. 3, *pR*) und führt reichlich Chlorophyllkörner, in der sekundären Rinde sind Oxalatdrusen bereits deutlich. Mechanische Elemente fehlen noch gänzlich.

Die Droge besteht aus 0,5—3 mm dicken Zweig-Rindenstücken, die, da die Verästelung eine reiche und die Internodien kurz sind, nur eine Länge von etwa 10 cm besitzen. Die dünnsten, also jüngsten Rindenstücke sind aufsen gelbgrün, die ältesten graugrün, graugelblich oder bräunlich. Bei den jüngeren springt der Kork oft streckenweise im Phellogen ab, die braungrüne oder braune Mittelrinde blofslegend, bei den älteren haftet es ziemlich fest an. Die Innenseite der Rinde ist gelb oder gelbbräunlich, zart längsstreifig. Die jüngeren Rinden zeigen zahlreiche rundliche oder schwach quergestreckte bräunliche Lenticellen, bei den älteren bilden die Lenticellen langgestreckte gerade oder gekrümmte Streifen, die auf weite Strecken hin zu verfolgen sind. Selbst bei den ältesten Rinden des Handels ist Borkebildung nicht zu beobachten, da dieselbe erst nach 20 Jahren auftritt und auch dann nur wenig ergiebig ist.

Kleine, meist schwarze, punkt-, strich- oder inselartige Flechten der Graphideenabteilung (besonders Arthopyrenia atomaria Müll. Arg., Arthonia astroidea var. anastomosans Hepp., Arthonia punctiformis Achar. u. a.) geben dem Korke eine eigentümliche Zeichnung. Die Apothecien sind meist reif und deutlich erkennt man in ihnen die achtsporigen Asci (Fig. 14). Der Flechtenthallus sitzt in der dünnwandigen Korkschicht.

Die Rinde der Zweige, wie sie in der Droge vorliegt, besitzt folgenden Bau.

Die primäre Rinde ist durch die endogene Korkbildung (s. oben) bis innerhalb des Bastzellringes vollständig abgeworfen. Das Phellogen hat, nachdem es etwa 4 Reihen oft obliterierten, dünnwandigen Korkes gebildet, 2—3 Reihen dickwandigen Korkes erzeugt. Jede dieser Korkzellen ist einseitig und zwar auf der inneren Seite stark verdickt, die anderen Seiten bleiben dünnwandig (Fig. 9). Doch läuft die Verdickung ein kleines Stück an der Seitenwand in die Höhe (Fig. 9), so dafs die — übrigens lückenlos aneinander anschliefsenden Korkzellen auch von der Fläche gesehen (Fig. 13) etwas verdickt erscheinen. Die verdickte Innenwand ist getüpfelt (Fig. 9 u. 13). Nach innen hat das Phellogen einige Reihen Hypoderm gebildet. Die Lenticellen (Rindenporen, Korkhöckerchen) liegen oft über einem breiten, primären Rindenstrahl, der, sich nach aufsen stark verbreiternd (Fig. 11 bei *x*), oftmals in seinen Zellen wohlausgebildete Oxalatkristalle führt. Die Lenticellen bestehen aus abwechselnden Lagen von Porenkork (Fig. 11, *pk*) und Choriphelloid (Fig. 11, *cp*), die Poren-

korklagen (Porenkorkschichten, Porophellemschichten, Zwischenstreifen) bestehen aus flachen, tangential gestreckten, tafelförmigen Korkzellen, die zwischen sich Intercellularräume besitzen (Fig. 5, bei *x*), das Choriphelloid (Füllzellen) aus rundlichen, oft nicht allseitig (sondern nur innen und an den Seiten) verdickten, getüpfelten Zellen (Fig. 5, *cp* und 5a), die stets mehr oder weniger grofse Luftlücken zwischen sich lassen (Fig. 12), wie ein Flächenschnitt lehrt. Bald wechseln viele Lagen dieser Zellarten miteinander ab (Fig. 11), bald nur 2 oder 3 (Fig. 5). Meist werden die äufseren Lagen gesprengt (Fig. 5) und ergänzen sich von innen her (Fig. 11). Geht dies längere Zeit fort, so entstehen an diesen Stellen tiefe Mulden, die, wenn sie längsgestreckt sind, als vertiefte dunklere Streifen auf der Rindenoberfläche sichtbar sind (s. oben). Die reiche Durchlüftung sowohl des Porenkorkes wie des Choriphelloids zeigt, dafs die Lentizellen Durchlüftungsorgane sind (Angew. Anatomie S. 443).

Das von dem Phellogen nach innen abgeschiedene Phelloderm ist nur wenigzellig und höchstens 3 Schichten breit. Auf das Phelloderm folgt die primäre Rinde, soweit dieselbe noch erhalten. Sie führt ziemlich reichlich Chlorophyllkörner, so dafs, wenn — wie dies häufig vorkommt — der Kork im Phellogen abblättert, eine braungrüne Fläche zum Vorschein kommt. Aufser Chlorophyllkörnern führt die primäre Rinde reichlich Stärke. Die Parenchymzellen, die im Querschnitte tangential gestreckt, im radialen Längsschnitte rundlich erscheinen, zeigen an den Wänden oft eine eigentümliche Netzleistenverdickung (Fig. 4b). Eingestreut in das Gewebe der primären Rinde finden sich bei älteren Rinden zahlreiche grofse Sclerenchymelemente. Jüngeren Rinden (Fig. 11) fehlen dieselben ganz oder sind doch selten. Die Form, die Länge und Breite derselben ist aufserordentlichen Schwankungen unterworfen (Fig. 10). Im Querschnitte erscheinen sie meist tangential gestreckt und nicht selten 110—200 mik breit. Sie sind bald gerade, spindelförmig, ungeteilt, bald gegabelt, gekrümmt, hin und her gebogen, oder mit zahlreichen Ausstülpungen versehen. Ihre Breite schwankt zwischen 20 und 200 mik, ihre Länge zwischen 90 und 250 (ja 400) mik. Ihre Wand zeigt, wenigstens in den äufseren Partien, eine sehr deutliche Schichtung. Für gewöhnlich ist die Verdickung eine so starke, dafs von dem Lumen nur eine kleine Höhlung oder ein zarter Spalt übrig bleibt. Dort, wo die Verdickung nicht so weit vorgeschritten ist, erkennt man deutlich die Tüpfel und kann konstatieren, dafs dieselben linksschief—spaltenförmig sind (Fig. 10). Daraus geht hervor, dafs diese Zellen, deren Wand keine Verholzung zeigt (durch Phloroglucin-Salzsäure tritt Orangefärbung ein), nicht zu den Sclereiden gehören, sondern metamorphosierte Bastzellen sind. Sie finden sich vorwiegend in der primären Rinde oder den benachbarten Partien der sekundären — besonders in den Strahlenenden — und fehlen den mittleren und inneren Partien der sekundären Rinde ganz oder nahezu ganz.

Die sekundäre Rinde zeigt bei etwa 1 mm dicken Rindenstücken bei schwacher Vergröfserung eine sehr klar hervortretende geflammte Zeichnung (Fig. 11), die von den dreieckigen Siebstrahlen erzeugt und eine sehr zarte Tangentialstreifung, die von den Oxalatzellreihen hervorgerufen wird. Die geflammte Zeichnung wird bei älteren, 3—4 mm dicken Rinden undeutlich, die Tangentialstreifung bleibt aber auch hier deutlich, beide sind mit blofsem Auge nicht sichtbar.

Die sekundäre Rinde besitzt folgenden Bau. Die Rindenstrahlen sind eine, sehr selten 2 Zellen breit (Fig. 4, *rst*) und 1—16, oft 4—7 Zellen hoch (Fig. 7, *rst*). Sie bieten im radialen Längsschnitte das bekannte Bild des Mauerparenchyms (Fig. 8), im tangentialen Längsschnitte sind sie unregelmäfsig spindelförmig (Fig. 7, *rst*). Bei letzterem Schnitte sieht man auch, dafs die Rindenstrahlzellen entweder getüpfelt (Fig. 7, *tpf* unten) oder netzleistenförmig verdickt sind (Fig. 7, *tpf* oben). Zwischen diesen Rindenstrahlen liegen die „Siebstrahlen“ (Angew. Anatomie S. 384), d. h. die eigentliche sekundäre Rinde. Dieselben bestehen aus 3 Elementen. Zunächst finden sich darin Zellen, von denen jede einzelne eine wohlausgebildete Kalkoxalatdruse oder einen Einzelkristall enthält (*kr* in Fig. 4, 7, 8). Diese Zellen sind fast genau quadratisch, zeigen also im Querschnitte (Fig. 4), im tangentialen (Fig. 7) und im radialen Längsschnitte (Fig. 8) dasselbe Bild. Sie sind zu ziemlich langen Kristallkammerfasern vereinigt, deren spitze Enden auf dem tangentialen Längsschnitte besonders deutlich hervortreten (*km* in Fig. 7). Sämtliche Zellen jeder dieser Kristallkammerfasern sind aus einer Zelle hervorgegangen, die Querwände sind denn auch dünner als die Längswände (Fig. 8). Die Oxalatdruse ist fast so grofs als die Zelle. Diese Oxalatzellen bilden auf dem Querschnitte (über die Rindenstrahlen hinlaufende) regelmäfsige Tangentialreihen, und diese Tangentialreihen sind es, die die feine, mit der Lupe sichtbare Tangentialstreifung des Rindenquerschnittes bedingen, von der oben die Rede war.

Das zweite Element des Siebteiles ist ein ebenfalls sehr regelmäfsig angeordnetes Phloemparenchym (Leitparenchym, Angew. Anatomie S. 342), dessen Zellen im Querschnitte und Längsschnitte quadratisch oder nahezu quadratisch sind (*php* in Fig. 4, 7 u. 8) und — auf dem Querschnitte — gleichfalls Tangentialreihen bilden.

Die beiden Elemente — Oxalatzellen und Phloemparenchym — werden begleitet von Siebröhren und die Siebröhren wohl vertretenden eigentümlich getüpfelten Zellen. Die typischen Siebröhren findet man wohlausgebildet und erhalten nur in den innersten Schichten der sekundären Rinde. Hier erscheinen sie als lange Schläuche mit quer oder schief gestellten Platten (*sb* in Fig. 4a). Weiter nach aufsen findet man sie nicht mehr. Sie obliterieren nämlich frühzeitig, eine Eigentümlichkeit, die sie z. B. mit den Siebröhren der Süfsholzwurzel teilen (vgl. S. 30). So kommt es, dafs man in den mittleren und äufseren Partien der sekundären Rinde nur die obliterierten Siebröhrenstränge als Keratenchymbündel (Angew. Anatomie S. 337) antrifft (*obl* in Fig. 4 u. 8). Erhalten bleiben jedoch lange eigentümlich getüpfelte Zellen, deren Längs- und Querwände auf dem Tangentialschnitte deutlich knotig gegliedert sind (*x* in Fig. 7) und die auf dem Radialschnitte eine einfache oder mehrfache Reihe breiter Tüpfel zeigen (Fig. 8, *x*) — mit

anderen Worten: deren Radialwände getüpfelt sind. Diese Zellen sind länger als die Phloemparenchymzellen, besitzen aber ebenfalls meist horizontale Querwände.

Stärke findet sich, aufser in der primären Rinde, in den Rindenstrahlen und in dem Phloemparenchym. In diesen Zellen erhält man auch allein die Reaktion auf Pelletierintannat resp. die Granatgerbsäurereaktion. Ihr Inhalt wird durch Kalipyrochromat tief rotbraun, durch Kaliumwismutjodid rotbraun, durch Phosphormolybdänsäure erst blutrot, dann rotbraun, durch Eisenchlorid blauschwarz, durch Kali tief orangerot. Den innersten, jüngsten Schichten der sekundären Rinde fehlt Stärke, wohl aber werden dieselben durch Phosphorwolframsäure gelblich und Kalkwasser orangegelb gefärbt. Legt man einen Schnitt in Sublimatlösung, so beobachtet man nach dem Eintrocknen zahlreiche bräunliche, quadratische Kriställchen, konzentrierte Schwefelsäure färbt braungelb, Goldchlorid wird reduziert und der Schnitt erscheint am Rande vergoldet. Überhaupt scheinen in den Zellen der Rinde stark reduzierende Substanzen enthalten zu sein.

Das Kambium ist auch an den Stücken der Droge noch sehr deutlich erhalten.

Die Stärkekörner sind rundlich oder gestreckt, bisweilen gekrümmt oder keulenförmig, relativ selten zusammengesetzt. Ihre Länge beträgt 2,5—7,5 mik (Fig. 16). Die Oxalatkristalle sind in der sekundären Rinde meist in Form runder Drusen (Fig. 4, 8, 15 *d*) vorhanden, doch kommen daselbst auch Einzelkristalle vor (Fig. 15); in der primären Rinde bilden die letzteren die Regel.

Die Rinde der Wurzel des Granatbaums zeigt, obwohl ihre Entwickelungsgeschichte eine ganz andere ist, doch schliefslich einen sehr ähnlichen Bau wie die Stammrinde.

Das primäre Bündel der Wurzel ist, wenn die Wurzel 0,3 – 0,35 mm dick ist, radial-tetrarch, wird aber schon frühzeitig kollateral. In 0,4 mm dicken Wurzeln ist es bereits kollateral geworden. Die 4—5 Zellreihen dicke primäre Rinde, in deren Zellen eine endotrophische Mycorhiza vorkommt, zeigt schon in diesem Stadium Bräunung und Obliteration — sie wird kurz nachher abgeworfen — und in dem Perikambium sind bereits 3 Reihen von Korkzellen entstanden. Die das Perikambium umgebende verkorkte Endodermis, die relativ grofszellig ist und bei den jüngsten Wurzeln über den Gefäfsstrahlen des tetrarchen Centralbündels unverkorkte Durchlafsstellen zeigt, ist obliteriert. Eine 0,75 mm dicke Wurzel läfst nichts mehr von der primären Rinde erkennen, der Holzkörper ist mächtig herangewachsen, der perikambiale Kork liegt zu äufserst; er bedeckt die schmale sekundäre Rinde, ist 4—6 Zellreihen dick und zeigt in den inneren Schichten bereits die charakteristische Verdickung an den inneren Wänden, allerdings nur schwach, aber doch deutlich. Bei einer 0,4 mm dicken Rinde einer 2,5 mm dicken Wurzel sind in den inneren Schichten der sekundären Rinde bereits reichlich Kalkoxalatdrusen wahrzunehmen, in den äufseren lebhafte Teilung, der Tangentialdehnung folgende Radialwände.

Die Rindenstücke der Droge, der Cort. radicis Granati, denen ganze Wurzelstücke verschiedenster Dicke beigemengt zu sein pflegen, weichen von den Stammstücken in einigen Punkten ab. Sie sind breit, relativ flach, oft unregelmäfsig verbogen. An den Stellen, wo der Kork abgescheuert ist, tritt eine gelbbraune, keine braungrüne Farbe hervor, da dem Phelloderm das Chlorophyll fehlt. Flechten fehlen, Lenticellen sind selten. Breite flache, schalenförmige Vertiefungen (Conchas) sind häufig.

Am charakteristischsten ist die der Stammrinde für gewöhnlich gänzlich fehlende, oder doch sehr wenig ausgiebige Borkebildung bei der Wurzelrinde. Der perikambiale Kork entwickelt sich nämlich zunächst normal. Das Phellogen (*phg* in Fig. 1) erzeugt zunächst dünnwandigen Kork, der samt der Endodermis frühzeitig obliteriert (*k, obl* in Fig. 1) und dann mehrere Reihen von Korkzellen, deren Wand auf der Innenseite stark verdickt ist (*x* in Fig. 1), ganz wie bei der Stammrinde. Gleichzeitig entsteht wenig Phelloderm (*pd*). Aber schon sehr frühzeitig entstehen tief im Innern der sekundären Rinde Korkstreifen, die zur Bildung typischer Schuppenborke führen und durch Abstofsen der Borkeschuppen die flach-schalenförmigen Vertiefungen auf der Oberfläche der Rinde erzeugen. Diese innere Peridermbildung beginnt mit der Entstehung von Phellogenstreifen und verläuft ganz analog der äufseren Peridermbildung. Auch bei den inneren Peridermbändern verdicken sich die inneren Korkzellreihen, auch bei ihnen sind die äufseren dünnwandig, doch pflegen die letzteren hier im Querschnitte mehr quadratisch oder unregelmäfsig zu sein. Durch diese Borkebildung werden oft grofse Streifen der sekundären Rinde mit Bastfasern, Kristallzellen und Siebbündeln abgestofsen. So kommt es, dafs man bei den älteren Rindenstücken fast niemals das in Fig. 1 dargestellte Querschnittsbild erhält, sondern zu äufserst das Borkeperiderm liegt — dasselbe ist oft abgescheuert — und dann sogleich die Rindenstrahlen einsetzen, die subphellodermale Mittelschicht (Fig. 1, *Ms*), die durch reichliche Teilungen aus den äufsersten Schichten der sekundären Rinde entstand, also gänzlich fehlt, ebenso wie die darauf folgenden Schichten. Diese Rindenstücke zeigen denn auch nicht das charakteristische, geflammte Aussehen der Stammrindenstücke (Fig. 11). Bei jüngeren Wurzelrinden ist das äufsere Periderm typisch erhalten (Fig. 1). Auf dasselbe folgt stärkeführendes Rindenparenchym, in dessen Zellen oft wohlausgebildete Oxalatkristalle auftreten und dessen Wände nicht selten Netzleistenverdickungen zeigen (Fig. 1, *z*). In diesem Gewebe liegen auch die obliterierten primären Siebbündel (Fig. 1, *obl*) und grofse, knorrige Bastfasern (Fig. 1, *B* u. 10) von dem gleichen Bau und gleicher Gröfse wie oben bei der Stammrinde beschrieben. Die inneren Partien der Rinde zeigen fast ganz den gleichen Bau wie die entsprechenden der Stammrinde, doch ist die Anordnung der Kristallzellen nicht ganz so regelmäfsig wie bei dieser, wie der Vergleich von Fig. 1 und 4 lehrt, auch finden sich hier bei der Wurzel

rinde noch reichlich eben jene knorrigen Bastzellen (Fig. 1, *B*), die den entsprechenden Schichten der Stammrinde fast ganz fehlen. Hier findet man auch Bastzellen anderer Form, kurze, stabförmige Zellen mit oft abgestutzten Ecken (Fig. 10, *x*). Die äufseren Siebröhrengruppen sind obliteriert (*obl* 1 in Fig. 1), die inneren, am meist gut sichtbaren Kambium, erhalten. Hier sind Siebröhren und Geleitzellen oft recht deutlich (Fig. 1a, *sb* und *glt*).

Der Bau der Markstrahlen ist bei der Wurzelrinde der gleiche wie bei der Stammrinde, die mikrochemischen Reaktionen sind ebenfalls bei beiden gleich, da der Zellinhalt bei beiden derselbe ist.

Das Pulver.

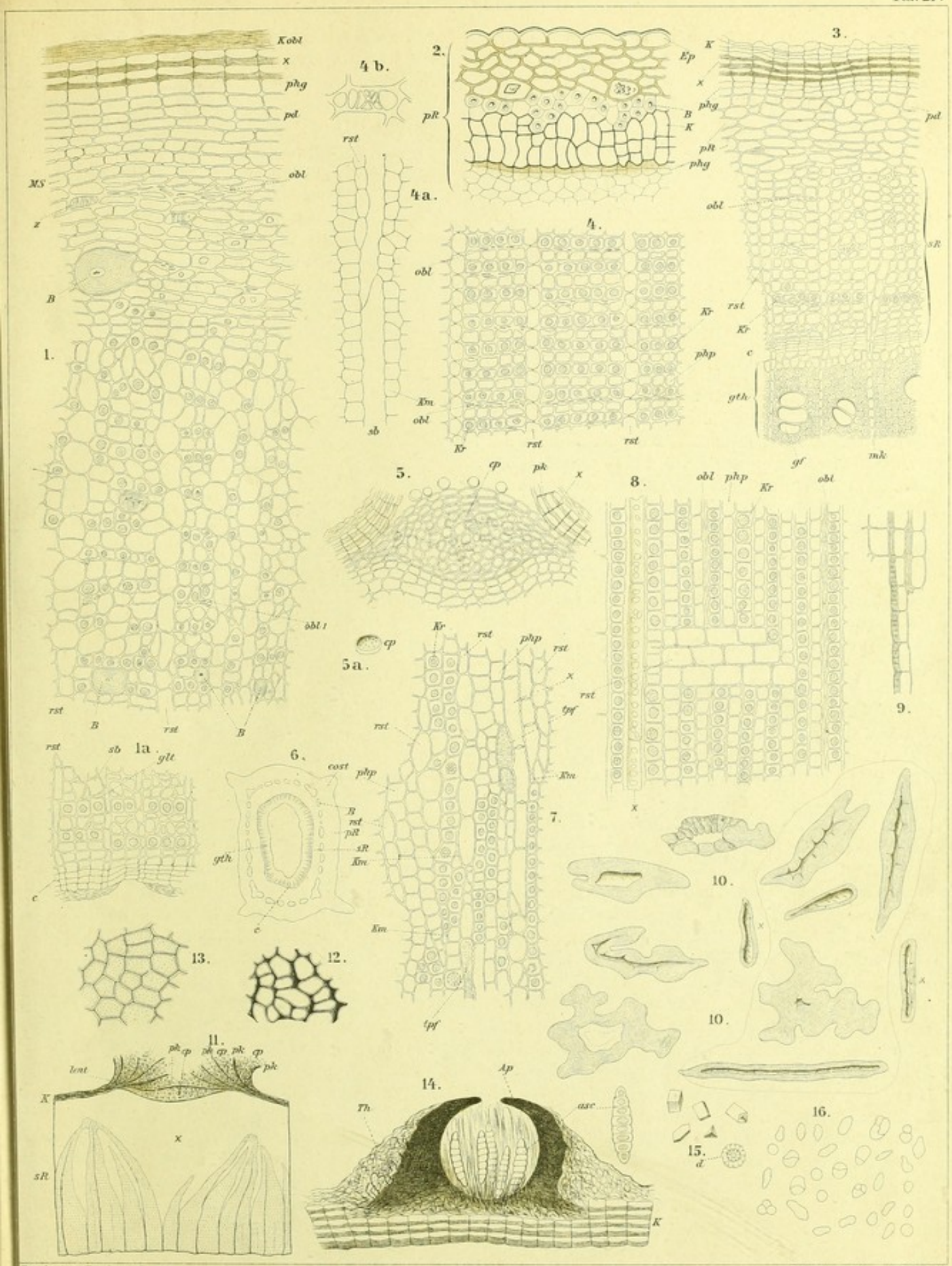
Im Pulver prävaliert die Stärke, deren charakteristische Körner (Fig. 16) die Diagnose erleichtern. Behandelt man dann das Pulver mit Chloral, so sieht man nicht nur isolierte Oxalatdrusen, sondern oft lange Stücke gut erhaltener Kristallkammerfasern (Fig. 8), wie sie radiale Längsschnitte darbieten. Diese geben dem Bilde etwas sehr Charakteristisches. Auch das Mauerparenchym der Rindenstrahlen (Fig. 8) und der Kork (Fig. 13), sowie isolierte Choriphelloidzellen (Fig. 5a) sind deutlich. Hier und da sieht man auch die rundlichen Zellen der subepidermalen Schichten. Die knorrigen Bastzellen (Fig. 10) sind sehr selten, immerhin in jedem Pulver zu finden.

Tafel 21.

Erklärung der Abbildungen.

(Punica Granatum L.)

Fig. 1. Querschnitt durch die äufsere Partie junger Wurzelrinde.
„ 1a. Querschnitt durch die kambiale Partie der Wurzelrinde.
„ 2—9, 11—14. Stammrinde.
„ 2. Endogene Korkbildung in ganz junger Rinde, die zur Abstofsung der Hauptmasse der primären Rinde führt.
„ 3. Etwas älteres Internodium, die Hauptmasse der primären Rinde ist abgestofsen, in der sekundären sind bereits Kristallzellen gebildet.
„ 4. Partie aus dem mittleren Teile älterer Rinde (aus der Handelsware). Querschnitt.
„ 4a. Siebröhre aus der kambialen Partie der Stammrinde (Handelsware). Tangentialer Längsschnitt.
„ 4b. Mit Netzleisten verdickte Rindenparenchymzelle aus der subperidermalen Rindenpartie. Querschnitt.
„ 5. Junge Lenticelle, im Querschnitt. Die erste Trennungsschicht gesprengt.
„ 5a. Choriphelloidzelle.
„ 6. Schematischer Querschnitt durch ein ganz junges, noch grünes Internodium.
Fig. 7. Tangentialer Längsschnitt durch die mittlere Partie der Stammrinde (Fig. 4).
„ 8. Radialer Längsschnitt durch die mittlere Partie der Stammrinde (Fig. 4).
„ 9. Radialer Längsschnitt durch das Periderm.
„ 10. Mit Schultzescher Macerationsflüssigkeit isolierte, knorrige Bastzellen.
„ 11. Lupenbild eines jüngeren Rindenquerschnittes der Handelsware mit einer Lenticelle (*lent*).
„ 12. Choriphelloidzellen (Füllzellen) der Lenticellen von der Fläche gesehen, mit den luftführenden Intercellularen.
„ 13. Normale, verdickte Korkzellen (Fig. 1, *x*), von der Fläche gesehen.
„ 14. Das Apothecium einer Arthonia von der Stammrinde, rechts ein isolierter Ascus (*asc*).
„ 15. Isolierte Kalkoxalat-Einzelkristalle, *d* eine Druse.
„ 16. Stärkekörner.



Druck v. Oscar Brandstetter Leipzig.

Lith. Institut Leipzig.

Mitus plate - Fig 1. on one slide

Figs 8 + 10 + 15 + 16 on one slide

Flor. Verbasci.

Wollblumen, Königskerze, Fleurs de Bouillon blanc, Molène, Torch-weed, Mollein.

Die Blüten von Verbascum thapsiforme Schrad. sind zu Dichasien vereinigt, die ihrerseits wieder, an einer langen Infloreszenzachse sitzend, einen sog. Blütenschwanz bilden. Sie entstehen zuerst einzeln in den Achseln der spiralig angeordneten, zugespitzten, an der Infloreszenzachse herablaufenden Deckblättern (den Hochblättern der Infloreszenz, Fig. 5, *D*). Diese erste Blüte (Fig. 5,1) hat 2 lanzettliche Vorblätter (α). In den Achseln dieser letzteren entspringen bald 2, bald 4, gleichfalls mit Vorblättern (β) versehene Blüten (3—3. 5—5). Bevor jedoch diese 2, bez. 4 mit der Blüte 1 ein 3-, bez. 5-blütiges Dichasium bildenden Blüten sich entfalten, entsteht zwischen diesem Dichasium und dem Deckblatte *D*, also unter Blüte 1, eine Beiknospe als Bereicherungssprofs. Der Bereicherungssprofs ist im einfachsten Falle einblütig. Meist jedoch entsteht zwischen dieser einen Blüte, die zuerst aufblüht (2), und dem Deckblatte noch eine zweite Blüte (4). Jede derselben hat 2 Vorblätter (γ). Bisweilen finden sich aber auch noch in den Achseln der Deckblätter der oberen, älteren Blüte zwei weitere, aber deckblattlose Blüten (6). Diese sind die zuletzt aufblühenden. Infolge des sehr verschiedenen Alters der Blüten blühen von diesen Teilinfloreszenzen meist nur eine oder zwei zu gleicher Zeit. Da sie aber alle nacheinander (in der Reihenfolge der Zahlen) zum Blühen kommen, so steht ein Blütenschwanz von Verbascum thapsiforme wochenlang in Blüte.

Die Blüten sind kurzgestielt und messen 2—3 cm im Durchmesser. Die Droge besteht gewöhnlich nur aus der Krone mit den daran sitzenden Staubfäden. Die Krone löst sich nämlich sehr leicht aus der Kelchröhre heraus.

Der glockige Kelch ist grün, gamosepal-krugförmig, fünfzählig, innen glatt, aufsen dicht filzig behaart, 6—8 mm lang. Sein Saum besteht aus 5 eilanzettlichen, länglich dreieckigen Zipfeln (Fig. 4, *Se*), die sich dachziegelig decken. Der oberste, hinterste, unpaare und stets etwas kleinere Zipfel liegt ganz innen, gedeckt von den beiden oberen und seitlichen, der rechte untere deckt den oberen und wird von dem linken unteren bedeckt, welcher letztere demgemäfs ganz aufsen liegt. Die Knospenlage ist also eine aufsteigend-dachziegelige. Im unteren Teile ist der Kelch dick-fleischig. Die einzelnen Blätter erscheinen daselbst fast dreieckig im Querschnitte, eine Erscheinung, die sich auch noch weiter nach oben verfolgen läfst und den Zipfeln ein gekieltes Ansehn giebt (Fig. 4). Im unteren Teile erreicht der Kelch im Maximum eine Dicke von ca. 30 Zellschichten, in der Mitte sinkt die Dicke auf ca. 20 und im oberen Teile auf ca. 15 Zellschichten im Maximum. Am dicksten ist der Kelch an den der Mittelrippe entsprechenden Partien. Die Mittelrippe (Fig. 6, *Ml*) ist auch sonst durch ein gröfseres, von einer Stärkescheide umgebenes Nervenbündel markiert, an das sich auf beiden Seiten ca. 5 kleinere anreihen. Alle Bündel liegen in einer Linie, der Innen- d. h. Oberseite der Blätter stark genähert. Die letztere zeigt denn auch deutlich die Nervatur und läfst 3 Hauptnerven pro Blatt und ein reich verzweigtes Anastomosennetz erkennen. Die Epidermiszellen der Blattoberseite sind auf der Aufsenseite und der Innenseite stark verdickt, ein Verhalten, das in den basalen Partien des Kelches sehr deutlich ist, weiter nach oben sich dann verwischt und in den obersten Partien undeutlich wird, doch ist auch dort die Aufsenseite stark verdickt (Fig. 6, *Epo*). Die Oberseite ist fast ganz frei von Haaren (Fig. 6), wenigstens findet man daselbst die Sternhaare niemals, nur einige Köpfchenhaare sind da und dort im basalen Teile sichtbar. Im oberen Teile findet man vereinzelt Spaltöffnungen (Fig. 7, *st*). Von der Fläche gesehen sind die Epidermiszellen gestreckt rechteckig, fast isodiametrisch (Fig. 7). Das Parenchym des Mesophylls ist nur im basalen Teile des Blattes in der Gefäfsbündelpartie lückig, sonst ziemlich dicht (Fig. 6, *Mes*). Es enthält Chlorophyllkörner und Stärke. Die Gröfse der Stärkekörner beträgt 3—8 mik. Die Epidermis der Aufsen- d. h. Blatt-Unterseite besteht aus kleineren Zellen (Fig. 8). Zahlreiche Spaltöffnungen (Fig. 8, *st*) und Haare zweierlei Art finden sich hier. Die Haare sind entweder Drüsenhaare (Fig. 6, *dr*) mit oftmals sehr zahlreichen sezernierenden Zellen (Fig. 8, *dr*) und mehrzelligem Stiel oder Sternhaare (Fig. 6 u. 8, *t*). Die letzteren bestehen aus 1 bis 4 Etagen. Der Gipfelstern ist 3-, 4-, 5- oder 6-strahlig (Fig. 8), besonders 6-strahlige Sterne sind häufig.

Dem Kelche eingefügt, mit diesem verwachsen und daher beim Ablösen der Korolle gelegentlich des Einsammelns ver-

bunden bleibend, ist der Fruchtknoten und der Griffel (Fig. 2 u. 4, *fk* u. *grf*).

Der Fruchtknoten ist eiförmig, etwa 2 mm lang und breit, zweifächerig, die Scheidewand steht im Diagramm quer (also nicht wie in Fig. 19). Das untere Fach ist etwas gröfser als das obere (Fig. 2). An der Scheidewand sitzen auf jeder Seite 2, im Fruchtknotenquerschnitte keulenförmig erscheinende Placenten (Fig. 19, *pla*), die dicht besetzt sind mit horizontal gestellten anatropen Ovulis (Fig. 19, *ov*), die nur ein Integument besitzen. Die Fruchtknotenwand ist sehr dünn. Sie besteht aus wenigen Reihen, von Bündelchen durchzogenen Parenchyms. Das der Mittelrippe des Karpells entsprechende Bündel ist gröfser als die übrigen (Fig. 19, *Ml*). An der Aufsenseite ist die Fruchtknotenwand dicht filzig behaart, mit zahlreichen Sternhaaren und Köpfchendrüsen besetzt (Fig. 19).

Der Griffel ist nur an der Basis behaart, nach oben hin kahl. Er ist ca. 1,2 cm lang; an der Basis aufrecht oder nach unten gekrümmt, steigt er im oberen Teile in flachem Bogen nach oben (Fig. 2). Im Querschnitte ist er fast rund, nur wenig breit gedrückt-oval (Fig. 18). Den centralen Griffelkanal (Fig. 18, *grfk*) umgiebt das leitende Gewebe (Fig. 18, *l*), rechts und links davon liegen die 2 kleinen Bündel (*gfb*), die zu den beiden nur undeutlich voneinander gesonderten Narbenschenkeln (Fig. 17a u. b) der kantigen Narbe führen, von denen der eine (b) gröfser als der andere (a) ist. Die Narbenpapillen (Fig. 17, *Np*) laufen ein Stück weit am Griffel herab (Fig. 4). Pollenkörner, oft mit ausgetriebenem Pollenschlauche (Fig. 27), hängen ihnen reichlich an. Die Kuticula der Epidermiszellen des Griffels zeigt zarte Längsfalten.

Kelch, Fruchtknoten und Griffel fehlen der Handelsware.

Die Korolle ist radförmig, 5-zählig, sympetal, in der Mediane ca. 3,5 cm breit. An der Basis sind die 5 Blätter zu einer kurzen Röhre verwachsen, die 5 Zipfel sind fast kreisrund, sie decken sich dachziegelig mit ihren Rändern, die Knospenlage (Präfloration) ist eine absteigende. Das unterste liegt zu innerst, doch schiebt sich dasselbe, da es sich stark vergröfsert, später oft nach aufsen heraus (Fig. 3), so dafs er dann scheinbar zu äufserst liegt. Die Korolle ist medianzygomorph und setzt die schwache Zygomorphie des Kelches verstärkt fort. Der unterste Kronenlappen (Fig. 3, *X*) ist oft erheblich gröfser als die beiden seitlichen und die beiden oberen, welche letzteren am kleinsten und oft ein Drittel kleiner sind als der untere grofse Lappen (Fig. 3). Im Röhrenteile ist die Korolle dickfleischig, aufsen und innen kahl und glänzend, unten farblos, nach oben gelb. Die Epidermiszellen sowohl der Oberseite wie der Unterseite sind palissadenartig gestreckt (Fig. 9, *Epu* u. *Epo*). Sie enthalten einen hellgelben Zellsaft und auf der Blattoberseite, d. h. der Innenseite der Röhre der Aufsenwand genähert, einen kleinen hellen, stark lichtbrechenden Tropfen, der sich nicht in Chloral, Essigsäure und Kali, selbst bei längerem Liegen auch in Alkohol nicht, wohl aber in Salzsäure und Schwefelsäure löst (Fig. 9 u. 11, *tro*). Osmiumsäure färbt ihn nicht. Die Kuticula der auch auf der Innenseite stark verdickten Epidermiszellen (Fig. 9, *Epo*) ist wellig gefaltet (*cut*), die der Epidermiszellen der Blattunterseite (Aufsenseite, *Epu*) glatt. Das Mesophyll besteht aus einem, von zahlreichen, oft ziemlich grofsen Intercellularen durchzogenen, daher im auffallenden Lichte weifs erscheinenden, dünnwandigen Parenchym, dessen Zellen zahlreiche eigentümlich gestaltete Stärkekörner enthalten, deren Herkunft aus Chromatophoren (Fig. 30, *chro*) deutlich erkennbar ist. Denn den meisten der Körner liegen die Leukoplasten (Angew. Anatomie S. 54) noch an oder begleiten sie in Form lappiger Gebilde von schwammiger Struktur (Fig. 30, *chro*). Das Parenchym ist von 30 Bündeln durchzogen. Fünf grofse liegen an den Grenzen der Korollenblätter, sie treten in die Filamente ein; zwischen ihnen liegen jedesmal fünf kleine, die unverzweigt die Röhre durchlaufen, in die Blumenblattlappen eintreten (Fig. 1, *X*), sich in denselben reichlich verzweigen und daselbst ein vielverzweigtes Anastomosennetz erzeugen (Fig. 1, 2, 3). Weiter nach oben wird das Blumenblatt dünner und in den Kronenlappen ist es nur wenig-schichtig (Fig. 10). Das farbstofffreie Mesophyll ist ein Sternparenchym, das von grofsen Intercellularen durchzogen ist, wie namentlich der Flächenschnitt lehrt (Fig. 29). Es erscheint im auffallenden Lichte weifs. Unter der oberen Epidermis liegt eine Schicht Säulenparenchym.

Die zarten Gefäfsbündel verzweigen sich in den Blumenblattlappen reich. Die Endigungen stofsen im rechten Winkel auf den Blattrand, diesen ziemlich erreichend (Fig. 2). Die Bündel führen zarte Spiralgefäfse.

Die schön gelbe Farbe der Korolle wird dadurch hervorgerufen, dafs in den Epidermiszellen beider Blütenblattseiten, und zwar nur in diesen, ein schön gelb gefärbter Zellsaft (neben kleinen gelblichen Chromatophoren) sich findet, der sich in Alkohol und Wasser löst, Verhältnisse, die man auch bei der Droge noch leicht feststellen kann. Zerfasert man ein Blumenblatt aus der Droge in wenig Wasser und setzt viel Kali hinzu, so kristallisiert im gesamten Gewebe die Kaliverbindung des Antoxanthins in schönen gelben Nadeln, die oft zu Rosetten vereinigt sind (Fig. 31, *kr*) und sich leicht in Wasser lösen, aus. Wäscht man das Präparat mit Wasser aus und läfst dann Schwefelsäure zufliefsen, so färbt sich das Ganze erst violett, dann rot. Die Farbe ist ziemlich dauerhaft. Schwefelsäure allein färbt den gelben Zellsaft der Epidermis erst blau, dann violett, dann rot. Nach dem Einlegen in Kali bemerkt man auch eigentümliche Sekretzellen im Mesophyll der Blumenblätter. Dieselben, oft der Blattunterseite stark genähert, sind bald rund, bald oval, bald in der Richtung der Blattfläche gestreckt und 100—150 mik lang (Fig. 31, *scb*). Ihre Membran besteht zu äufserst aus einem sehr zarten kuticularisierten, in Schwefelsäure unlöslichen Häutchen, zu innerst aus einer in Schwefelsäure, nicht aber in Kali stark quellenden Schicht. Sie enthalten eine entweder homogene oder von zarten, in H_2SO_4 löslichen, in Kali unveränderten Fäden regellos durchzogene, durch Kali scheinbar nicht stark veränderte Masse (Schleim?), in welche zahlreiche, durch Osmiumsäure sich schwärzende, besonders nach Behandlung mit Schwefelsäure deutlich werdende, sehr kleine Tröpfchen ein-

gebettet sind. Diese Tröpfchen sind offenbar ätherisches Öl und die Zellen sind demnach als Ölbehälter aufzufassen, obwohl Öl nicht ihr Hauptinhalt ist. Der geringen Menge des Öls entspricht der sehr zarte, kaum hervortretende Geruch der trockenen Wollblumen.

Die charakteristischen Tropfen in den Epidermiszellen, die offenbar den eigenartigen Glanz der Blattoberfläche bedingen, finden sich auch hier (Fig. 11, *tro*) in den Epidermiszellen der Blattoberseite, die Kuticula ist jedoch glatt.

Die Blattunterseite ist dicht filzig behaart, dicht besetzt mit den charakteristischen Etagen-Sternhaaren (Fig. 12 u. 28), die, oft 2—3 Etagen hoch, an der Spitze einen 3—6-strahligen Stern mit langen Strahlen tragen und deren basale Etage oftmals durch getüpfelte Querwände gekammert ist (Fig. 28). Sie sind mit verbreitertem Fufse der Epidermis eingefügt, tragen aufser an der Spitze auch an der Grenze der Etagen je einen, oft bis 5-zähligen, meist 3-zähligen Strahlenkranz. Die dickwandigen, oft ungleich langen, bisweilen gekrümmten Haarstrahlen besitzen eine kegelförmige Spitze und an der Basis eine Breite von 12—24 mik. Die Länge der Strahlen variiert zwischen 60 und 450 mik, meist beträgt sie 120—300 mik. Bisweilen sind sie durch zarte Querwände septiert. Daneben finden sich vereinzelt Köpfchenhaare. Die Epidermiszellen der Blattoberseite sind sehr schwach wellig verbogen (Fig. 11), die der Unterseite gerade (Fig. 12).

Die Staubfäden sind der Korolle etwas oberhalb der Röhre eingefügt (Fig. 1) und alternieren mit den Lappen. Sie setzen die Zygomorphie der Blüte in verstärkter Weise fort, indem die oberen drei ganz anders ausgebildet sind als die unteren zwei, welche letzteren länger und unbehaart sind. Die oberen drei sind etwa 6 mm lang und von der Mitte an bis zur Spitze des Filamentes mit langen Haaren besetzt (Fig. 16, 20 u. 24, *t* u. Fig. 1—3, *stam*$_{III}$). Die Behaarung ist so stark, dafs man bei Betrachtung der frischen Blüte von oben den ganzen Schlund von dem Haarfilz erfüllt sieht (Fig. 3). Bei der Droge erscheinen die 3 Stamina matt graufilzig. Die Anthere ist der Spitze des Filamentes quer aufgesetzt (Fig. 24). Dieselbe springt denn auch in der Weise auf, dafs sich die Klappen nach unten schlagen. Fig. 16 veranschaulicht das Aufspringen. Die Haare sind sehr eigentümlich gebaut. Sie sind sehr lang, trotz ihrer Länge einzellig, rund, eingetrocknet (bei der Droge) oft bandartig und gedreht, wie Baumwollenhaare. Das Ende ist keulenförmig (Fig. 20, *t* u. 21). Sie sind mit kegelförmigem, schmalem Fufse der Epidermis der Filamente eingesetzt und besitzen eine mit gestreckten Kuticularwärzchen ziemlich regelmäfsig besetzte Membran (Fig. 20 u. 21). Sie führen im frischen Zustande eine gelbe Lösung, die viel Zucker enthält, wovon man sich leicht durch folgende Reaktion überzeugen kann. Man legt 3 Minuten in gesättigte Kupfersulfatlösung, wäscht mit destilliertem Wasser und trägt in siedendes verdünntes Kali ein: die Haare färben sich tief orangerot (Cu_2O). So mögen denn auch wohl die eigentümlichen Sphärokristalle, die man bei Alkoholmaterial und bisweilen auch bei trockenem und Einlegen in Glycerin in den Filamentar-Haaren findet (Angew. Anatomie Fig. 122), Zucker sein. In der Epidermis der Filamente liegen eigentümliche wulstige rote Chromatophoren (Fig. 20, *chro*) neben kleinen gelblichen Leukoplasten. Die gleichen Zellen enthalten einen gelblichen Zellsaft. Durch Schwefelsäure werden die Chromatophoren gelb, der Zellsaft bläulich.

Die beiden unteren Stamina sind ganz anders gebaut (Fig. 1, 2, 3, *stam*). Sie sind bis 10 mm lang, unbehaart (oder doch nur einige wenige Härchen führend) und tragen die 3—4 mm lange Anthere an der inneren Seite der Spitze. Dieselbe ist dort mit dem Filamente ein Stück weit verwachsen (Fig. 22, 23, 25). Der Querschnitt durch die Spitze dieser Stamina (Fig. 15) hat daher einige Ähnlichkeit mit dem Längsschnitte durch die Spitze der behaarten Staubfäden (Fig. 16). Das Aufspringen erfolgt in der Weise, dafs sich die Klappen nach rechts und links umlegen (Fig. 15). Die fibröse Schicht *(fib)* zeigt den typischen Bau (Taf. 2 u. 12).

Die Pollenkörner sind rundlich (Fig. 26a, 27). Sie besitzen eine Stäbchen führende Exine, die die Oberfläche fein punktiert erscheinen läfst, und 3 Austrittsstellen für den Pollenschlauch (Fig. 26). Pollenkörner mit ausgetriebenen Pollenschläuchen findet man auf der Narbe oft. Die Pollenkörner sind meist mit Tropfen einer roten, öligen Substanz (Fig. 26a) bedeckt, mit deren Hülfe sie sich auf der Narbe festkleben.

Das Filament führt ein centrales Bündelchen (Fig. 13, *gfb*). Die Epidermis zeigt zierliche, geradlinige Kuticularfalten (Fig. 14).

Die wandspaltig aufspringende, in der Droge fehlende Kapselfrucht ist bis 1 cm lang und 8 mm breit. Die Samen sind cylindrisch, unten abgerundet, von 10 Reihen kleiner Vertiefungen durchzogen. Der Embryo ist gerade, Radicula und Kotyledonen gleich lang, beide in Endosperm eingebettet.

Tafel 22.

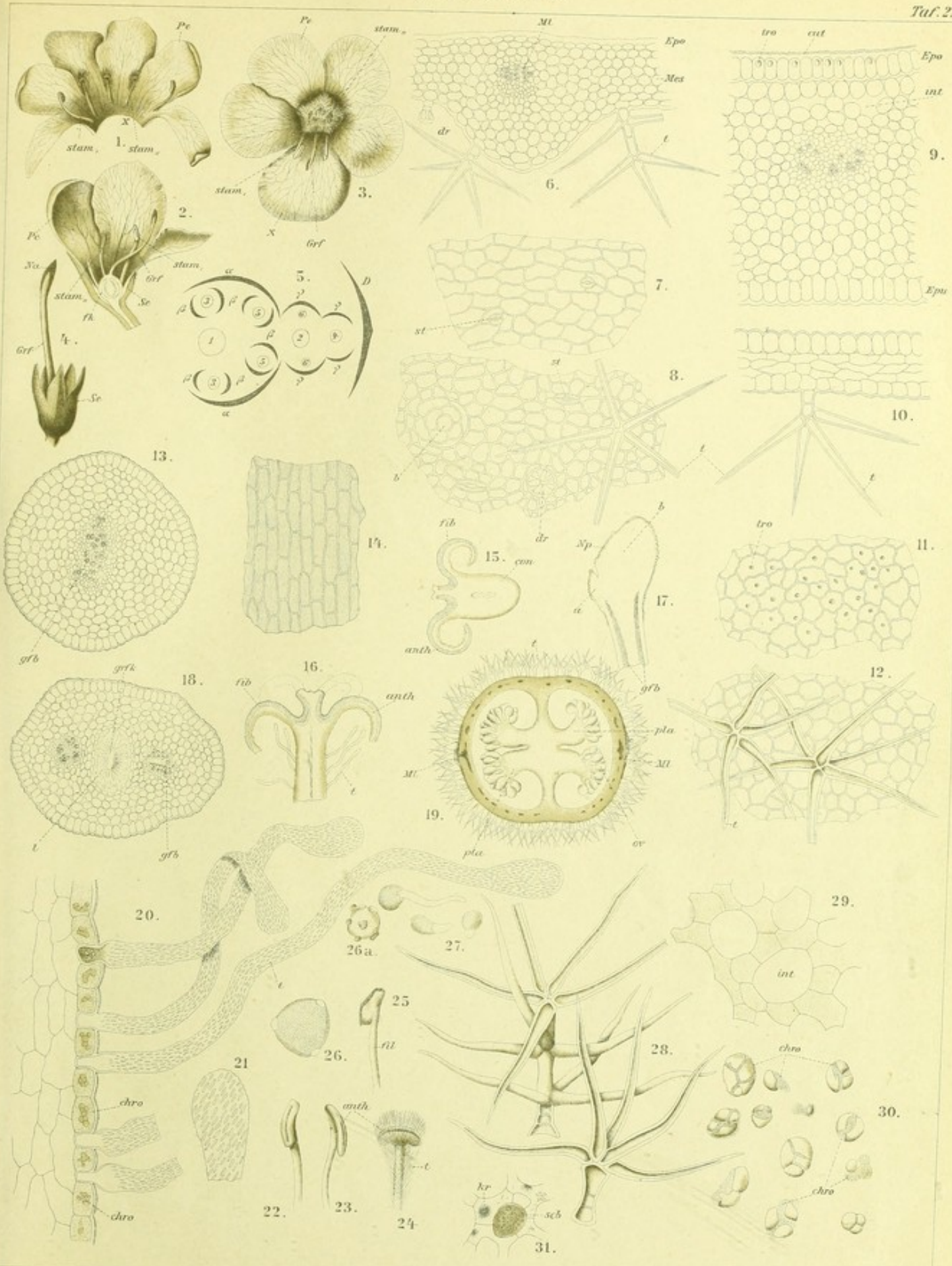
Erklärung der Abbildungen.

(Verbascum thapsiforme Schr.)

Fig. 1. Blumenkrone aus dem Kelch herausgelöst und aufgeschnitten. *stam*, die unbehaarten, *stam*„ die behaarten Stamina.
„ 2. Blüte im medianen Längsschnitte.
„ 3. Blüte von oben.
„ 4. Kelch und Griffel, nach Herauslösung der Korolle.
„ 5. Diagramm einer Partialinfloreszenz in der Achsel des Deckblattes *D*. Die Kreise sind die Blüten, die Nummern 1—6 bezeichnen die Aufblühfolge.
„ 6. Querschnitt durch den oberen Teil eines Kelchblattes.
„ 7. Epidermis der Oberseite eines Kelchblattes. Flächenansicht.
„ 8. Epidermis der Unterseite eines Kelchblattes. Flächenansicht.
„ 9. Querschnitt durch die Kronenröhre an der Basis der Korolle.
„ 10. Querschnitt durch einen Kronenlappen am oberen Teile der Korolle.
„ 11. Epidermis der Oberseite der Korolle. Flächenansicht.
„ 12. Epidermis der Unterseite der Korolle. Flächenansicht.
„ 13. Filament. Querschnitt.
„ 14. Filament. Flächenansicht der Epidermis.
„ 15. Anthere der unbehaarten Stamina. Querschnitt, schematisch.
Fig. 16. Anthere der behaarten Stamina. Längsschnitt, schematisch.
„ 17. Narbe. Schematischer Längsschnitt.
„ 18. Griffel. Querschnitt.
„ 19. Fruchtknoten. Querschnitt.
„ 20. Radialer Längsschnitt durch den Rand eines behaarten Filamentes.
„ 21. Spitze eines Staubfadenhaares (Fig. 20, *t*). Stärker vergrößert.
„ 22, 23, 25. Die unbehaarten unteren Stamina von vorn, von der Seite und von hinten.
„ 24. Ein behaartes Staubgefäfs.
„ 26. Pollenkorn.
„ 26a. Ein Pollenkorn mit den anhängenden Öltröpfchen.
„ 27. Pollenkörner mit ausgetriebenem Pollenschlauch.
„ 28. Sternhaare von der Korolle und dem Kelche.
„ 29. Mesophyll der Korolle. Flächenansicht.
„ 30. Stärkekörner mit Leukoplasten aus der Kronenröhre.
„ 31. Secretzelle und Anthoxantin-Kali-Kristalle aus dem Gewebe der Korolle.

Verbascum.

Taf. 22.



Crocus.

Safran, Saffron.

Der Safran des Handels besteht aus den Narbenschenkeln von Crocus sativus L. Für gewöhnlich sind dieselben in der Handelsware mittlerer Güte nicht isoliert, sondern hängen noch mittelst eines kurzen Griffelrestes an ihrer Basis zusammen. Denn es ist gemeinhin üblich, die Narbe mit dem Fingernagel etwa bei $x \ldots x$ (Fig. 1) vom Griffel abzulösen. Der Griffel ist sehr lang, oft 10 cm und mehr, farblos oder doch nur am oberen Ende gelblich. Er durchzieht die lange Perigonröhre der durchweg dreizähligen Blüte: P. 3 + 3. A 3 G$\overline{(3)}$. Die Narbenschenkel hängen aus der Blüte heraus, je 2 Perigonzipfel zwischen sich nehmend.

Die Länge der 3 Narbenschenkel beträgt 30—35 mm im feuchten und 20 mm im trockenen Zustande. Sie sind von unten bis oben rinnenförmig zusammengelegt und bilden an der Spitze einen weiten Trichter (Fig. 1 u. 2).

An der Spitze sind sie am breitesten, ca. 4 mm, und dort gekerbt (Fig. 2) und durch die Narbenpapillen bewimpert. Legt man die Narben so lange zuerst in Wasser, dann in Alkohol, bis der Farbstoff vollständig gelöst und die Droge völlig entfärbt ist, so kann man sie, wieder in Wasser gebracht, leicht mit der Nadel auseinanderbreiten, die Rinne von unten her öffnend. Der auseinandergebreitete Narbenschenkel zeigt alsdann Spatelform (Fig. 6). Die Art, wie er sich zusammenfaltet, kann man am besten an succedanen Querschnitten durch aufgeweichtes, entfärbtes und alsdann mit Alkohol gehärtetes Material konstatieren. Man erhält alsdann, wenn man von oben beginnt, zunächst Querschnitte durch die einzelnen terminalen Zipfel des gelappten oberen Randes (Fig. 2, $v \ldots v$), die durch die Narbenpapillen ringsum bewimpert sind (Fig. 5a). Die etwas tiefer (Fig. 2, $x \ldots x$) geführten Schnitte zeigen die starke Verbreiterung der oberen Partie und die Umbiegung des Randes deutlich (Fig. 3), die noch tiefer (bei $y \ldots y$, Fig. 2) geführten Schnitte lassen erkennen, dafs sich der Narbenschenkel nach unten verschmälert und dort eine breite Rinne bildet (Fig. 4), und die gegen die Basis hin hergestellten Querschnitte endlich zeigen, dafs er dort dicker und schmäler ist und durch Umbiegung der Ränder eine enge Rinne erzeugt (Fig. 5). Die Öffnung der Rinne ist in der That so eng, dafs sie bei Betrachtung des Narbenschenkels von aufsen ohne Lupe kaum erkennbar oder doch nur als feine Linie sichtbar ist (Fig. 2, unten).

Das Gewebe der Narbenschenkel ist sehr einfach gebaut. Die Epidermis der Aufsenseite besteht aus verhältnismäfsig hohen Zellen (Fig. 9, *Epu*), die ziemlich in die Länge gestreckt (Fig. 10, *Epu*) und an einer nicht immer in der Mitte liegenden Stelle papillös ausgestülpt sind (Fig. 10, *Pap*). Obwohl jede Zelle, besonders in der oberen Narbenpartie, eine derartige Ausstülpung besitzt, sieht man daher auf dem Querschnitte nur in einzelnen Epidermiszellen diese Papillen (Fig. 9, *Pap*). Die innere Epidermis der Narbenschenkel, die in der Rinne liegt, ist kleinzelliger (Fig. 9, *Epo*), die Zellen sind kürzer und weniger in die Länge gestreckt (Fig. 10, *Epo*). Die subkuticulare Membranpartie ist als Schleimmembran entwickelt. Läfst man daher Wasser oder Chloral zum Präparate fliefsen, so löst sich die Kuticula in continuo ab (Fig. 11a). Die Zellen beider Epidermen sind stark in die Länge gestreckt. Das Parenchym erscheint sehr verschieden dick, je nach dem Orte, wo man die Narbe durchschneidet. Im unteren Teile ist es am dicksten, weiter oben wird es etwas dünner, ca. 12—15 Zellreihen stark, und gegen den Zipfel ist es am dünnsten und nur etwa 8—10 Zellreihen dick. Es besteht aus im Querschnitt runden, in der Längsansicht ziemlich stark in die Länge gestreckten dünnwandigen Zellen (*Par*, Fig. 9 u. 10), deren Intercellularsubstanz, besonders in der oberen Narbenpartie, verschleimt ist (Fig. 8b u. 11a). In dieser Schleimschicht wandern die Pollenschläuche (siehe weiter unten). Durchzogen wird dies Parenchym von einem Gabelnetz sehr zarter Gefäfsbündelchen, die ausschliefslich sehr zarte, 3,5—15 mik breite Spiralgefäfse führen (Fig. 9 u. 10, *gfb*). In die Basis jedes Narbenschenkels tritt eines der drei Bündel des Griffels (Fig. 12) ein (Fig. 6). Man findet daher auf einem basalen Querschnitte nur ein Bündel (Fig. 5). Weiter nach oben gabelt sich dies eine Bündel in zahlreiche Äste, so dafs man auf Querschnitten um so mehr Bündel findet, je weiter

oben der Schnitt geführt wurde (Fig. 4 u. 3). An der Spitze der Narbe sind etwa 20 Gefäfsbündel-Endigungen zu finden, die blind gegen die Papillenschicht hin endigen.

An den Spitzenlappen der Narbe liegen die kurzen, 60 bis 150 mik langen, übrigens in ihrer Länge stark variierenden, 20—40 mik breiten, keulenförmigen Narbenpapillen (*Np* in Fig. 5a, 6, 7), in 1—3 Reihen hintereinander, die, da sie wenig oder gar nicht gefärbt sind, bei der Droge als ein heller Saum erscheinen. Extrahiert man die Droge zuerst mit Wasser und dann mit Alkohol und lässt man die extrahierten Narben dann längere Zeit in Alkohol liegen, so beobachtet man an den zuerst in Alkohol, dann in Wasser und endlich in Chloral betrachteten Papillen folgendes: Zu äufserst sind dieselben von einer unregelmäfsigen Schleimhülle überzogen (Fig. 8a, *d*), die sich in Wasser leicht löst und nur bei längerem Härten in Alkohol, auch in Wasser einige Zeit sichtbar bleibt. Diese Schleimhülle bewirkt die grofse Klebrigkeit der Narbenpapillen. Dann folgt die Kuticula, die eine zarte Faltung in Gestalt feiner, unregelmäfsiger Strichelchen und Körnchen zeigt (Fig. 8 u. 8a, *c*). Die auf die Kuticula folgende Membranschicht ist verschleimt (Fig. 8a, *b*), stark quellbar und wohl zum Teil auch löslich in Wasser. Es wird daher beim Zufliefsenlassen von Chloral die Kuticula an verschiedenen Stellen blasig aufgetrieben (Fig. 8a). In dieser subkuticularen Schicht scheint auch der Schleim zu entstehen, der die Papillen aufsen überzieht, der demnach also auch ein Subkuticularsekret wäre (vergl. S. 60 u. 81). Er scheint die Kuticula zu durchdringen. Die innerste Membranschicht ist ebenfalls quellbar, aber in viel geringerer Weise als die eben erwähnte Schleimschicht. Erwärmt man in Chloral, so wird sie oft wellig eingefaltet und liegt alsdann als ein verbogener, hin und her gekrümmter Schlauch im Innern der Papille. Auch schon beim einfachen Einlegen in Chloral beobachtet man an ihr diese Faltungen (Fig. 8a).

An den Papillen findet man ganz regelmäfsig auch bei der Droge intakte oder ausgetriebene Pollenkörner (Fig. 7). Diese Pollenkörner (Fig. 7 u. 11) sind rund und besitzen einen Durchmesser von 35—50 mik. Ihre Exine ist sehr dick, spröde und deutlich in zwei Schichten gegliedert, eine innere helle Partie und eine äufsere schmale Stäbchenschicht. Die letztere bewirkt die feine Punktierung der Oberfläche der Körner. Die bekannten runden Austrittsstellen für den Pollenschlauch sind nicht zu erkennen. Derselbe tritt durch einen Längsspalt hervor, der bisweilen sichtbar ist (Fig. 7, *Pol*). Das Eindringen der Pollenschläuche erfolgt folgendermafsen (die Beobachtungen wurden an der Droge gemacht, da frisches Material nicht zu erhalten war). Das Pollenkorn keimt in der Schleimschicht, die die Narbenpapillen bedeckt, und sendet seinen Pollenschlauch (Fig. 11) gegen die Kuticula. Diese durchbohrend dringt er in die Schleimschicht *b* der Papillenwand ein und wandert nun unter der Kuticula nach unten. Hierbei scheint es — der ganze Vorgang läfst sich an dem Drogenmaterial nicht ganz sicher verfolgen und mufs an frischem Material kontrolliert werden —, dafs er ausschliefslich die Innenseite der Narbentute benutzt und auf ziemlich weite Strecken unter der Kuticula des Narbengewebes unterhalb der Papillen nach unten wandert. Wenigstens sieht man auf Querschnitten durch die stark gequollene, als Schleimmembran entwickelte (Fig. 4 u. 11a, *schl*), subkuticulare Partie der äufseren Membran der Innenseite der Narbe rundliche plasmaführende Gebilde (Fig. 11a, *x*), die offenbar Querschnitte durch die Pollenschläuche darstellen. Wie der weitere Verlauf vor sich geht, ist an der Droge nicht sicher festzustellen. Namentlich ist es mir nicht möglich gewesen festzustellen, ob die Pollenschläuche ausschliefslich in der subkuticularen Membranpartie herabwandern oder auch in das innere Gewebe der Narbe eindringen, was wohl möglich wäre, da die Zwischenwand der Zellen des Narbengewebes, ganz besonders in den äufseren Partien des Gewebes, verschleimt ist (Fig. 11a). Aber auch sonst ist die Zwischenwand der Parenchymzellen oft so stark verschleimt (Fig. 8b, *x*), dass sich die Zellzüge der mittleren Partien der Narbe beim längeren Digerieren der Droge mit Wasser in continuo, in Gestalt langer hyphenartiger Fäden herauslösen lassen.

Der Inhalt der Zellen erscheint — mit Ausnahme der Papillen und Gefäfsbündel, die mehr oder weniger ungefärbt sind —, wenn man den Schnitt in Öl betrachtet, anfangs homogen gelb tingiert, doch sieht man bei genauerer Beobachtung, dafs in die gelbe Grundmasse zahlreiche grofse gelbe Chromatophoren eingebettet sind (*chro* in Fig. 9a). Diese Chromatophoren, die man sich ganz besonders schön an entfärbtem und mit Alkohol gehärtetem Material sichtbar machen kann, und die eine schwammige Struktur (wie die Chlorophyllkörner) zeigen, sind sehr empfindlich gegen Wasser, so dafs man sie niemals an Schnitten sieht, die in Wasser liegen. Doch werden sie durch abs. Alkohol so stark gehärtet, dafs man sie bei Alkoholmaterial auch in Präparaten sieht, die in Wasser liegen und sogar Chloral zufügen kann, ohne dafs sie sofort verschwinden. Nach einiger Zeit freilich werden sie durch Chloral gelöst. Diese Chromatophoren sind sowohl in der Epidermis wie dem Parenchym zu finden, die eigentliche gelbe Farbe scheint jedoch bei der Droge von im Zellsaft gelöstem Farbstoffe herzurühren, wenigstens werden ausnahmslos sowohl in den Epidermen wie im Parenchym die Chromatophoren von gelbem Zellsaft begleitet, der beim Absterben der Zelle in das Plasma und die Membran eindringt, diese tingierend.

Wasser löst den Farbstoff, das Polychroit (Crocin $C_{44}H_{70}O_{28}$), leicht auf; auch in Alkohol ist derselbe löslich. Behandelt man die Narbenlängsschnitte unter dem Mikroskop mit Wasser, so löst sich der Farbstoff mit tief orangegelber Farbe auf und läfst in den Zellen eine fast farblose, vakuolige (nicht körnige) Masse zurück — wohl die Häute der Chromatophoren. Durch Zusatz von konzentrierter Schwefelsäure oder Erwärmen treten Öltröpfchen, oft in reichlicher Menge, in den Zellen auf. Es scheint dies auf der hierbei eintretenden Spaltung des Crocins in ätherisches Öl, Zucker und Crocetin zu beruhen. Da und dort findet man in den Zellen auch kleine, mit Jod rotbraun werdende Körnchen und (jedoch nicht regelmäfsig und jedenfalls selten) schlecht ausgebildete Kalk-

oxalat-Kristalle. Ein zarter Plasmaschlauch liegt der Wand rings an (Fig. 9 a, *pl*). Zucker ist leicht mit Kupferlösung nachzuweisen. Derselbe ist wahrscheinlich ein Spaltungsprodukt des Crocins.

Bezüglich der Reaktionen des Farbstoffes ist die Tabelle (weiter unten) zu vergleichen.

Der Griffel, von dem in der Regel auch in mittelguter Ware noch ein kurzes Stück den Narben anhängt (Fig. 1) und der auch gesondert unter dem Namen „Feminell“ in den Handel gebracht wird, ist im Querschnitt undeutlich dreilappig und lichtgelb gefärbt. Er führt drei Bündel (Fig. 12), von denen je eines in eine der Narben eintritt. Die Epidermis besteht auch bei ihm aus sehr langgestreckten Zellen (Fig. 13). Die dreispaltige Centralhöhle, den Griffelkanal (Fig. 12, *grfk*), umgiebt das aus gestreckten Zellen bestehende leitende Gewebe (*l*, Fig. 12). Dasselbe liegt gerade unter der inneren Epidermis der Narbenschenkel. Wenn die Pollenschläuche also unter der Kuticula der inneren Narbenepidermis herabwandern, stofsen sie gerade auf dies leitende Gewebe.

Das Pulver.

Obgleich der Crocus durch charakteristische Elemente nicht eigentlich ausgezeichnet ist, so ist sein Pulver doch leicht zu diagnostizieren und sind namentlich Fälschungen leicht aufzufinden. Reines Crocuspulver besteht ausschliefslich aus kleinen gelben Gewebsresten, die von schmalen gestreckten Zellen gebildet werden, da und dort schmale Gefäfsbündelchen einschliefsen und ihren gelben Farbstoff aufs leichteste an Wasser abgeben. Pollenkörner (Fig. 11) von 38—51 mik Durchmesser mit dicker, sehr spröder, daher oft zersprengter Membran finden sich allenthalben zwischen diese Gewebsfragmente eingestreut, ebenso Epidermisfetzen mit papillös vorgestülpten Stellen, Narbenpapillen sind selten. Um die Gewebselemente deutlich zu erhalten, beobachtet man das mit Wasser entfärbte Material in Chloral. Wichtig sind die Farbenreaktionen (siehe die Tabelle). Stärke fehlt dem Safran stets. Jod färbt extrahierte Narben braun.

In nachstehender Tabelle sind einige Reaktionen des Safranpulvers, wie die einiger Verfälschungsmittel desselben aufgeführt. Die Reaktionen sind im Tropfen auf dem Objektträger auf weifser Papierunterlage ausgeführt. Einige Körnchen wurden in den Tropfen eingetragen und mit einem Glasstabe umgerührt.

	Konzentrierte Schwefelsäure	Verdünnte Schwefelsäure (1 gtt. H_2SO_4, 2 gtts. H_2O)	Konzentrierte Salzsäure	Kalilauge	Ammoniak	Wasser
Crocus	Jedes Partikel sofort tiefblau, ebenso auch die H_2SO_4, nach 30 Sek. grauviolett, dann rasch rotbraun, endlich mifsfarbig-rotbraun, zum Schluss schmutzig-braungrün.	orangegelb, dauerhaft. Säure stark gefärbt.	tief orangegelb, die Säure stark gefärbt, dauerhaft.	Alkali gelb gefärbt. Partikel braun.	Partikel und Alkali orangegelb.	tief orangegelbe Lösung.
Carthamus tinct. (Saflor) ungewaschen	rot, verschwindet sofort und macht einer lebhaften Orangefarbe Platz, die in ein dauerhaftes Orangebraun übergeht. Erst nach längerer Zeit entsteht ein brauner Niederschlag.	Der rote Farbstoff sofort gelb. Die Säure wird sofort gelb gefärbt.	Der rote Farbstoff sofort gelb. Die Säure wird rasch lebhaft gelb gefärbt.	Farbstoff sofort ins Gelbbräunliche umgewandelt. Alkali gelb.	Farbstoff sofort gelb, Alkali gelb.	gelbe Lösung.
Flor. Calendulae	gelb, verschwindet sofort, jedes Partikel schmutzig-braunschwarz. H_2SO_4 anfangs ungefärbt, dann braungrünlich, dann lebhaft carmin-rotbraun. Nach einiger Zeit rotbrauner Niederschlag, Säure farblos.	Farbe unverändert, Säure dito. Allmählich färbt sich die Säure lichtgelb.	Farbe zunächst unverändert. Die Säure ungefärbt, dann werden die Partikel bräunlich, die Säure lichtgelblich.	Farbstoff kaum verändert. (Alkali mit der Zeit schwach gelblich.)	Farbstoff kaum verändert.	unverändert.
Rhiz. Curcumae	tief orangegelb, dann vom Rande her orangerot werdend. Endlich rotbrauner Niederschlag. Säure farblos.	Partiell (vornehmlich in den Sekretzellen) karminrot, sonst gelbbräunlich. Säure ungefärbt.	gelbbräunlich. Säure farblos.	tieforange, Farbe wird mit der Zeit tiefer, dauerhaft. Alkali gefärbt.	tief rotorange, weniger dauerhaft als mit Kali.	unverändert. H_2O farblos.
Lign. Santali	braun-orange, dann rotbraun, endlich nach längerer Zeit stumpf-karminroter Niederschlag.	Säure und Farbstoff unverändert. Säure farblos.	Säure und Farbstoff fast unverändert. Letzterer etwas ins Stumpf-karminrote übergeführt.	Farbstoff ins Stumpf-karminrote verändert, Alkali farblos.	Farbstoff ins Stumpfkarminrote verändert. Alkali farblos.	unverändert. H_2O farblos.
Lign. Campech.	lebhaft kirschrot, langsam in Orange übergehend. Schlufsfarbe tief orangebraun. Nach 24 Stunden brauner Niederschlag.	lebhaft kirschrot, am Rande violett, dauerhaft. Säure stark gefärbt. Farbe länger als 24 Stunden persistent.	lebhaft kirschrot, dauerhaft.	tief blau, Alkali stark gefärbt, verblafst vom Rande her, schliefslich grau.	sofort violett, dann rot, verblafst sehr rasch.	blafsrötliche Lösung.

	Konzentrierte Schwefelsäure	Verdünnte Schwefelsäure ($1\,gtt.\ H_2SO_4, 2\,gtts.\ H_2O$)	Konzentrierte Salzsäure	Kalilauge	Ammoniak	Wasser
Lign. Fernambuc.	lebhaft kirschrot, sehr rasch in orange und braunorange übergehend. Schlufsfarbe wie bei Campeche, doch mehr kaffeebraun. Nach 24 Stunden brauner Niederschlag.	lebhaft kirschrot, doch weniger lebhaft als bei Campeche, dauerhaft. Säure stark gefärbt. Farbe länger als 24 Stunden persistent.	hell kirschrot, dauerhaft.	rötlich, mit einem Stich ins Violette, Alkali stark gefärbt, verblafst sehr langsam vom Rande her.	kirschrot, verblafst langsam vom Rande her.	unverändert.
Flor. Granati	rote Farbe, sofort in gelbbraun übergehend. Säure färbt sich orangegelb. Nach einiger Zeit am Rande rötlich. Schlufsfarbe rötlich.	unverändert.	unverändert.	sofort gelbbraun, mit einem Stich ins Rötliche. Kali stark gefärbt. Schlussfarbe gelb.	Farbe sofort in braun übergehend. Dann färbt sich das Ammoniak rötlich. Die Farbe geht alsdann in ein stumpfes Gelbbraun über. Schlufsfarbe graugelb.	unverändert, oder Wasser schwach rötlich gefärbt.
Flor. Paeoniae	färbt sich sofort rotbraun, Säure lebhaft rotbraun.	—	Farbstoff unverändert.	Farbstoff wird gelbbräunlich.	Farbstoff gelbbräunlich, die trockenen Partikel werden durch NH_3 tief blau.	lebhaft kirschrote Lösung. Sehr dauerhaft.
Feminell (Calendula) gefärbt, Handelsmuster	gelbbraun.	—	Säure gelbrot gefärbt.	Alkali rötlich.	Alkali rötlich.	unverändert.
Saffransurrogat, gelb	unter lebhafter Gasentwicklung erst bräunlich, dann gelblich, schliefslich schmutzig-gelb.	langsam zersetzt Die Säure bleibt farblos.	Farbstoff unter Bräunung zersetzt. Die Säure bleibt farblos.	Farbstoff kaum verändert.	Alkali sofort gelb gefärbt.	zersetzt, grau.
Saffransurrogat, rot	unter lebhafter Gasentwicklung erst bräunlich, dann gelb, schliefslich schmutzig-gelb.				Alkali sofort orange.	zersetzt, stumpfbräunlich.
Pikrinsäure	Keine Farbenänderung, Säure farblos.	Keine Farbenänderung.	Keine Farbenänderung.	tiefgelbe Lösung.	Alkali sofort tiefgelb.	kaum gefärbte Lösung.

Flor. Calendulae.

Ringelblume. Fleurs de Souci. Marygold flowers.

Die Blütenkörbe von Calendula officinalis L. besitzen einen halbkugeligen Hüllkelch (Involucrum), der aus 15—25 lineal-lanzettlichen, zugespitzten und behaarten Blättchen besteht. Der Blütenboden ist nackt. Die Blüten und zwar sowohl die Scheibenblüten wie die Randblüten, besitzen eine lebhaft orangegelbe Farbe, die bald mehr ins Rotgelbe, bald mehr ins Schwefelgelbe spielt. Die Scheibenblüten sind aktinomorph-hermaphrodit, die Fruchtknoten aber unfruchtbar (nur der Pollen ist fruchtbar, es sind also eigentlich männliche Blüten), mit dünnem Fruchtknoten und fünfzähliger Korolle (ähnlich den Scheibenblüten der Kamille [Taf. 2, Fig. 3]. Die Randblüten sind weiblich. Die zygomorphe Korolle ist zungenförmig, viernervig, dreizähnig. Fruchtknoten fruchtbar mit einem anatropen Ovulum.

Die Pflanze neigt zur Bildung gefüllter Blüten, resp. gefüllter Körbchen, d. h. es gehen oftmals die Scheibenblüten auch in zungenförmige Randblüten über.

Im Handel befinden sich unter dem Namen Flores Calendulae oder „Feminell“ nur die zungenförmigen Randblüten meist ohne Fruchtknoten. Meist sind dieselben durch künstliche Färbungsmittel mehr oder weniger nachgefärbt (gewöhnlich rot). Sie besitzen folgenden Bau.

Die zygomorphe Korolle ist unten röhrig und oben zu einer bis 5 mm breiten, ca. $1^1/_2$—2 cm langen Zunge entwickelt (*Pe*, Fig. 14), die an der Spitze drei dreieckige Zähne besitzt und von zwei mittleren und zwei Randnerven, also im ganzen von vier Nerven durchzogen wird. Die Nerven anastomosieren an der Zungenspitze untereinander durch zweischenkelige Anastomosen (*Ne*, Fig. 14). Die Zunge ist 10 bis 15 Zellschichten dick. Die beiden Epidermen (*Epo* und *Epu*, Fig. 15) sind ziemlich gleich gestaltet. Die Epidermiszellen sind an der Aufsenseite stark verdickt und besitzen eine ziemlich grobfaltige Kuticula (*cut*, Fig. 15). Sie führen bei der Droge ganz regelmäfsig einen oder mehrere farblose oder gelbliche Tropfen (Fig. 18), die man, da sie sich mit Überosmiumsäure schwärzen, als Öl ansprechen mufs. Bei der frischen Pflanze findet man in den Epidermiszellen rundliche gelbrote Chromatophoren in grofser Zahl, keinen gelben Zellsaft. Von der Fläche gesehen (Fig. 18) erscheinen die Zellen infolge der Kuticularfalten grob-längsstreifig. Auch die Flächenansicht der beiden Epidermen bietet ziemlich dasselbe Bild, doch erscheinen die Epidermiszellen der Innen- also Oberseite (Fig. 18) etwas schmäler und gestreckter als die oft tonnenartig verbreiterten der Aufsen- oder Unterseite. Die Breite der Zellen beträgt auf der Innenseite 15—25 mik, auf der Aufsenseite 20—38 mik. An den drei Zähnen der Zunge finden sich auf der Blattunterseite einige Spaltöffnungen, etwa 4—6 an jedem Zahn. In das farblose Grundparenchym sind die — sehr zarte, nur ca. 8 mik breite Spiral- und Ringgefäfse führenden — Nervenbündel eingebettet (*gfb*, Fig. 15). Im röhrigen Teile ist die Korolle etwas dicker — etwa 20 Zellschichten dick — und von 7 Bündelchen (die Randbündel sind Doppelbündel) durchzogen. Auch zeigt hier die Epidermis der Aufsenseite eigentümlich grofse Haare, die für Calendula charakteristisch sind (Fig. 14, *t*). Diese meist 35—65 mik breiten Haare, die auch die ganze Aufsenseite des Fruchtknotens bedecken, sind mehrzellig. Auf einem vielzelligen Fufse (*t*, Fig. 16), sitzt ein vielzelliger, meist auch mehrreihiger Stiel und entweder ein vielzelliges Köpfchen oder eine bezw. zwei kegelförmige Endzellen (Fig. 21). In der Droge sind diese Haare oft zusammengefallen, immer aber, auch beim direkten Einlegen der trockenen Blüten in Wasser oder Chloral, aufs leichteste zu erkennen. Der Innenseite der Röhre fehlen diese Haare gänzlich.

Der Griffel besteht aus einem von zwei Bündeln durchzogenen Parenchym. Die Epidermis ist, wie auch bei der Korolle, bisweilen da und dort papillös vorgestülpt (Fig. 22). Im Centrum liegt ein spaltenförmiger Griffelkanal und das stark gequollene leitende Gewebe (*l*, Fig. 22). An der Spitze gabelt sich der Griffel in zwei bündelführende Narbenschenkel (Fig. 20), deren keulenförmige Enden (Fig. 19) auf den beiden Rändern mit sehr kleinen und kurzen Narbenpapillen besetzt sind (*Np*, Fig. 19). Diese sehr klebrigen Papillenstreifen sind in der Droge oft dicht besetzt mit Pollenkörnern, noch unveränderten (Fig. 23, links) oder solchen, bei denen die Intine sich bereits papillös vorgewölbt hat (Fig. 23, rechts), oder solchen, die ihren Pollenschlauch bereits mehr oder weniger tief ins Narbengewebe eingesenkt haben. Die Pollenkörner besitzen einen Durchmesser von 35—40 mik. Die äufsere Schicht ihrer Exine ist mit lockergestellten Stacheln besetzt. Bei der gefärbten Ware, die im Handel häufig ist, haben besonders die Pollenkörner den Farbstoff (Fuchsin?) aufgenommen und sich intensiv damit gefärbt. Der mit kurzen mehrzelligen Keulenhaaren dicht besetzte Fruchtknoten (*fk*, Fig. 14) pflegt der Droge zu fehlen, da sich die Korolle an seiner Spitze leicht ablöst. Beim Pflücken der Blüten bleibt der Fruchtknoten daher auf dem Blütenboden sitzen. Unter Hunderten von Blüten der Droge findet man ihn höchstens einmal an einer Blüte ansitzen.

Das Pulver.

Das Pulver der Calendulablüten ist leicht an den Fragmenten der Korolle, den Narben und besonders den Pollenkörnern zu erkennen. Übrigens wird Calendula — besonders gefärbte — fast ausschliefslich zur Fälschung ungepulverten Safrans verwendet.

Flor. Carthami.

Saflor, Carthame.

Die Blütenkörbe von Carthamus tinctorius L. sind ziemlich grofs, bis 2,5 cm dick, fast kugelig. Die Blätter des Hochblattinvolukrums (Hüllkelches), besonders die äufseren Spiralen, endigen in 0,5—3 cm lange, sparrig abstehende, den Laubblättern ähnliche, zum Teil mit Dornen bewehrte, dornigzugespitzte grüne Zipfel. Die Blüten ragen als dichtes Büschel aus dem oben ziemlich geschlossenen Hochblattinvolukrum heraus. Sie sind alle von gleichem Bau, und zwar alle hermaphrodit und aktinomorph. Die Korolle ist röhrig und teilt sich oben in einen fünfteiligen Saum, dessen einzelne Zipfel (Fig. 24, *Pe*) lineal-lanzettlich, lebhaft rot gefärbt und 7 mm lang sind und von zwei Nerven durchzogen werden. Die gerade herausragende gelbliche Antherenröhre umschliefst den Griffel ringsum. Der röhrige Teil der Korolle ist nur in seinem oberen Teile rot gefärbt, an dem unteren Teile ist er lichtgelblich oder farblos. Diese Korollenröhre ist sehr lang, oft 25 mm und darüber und nur 0,5 mm dick. Sie wird von fünf Nerven durchzogen, die sich an der Basis der fünf Zipfel in der Weise in zwei Äste gabeln, dafs ein Ast in einen und der andere Ast in den benachbarten Zipfel eintritt (Fig. 25 bei *x*). Die zwei Nerven der Zipfel (Fig. 25, *Ne*) gehören also nicht zu einem Bündel der Röhre, sondern zu zwei benachbarten. Die beiden Nerven der Zipfel laufen am Blattrande entlang und erreichen ziemlich die Spitze, anastomosieren aber dort nicht miteinander, sondern endigen blind.

Der ziemlich grofse Fruchtknoten reift zu einer grofsen, eckigen, weifsen Frucht heran, die, solange sie in dem Hüllkelche steckt, mit den Resten der Korolle bekleidet bleibt.

Dem Fruchtknoten sitzt der sehr lange, oben gelbe Griffel an, der meist eine Länge von 30 mm besitzt. Derselbe ist in seinem unteren Teile, und zwar so weit als er in der Röhre verläuft, glatt und unbehaart (Fig. 33 u. 34), im oberen Teile jedoch mit zahlreichen kurzen Haaren besetzt, die an dem Schlunde der Kronenröhre, wo der Griffel eine schwache Anschwellung zeigt, zu einem dichten Büschel sich vergröfsern (*x* in Fig. 34). Unterhalb dieser Anschwellung findet eine Streckung des Griffels statt, infolge welcher der obere behaarte Teil des Griffels durch die Antherenröhre hindurchgeschoben wird, diese ausbürstend. So kommt es, dafs schliefslich die knotige Verdickung über (oberhalb) der Antherenröhre liegt (Fig. 24). An der Spitze gabelt sich der Griffel in zwei keulige Narbenschenkel (Fig. 34). Im Centrum des Griffels verläuft das leitende Gewebe (*l* in Fig. 31 u. 33), dessen Zellen stark gequollene Wände besitzen. In diesen „Schleimmembranen" wandern die Pollenschläuche. Zu beiden Seiten des quergestreckten leitenden Gewebes liegt je ein Gefäfsbündel (*gfb*, Fig. 31 u. 33), von denen je eines in je einen der beiden Narbenschenkel eintritt (Fig. 32). Die Gefäfsbündel führen in ihrem nach aufsen, gegen die Peripherie hin, orientierten Siebteile einen Sekretgang. Dieser Gang ist aufserordentlich lang, nicht durch Querwände gefächert und führt stets einen sehr charakteristischen braunen, spröden Inhaltskörper, in Gestalt einer hin und her gebogenen und verkrümmten, nicht selten mehr oder weniger grofse rundliche oder gestreckte Vakuolen einschliefsenden Wurst, die den Gang nahezu ganz ausfüllt und sich so deutlich von dem ganzen übrigen Gewebe abhebt, dafs man an ihr geradezu die Saflorblüten erkennt. Der braune Inhaltskörper löst sich weder in Alkohol, noch in Chloroform, noch in Kali, durch letzteres färbt er sich dunkler, Eisenchlorid schwärzt nicht. Im oberen Teile des Griffels, an den Narbenschenkeln, findet man zwar auch ein centrales leitendes Gewebe, von ihm strahlen jedoch noch aufserdem vier subepidermale Streifen leitenden Gewebes aus (*l*, Fig. 32), welche die Pollenschläuche zunächst aufnehmen und nach der centralen Tela conductrix hinführen. Die Narbenpapillen sind kegelförmig.

Das Androeceum besteht aus fünf verwachsenen Antheren, die eine oben fünfzipfelige gelbe Röhre bilden, durch welche hindurch der Griffel wächst, die Röhre ausbürstend. Die Antheren sind in der Droge stets aufgesprungen, ihre beiden Fächer haben sich geöffnet. Die Antherenwand besteht aus einer einschichtigen fibrösen Schicht (Fig. 29), die aufsen von der Epidermis bedeckt ist, ähnlich wie bei den Antheren der Kamille (Taf. 2). Die durch Kali orangegelb werdenden Pollenkörner sind 52—60 mik grofs und mit einer sehr dicken, warzigen Exine bedeckt (Fig. 30, *a, b, c*). Sie zeigen drei Austrittsstellen für den Pollenschlauch (Fig 30, *c*). Die Korollenzipfel sind nur wenigschichtig, am Rande dicker als in der Mitte (Fig. 28). Die Epidermis der Aufsen- (oder Unter-)seite (*Epu*) besteht aus hohen gestreckten Zellen mit deutlich welligen Seitenwandungen (Fig. 26). Die Epidermis der Unterseite (Fig. 27) weicht nicht viel davon ab, auch hier sind die Zellen gestreckt. An der Spitze und auch an den Seiten der obersten Partie zeigen die Korollenzipfel kleine kegelförmige Papillen (*x*, Fig. 25), die mit den Narbenpapillen des Saffrans nichts gemein haben, obwohl bisweilen einige unterhalb der Spitze etwas länger, 70—110 mik, spitz-kegelförmig und den Griffelhaaren ähnlich werden. An der haarführenden Partie färbt Eisenchlorid das Blatt schwarz. In jedem der beiden, vorwiegend 3,5—7 mik weite Ring- und Spiral-Tracheen führenden Nerven, die das Blatt durchziehen, und zwar in dem der Unterseite zugekehrten Siebteile derselben, das Bündel bis nahezu zur Spitze begleitend, finden sich ebenfalls ein oder zwei Sekretbehälter (*scb*, Fig. 28) ganz der gleichen Art, wie sie beim Griffel erwähnt wurden, ebenfalls mit langem, braunem, sprödem, kontinuierlich zusammenhängendem Inhaltskörper. Auch im Röhrenteile ist die Korolle wenigzellig. Die tiefrote Farbe der Korollenzipfel wird von

zwei Farbstoffen erzeugt. Der gelbe, in Wasser leicht lösliche und daher dem gewaschenen Saflor fehlende Farbstoff ist im Zellsaft gelöst, der karminrote (der Carthamin $C_{14}H_{16}O_7$) scheint, wenigstens zum Theil, an Chromatophoren gebunden zu sein. Die Sache kann nur an frischem Material entschieden werden. Der Carthamin ist in Wasser fast unlöslich, unlöslich auch in fettem Öl, löslich dagegen in Alkohol, kaustischen und kohlensauren Alkalien.

Oft findet man in der Droge auch noch die Paleae, die Spreublättchen, die zwischen den Blüten auf dem Blütenboden sitzen. Sie sind flach und lineal, hellseidenglänzend und bestehen aus zwei Schichten etwas verdickter, gestreckter, ca. 20 mik breiter Zellen, deren mehr oder weniger geneigte Querwände stets, deren Längswände häufig grob getüpfelt sind.

Das Pulver.

Das Pulver des Saflor ist leicht an den Fragmenten der Korollenzipfel, den Griffeln und der Form und Gröfse der Pollenkörner zu erkennen, besonders fallen die braunen Inhaltskörper der Sekretschläuche auf (Fig. 33, *scb*), die man sowohl im Griffel wie in der Korolle auf den ersten Blick sieht. Bezüglich des Farbstoffes ist die Tabelle bei Crocus zu vergleichen.

Die Unterscheidung des Safran von den Calendula- und Carthamus-Blüten beruht hauptsächlich auf der Form und dem feineren Bau der Narben, besonders der Papillen (Fig. 7, 19 u. 34), der Form und Gröfse der Pollenkörner (Fig. 11, 23 u. 30), dem Bau der Epidermis (Fig. 10, 18, 26 u. 27), dem Inhalte derselben (Öltropfen bei Calendula!) und dem Verhalten der Farbstoffe zu Reagentien.

Speziell für Calendula sind die Korollenhaare (Fig. 21), speziell für Saflor die Sekretschläuche „Leiter“.

Als weitere Fälschungen des Safran kommen in Betracht: Curcumapulver (siehe Taf. 24), Santelholz (siehe Taf. 27), Fernambukholz (siehe Taf. 27), Campecheholz, Flor. granati, Flor. Paeoniae (bezüglich dieser drei siehe die Tabelle Seite 93), Kapsafran (Blüten der Scrophularinee Lyperia crocea), die Blüten von Scolymus hispanicus, Arnica montana, Papaver Rhoeas, Pulicaria vulgaris, die Narben anderer Crocusarten, gefärbte Monokotylen- (besonders Gramineen- und Cyperaceen-)blätter, monokotyle und dikotyle Keimpflänzchen (besonders Leguminosen-Keimlinge), Stigmata Maidis, Knoblauchwürzelchen, Fucus amylaceus u. a. m. Eine künstliche Färbung dieser Objekte wie auch des extrahierten Safrans, die sehr häufig mittelst verschiedener Farbstoffe (Dinitrokresolsalze = Safransurrogat, Safranin, Fuchsin, Chrysoidin, Metanilgelb, Orange II, Martiusgelb, Brillantgelb, Chinolingelb, Naphtolgelb u. a. m.) beobachtet wird, verrät sich stets oder doch für gewöhnlich dadurch, dafs man beim Beobachten in fettem Öl äufserlich aufliegende Farbstoffpartikel wahrnimmt und die Färbung eine ungleichmäfsige ist.

Tafel 23.

Erklärung der Abbildungen.

Crocus sativus L.

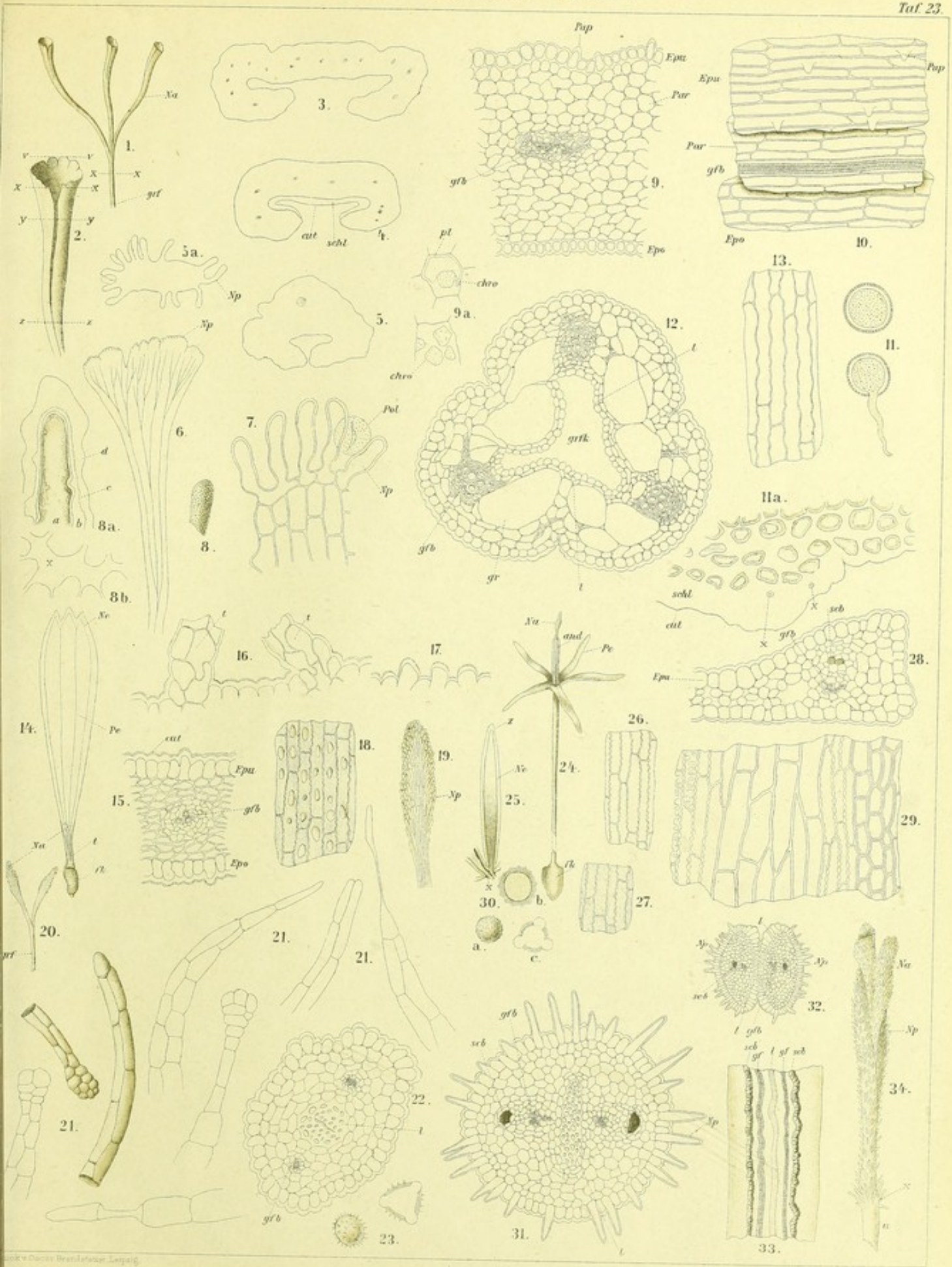
Fig. 1. Narbe mit Griffelrest. *x ... x* Stelle, an der bei gutem Safran die Narbenschenkel vom Griffel gelöst werden.
„ 2. Spitze der Narbe, stärker vergrößert.
„ 3. Querschnitt durch die oberste Partie der Narbe, *x ... x* Fig. 2.
„ 4. Querschnitt durch eine etwas tiefer liegende Partie, *y ... y* Fig. 2.
„ 5. Querschnitt durch die basale Partie eines Narbenschenkels, *z ... z* Fig. 2.
„ 5a. Querschnitt durch den obersten, Papillen tragenden Teil der Narbe, *v ... v* Fig. 2.
Fig. 3—5a. Lupenbilder.
„ 6. Narbenschenkel in Wasser ausgebreitet, um die Verzweigung der Nerven zu zeigen.
„ 7. Narbenpapillen an der Narbenspitze.
„ 8. Narbenpapille von aufsen.
„ 8a. Narbenpapille mit Schleimschicht (*d*) im medianen Längsschnitt, in Chloral.
„ 8b. Verschleimung der Intercellularsubstanz (*x*) der Zellen des Narbengewebes.
„ 9. Querschnitt durch das Narbengewebe.
„ 9a. Zellen mit Chromatophoren aus dem Narbengewebe.
„ 10. Succedane Flächenschnitte durch das Narbengewebe.
„ 11. Pollenkörner, das untere mit ausgetriebenem Pollenschlauch.
„ 11a. Partie aus der Innenseite der Narbenröhre (*schl* in Fig. 4), die Verschleimung der subkuticularen Membranpartie und der inneren Partien zeigend.
„ 12. Querschnitt durch den Griffel.
„ 13. Epidermis des Griffels.

Calendula officinalis L.

Fig. 14. Randblüte des Körbchens, wie solche allein in der Droge vorkommen.
„ 15. Querschnitt durch die Zunge (*Pe* in Fig. 14).
„ 16. Haarbasen von der Aufsenseite des Röhrenteiles der Korolle.
„ 17. Epidermiszellen der Korollenzunge.
„ 18. Epidermis der Korolle, Flächenansicht der Innenseite.
„ 19. Narbenspitze.
„ 20. Der Griffel mit den zwei Narbenschenkeln.
„ 21. Haare von der Korollenröhre.
„ 22. Querschnitt durch den Griffel.
„ 23. Pollenkörner.

Carthamus tinctorius L.

Fig. 24. Blüte vom Blütenboden losgelöst, die sehr lange Korollenröhre ist nicht vollständig gezeichnet.
„ 25. Isolierter Korollenzipfel.
„ 26. Epidermis der Aufsen- (Unter-) seite } der Korollenzipfel.
„ 27. Epidermis der Innen- (Ober-) seite }
„ 28. Querschnitt durch die Randschicht eines Korollenzipfels.
„ 29. Flächenansicht der fibrösen Schicht der Antherenwand.
„ 30. Pollenkörner: *a* von aufsen, *b* im Durchschnitt, *c* mit den Austrittsstellen für den Pollenschlauch.
„ 31. Querschnitt durch den Griffel.
„ 32. Querschnitt durch die Narben an der Basis.
„ 33. Griffel, unbehaarter Teil, Längsansicht. Lupenbild.
„ 34. Griffel mit Narbe.


Na
1.
v
x
grf
2.
y
z
3.
cut
schl
4.
5a.
Np
5.
6.
7.
Pol
8.
8a.
8b.
a
b
c
9.
Pap
Epu
Par
gfb
Epo
9a.
pl
chro
10.
11.
12.
t
grfk
gr
13.
14.
Pe
15.
16.
17.
18.
19.
20.
21.
22.
23.
24.
25.
26.
27.
28.
29.
30.
31.
32.
33.
34.
Ne
and
z
x
ck
a.
b.
c.
scb
gf
l
Ny
Np
Na
Pe
Epu
Epo
gfb
cut
schl
scb
Pol
Np
Pap
Par
Epo
Epu
gfb
chro
pl
grfk
gr
t
Na
Pe
Ne
Np
Ny
scb
gf
gfb
l
x
z
ck
a.
b.
c.
cut
schl
scb
Epu
Epo
gfb
Na
Np
Ny
scb
gf
gfb
l
x
z
ck
a.
b.
c.
cut
schl
scb
Epu
Epo
gfb

Rhiz. curcumae.

Gilbwurz, Rhizome de Curcuma, Turmeric.

Das Rhizom von Curcuma longa L. zeigt einige sehr charakteristische Eigentümlichkeiten. Gräbt man ein Exemplar der Pflanze aus, nachdem dieselbe die Laubblätter entwickelt hat, so beobachtet man folgendes (Fig. 1). Das terminale Blattbündel (*bl*) sitzt einem breiten Knollen auf ($I_,$, Fig. 1), der deutlich durch horizontal umlaufende kurze Niederblattmanschetten in einzelne Zonen geteilt erscheint und dem zahlreiche lange Wurzeln ansitzen. Aus diesem birnförmig-runden Hauptknollen (Centralknollen, Hauptachse) entspringen aufserordentlich zahlreiche, meist schief nach unten gerichtete Rhizomäste. Von denselben — es sind oft 10 und mehr — sind in der Zeichnung nur 3 wiedergegeben ($II_,$, Fig. 1), die anderen, der Deutlichkeit wegen, abgeschnitten. Sie sind im Querschnitt fast rund und messen etwa 20 mm im Durchmesser. An ihrer Unterseite und meist nur oder doch vorwiegend dort tragen sie fast vertikal nach unten gerichtete ($III_,$, Fig. 1) oder doch nur schwach gebogene Seitensprosse oder deren Knospen, die für gewöhnlich auf der Mediane der Unterseite in einer geraden Linie angeordnet sind ($III_,$, Fig. 1) und meist in der Achsel jedes zweiten Niederblattes entspringen. Die Niederblätter (*Nbl*, Fig. 1) umgeben auch hier wie beim Hauptknollen als scheidenförmige Manschetten das Rhizom. Sie sind meist kurz, werden aber verhältnismäfsig lang gegen die Spitze der Rhizomäste oder deren Verzweigungen, wo sie die Gipfelknospe meist zu zweien kappenartig umhüllen. Bei den Verzweigungen besteht diese Gipfelknospe meist nur aus einem stumpfen Kegel, der sich nicht weiter differenziert, bei dem Hauptaste jedoch ist eine deutliche Knospe entwickelt, die nicht selten sogar austreibt. In diesem Falle krümmt sich der Rhizomstock an der Spitze nach oben (Fig. 1, rechts) und die Knospe entwickelt sich (*kn*, Fig. 1, rechts) in Gestalt eines spitzen Kegels. Während der die Vegetationsorgane tragende Centrale und Hauptknollen ($I_,$) reichlich mit Wurzeln besetzt ist (Fig. 1), tragen die Nebenwurzelstöcke ($II_,$) und deren Verzweigungen ($III_,$) gar keine oder doch nur sehr wenige Wurzeln (*wu*). In dem eben charakterisierten Entwicklungsstadium sorgt die Pflanze bereits für die Zukunft vor. Da nämlich mit dem Absterben der Vegetationsorgane an der Spitze des Hauptknollen oder Hauptwurzelstockes beim Abschlusse der Vegetationsperiode auch der Hauptknollen selbst abstirbt, so entwickelt sie einen zweiten Knollen an einem Seitenaste (*x*, Fig. 1), der wie die anderen Rhizomstücke an dem Centralknollen entspringt und der, an seiner Spitze anschwellend, zunächst eine fast genau kugelige Form besitzt (*I* in Fig. 1). Dieser zweite Knollen wird nun allmählich mit den Produkten der Assimilation der Laubblätter gefüllt und schwillt um so stärker an, je älter er wird. Aber schon frühzeitig entwickelt er, ganz wie der die Vegetationsorgane tragende Hauptknollen ($I_,$, Fig. 1), schief nach unten gehende Äste (*II*, Fig. 1), die ganz wie die entsprechenden Nebenwurzelstöcke des Hauptknollen an der Spitze eine Knospe (*vgt*, Fig. 1) und vorwiegend an der Unterseite in einer Reihe angeordnete, razemös entspringende Äste oder deren Knospen tragen. Auch bei dem Knollen *I* wiederholt sich bezüglich der Wurzeln das Gleiche wie beim Hauptknollen: er ist reichlich mit Wurzeln besetzt, während die Nebenwurzelstöcke deren ganz oder fast ganz entbehren (Fig. 1, *wu*). An der Spitze trägt er eine Knospe (*kn*, Fig. 1, links). Stirbt der Hauptknollen ($I_,$) nach Schlufs der Vegetationsperiode ab, so werden für gewöhnlich auch die Nebenwurzelstöcke ($II_,$) in Mitleidenschaft gezogen und sterben ebenfalls ab, jedenfalls alle diejenigen, welche ihre Gipfelknospe zu dieser Zeit nicht weiter entwickelt haben. Die Rhizomabschnitte jedoch, die eine Gipfelknospe gebildet haben (Fig. 1, $II_,$, rechts, *kn*), bleiben erhalten und funktionieren weiter. Nach dem Absterben der Hauptknollen ($I_,$) löst sich der Nebenknollen (*I*) an der Verbindungsbrücke (*x*) ab und funktioniert in der folgenden Periode als Hauptknollen, d. h. er treibt aus und trägt alsdann die Vegetationsorgane.

Jedes Rhizomstück mit einer Knospe scheint im stande zu sein, auch losgetrennt von dem Centralknollen selbstständig auszutreiben und durch Entwickelung der Spitzenknospe einen neuen Sprofs mit Blättern, durch Anschwellen einen neuen Centralknollen zu liefern.

Einige der Wurzeln schwellen an einer Stelle knollenförmig an und es entsteht so ein ovales Gebilde (Fig. 1, *Kno*), das übrigens gleich wie die übrige Wurzel Nebenwurzeln treibt.

Die Droge besteht jetzt meist aus einem Gemisch von Centralknollen (*I* nicht $I_,$) — Curcuma rotunda — und Nebenwurzelstöcken (*II* u. $II_,$) nebst deren Verzweigungen (*III* u. $III_,$) — Curcuma longa —, welch letztere bald auf einer, bald auf beiden

Seiten liegen. Der die zur Zeit der Einsammlung abgestorbenen Blätter tragende Centralknollen *I*, wird nicht mit gesammelt. Die Hauptmasse der Droge bilden die Nebenwurzelstöcke. Die Anatomie derselben sei daher zunächst beschrieben.

Das Hautgewebe besteht aus drei Schichten: der Epidermis, einem parenchymatischen Hypoderm und dem Periderm (Kork und Phellogen).

Die Epidermis besteht aus nur schwach verdickten, niedrigen, relativ kleinen Zellen (*Ep*, Fig. 6), die, von der Fläche gesehen, isodiametrisch oder gestreckt erscheinen und deutlich die Tüpfelung der Seitenwände erkennen lassen (Fig. 9).

Der Epidermis eingefügt findet man zahlreiche Haare (Fig. 6. *t*), die eine blasig erweiterte Basis besitzen, ziemlich lang und nicht selten relativ dickwandig sind (Fig. 6, *t*, 9, *t* u. 13). Sie tragen nicht den Charakter von Wurzelhaaren, doch ist ihre Spitze oft verdickt. Meist sind sie einzellig, doch kommen auch Querteilungen vor (Fig. 13). Bisweilen sind sie ausgefallen oder abgebrochen und alsdann findet man nur ihre Ansatzstellen (*x*, Fig. 9). Sie sind ohne Schwierigkeit auch bei der Droge aufzufinden. Besonders die Centralknollen sind oft reichlich damit besetzt.

Das unter der Epidermis liegende hypodermatische Gewebe (*hd*, Fig. 6) ist ein verkorktes Parenchym, in welches dann und wann (Fig. 6) Ölzellen eingebettet sind. Es fehlt bisweilen. Dann folgt der eigentliche Kork (*k*, Fig. 6), der, vom Phellogen (*phg*) vermehrt, meist 4—6 (bis 10) Reihen dick ist (subhypodermales Oberflächenperiderm) und, von der Fläche gesehen (Fig. 10), das charakteristische Aussehn tafelförmiger, reihenförmig untereinander liegender Zellen zeigt.

Das Gewebe der Rinde ist ein dünnwandiges Parenchym und besteht aus ziemlich grofsen, wenig oder gar nicht in die Länge gestreckten (Fig. 9, *Par*) Zellen mit kleinen Intercellularen. Die Zellen sind erfüllt mit locker liegenden Stärkekörnern, die in einem farblosen Zellsafte liegen. Die Stärkekörner sind bei der Droge bis zur völligen Unkenntlichkeit der Konturen verkleistert, da die Droge, um sie abzutöten und ihre Austreibefähigkeit zu vernichten, $^1/_2-1$ Tag in siedendes Wasser gesteckt wird. Man findet daher in der Droge in jeder Zelle nur mehr einen Kleisterballen, der nur ganz undeutlich noch ein Netzwerk erkennen läfst (Fig. 12): die Begrenzungslinien der völlig verquollenen und verkleisterten Stärkekörner. Die geringen Plasmamengen, die sich zwischen die Kleisterballen der Körner legen, bleiben oft als zartes Netz beim Weglösen der Stärke mittels Kali zurück. Diese Kleisterballen sind bei der Droge gelb gefärbt. Bei dem frischen Rhizom jedoch liegt die Stärke in farblosem Zellsaft. Der Grund dieses Unterschiedes liegt darin, dafs das in den alsbald zu erwähnenden Sekretzellen enthaltene Curcumin beim Brühen in das ganze übrige Gewebe eindringt, durch die Membranen des Parenchyms hindurchtritt und besonders das Plasma stark färbt. In der That kann man leicht feststellen, dafs weniger die gequollenen und verkleisterten Stärkekörner, als vielmehr namentlich die Zwischensubstanz stark gefärbt ist. Die Verkleisterung der Stärke und Färbung der Kleisterballen bedingt das stumpfgelbe, an gelbes Wachs erinnernde Aussehn des Querschnittes der Rhizomstücke des Handels. Die Stärkekörner, die man also nicht in der Droge, wohl aber in dem frischen Rhizom wohl erhalten findet, sind 10—45 mik (meist 15—30 mik) lang und von eigentümlicher Form, bald oval, bald beilförmig, bald dreieckig mit ausgeschweiften Seiten und abgerundeter Basis, sackartig oder rhombisch, bisweilen von der Form einer Granate, oft genabelt, immer flach-scheibenförmig (*x*, Fig. 14), daher, von der Kante betrachtet, stab-linsenförmig, die Schichtung ist sichtbar, aber undeutlich, der Kern liegt im verschmälerten Ende. Ein Zellkern ist in jeder Zelle, auch bei der Droge, mittelst Anilingrün-Essigsäure nachzuweisen.

Eingebettet in das Stärkeparenchym finden sich — besonders zahlreich an den Vegetationspunkten — die Sekretzellen. Dieselben enthalten sowohl das farblose ätherische Öl wie das Curcumin und sind wie die meisten mir bekannt gewordenen Sekretzellen mit einer Membran versehen, deren äufsere Lamelle verkorkt ist (Angew. Anatomie Seite 475) und die innerhalb dieser Korklamelle noch eine zarte Cellulosehaut erkennen läfst. Das Sekret scheint auch hier in der Membran zu entstehen. Wenigstens lassen Bilder wie z. B. Fig. 9, *x. oez* (unten), Fig. 8, *x* u. *z. oez* darauf schliefsen. Man findet nämlich bei zahlreichen Zellen zunächst blasige Abhebungen bezw. Austreibungen der Wand mit ätherischem Öl gefüllt (Fig. 8, *x*, *z. oez*). Bei höchster Einstellung erscheinen dieselben als der Wand anliegende Tropfen (*oez*, Fig. 8 in der Mitte). Dieselben fliefsen alsdann zu gröfseren Gebilden zusammen (Fig. 9, *x. oez*), die wie Taschen der Wand ansitzen (Fig. 7, *x* und *z. oez*). Nunmehr scheint das Öl in Tropfen die „innere Haut“ (*ih*, Fig. 7 u. 9) zu durchdringen (Fig. 8, *y. oez*) und in den Zellraum zu gelangen. Ob dies aber immer geschieht oder nur dann und wann, bleibt fraglich. (Mir stand nur Alkoholmaterial zur Verfügung.) Jedenfalls ist der oder sind die Öl- und Farbstofftropfen im fertigen Zustande von der „inneren Haut“ umgeben, was sowohl bei der Annahme, dafs ein Durchdringen erfolgt, wie auch dann, wenn dasselbe unterbleibt, erklärlich wäre.

Nur in diesen Ölzellen, die etwa die gleiche Gröfse wie die Stärkezellen besitzen, und gegen die hier das Stärkeparenchym oft strahlige Anordnung zeigt, findet sich bei der lebenden Pflanze Öl und Farbstoff. Ihr Inhalt löst sich in Äther leicht zu einer gelben, blau fluoreszierenden Lösung. Der Farbstoff besteht hauptsächlich aus Curcumin. Er bedingt die in der Tabelle (beim Crocus S. 93) aufgeführten Farbenreaktionen mit Alkalien und Säuren. Bei der Droge sind die Sekretzellen, da ihr Inhalt beim Kochen in das Parenchym übergetreten ist, oft leer.

In den Parenchymzellen findet man da und dort sehr kleine eckige Kalkoxalat-Kristalle (Fig. 14 b). Die Thatsache, dafs beim Behandeln eines Schnittes mit Schwefelsäure sehr reichliche Gipsnadelbildung erfolgt, erklärt sich wohl dadurch, dafs in dem Rhizom neben Calciumoxalat auch andere Kalksalze vorkommen.

Der centrale Teil des Rhizoms wird von dem peripherischen, den man wohl auch als Rinde bezeichnet, durch eine

Kernscheide (Endodermis) getrennt (*ed*, Fig. 3, 5 und 8). Die Zellen derselben sind tangential gestreckt und verkorkt (*ed*, Fig. 8) und führen der Regel nach keine Stärke. Diese Endodermis ist an zahlreichen Stellen unterbrochen (Fig. 3 und 8 *L*), und zwar in Gestalt ovaler Löcher (*L*, Fig. 11), durch welche die Rindenbündel in den Centralcylinder eindringen (Fig. 3 u. 8).

Das Grundgewebe des centralen Teiles gleicht dem der Rinde.

Die Gefäfsbündel haben einen gekrümmten Verlauf, besonders an der Endodermis sind sie vielfach hin und her gebogen, sie sind sowohl in der Rinde wie im Centralcylinder collateral; entschieden kollateral in der Rinde (Fig. 7), zur Bikollateralität neigend bei den isolierten Bündeln des Centralcylinders (*gfb* in Fig. 8 unten), hier, wie bei den ovalen Bündeln, die sich an die Endodermis anlegen und hier oft miteinander seitlich verschmelzen, scheinbar in den konzentrischen Bau mit centralem Gefäfsteil übergehend (Fig. 8).

Die meist zu 2—7, selten zu 10—15 im Bündel vereinigten Gefäfse sind entweder Spiral- oder Netzleistengefäfse und besitzen eine Breite von 30—55 mik (selten bis 75 mik) (Fig. 9, *gf* und Fig. 12a). Die oft in der Mitte des Bündels liegenden, durch anderes Lichtbrechungsvermögen von den später entstehenden unterschiedenen Erstlinge sind stets spiralig verdickt. Die Siebröhren (*sb*, Fig. 7) sind zart, die Siebplatten deutlich. Begleitet werden die Bündel im Bastteil von eigentümlichen kurzen, unverkorkten Zellen (Fig. 14a), die bei Alkoholmaterial einen braunen körnigen Inhalt führten. Derartige (Sekret führende) Zellen sind an der gleichen Stelle auch beim Zedoariarhizom und dem Ingwer zu finden.

Der Gefäfsbündelverlauf ist folgender. In der Rindenschicht verlaufen ein oder zwei Gefäfsbündelnetze in vertikaler Richtung. Diese Rindenbündel stehen vornehmlich an den Knoten (den Insertionsstellen der Niederblätter) unter sich netzartig in anastomosierender Verbindung (Fig. 11, bei *R*), dafs ein vollständiges Netzwerk entsteht. Gegen dies Rindenbündelnetz hin verlaufen nun auch die in die Rinde eintretenden Bündel der Niederblätter *(Nbl)*, die das Rhizom (und den Centralknollen) manschettenartig umgeben oder die Kopfelknospe der Nebenwurzelstöcke umhüllen. Diese Blattbündel endigen daselbst aber nicht blind, sondern treten mit den Bündeln des Rindennetzes in Verbindung. Andererseits entsendet das Rindenbündelnetz nach dem Centralcylinder hin Zweige (bei *x* Fig. 11). Dieselben treten durch die oben erwähnten Lücken (*L* in Fig. 3, 8, 11) in den Centralcylinder ein, wie dies Fig. 8 (oben) zeigt, beschreiben, nach innen absbiegend, einen flachen Bogen und kehren alsdann an die Endodermis zurück, der sie sich anlegen. An der Endodermis bilden die Bündel ein vielfach verschlungenes Netz (Fig. 11), doch treten sie nur selten untereinander in anastomosierende Verbindung. Man kann sich dies leicht dadurch sichtbar machen, dass man tangentiale Längsschnitte durch die endodermale Partie in rauchende Salzsäure legt, wodurch die Schnitte völlig transparent werden.

In der endodermalen Partie entspringen natürlich auch die Wurzeln, die, wie erwähnt, den Nebenwurzelstöcken nur in geringer Zahl (Fig. 1, *wu*), den Centralknollen jedoch in grofser Zahl ansitzen.

Der Bau der besonders reich mit Haaren besetzten Centralknollen gleicht im grofsen und ganzen dem der Nebenwurzelstöcke. Auch hier scheidet eine Endodermis einen centralen Teil von einem peripherischen (*ed*, Fig. 5). Ersterer ist verhältnismäfsig grofs, gröfser als bei den Nebenwurzelstöcken. Die Gefäfsbündel verlaufen im Centralknollen unregelmäfsiger als in den Nebenwurzelstöcken, so dass man auf einem Querschnitte zahlreiche Bündel in der Längsansicht sieht (Fig. 5). Die Centralknollen sind reicher an Kalkoxalat, das hier bisweilen in Form von Säulen zu beobachten ist.

Die Niederblätter (*Nbl*, Fig. 1), welche den Centralknollen und Nebenwurzelstöcken ansitzen, sind kurz manschettenartig, aber verhältnismäfsig dick (Fig. 15). Sie bestehen aus einem lockeren, reich durchlüfteten, von wenigen Sekretzellen (*oez*, Fig. 15) durchsetzten Parenchym, in dem die Nervenbündel ziemlich parallel miteinander, aber mit reichlichen Anastomosen verlaufen. In dem Parenchym und der Epidermis der Unterseite findet man oftmals reichlich Kalkoxalat-Kristalle (*kr* in Fig. 15, 16 und 17), ja selbst die Schliefszellen der Spaltöffnungen (*st* in Fig. 15 u. 16) enthalten kleine Kalkoxalatkriställchen (*st*, Fig. 17) von oftmals trotz der Kleinheit überraschend guter Ausbildung (meist Oktaeder). Die Aufsenseite der Niederblätter trägt — oftmals sehr reichliche — Haarbildungen (Fig. 15, 16, *t*, Fig. 18), die im allgemeinen gleichfalls den Haaren der Rhizomabschnitte gleichen und oftmals kleine Kalkoxalatkriställchen führen (Fig. 18).

Die Wurzeln sind von einer, dicht mit langen Wurzelhaaren (*wh*, Fig. 2) besetzten Epidermis umgeben. Unter derselben liegt ein mehrreihiges, aus derbwandigen, gebräunten Zellen bestehendes Hypoderm (äufsere Endodermis), dann folgt das lückige Rindenparenchym, das in seinem inneren Teile von grofsen, radialgestreckten Luftlücken (*Lü*) durchzogen wird und besonders in den an die Endodermis grenzenden Partien reich an Sekretzellen ist. Die Endodermis besteht aus an der Innenseite stark verdickten Zellen. Der Bündelkranz (*gfb*, Fig. 2) ist polyarch. Man findet nicht selten 20 und mehr (25) radiale Bündel. Die primären Gefäfse sind zehnmal kleiner als die sekundären. Die Wurzel bleibt polyarch, die Bündel auch später radial, wie es bei Monokotylenwurzeln die Regel ist. Das Centrum der Wurzel nimmt ein parenchymatisches, Sekretzellen führendes Mark ein. Gefestigt ist die Wurzel durch einen in späteren Stadien sich entwickelnden Libriformpanzer, der die Bündel, besonders die Gefäfsteile, begleitet (wie bei Sassaparille). Die zarten Nebenwurzeln sind triarch.

Die knollig verdickten Stellen der Wurzeln (*kno*, Fig. 1) kommen dadurch zu stande, dafs das Mark der Wurzeln hypertrophisch anschwillt und die Rinde der Anschwellung folgt. Durch diese Vergröfserung des centralen Markkörpers wird der geschlossene Gefäfsbündelring der

unverdickten Wurzel gesprengt und die Gefäfsgruppen sowohl wie die Siebteilinseln in kleinere Gruppen aufgelöst (Fig. 4, *gfb*). So findet man denn, dem inneren Rande der unverdickten Endodermis angelehnt, oft 50 und mehr kleine individuenarme, tangentialgestreckte Gefäfsteil- und Siebteilinseln. Libriform fehlt ganz. Das Grundgewebe ist ein Stärke führendes Parenchym, in dem verhältnismäfsig wenige Sekretzellen liegen. Das Hypoderm der Wurzeln ist oft durch Kork ersetzt. Nebenwurzeln und Wurzelhaare fehlen auch hier nicht. Diese Wurzelknollen sind ebenso stärkereich als die Rhizomstücke.

Das Pulver.

Das Pulver des Curcumarhizoms ist nicht zu verkennen. Die aus den Zellen herausgefallenen gelben Kleisterballen, die noch ganz die Form der Zellen besitzen (Fig. 12) und als Stärkekleister sofort durch Jod zu diagnostizieren sind, geben ihm ein sehr charakteristisches Aussehn. Für gewöhnlich findet man gar keine unveränderten Stärkekörner, doch ist mir neuerdings ein Pulver unter die Hände gekommen, welches wohl erhaltene Stärke der charakteristischen Form (Fig. 14) enthielt. Sekretzellen sind wenige unmittelbar sichtbar, da das Curcumin fast ganz in den Stärkekleister übergetreten ist. Sie werden aber, da ihre Wand verkorkt ist, sichtbar, wenn man konzentrierte Schwefelsäure zusetzt. Die Fragmente des Korkes (Fig. 10), des Parenchyms (Fig. 7, *Par*) und der Gefäfsbündel, besonders der Netzleisten- und Leitergefäfse (Fig. 12a) (Spiralgefäfse sind selten), treten nach Erwärmen des Präparates in Chloral deutlich hervor. Mechanische Elemente fehlen.

Die Farbenreaktionen (siehe die Tabelle bei Crocus) sind sehr charakteristisch. Den dort aufgeführten wäre noch hinzuzufügen, dafs das Pulver mit einer konzentrierten Lösung von Borsäure in Salzsäure eingetrocknet beim Befeuchten mit verdünntem Ammoniak (Überschufs vermeiden!) violett wird.

Tafel 24.

Erklärung der Abbildungen.

(Curcuma longa L.).

Fig. 1. Rhizom von Curcuma longa nach frischem Material (Java). *I*, Centralknollen — die Vegetationsorgane tragend —, an ihm *II*, Nebenwurzelstöcke mit Auszweigungen (*III*,). Ein Nebenwurzelstock ist in Begriff, eine Knospe auszutreiben (*kn* rechts). *I.* für die folgende Vegetationsperiode neu angelegter zweiter Knollen mit Knospe (*kn*), gleichfalls mit Nebenwurzelstöcken (*II*), an denen die Knospen der Auszweigungen sichtbar sind. *Nbl* Niederblattmanschetten. *wu* Wurzeln. *kno* knollenförmig verdickte Wurzelpartie. Etwa 8 weitere Nebenwurzelstöcke des Centralknollens *I*, sind nicht gezeichnet. Die meisten derselben sind schräg nach unten gerichtet.

„ 2. Lupenbild eines Wurzelquerschnittes.

„ 3. „ eines Rhizoms (Nebenwurzelstockes) *II* oder *II*,.

„ 4. „ des Querschnittes einer verdickten Wurzel (*kno*, Fig. 1).

„ 5. „ des Querschnittes eines Centralknollens.

„ 6—18. Aus einem Nebenwurzelstock: *oez* in Fig. 6—9 Ölzellen in verschiedenen Entwicklungsstadien.

„ 6. Querschnitt durch Epidermis und Kork.

„ 7. „ „ das Gewebe der Rinde.

„ 8. „ „ „ „ an der Endodermis (*ed*) an der Stelle, wo durch eine Lücke (*L*) ein Rindenbündel in den Centralcylinder eindringt.

Fig. 9. Längs- bez. Flächenansichten der Epidermis (*ep*) und eines Gefäfsbündels nebst Nachbarschaft. *oez* Ölzelle, *ih* innere Haut.

„ 10. Kork von der Fläche gesehen.

„ 11. Gefäfsbündelverlauf. ×× bis ×× tangentialer Flächenschnitt an der Endodermis, von ×× bis an den Rand unten: Radialschnitt des inneren Teiles der Rindenpartie (*R*).

„ 12. Stärkekleisterballen von der Form der Zellen, aus denselben herausgefallen. Im Pulver häufig.

„ 12a. Gefäfsfragment aus dem Pulver.

„ 13. Haare der Epidermis von Knollen und Rhizom.

„ 14. Stärkekörner, bei × von der Seite gesehen, um zu zeigen, dass sie flach-scheibenförmig sind.

„ 14a. Unverkorkte Sekretzellen aus dem Siebteil.

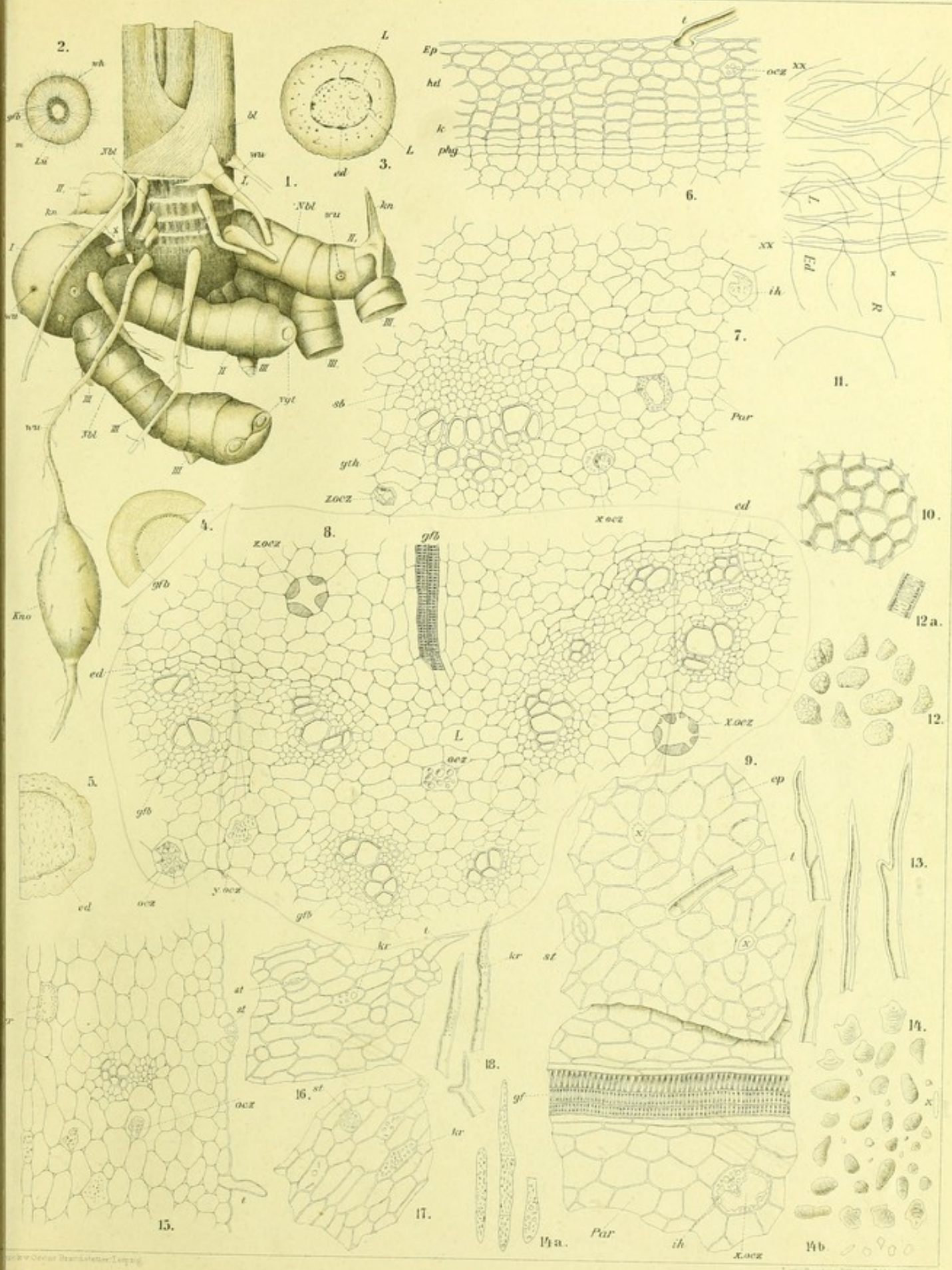
„ 14b. Kalkoxalatkriställchen.

„ 15. Querschnitt durch ein Niederblatt an der Vegetationsspitze der Nebenwurzelstöcke.

„ 16. Epidermis der Aufsenseite und

„ 17. Epidermis der Innenseite dieser Niederblätter, von der Fläche gesehen.

„ 18. Haare der Niederblätter mit Oxalatkriställchen.



Another plate Figs 1 + 6 + 7
Figs 8 + 9.

Piper nigrum.

Piper. Schwarzer Pfeffer. Poivre noir. Black pepper.

Die Blüten des Pfeffers, Piper nigrum L., sind sitzend und zu langen, lockeren Ähren vereinigt. An der Spindel des Blütenstandes sitzen zahlreiche schildförmige, sitzende Deck- oder Tragblätter, die in sehr eigentümlicher Weise die Blüten derartig behüllen, dafs man beim ersten Anblicke meint, die Blüten besäfsen becherförmige Perigone. In dem extremsten Falle beteiligt sich ein Tragblatt an der Behüllung von vier Blüten (Fig. 2, 1—4): *tgb* I behüllt die Blüte *a* unten, *b* und *c* an den Seiten, *d* oben, *tgb* II behüllt, soweit aus der Figur ersichtlich, Blüte *c* unten und Blüte *d* an der einen Seite; ebenso *tgb* III Blüte *b* unten und Blüte *d* an der Seite. Diesem extremen Falle, wo ein der Achse schildförmig angewachsenes Tragblatt sich an der Behüllung von 4 Blüten beteiligt, wo also der Blütenbecher aus 4 Tragblattabschnitten, die zu 4 verschiedenen Tragblättern gehören, besteht (Fig. 2, 1—4), stehen andere gegenüber, wo das Tragblatt sich nur bei 3 Blüten beteiligt. Ja diese Fälle sind, da die Blüten spiralig an der Achse stehen, die häufigeren. Ein Tragblatt behüllt alsdann eine obere Blüte von unten (z. B. Blüte I, Fig. 3) und die beiden tiefer liegenden, alternierenden, von den Seiten (z. B. Blüte II, Fig. 3). In diesem, wie gesagt häufigsten, Falle wird also eine Blüte von 3 Tragblattabschnitten behüllt, die zu 3 verschiedenen Tragblättern gehören (Fig. 3 und 4a, unten). Die seitlichen Tragblattabschnitte liegen innen, das untere aufsen, übergreifend und die Blüte becherförmig von unten her behüllend (Fig. 2 und 3).

Entwickelt sich nun der Fruchtknoten zur Frucht, so wächst auch noch dieser eigentümliche Becher heran und bleibt, wenn die Frucht abfällt, an der Spindel sitzen (Fig. 3b).

Die Fruchtstandspindel zeigt an der Basis des Fruchtstandes, dort, wo noch keine Blüten bezw. Früchte sitzen (bei *x*, Fig. 1), folgenden Bau, der, was die Gefäfsbündel betrifft, die (monokotylenähnliche) Piperacee verrät. In der Mitte liegt nämlich ein unregelmäfsig buchtiger Bastzellzylinder (*B*, Fig. 14), in den zahlreiche (etwa 8 bis 18) ungleich grofse, kollaterale, oft kambiumführende Bündel (*gfb*, Fig. 14) eingebettet sind. Aufser diesem Bündelkranze liegen in der Mitte noch 2 gröfsere, ebenfalls von breiten Bastzellbelegen bescheidete Bündel, die sich mit ihrem Bastzellbelege bisweilen an den Bündelzylinder anlegen. Neben denselben findet man eine exzentrisch gelegene ovale Lücke (*Lü* in Fig. 14). In der breiten parenchymatischen „Rinde“ findet sich 3 Zellreihen unter der Epidermis ein Kreis dünnwandiger Sclereiden (*scl*, Fig. 14), auch sind vereinzelte Sclereiden mit dünner Wand in das Parenchym eingestreut. Ölzellen sind selten.

An den Stellen, wo die Früchte ansitzen, ist die Spindel etwas anders gebaut. Hier liegt die ovale Lücke nunmehr in der Mitte (*Lü*, Fig. 4) und um dieselbe gruppiert sich ein lockerer Kreis (oder 2 Kreise) von isolierten Bündeln, die sehr ungleich grofs und ungleich orientiert, aber stets von einem Bastzellpanzer umscheidet sind. Von diesen Bündeln treten Zweige sowohl in die Tragblätter wie in die Stamina und den Fruchtknoten ein. Bei diesen Bündeln liegt gewöhnlich der Gefäfsteil innen. Sie lassen meist das Kambium deutlich erkennen und zeigen bisweilen Phloemspaltungen (Angew. Anatomie, S. 297) oder isolierte Bastinseln mitten im Siebteile. Im letzteren Falle sind 2 Bündel mit ihrem Siebteile zusammengelegt. Der Gefäfsteil des einen liegt alsdann aufsen, der des anderen innen.

Die Blüten sind sehr einfach gebaut und entbehren stets des Perigons. Dagegen waren alle Blüten, die ich bei in Java kultiviertem Pfeffer zu beobachten Gelegenheit hatte, hermaphrodit, nicht nur die an der Basis des Blütenstandes befindlichen. (Sonst soll Piper nigrum angeblich eingeschlechtliche Blüten besitzen und nur an der Basis der Ähre zwitterige.) Sie führen einen centralen Fruchtknoten und je 2 an der Achse rechts und links orientierte Stamina (Fig. 2, 3b und 4a, *stam*). Der Fruchtknoten trägt an der Spitze eine 2—4-, meist 3teilige sitzende Narbe (Fig. 1, 2, 3, 4, 6) mit kurzen Narbenpapillen. Dem entsprechend haben wir uns den Fruchtknoten aus 2—4 Karpellen entstanden zu denken. Eine entsprechende Furchung desselben ist jedoch nicht sichtbar. Dagegen ist der Fruchtknoten stets infolge des Druckes einerseits der Deckblätter, andererseits der Stamina eigenartig zusammengedrückt, im Querschnitt oft keilförmig (Fig. 4a).

Die Tragblätter besitzen einen sehr einfachen Bau. In das dünnwandige, von zarten Bündeln durchzogene Parenchym sind einige Ölzellen eingebettet. Auf der gegen Frucktknoten und Stamina gerichteten Innenseite tragen sie zahlreiche Haare (*t*, Fig. 4a), die oft gekrümmt und der Regel nach mehrzellig sind (Fig. 5).

Die Stamina besitzen ein im Querschnitt ovales Filament, das von einem centralen Bündel in der Mitte durch-

zogen ist (Fig. 4a, *stam*) und an der Spitze eine, dem Rücken des Staubfadens ansitzende, kurze, dithecische, mit einem Längsspalt sich öffnende Anthere mit undeutlichem Konnektiv (Fig. 2 und 3, *stam*) trägt. Die Stamina sind sehr dauerhaft. Auch nach dem Verstäuben und Schrumpfen der Antheren bleiben sie erhalten, werden von der heranwachsenden Frucht gegen das Tragblatt gedrückt und erscheinen daher, wenn man die reife Frucht aus dem Tragblattbecher loslöst, als 2 nach rechts und links orientierte breitgedrückte Streifen (Fig. 3b).

Der Fruchtknoten besitzt eine ziemlich dicke Wand und führt an der Basis ein einzelnes atropes Ovulum. Das Ovulum führt die Mikropyle an seiner Spitze und besitzt nur ein Integument (Fig. 4 und 4a, *i*). An der Basis desselben, bis zu $^1/_3$ der Höhe hinaufreichend, sieht man jedoch bisweilen die Reste eines zweiten Integumentes (*ia*, Fig. 4). In die Basis des Ovulums (hier endigend) tritt das Ende eines zarten Bündelzweiges ein, der sich von einem der Bündel der Achse abzweigt, das gleichzeitig den Fruchtknoten versorgt (Fig. 4).

Die Fruchtknotenwand zeigt folgenden Bau (Fig. 9). Unter einer zarten Epidermis (*Ep* und 1) liegen gestreckte Sclereiden (*scl* und 2), die, aus dünnwandigem Palissadenparenchym entstanden, schon sehr frühzeitig angelegt werden und nur den gegen die Stamina gedrückten Lateralflächen des Fruchtknotens, sowie der Basis desselben fehlen, aufsen und innen aber schon bei dem jungen Fruchtknoten angetroffen werden. Auf die Sclereidenschicht (2) folgt dann ein dünnwandiges Parenchym (3), in welches da und dort Ölzellen (*oez*) eingebettet sind; dann folgt die Gefäfsbündelzone (4); die inneren Schichten (5—8a) sind gleichfalls noch parenchymatisch. Das Integument des Ovulums (*i*, 8 und 9, Fig. 9) besteht aus 1—3 dünnwandigen Zellen, von denen jedoch nur die äufsere Reihe als quadratische Zellen deutlich sichtbar sind, die inneren sind undeutlich oder resorbiert. Die Mitte des Ovulums erfüllt der Nucellus, an der Spitze liegt der Embryosack (mit der Eizelle). Aus der Eizelle entwickelt sich der Embryo, aus dem Embryosackreste das Endosperm, aus dem Nucellus das Perisperm, welches letztere hier beim Pfeffer die Hauptmasse des reifen Samens ausmacht.

Die aus dem Fruchtknoten sich entwickelnde junge Frucht zeigt nun schon eine weitere Entwickelung aller Schichten (Fig. 10): die Sclereiden (2) sind zahlreicher und stärker verdickt, die Gefäfsbündel (*gfb*, Fig. 10) in ihrer Entwickelung fortgeschritten, die Zellen der dritt- oder viertinnersten Schicht der Fruchtschale zeigen deutlich quadratischen Querschnitt (7, Fig. 10), nur das Integument des Ovulums, die junge Samenschale, zeigt keine sehr erhebliche Veränderung.

Die als schwarzer Pfeffer in den Handel gebrachte Droge besteht aus den kurz vor der Reife, noch grün von dem Schlingstrauch gepflückten und rasch getrockneten Früchten (Beeren), die dementsprechend eine stark geschrumpfte, grob gefelderte Oberfläche zeigen, ungestielt und erbsengrofs (ca. 5 mm im Durchmesser) sind und von denen 100 Stück 4,5—6,2 g wiegen. Sie zeigen anatomisch schon fast ganz den Bau völlig reifer Früchte, nur der Embryo (*Em*, Fig. 7) pflegt noch nicht entwickelt oder stark geschrumpft zu sein.

Das Lupenbild des Quer- und Längsschnittes (Fig. 7 und 8) zeigt die Schrumpfung der Fruchtschale deutlich. Dieselbe umgiebt als fast schwarze Hülle den grauweifsen Perispermkern, der eine centrale Höhle besitzt. Die an die Centralhöhle grenzende Perispermpartie ist weifs und mehlig, das übrige Gewebe glasig-grau. Das Perisperm macht die Hauptmasse der Frucht aus. Die Centralhöhle ist durch einen zarten Kanal mit dem an der Spitze der Frucht liegenden Endosperm und Embryo verbunden, von denen beiden freilich in der Handelsware selten etwas — höchstens ein geschrumpftes Läppchen — zu sehen ist. Gegen die Centralhöhle hin ist das Perisperm strahlig angeordnet.

Die Fruchtwand zeigt folgenden Bau (Fig. 11 und 12). Zu äufserst liegt die relativ niedrige Epidermis (*Ep*, Fig. 11), die aus polyedrischen Zellen besteht (Fig. 12, *Ep* und 1). Dieselben enthalten bei der frischen Pflanze einen farblosen Saft, der nach Einlegen der Früchte in Sublimatlösung in rundlichen Sphärokristallen kristallisiert, in der Droge einen braunen Farbstoffklumpen (Fig. 11, rechts), welche Farbstoffklumpen sich auch in dem subepidermalen Gewebe finden (Angew. Anatomie, Fig. 55) und die tief braunschwarze Farbe der Oberfläche der Droge bedingen. Da und dort trägt die Epidermis Spaltöffnungen (*st*, Fig. 12).

Die subepidermale Sclereidenschicht (*scl* und 2, Fig. 11 und 12) ist keine homogene lückenlose Schicht, sondern besteht aus oftmals von Parenchymzellen unterbrochenen verholzten Sclereiden sehr verschiedener Form. Die meisten sind radial gestreckt (Fig. 11), aber auch kurze, fast quadratische oder rundliche sind darunter, sowie gekrümmte, verbogene (vergl. auch Fig. 55 der Angew. Anatomie). Sie sind relativ stark verdickt, reich getüpfelt und mit deutlicher Schichtung in der Membran versehen. Die Tüpfel sind rundlich oder spaltenförmig. In letzterem Falle stehen die Spaltentüpfel sehr unregelmäfsig (Fig. 15). Diese Sclereiden, die, wie schon oben bemerkt, sehr frühzeitig angelegt werden, führen oft einen braunen Farbstoffklumpen (Fig. 11, rechts), ebenso wie die sie begleitenden dünnwandigen Parenchymzellen. Die Breite der Sclereiden beträgt meist 15—20 mik, steigt aber bis 35 und darüber (50 mik). Ihre Länge variiert aufserordentlich, von 15—170 mik. Diese Sclereiden sind eines der charakteristischten Elemente des schwarzen Pfeffers. Sie fehlen dem weifsen (siehe unten) und finden sich in keinem der als Surrogat oder Verfälschungsmittel des Pfeffers benutzten pflanzlichen Produkte.

Das auf die Sclereidenschicht folgende Parenchym (3) ist dünnwandig, enthält bisweilen kleinkörnige Stärke und die Reste der Chlorophyllkörner und führt da und dort vereinzelte verkorkte Ölzellen. Auch einzelne Sclereiden sind hie und da zu beobachten, besonders an der Spitze der Frucht (Fig. 13). Es ist nicht selten mehr oder weniger lückig. Oft lösen sich bei ihm sogar ganze Zellzüge in tangentialer Richtung voneinander (vergl. die Fig. 55 in der Angew. Anatomie,

S. 77). Es ist daher begreiflich, dass die Fruchtschale gerade in dieser Schicht sich leicht spaltet (siehe unten).

In der folgenden Schicht verlaufen die kollateralen Gefäfsbündel der Fruchtschale (*gfb*, Fig. 11). Dieselben führen verhältnismäfsig viele zarte Spiralgefäfse (*gf*, Fig. 12) von 7—15 mik Breite und zeigen, dem Siebteil angelagert, sehr häufig — aber nicht immer — eigentümliche gestreckte Sclereiden (*scl*, Fig. 11 und 12), die entweder den Charakter echter Sclereiden tragen oder sich mehr den Librosclereiden (S. 34) nähern. In Bau und Form nähern sie sich den Sclereiden der Schicht 2, sind also horizontal abgestutzt (Fig. 12). Doch giebt es auch solche — wennschon selten — die gestreckt sind und nicht ganz horizontal gestellte Endwände besitzen, die sich also den echten Bastzellen nähern und wie diese schiefe Spaltentüpfel besitzen; kegelförmige Enden, wie sie die echten Bastzellen zeigen, kommen aber niemals vor.

Die nun folgende Schicht, in welche die Gefäfsbündel schon zum Teil eingebettet erscheinen, ist bei der Droge der Regel nach mehr oder weniger zusammengefallen, zusammengedrückt, obliteriert (Fig. 11). Es ist dies wohl einerseits eine Folge des Heranwachsens des Samenkerns: der sich ausdehnende Same drückt diese zarte Schicht der Fruchtschale zusammen. Andererseits mag wohl auch das Schrumpfen der Fruchtschale gelegentlich des Trocknens der unreifen Frucht die Obliteration mit bedingen.

Die nächste Schicht ist die Ölzellenschicht der Fruchtschale. Sie differenziert sich relativ spät und fehlt der Spitze der Frucht. In der halbreifen Frucht ist sie noch nicht zu sehen, obwohl die Ölzellen der äufseren Partie schon gut differenziert sind (Fig. 10). Sie besteht bei der Droge aus grofsen verkorkten Ölzellen, die entweder direkt aneinander stofsen (Fig. 11) oder von mehr oder weniger grofsen Parenchymstücken getrennt sind (Fig. 12, 5, vergl. auch Fig. 55 der Angew. Anatomie).

Auf diese Ölzellenschicht (5) folgen 1—2 Reihen zarten Parenchyms (Fig. 11, 6) mit deutlich getüpfelten Wandungen (Fig. 12, 6) und dann folgt die einreihige innere Sclereidenschicht, deren Bau ebenfalls für den Pfeffer sehr charakteristisch ist (Fig. 11 und 12, 7). Es sind im Querschnitt quadratische, in der Flächenansicht isodiametrische, verholzte Zellen, die an der Aufsenwand und dem oberen Teile der Seitenwände gar nicht, an der Innenwand und der gröfseren Partie der Seitenwände aber stark verdickt, reich getüpfelt und mit geschichteter Wand versehen sind (*scl*, Fig. 11, 7). Die Verdickung erfolgt relativ spät. Bei einer halbreifen Frucht sind die Zellen noch ganz dünnwandig (Fig. 10, 7). Die Tüpfel sind rundlich, auf der Flächenansicht sichtbar (Fig. 12, 7, *Tü*). Je nachdem die Zelle ganz oben (Fig. 12, *x*) oder in der Mitte (*y*) oder unten (*z*) durchschnitten ist, variiert die Flächenansicht.

An der Spitze der Frucht, dort, wo der Griffelkanal (*grfk*, Fig. 6 und 13) in die Fruchthöhle mündet, ist die Sclereidenschicht (7) ziemlich dünnwandig, den Griffelkanal kleidet sie in Form quadratischer dünnwandiger Zellen aus. Die Sclereidenschicht ist nicht die innerste Schicht der Fruchtschale. Wie schon die Fig. 9 und 10 zeigen, liegt innerhalb derselben noch eine weitere Schicht. Dieselbe ist bei den unreifen Früchten bald 1-, bald 2-, bald 3schichtig, bisweilen schon frühzeitig zusammengefallen oder gar da und dort wohl ganz fehlend. Niemals fehlt sie an der Spitze am Narbenkanal. Sie ist hier einschichtig und aus ihr entwickelt sich die sehr charakteristische, der Sclereidenschicht innen aufliegende Reihe gestreckter, stark verdickter Zellen, die in Fig. 13 (8a) dargestellt ist. Weiter nach unten nimmt die Höhe dieser Zellen rasch ab. Sie werden flach tafelförmig, bleiben aber meist stark verdickt (Fig. 13, 8^a, oben). Sie sind bei Flächenansichten gewöhnlich nicht oder doch nicht deutlich aufzufinden. Dieser dickwandigen Reihe sind bisweilen noch eine oder zwei weitere Reihen dünnwandiger, ebenfalls stark tangential gestreckter und zusammengefallener Zellen auf der Innenseite angelagert (Fig. 11, 8^a, auf der rechten Seite). Die Zellen enthalten Eiweifs.

So weit reicht die Fruchtschale.

Wie schon oben erwähnt, ist von den Zellreihen des Integumentes des Ovulums nur die äufsere, mit einer Kuticula bedeckte deutlich wahrzunehmen (Fig. 9, 8, *i*). Aus dieser entsteht die Pigmentschicht (*pig* und 8 in Fig. 11, 12 und 13). Aus den darunter liegenden, offenbar schon frühzeitig obliterierenden Zellen des Integumentes (9 in Fig. 9) entsteht die Schicht aufserordentlich stark zusammengefallener Zellen, die als eine helle breite Haut, „hyaline Haut", das Perisperm des Samens rings umgiebt und auf den ersten Blick wie die stark verdickte Aufsenwand der Perispermrandschicht aussieht. Nach Behandeln mit Schultzescher Macerationsflüssigkeit sieht man jedoch, dafs diese helle Zone aus 1 bis 3 Reihen infolge des starken Druckes, den der heranwachsende Samenkern ausübt, zusammengefallener und verquollener Zellen besteht, deren Lumina bisweilen noch als zarte Linien sichtbar sind (9 in Fig. 11 und 13, oben). Man kann sie als Nährschicht (Angew. Anatomie, S. 459) ansprechen. Durch Osmiumsäure wird sie braun. Die Pigmentschicht besteht aus einer Reihe dünnwandiger, an den Seitenwänden rosenkranzartig verdickter Zellen, von denen jede einen braunen, die Zelle fast ganz erfüllenden Farbstoffklumpen enthält, der mit Eisensalzen die Gerbstoffreaktion giebt, sich blauschwarz färbt (*pig* in Fig. 11, 8 und Fig. 55 Angew. Anatomie). Die Zellen sind für gewöhnlich stark tangential gestreckt, nur an der Spitze der Frucht, unterhalb des Griffelkanales, sind sie radial gestreckt, schmal und hoch (Fig. 13). Diese Pigmentzellenschicht ist denn auch auf Tangentialschnitten und bei Betrachtung von Fragmenten des Pulvers an dieser Stelle allein zu sehen (Fig. 12, 8), weder darüber, noch darunter sieht man weitere Schichten der Samenschale, bezw. der innersten Fruchtschalenpartie. Bisweilen haben sich hyaline Haut und Pigmentschicht, die beiden die Samenschale bildenden Schichten, voneinander gelöst, meist aber haften sie fest aufeinander. Dies ist besonders an der Spitze der Frucht der Fall (Fig. 13).

Der Samenkern besteht aus dem Perisperm, dem Endosperm und dem Embryo.

Der Embryo ist bei der Handelsware meist nicht aufzufinden oder doch undeutlich. Bei Alkoholmaterial frischer Früchte ist er auch nicht gerade leicht zu finden, da er sehr klein ist und leicht schrumpft. Wo er deutlich ist, zeigt es sich, dafs er ein gestrecktes oder rundliches, zartes, aus kleinen dünnwandigen, eiweifs- und ölreichen Zellen bestehendes Gebilde ist (Fig. 6 und 13, *Em*), das kaum irgend welche Differenzierung erkennen läfst, wenn man nicht einen seitlichen Höcker als Anlage der Radicula und 2 am entgegengesetzten Ende befindliche Höckerchen als Kotyledonen betrachten will.

Das Endosperm (*End*, Fig. 6 und 13) ist ebenfalls in der Droge selten deutlich. Bei Untersuchung von Alkoholmaterial erweist es sich als aus einem schlaffen, ölreichen Parenchym bestehend, dessen gegen das Perisperm hin liegende Zellschicht stark obliteriert ist. Fast das ganze Innere des Samenkerns wird vom Perisperm eingenommen. Die äufsersten kleinzelligen Reihen des Perisperms enthalten Eiweifssubstanzen in Körnerform (Aleuron), der Inhalt färbt sich also durch Jod gelb. Die folgenden Reihen enthalten neben Eiweifs rundlich ovale zusammengesetzte Stärkekörner. Das ganze übrige Perisperm wird von etwas in radialer Richtung gestreckten, vieleckigen, dünnwandigen Zellen gebildet, die neben kleinen Mengen in Fäden und Platten die Zelle durchziehenden Plasmas und einem rundlichen oder lappigen, in einer kleinen Höhle liegenden Gebilde, das man, obwohl es sich mit Hämatoxylin, Karmin und Methylgrün kaum färbt, doch wohl als Zellkern ansprechen muss (*ke*, Fig. 16), die ganze Zelle dicht erfüllende Stärke enthalten. Die Körnchen sind aufserordentlich klein, 1—6 mik, meist 3 mik lang, infolge des gegenseitigen Druckes vieleckig, scharfkantig, fast kristallartig und liegen oftmals so dicht, dafs es aussieht, als erfülle ein Kleisterballen die ganze Zelle. Durch auf das Deckglas geübten Druck kann man sich jedoch leicht davon überzeugen, dafs es einzelne unverkleisterte Körner sind, doch hängen die Körner einer Zelle so fest aneinander, dafs selbst im Pfefferpulver noch zahlreiche unverletzte, einem Zellinhalte entsprechende Ballen aufzufinden sind; dieselben sind etwa 70—100 mik lang und 27—33 mik breit. Läfst man Schwefelsäure oder Chloral zufliefsen, oder erwärmt schwach mit Eisessig, so erkennt man, dafs die Stärke, besonders in den äufseren Partien, weniger oder gar nicht in den inneren, oftmals zu rundlichen, 10—25 mik langen, zusammengesetzten Stärkekörnern vereinigt ist. Während nämlich das Plasma sich im Chloral löst, treten zahlreiche derartige Konglomerate aus der Zelle hervor. Eingestreut in dieses stärkeführende Gewebe liegen Ölzellen von etwa gleicher Gröfse wie das umgebende Gewebe, aber stets rundlichem (nicht eckigem) Umriss. Sie enthalten gelbe Öltropfen, Harzmassen und stets Piperin ($C_{17}H_{19}NO_3$), sehr häufig (besonders bei im Inneren dunkleren Pfeffersorten) in vortrefflich ausgebildeten Kristallen: Blättchen und einzelne, sowie zu Bündeln vereinigte Nadeln. Besonders bei Behandeln mit Äther und Alkohol treten letztere sehr deutlich hervor (Fig. 11 und 13, *oez*). Piperin, Harz und Öl ist nur in diesen Zellen zu finden. Harz und Öl lösen sich in Alkohol, Äther und Benzol, das Piperin in den gleichen Lösungsmitteln, aber auch in Aceton, Chloroform und Schwefelkohlenstoff.

Oftmals findet man (namentlich auch in älteren Früchten) das Piperin in den Sekretzellen in kleinen Nadeln auskristallisiert, die man daselbst (und auch im Pfefferpulver) besonders gut mit Hülfe des Polarisationsmikroskopes auffindet. Sieht man keine Kristalle, so kann man das Piperin sich dadurch sichtbar machen, dafs man entweder ganz vorsichtig Alkohol zufliefsen läfst, so dafs nur das Öl und Harz sich lösen, die in dieselben eingebetteten Kristalle aber zunächst nicht angegriffen werden: das Piperin wird alsdann in Nadeln, Tafeln oder Drusen (Fig. 20) sichtbar, oder den Schnitt in Alkohol legt, freiwillig bis nahezu zur Trockne verdampfen läfst und dann Wasser zusetzt. Nach einiger Zeit scheiden sich Piperinnadeln ab (gelingt nicht immer). Legt man einen Schnitt in konzentrierte Schwefelsäure, so färben sich sämtliche Piperinzellen des Endosperms und auch die der Fruchtschale, besonders die innere Ölschicht (Fig. 11, 5), tief blutrot, die Inhalte der gleichen Zellen werden durch konzentrierte Salpetersäure unter Gasblasenentwickelung orangegelb, durch Fröhde's Reagenz erst orangerot, dann braun. Befeuchtet man jedoch den Schnitt mit Ammonmolybdat und fügt dann konzentrierte Schwefelsäure hinzu, so werden die Piperinzellen erst rot, dann tief blau und endlich braun. Eisessig löst den Inhalt. Alles Reaktionen des Piperins.

Der Inhalt der Ölzellen des Perisperms stimmt mit dem der Ölzellen der Fruchtschale überein. In beiden kristallisieren, wenn man die frischen Früchte in Sublimat einlegt, zahlreiche Drusen aus (Fig. 18). Wie das Sekret entsteht, kann ich nicht sicher angeben, da ich frische Früchte daraufhin nicht untersucht habe. Wenn es erlaubt ist, aus Sublimat- und Alkoholmaterial Schlüsse zu ziehen, so möchte ich auch hier die Entstehung des Sekretes in der Membran annehmen, denn man findet oft Bilder wie Fig. 19 (und Fig. 11 und 13, *oez*), bei denen die innere Haut sichtbar ist (vergl. S. 100).

Die an die Intercellularsubstanz angrenzende Membranlamelle ist verkorkt, wie dies bei allen Ölzellen der Fall zu sein scheint (Angew. Anatomie, S. 475).

In der inneren mehligen Partie des Perisperms, die die centrale Höhle umgiebt, ist die Stärke weniger dicht in den Zellen gelagert, die Körner sind daher auch nicht so scharfkantig, sondern abgerundet. Sie liegen locker in den Zellen gehäuft. Man kann daher auch hier, wie beim Mais, ein Hornendosperm und ein Mehlendosperm unterscheiden. Auch hier hat das Hornendosperm eine peripherische Lage.

Das im Pfeffer gefundene Fett scheint ausschliefslich im Endosperm vorzukommen.

Piper album.

Der weifse Pfeffer ist die ausgereifte Frucht, welche auf mechanischem Wege von den äufseren Teilen der Fruchtschale befreit worden ist. Beseitigt ist die Fruchtschale bis zu der in der Fig. 11 mit ×-----× bezeichneten Linie. Dort ist ja, wie oben angegeben, das Gewebe so lückig, dafs es sehr leicht gerade hier reifsen wird. In der That genügt beim reifen Pfeffer ein Druck mit dem Finger, um die äufsere Partie abzusprengen. Die Gefäfsbündel sind beim weifsen Pfeffer noch erhalten. Sie überziehen als zarte Längsstreifen die Oberfläche und vereinigen sich an der Fruchtbasis. Aufser diesen bildet die ölführende Schicht und das sie umgebende Gewebe die Oberfläche des weifsen Pfeffers. Schabt man mit dem Fingernagel die obere, graue, mürbe Schicht ab, so tritt durch die Sclereidenschicht durchscheinend die braune Farbe der Pigmentschicht hervor.

Die reife Pfefferfrucht ist zinnoberrot. Die Chromatophoren liegen im äufseren Parenchym.

Das Pulver.

Das Pulver des schwarzen Pfeffers ist leicht an den zahlreichen eckigen, meist gestreckten, aus den Zellen in toto herausgelösten Stärkeinhalten der Perispermzellen (Fig. 16), sowie den zahlreichen, sehr kleinen, isolierten Stärkekörnern (Fig. 17), untermischt mit sehr kleinen Piperinnadeln (Polarisationsmikroskop!), zu erkennen. Dazwischen finden sich Sclereiden der Schicht 2 (Fig. 11) isoliert (Fig. 15) oder zu Fetzen vereinigt (Fig. 12, 2). Seltener schon sind Stücke der Epidermis (Fig. 12, 1), sowie der inneren Sclereidenschicht (Fig. 12, 7) aufzufinden, leicht dagegen Stücke der Fruchtschalgefäfsbündel mit den zarten Spiralgefäfsen (Fig. 12, 4). Man präpariert in Chloral oder hellt die braunen Gewebsfragmente mit kalter Schultzescher Macerationsflüssigkeit (Angew. Anatomie, S. 25) auf.

Die Perispermzellen prävalieren durchaus und geben dem Bilde das charakteristische Aussehn.

Die Pigmentschicht, sowie die übrigen Schichten (3, 5, 6, 8^a, 9) kommen diagnostisch nicht in Betracht.

Das Pulver zeigt alle Piperinreaktionen (siehe oben) vortrefflich.

Das Pulver des weifsen Pfeffers stimmt mit dem des schwarzen ganz überein, nur fehlt natürlich die Epidermis der Fruchtschale (Fig. 12, 1) und die äufsere Sclereidenschicht (Fig. 12, 2) gänzlich (doch fand ich bisweilen einige Reste davon), dagegen tritt die innere Sclereidenschicht sicher deutlich hervor.

Eine Beimengung der Fruchtstandspindel (Fig. 14) ist leicht zu ermitteln. Die zahlreichen Bastzellen der Gefäfsbündel, sowie die grofsen, bis 30 mik weiten Gefäfse und die Haare (Fig. 5) reichen zur Erkennung aus, da echte Bastzellen und Haare der Pfefferfrucht ganz fehlen und die Gefäfse nie diese Weite erreichen.

Das Pfefferpulver unterliegt aufserordentlich der Verfälschung. Die wichtigsten der in Betracht kommenden Verfälschungen werden auf besonderen Tafeln dargestellt werden.

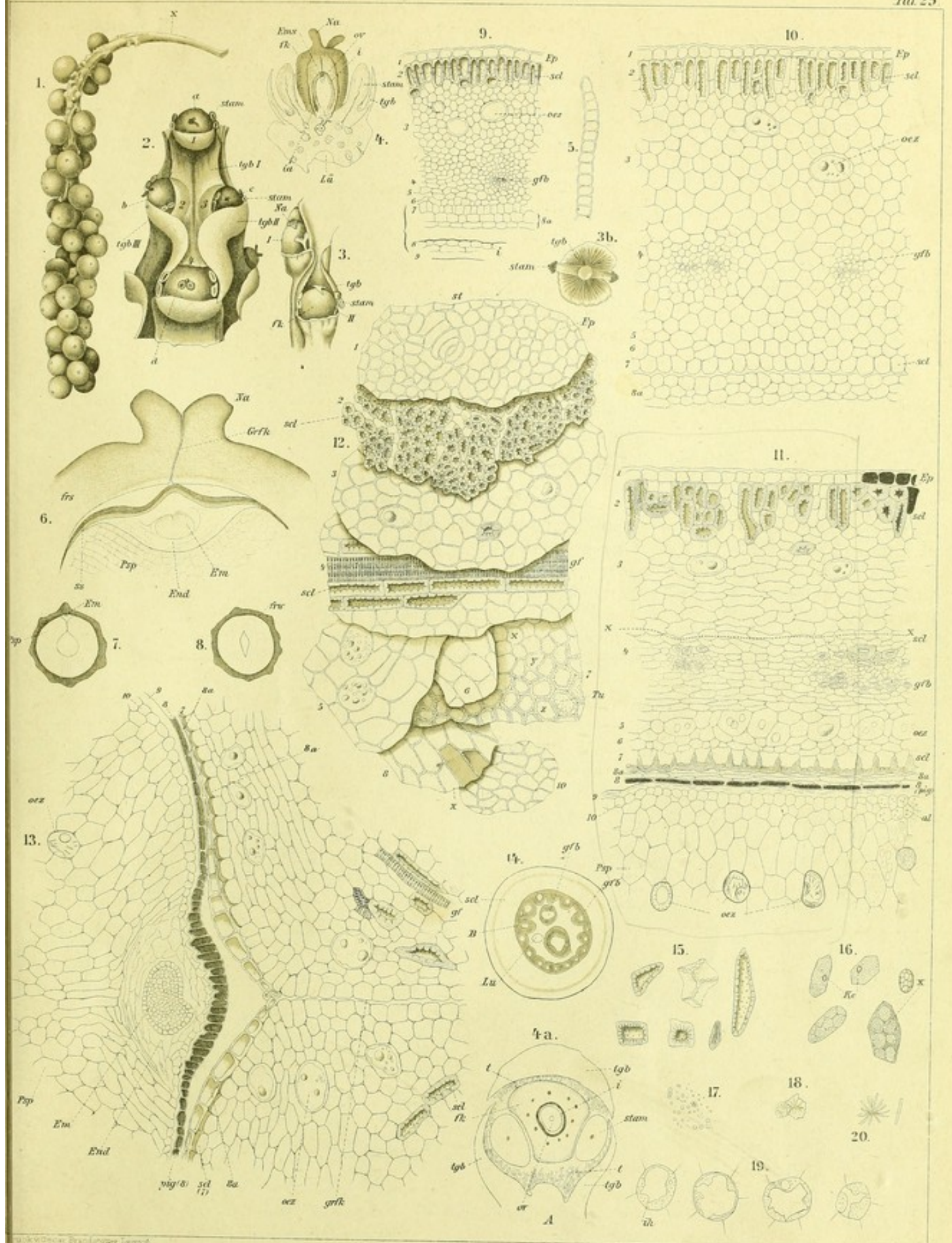
Beobachtet wurden folgende Fälschungsmittel: Stärke, Mehle, Reiskleie, Kolbenhirsenspelzen, Piment, Nufsschalen, Senf, Ölkuchen (Mandel, Lein, Raps, Erdnufs), Palmkerne, Dattelkerne, Olivenkerne (Pepperette, Poivrette), Paradieskörner, die Frucht von Juniperus comm. und Schinus molle, Galgant, Eicheln, Sägespäne, Holzpulver, Rindenpulver, sowie mineralische Pulver (Kalk, Gips, Sand, Schwerspat). Die organischen sind mit Hülfe des Mikroskopes, die anorganischen durch eine Aschebestimmung zu ermitteln. Der Aschegehalt beträgt 3,2—5,7 Proc.

Tafel 25.

Erklärung der Abbildungen.

Piper nigrum L.

Fig. 1. Fruchtähre des Pfeffers.
„ 2. Blüten derselben mit den Tragblättern (*tgb*).
„ 3. Dasselbe in anderer Orientierung.
„ 3b. Ein Tragblattbecher von oben gesehen, nach dem Herauslösen der Frucht.
„ 4. Schematischer Längsschnitt durch eine Blüte. *Ems*, Embryosack.
„ 4a. Schematischer Querschnitt durch eine Blüte.
„ 5. Ein Haar von der Innenseite der Tragblätter.
„ 6. Spitze einer jungen Frucht. Schematischer Längsschnitt.
„ 7. Längsschnitt durch die Frucht (Lupenbild).
„ 8. Querschnitt durch die Frucht (Lupenbild).
„ 9. Querschnitt durch die Fruchtknotenwand und das Integument des Ovulums (*i*).
„ 10. Querschnitt durch die Wand einer jungen Frucht.
„ 11. Querschnitt durch die Fruchtwand, Samenschale und das Perisperm einer nahezu reifen Frucht (schwarzer Handelspfeffer). Die punktierte Linie × - - - - - - - × giebt an, an welcher Stelle die äufsere Fruchtwand behufs Darstellung des weifsen Pfeffers abgelöst wird.
Fig. 12. Flächenansichten der einzelnen Schichten von Fig. 11. Die kleinen Zahlen (1—10) in Fig. 9—12 bezeichnen die korrespondierenden Gewebe.
„ 13. Längsschnitt durch die Spitze des Samens und den Griffelkanal.
„ 14. Schematischer Querschnitt durch die Fruchtstandspindel bei ×, Fig. 1.
„ 15. Isolierte Sclereiden und deren Fragmente der Schicht 2 und 7, aus dem Pulver.
„ 16. Isolierte Stärkezellen des Perisperms aus dem Pulver. Bei × ein zusammengesetztes Stärkekorn.
„ 17. Isolierte Stärkekörner.
„ 18. Kristallrosetten aus in Sublimat konserviertem frischen Material.
„ 19. Ölzellen, die die Bildung des Öles (und Piperins) in der Zellwand veranschaulichen.
„ 20. Piperinkristalle aus den Ölzellen (vergl. auch *oez* in Fig. 11 und 13).



Multiplate Figs 9 + 10 + 11 + 12

Figs. 13 + 14 + 4a + 15, 16, 17, 18, 19, 20.

Rhiz. zingiberis.

Ingwer. Rhizome de Gingembre. Ginger.

Das Rhizom von Zingiber officinale Roscoe ist ein Sympodium, und zwar meist eine Schraubel. Auch die sekundären und tertiären Verzweigungen sind meist sympodiale. Es findet also dauernd Übergipfelung statt. Doch findet man an den Verzweigungen höherer Ordnung auch razemös entstehende Seitensprosse.

Folgende beiden in Fig. 1 und 2 illustrierten Fälle können als typische gelten. Bei dem in Fig. 1 dargestellten, von mir in Java ausgegrabenen Rhizome ist der hintere Teil (*o*) abgestorben und entleert, stark geschrumpft und leicht abzulösen. Er läuft in eine Spitze aus, die ehemals Vegetationsorgane trug (Fig. 1 bei *o*). In der Achsel eines der oberen Blätter ist nun ein Seitensprofs entstanden, der in die ebenfalls Vegetationsorgane tragende Spitze *I* ausläuft. Dieser Seitensprofs von *o* wird nun zum Hauptsprofs, indem er *o* übergipfelt. Er zeigt 7 manschettenartig ringsum laufende Niederblätter, die so schmal sind, dafs sie nur wie Leisten erscheinen (*Nbl*, Fig. 1). In der Achsel des obersten dieser Blätter entspringt der *I* übergipfelnde Sprofs *II*, in den Achseln anderer Niederblätter aber die übrigen Verzweigungen. Hierbei erscheint die Unterseite des Rhizoms entschieden gefördert. Denn während die in den Achseln der Niederblätter 2 und 3 entspringenden Auszweigungen nur als kurze Höcker (*I*, rechts) erscheinen, ist der in der Achsel des sechsten Blattes entspringende Seitensprofs auf der morphologischen Unterseite des Rhizoms, die bei der Zeichnung (aus Rücksicht auf den Raum) nach links gelegt ist, mächtig entwickelt (*I*, links), hat auf der morphologischen Unterseite in der Achsel seines sechsten Blattes einen mittelgrofsen, aus der Achsel seines vierten Blattes einen grofsen, Sprofs *I*, übergipfelnden, Seitensprofs $I_{,,}$ und auf der morphologischen Oberseite drei kleine Knospen entwickelt. Ja, der die sympodiale Verzweigungsweise der Hauptachse wiederholende (also den Sprofs *I*, übergipfelnde), in der Achsel des Blattes 4 entspringende Seitensprofs hat schon wieder Auszweigungen angelegt, deren oberste die sympodiale Übergipfelung fortzusetzen sich anschickt, während die Knospe der morphologischen Oberseite ($I_{,,,}$ rechts) wie bei den Sprossen erster und zweiter Ordnung klein blieb. Der ganze Seitensprofs *I*, mit allen seinen Verzweigungen erfährt dabei eine bogenförmige Umkrümmung nach oben, gegen die Hauptachse hin.

Der Sprofs *I* übergipfelnde Sprofs *II* endet wieder mit einer Gipfelknospe, zeigt wieder auf der Oberseite nur einige kleine Knospen ($II_{,}$), auf der Unterseite aber einen in der Achsel des sechsten Blattes entspringenden, stark geförderten Seitensprofs (*II*, oben) mit zwei unteren Seitensprossen ($II_{,,}$) und einem *II*, übergipfelnden oberen Seitensprofse ($II_{,,}$ oben). Auf der morphologischen Oberseite von Sprofs *II*, (oben) finden sich wieder drei kleine (in der Zeichnung nicht sichtbare) Knöspchen.

Der Sprofs *II* übergipfelnde Sprofs *III* entspringt ziemlich tief, in der Achsel des fünften Blattes. Er trägt auf der Oberseite eine kleine Knospe und auf der Unterseite einen gröfseren Seitensprofs ($III_{,}$) mit einer Seitenknospe.

Der in der Achsel des obersten Blattes entspringende Seitensprofs von *III* übergipfelt bereits *III*, wird also zu *IV*. Er würde bei weiterer Entwickelung des Rhizoms die Verzweigung fortgesetzt haben.

Die Förderung der Verzweigungen auf der morphologischen Unterseite ist also eine ausgesprochene: Nicht nur die übergipfelnden Seitensprosse, sondern auch alle anderen, sich kräftig entwickelnden entspringen auf der Unterseite. Das Schema (Fig. 2) läfst dies auf den ersten Blick erkennen.

Aber noch eine andere Eigentümlichkeit tritt hervor: die bilaterale Anordnung der Verzweigungen. Niemals entstehen an anderen Stellen als nur an den beiden opponierten Seiten (oben und unten) Seitensprosse. Fig. 1 und 2 entsprechen den Typen, wie man sie in dem halb geschälten Bengalen- und Westafrika-Ingwer findet. Die ganz geschälten Ingwersorten, z. B. der Kotschin-Ingwer, unterscheiden sich etwas von diesem Typ. Sie sind mehr gestreckt und schmäler, die Internodien länger (Fig. 3 und 4). Das „Geweihartige" kommt bei ihnen deshalb oft in noch prägnanterer Form zum Ausdrucke, wie bei den halb geschälten Sorten, auch pflegen sie mehr Internodien zu enthalten wie die letzteren. Der Verzweigungsmodus ist aber ganz derselbe (Fig. 3 und 4), und auch die einseitige Förderung der Verzweigungen der Unterseite tritt ebenso wie die Bilateralität in der Anordnung der Seitensprosse sehr deutlich hervor.

Ein für Zingiber charakteristisches Merkmal ist die Schmalheit der Rindenschicht und der relative Reichtum derselben an Bündeln.

Bedeckt ist das Rhizom mit einer Epidermis (*Ep*, Fig. 6 und 10), deren niedrige Zellen, von der Fläche gesehen, isodiametrisch erscheinen (Fig. 10, *Ep*). Unter der Epidermis liegt ein mehrreihiges, übrigens verschieden breites, parenchymatisches Hypoderm (*hd*, Fig. 6 und 10), und dann folgt ein etwa 6—20reihiger Kork, aus dünnwandigen Korkzellen bestehend.

Das Rindengewebe besteht aus dünnwandigem, stärkeführendem Parenchym, in dem zahlreiche Ölzellen liegen (*oez*, Fig. 6 und 7); die Zahl derselben ist hier nicht wesentlich gröfser als in dem Centralgewebe. Am zahlreichsten sind die Ölzellen an den Vegetationspunkten, dort, wo neue Knospen angelegt werden und unter diesen, eine Eigentümlichkeit, die auch anderwärts (z. B. bei Curcuma) zu beobachten ist und die deutlich erkennen läfst, dafs das ätherische Öl hier nicht als ein Sekret in dem Sinne zu betrachten ist, dafs es ein nutzloses Neben- und Abfallprodukt des Stoffwechsels darstellt. Es besitzt sicher einen biologischen Nutzen, wahrscheinlich Schutz der zarten Vegetationspunkte gegen Tierfrafs oder dergl. Die Ölzellen werden zu einer Zeit reichlich angelegt, wo die Pflanze eine grofse Menge Kohlenstoff zur Produktion neuer Zellen braucht. Die Ölbildung scheint ganz in der gleichen Weise wie bei Curcuma (Taf. 24) zu erfolgen. Die Ölzellen, die eine verkorkte Membranlamelle führen (Angew. Anatomie S. 475), enthalten ein gelbgefärbtes ätherisches Öl oder — in der Droge — einen gelblichen Harzklumpen. Den gelben Farbstoff als Curcumin anzusprechen, lag nahe. In der That stimmen auch einige Reaktionen damit überein, andere jedoch, wie z. B. das Verhalten gegen Schwefelsäure (Ingwerpulver, mit konz. Schwefelsäure behandelt, wird erst rotbraun, dann nach einiger Zeit schmutzig blau), stimmen nicht auf Curcumin. Nur diesen Ölzellen kommt der scharfe Geschmack der Droge zu. Sie sind so grofs oder etwas kleiner als die Grundgewebszellen. Das parenchymatische Grundgewebe enthält reichlich Stärke.

Die Stärkekörner (Fig. 12) sind leicht von denen der Curcuma, Galanga und Zedoaria zu unterscheiden. Sie sind zwar auch linsenförmig, aber dicker (Fig. 12 bei *x*) und viel breiter, so dafs die meisten Körner, obgleich sie dem Curcumatypus angehören, fast rundlich erscheinen. Der Endnabel ist stark abgeflacht, ein seitlicher Nabel fehlt meist, ist aber doch dann und wann vorhanden (Fig. 12), Schichtung ist selten deutlich. Die Länge der Körner beträgt meist 13 bis 32 mik. Sie sind also kleiner als die von Zedoaria.

Aufser Stärke findet man in den Grundgewebszellen noch kleine, vereinzelte Kalkoxalatkriställchen, doch mufs man meist das Polarisationsmikroskop zu Hilfe nehmen, um sie deutlich zu sehen. Schwefelsäure bewirkt, trotz der geringen Zahl der Kristalle, starke Gipsnadelbildung.

Die Endodermis, welche den Centralcylinder von der Rinde trennt, ist relativ grofszellig (Fig. 8, *ed*). Ihre Zellen sind verkorkt.

Die Ölzellen und das Grundparenchym des Centralzylinders gleichen denen der Rinde.

Die zahlreichen kleinen, scheinbar regellos über den Querschnitt verteilten Gefäfsbündel sind kollateral gebaut (Fig. 7, 8 und 9), auffallend arm an Gefäfsen. Ihr Siebteil liegt bald rechts, bald links, bald vor, bald hinter dem Gefäfsteile. Sie drehen sich nämlich im Verlaufe. Die Gefäfse sind meist netzleistenartig verdickt (Fig. 11, *gf*), selten spiralig, die Siebröhren deutlich. Unmittelbar angrenzend an die Gefäfse und, wie es scheint, dem Gefäfsteil angehörend, findet man auch beim Ingwer dieselben eigentümlichen gestreckten, unverkorkten Sekretzellen (Fig. 14), die schon bei Curcuma erwähnt wurden. Dieselben sind gestreckt, zugespitzt oder abgestutzt, mit braunem Inhalte versehen. Man sieht sie auf den Querschnitten deutlich (Fig. 8 und 9, *scb*), noch viel deutlicher aber auf Längsschnitten, wo sie als isolierte braune Plättchen die Gefäfse begleiten oder bedecken und auf den ersten Blick auffallen.

Bescheidet werden die Gefäfsbündel ein- oder zwei- oder allseitig, namentlich im Centralzylinder, von mehr oder weniger individuenreichen Bastzellbelegen. Die Bastzellen (*B*, Fig 9 und 11) sind nicht eben sehr lang (einige isolierte mafsen 0,56—0,9 mm), zugespitzt oder knorrig an den Enden und stets relativ dünnwandig. Bisweilen zeigen sie Querwände (Fig. 11 und 15 bei *x*). Die Tüpfel sind linksschief, spaltenförmig, die Wand gelblich, schwach verholzt. Die grofse Zahl der mit Bastfasern bescheideten Bündel bedingt den grobfaserigen Bruch des Ingwerrhizoms. Besonders im Centralzylinder tritt derselbe deutlich hervor.

Der Gefäfsbündelverlauf ist folgender. In der Rinde verläuft zunächst ein ziemlich einfaches Netz von Bündeln. Dieselben laufen ziemlich gerade von oben nach unten und stehen unter sich durch schiefe Queranastomosen in Verbindung (Fig. 13, *R*). Gewöhnlich sind 2 oder 3 (seltener 4) solcher, nahezu parallel miteinander verlaufender Netze vorhanden. Man sieht daher auf dem Lupenbilde 2 oder 3 undeutliche lockere Bündelkreise (Fig. 5). Es stehen nun nicht nur die Bündel bei diesen 3 Netzen untereinander in anastomosierender Verbindung, sondern auch die Netze selbst sind miteinander verbunden. Hier und da tritt dann auch ein Bündel dieses Netzes nahezu horizontal in den Centralzylinder ein, und zwar durch eine Lücke der Endodermis (bei *x*, Fig. 5). Das Bündel verläuft dann im Centralzylinder wie bei Curcuma beschrieben. An das Rindenbündelnetz setzen sich auch die Bündel der Niederblätter an, die schräg nach innen laufend auf das äufsere Rindenbündelnetz treffen. Die der Endodermis anliegenden Bündel verlaufen, wie ein Tangentialschnitt durch die endodermale Region zeigt (Fig. 13, *Mil*), aufserordentlich unregelmäfsig, kreuz und quer, doch immerhin mit ausgesprochener Vertikaltendenz. Auf Rhizomquerschnitten findet man daher hier oft Bündellängsschnitte neben Querschnitten und schiefen Längsschnitten.

Bei den nach Europa kommenden Ingwersorten findet immer eine Schälung statt. Die Bengalensorte ist halb geschält, die Cochin- und Jamaikasorte ganz geschält. Erstere zeigt Schälung auf den flachen Seiten (Fig. 5, *z—z*), aber dort auch nur in der Mitte, so dafs ein verhältnismäfsig kleiner Teil des Korkes entfernt ist. Aufser dem Korke ist nur ein sehr kleiner Teil der Rinde durch das Schälen beseitigt (Fig. 5). Die ganz

geschälten Sorten (Fig. 3) sind weifs. Bei ihnen ist die Schälung bis ziemlich tief in die Rinde hinein geführt, doch niemals bis zur Endodermis. Es unterliegt keinem Zweifel, dafs namentlich die völlige Entfernung des Korkes der Droge schadet. Denn den ganz geschälten mangelt der Korkschutz und sie werden daher ihr ätherisches Öl leichter verlieren, als die mit Kork ganz oder teilweise bedeckten. Aus diesem Grunde, nicht weil durch das Schälen besonders ölreiche Schichten entfernt werden, ist von demselben abzuraten.

Dorthin, wo die Knospen sitzen oder wo Seitensprosse (die ausgetriebenen Knospen) sich entwickelt haben, ist das Centralgewebe ausgestülpt und die Endodermis des Hauptsprosses setzt sich demgemäfs direkt an die des Seitensprosses an, der Centralzylinder der Hauptsprosse geht unmittelbar in den der Seitensprosse über. Die Knospen bestehen aus einem flachen Vegetationskegel und wenigen kappenförmigen Blättern. Unmittelbar neben ihnen endet das Periderm. Ich fand sie oft rot gefärbt.

Die Niederblattnarben (*Nbl*, Fig. 1) sind nur als Ringhöcker sichtbar, in die sich besonders das Hypoderm (*hd*, Fig. 6) fortsetzt. Die Blattnarbe ist verkorkt und überwallt.

Die Wurzeln fehlen der Droge stets, auch an ungeschälter oder halb geschälter findet man selbst die Reste derselben kaum noch, nur die Narben sind sichtbar (Fig. 1). An frischem Material liefs sich feststellen, dafs das centrale Bündel polyarch ist. Ich zählte oft 15—20 Gefäfsstrahlen und ebenso viele Siebinseln. Im Centrum liegt ein grofser centraler Libriformcylinder. Nicht eben sehr zahlreiche Ölzellen finden sich in der Rinde und der subepidermalen Zellreihe. Zahlreiche Wurzelhaare entwickeln sich aus der Epidermis.

Das Pulver.

Im Pulver prävalieren die Stärkekörner, deren Form und Gröfse charakteristisch ist. In dem mit Chloral aufgehellten Präparate findet man dann, nachdem die Stärke verkleistert ist, leicht auch die übrigen Gewebselemente: Korkfetzen (besonders wie Fig. 10, *k*), verkorkte Ölzellen mit hellgelben Öl- (bezw. Harz-) Klumpen, Gefäfsfragmente, die deutlich Netzleistenverdickung zeigen (Fig. 11), und ganz besonders die charakteristischen dünnwandigen Bastfasern, die nicht selten vollständig oder fast vollständig erhalten sind (Fig. 15) und bald geradkegelförmige, bald mehr oder weniger knorrige Enden haben. Die Breite der Gefäfse beträgt 35—65 mik (selten mehr, bis 105 mik), die der Bastfasern 15—45 mik. Das Parenchym ist zu zahlreichen kleinen Fragmenten zertrümmert. Auch die die Gefäfse begleitenden gestreckten braunen Sekretzellen (Fig. 14) findet man da und dort.

Eine Verfälschung des Ingwer mit Stärke oder Mehl (von Cerealien und Leguminosen), Curcuma, Ölkuchen (von Lein, Senf, Raps) oder Mandelkleie ist mikroskopisch leicht, eine Beimischung von Kreide oder Gips chemisch nachzuweisen. Die Asche beträgt 3,5—5 Proc.

Tafel 26.

Erklärung der Abbildungen.

Zingiber officinale Rosc.

Fig. 1. Ingwerrhizom, in Java gegraben; die Zahlen *I*, *II*, *III*, *IV*, bezw. $I_{,}$, $II_{,,}$, $III_{,,,}$ veranschaulichen den Verzweigungsgrad, *o* ist der abgestorbene vorjährige Trieb. *Nbl* Niederblattnarben.

„ 2. Verzweigungsschema des in Fig. 1 dargestellten Rhizoms.

„ 3. Geschälter Kotschiningwer, Handelsmuster.
Die zarte Längsstreifung der Oberfläche ist bedingt durch die Gefäßbündel der Rinde, die durch das Schälen freigelegt wurden.

„ 4. Verzweigungsschema des in Fig. 3 dargestellten Rhizoms.

„ 5. Lupenbild des Rhizomquerschnittes einer halbgeschälten Sorte.

„ 6. Querschnitt durch die Randpartie des Rhizoms.

„ 7. Querschnitt durch einen Teil der Rinde des Rhizoms.

Fig. 8. Querschnitt durch die endodermale Partie des Rhizoms.

„ 9. Querschnitt durch die centrale Rhizompartie.

„ 10. Succedane Flächenschnitte durch Epidermis, Hypoderm und Kork.

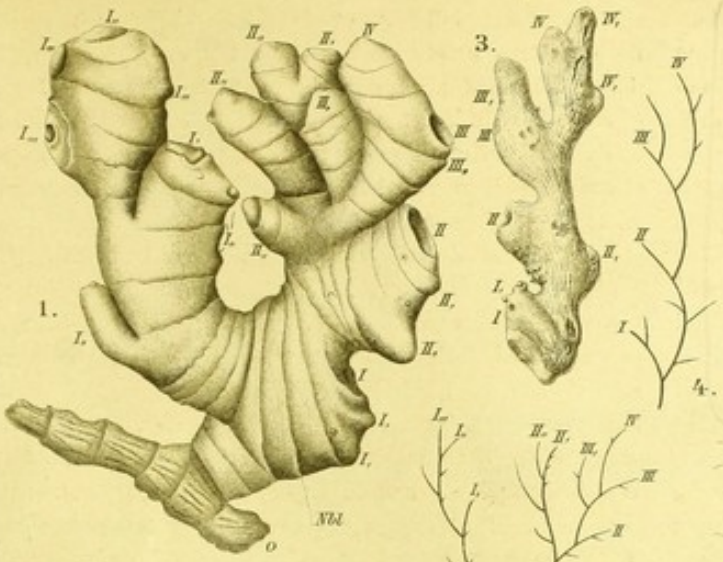
„ 11. Längsschnitt durch eine Partie eines Bündels des Centralzylinders.

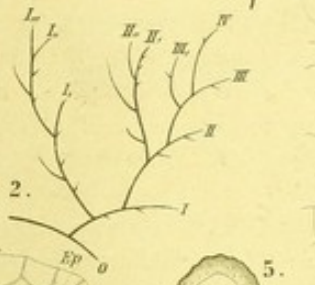
„ 12. Stärkekörner.

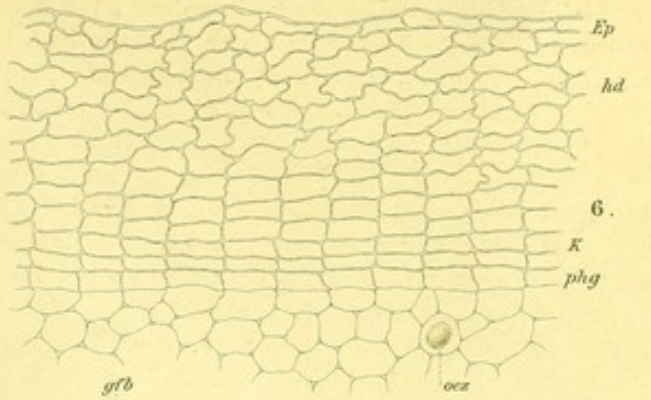
„ 13. Gefäßbündelverlauf im Rhizom:
Mit: Flächenansicht der endodermalen Partie.
R: Radialer Längsschnitt durch die Rindenpartie.

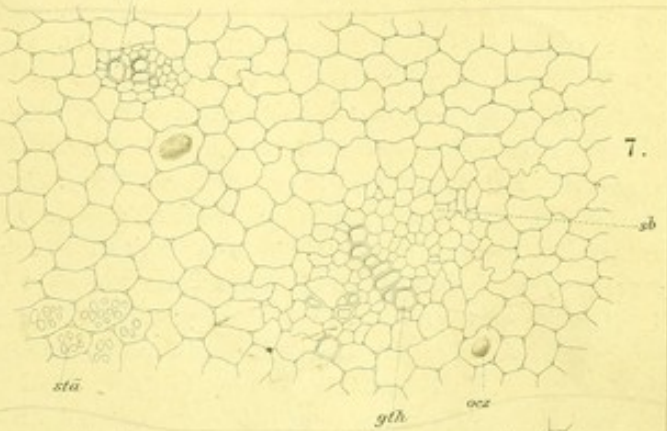
„ 14. Unverkorkte, die Gefäße begleitende Sekretzellen, isoliert.

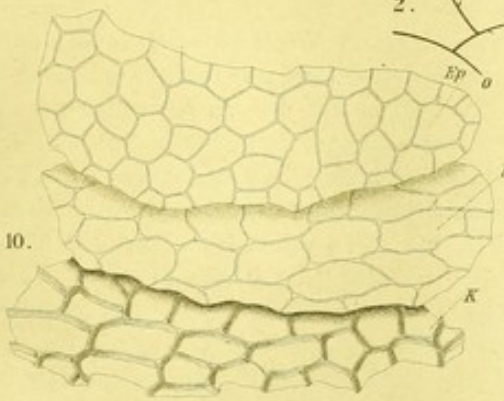
„ 15. Bastfasern aus dem Bastzellbeleg, isoliert.

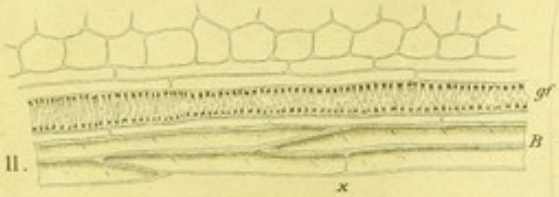


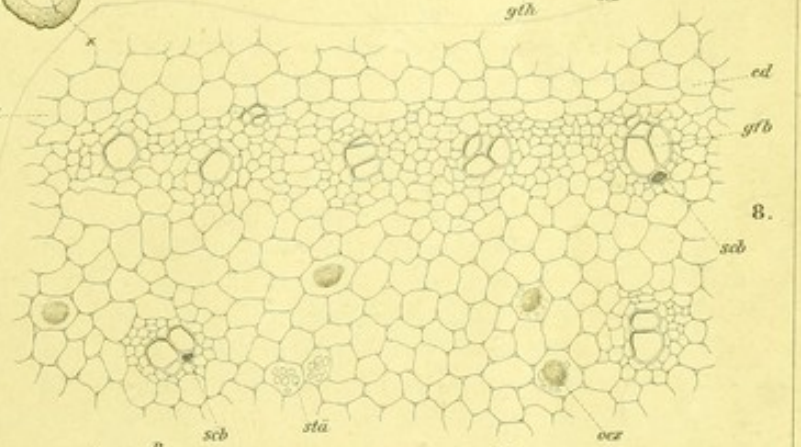


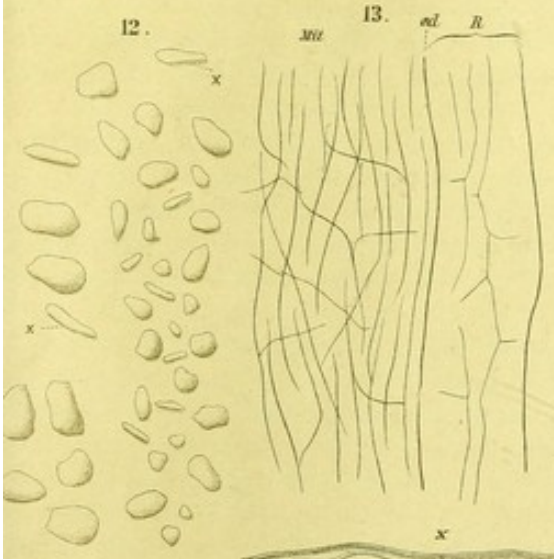


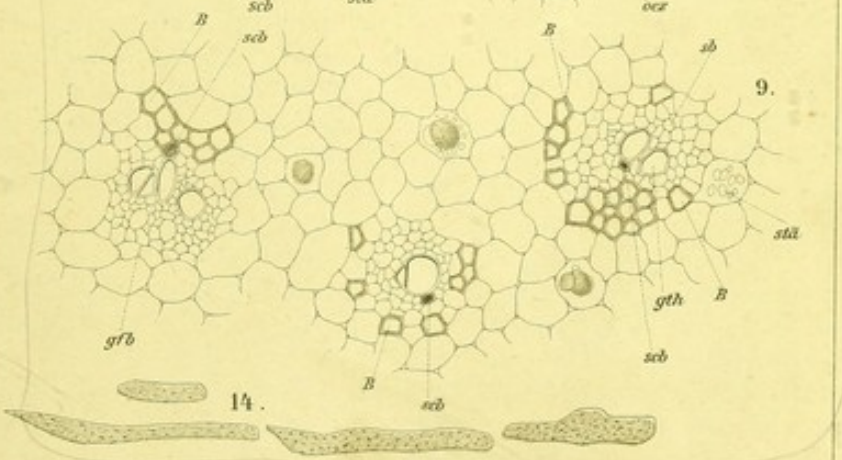












Louis Gerstner, Lithogr. Anst., Leipzig.

Figs. 10, 11, 12, 13. meshide

Figs. 6, 7

Lignum Santali rubr.

Rotes Santelholz, Caliaturholz, Bois de Santal rouge, Red Sanders wood.

Das rote Santelholz ist das Kernholz der Stämme von Pterocarpus santalinus L. fil., dem Splint nicht beigemengt zu sein pflegt.

Die Kernholzbildung ist ein Vorgang, der ganz analog der Schutzholzbildung verläuft und mit der Ausschaltung der davon ergriffenen Holzpartien aus dem Saftverkehre endet (Angew. Anatomie, S. 423). Während in dem Siebteile der Rinde die Ausschaltung in der Weise erfolgt, dafs die ihres Inhaltes verlustig gegangenen Siebröhren und Kambiformzellen der Obliteration anheimfallen (Angew. Anatomie, S. 337), findet im Holzkörper wegen der derben Beschaffenheit der Zellwände, die eine Obliteration nicht zuläfst, Verstopfung der Lumina durch Gummi oder Harz oder beides statt. Dieses „Kerngummi“ oder „Kernharz“ ist oftmals gefärbt. Mit der Färbung der Ausfüllungspfropfen geht alsdann meist auch eine solche der Membranen Hand in Hand, deren Bedeutung für die Verstopfung der betreffenden Holzpartien unmittelbar nicht ersichtlich ist, vielleicht aber darin ihre Erklärung findet, dafs derartig infiltrierte Membranen schlechter leiten als nicht infiltrierte. Aus allen Vorgängen, die sich im Kernholze abspielen, geht also die Tendenz zur Herstellung grofser oder absoluter Unwegsamkeit für Wasser oder wässerige Lösungen hervor. Während der Splint farblos und wegsam ist, seine Zellen weder gefärbt noch verstopft sind, ist das Kernholz gefärbt und die Elemente desselben sind mit Gummi und Harz verstopft. Gerade diese Eigenschaften machen ja das Kernholz zahlreicher Bäume als Farbholz (Santel, Campeche, Fernambuk), als Kunstholz (Diospyros Ebenum) oder als harzreiches Arzneimittel (Guajac) wertvoll. Quantitativ pflegt das Kernholz, dessen Bildung nur bei den leicht kernfaul werdenden Splintbäumen unterbleibt, die Hauptmasse des Querschnittes auszumachen, das ganze Centrum auszufüllen. Der Splint bildet meist nur einen schmalen Saum. Nur in diesem wandert das Wasser und die Nährsalze aus den Wurzeln zu den Blättern. Das in der Thatsache, dafs vom Kambium sehr viel mehr Zellen nach innen zum Holzkörper abgeschieden werden als nach aufsen zur Rinde, liegende Mifsverhältnis zwischen Holz- und Rindenbahn wird also später durch die Kernholzbildung wieder ausgeglichen. Auch in einem dicken Stamme von Pterocarpus ist die Holzbahn nicht viel breiter als die Rindenbahn. Für die Pflanze hat das aus dem Saftverkehre ausgeschaltete Kernholz nur noch mechanische Bedeutung, diese zu erfüllen ist es aber hervorragend befähigt, denn es besteht überwiegend aus mechanischen Elementen, aus Libriform.

Der Bau des Kernholzes von Pterocarpus santalinus, das eine blutrote, frische Spaltfläche besitzt, schwer, dicht und leicht spaltbar, an der Spaltungsfläche grobfaserig (mit schief verlaufenden Fasern) und aufsen braunrot, beim Befeuchten braunschwarz ist, ist folgender.

Das Lupenbild (Fig. 1) läfst zunächst die auffallend grofsen, hellrötlichen Gefäfsöffnungen (*gf*) erkennen, an die sich tangential verlaufende, ebenfalls hellrötliche, zarte wellenförmige Linien anschliefsen. Diese Linien, die die Gefäfsöffnungen umschliefsen und oft miteinander verbinden (*hp*), sind die Holzparenchymbänder. Sie sind es auch, die eine hier allerdings sehr undeutliche Jahrringbildung vortäuschen. Echte Jahresringe fehlen dem Santelholze, wie allen anderen tropischen Hölzern. Denn da in den Tropen eine Periodicität des Klimas im eigentlichen Sinne nicht zu beobachten ist, fehlen auch die Vorbedingungen zur Jahrringbildung. Aufserordentlich zarte, wohl mit der Lupe am matten (nicht polierten) Querschnitte, nicht aber mit blofsem Auge sichtbare Markstrahlen durchziehen in radialer Richtung den Holzkörper (*mk*, Fig. 1), besonders das Libriform, dessen Grundfarbe ein tiefes braunrot ist, von dem sich die Gefäfse und Holzparenchymstreifen, da viel heller gefärbt, deutlich abheben. Das Santelholz läfst sich gut schneiden, wenn man es einige Tage in verdünntes Glyzerin legt und dann in Wasser überträgt (das Wasser nimmt blaugrüne Fluoreszenz an).

Die Hauptmasse des Holzkörpers bildet das Libriform, die mechanischen Elemente des Holzes (Angew. Anatomie, S. 297). Die Zellen des Libriforms sind sehr lang. Ihre Wand ist gleichmässig verdickt. Die Dicke der Wand beträgt überall 3,5—4 mik. Nur selten zeigt eine dieser Libriformzellen im ganzen Verlaufe die gleiche Breite, Regel ist vielmehr, dafs sie sich allmählich verschmälern, ja bisweilen so schmal werden, dafs (bei gleichbleibender Wanddicke) das Lumen nur als feine Linie sichtbar ist. So kommt es, dafs man auf dem Querschnitte neben weitlumigen, oft in Radialreihen angeordneten Libriformzellen (Fig. 2, *x*) Gruppen und Streifen englumigen

Libriforms findet (Fig. 2, *y*), obwohl es weder ein nur weitlumiges, noch ein nur englumiges Libriform giebt. Da nun die verdickten und verdünnten Stellen nicht regelmäfsig, symmetrisch und alternierend, sondern unregelmäfsig angeordnet sind, so kommt schon dadurch der schiefe Verlauf der Fasern, von dem oben die Rede war und der besonders auf der Radialfläche deutlich ist, zu stande; vermehrt wird derselbe alsdann noch durch geschlängelten Verlauf der Fasern. Die Libriformzellen sind alle auf den Radialwänden mit linksschiefen, spaltenförmigen Tüpfeln versehen, die bisweilen (wenn zwei Libriformzellen aneinander grenzen) gekreuzt erscheinen (Fig. 4, *lf*). Der Verschlufs des Libriforms wird durch Gummiharztropfen hervorgerufen, die sich hauptsächlich in dem verengten Teile finden und dort das Lumen oft ganz ausfüllen (Fig. 5), bisweilen wie eine Jamin'sche Kette (Fig. 5, *a* u. *b*).

Begleitet wird das Libriform von Kristallkammerfasern (*km* in Fig. 2, 3, 4), die aus bisweilen ziemlich zahlreichen (20 und mehr) übereinander stehenden, kurzen, quadratischen Zellen bestehen und beiderseits mit einer kegelförmigen Zelle spitz endigen. Diese Kristallkammerfasern finden sich entweder im Libriform oder am Rande desselben — ein sehr häufiger Fall (Fig. 4) — oder als Begleiter der Markstrahlen (Fig. 3), nur selten inmitten der Holzparenchymbänder. Ihre Gestalt ist auf dem radialen und tangentialen Längsschnitte die gleiche. Sie sehen aus wie sekundäre Markstrahlen im tangentialen Längsschnitte (vergl. Fig. 3 u. 4). Die monosymmetrischen Kalkoxalatkristalle stecken in einer Membrantasche. Es ist ja nichts Auffallendes, dafs ebenso wie andere Sekrete auch das Kalkoxalat gewissermafsen in der Membran entsteht. Wahrscheinlich ist die bei den Kalkoxalatkristallen auch anderwärts zu beobachtende Haut nichts anderes als eine Ausstülpung der innersten Membranlamelle und der die Kristalle so oft begleitende Schleim, die „kristallogene Schicht". Hier ist die Membrantasche für gewöhnlich sehr gut zu beobachten. Entweder ragt sie frei in den Zellraum hinein (Fig. 10 u. 12), oder sie ist auf beiden Seiten angeheftet (Fig. 11), so dafs man den Eindruck einer Zelle in der Zelle erhält.

Die Gefäfse sind nicht sehr zahlreich und liegen sehr zerstreut, sind aber sehr grofs. Solche von 300—350 mik im Durchmesser sind keine Seltenheit. Man sieht sie daher schon mit blofsem Auge als grofse Öffnungen. Meist liegen sie isoliert, doch findet man sie auch bisweilen zu Gruppen vereinigt (Fig. 2). Ihre Wand ist behöft getüpfelt. Ihre Glieder sind kurz. Entweder ist ihr Lumen ganz erfüllt von dem Sekret (*sc*), dem Kerngummi (Fig. 2, links), das aufserordentlich spröde ist, oder es ragen vereinzelte Tropfen in dasselbe hinein (Fig. 2, rechts). Ein Tracheidensaum fehlt den Gefäfsen. Ihr Verlauf ist kein gerader.

Das Holzparenchym (*hp* in Fig. 2, 3 u. 4) besteht aus kurzen, weiten, dickwandigen, getüpfelten Zellen, deren Enden entweder horizontal abgestutzt (Fig. 4) oder zugespitzt (Fig. 3) oder an einer Seite abgestutzt, an der anderen zugespitzt sind (Fig. 9), die also Übergänge zu den Ersatzfasern zeigen. Die zahlreichen ovalen oder rundlichen, einfachen Tüpfel liegen vornehmlich an den Radialwänden, sowie an der oberen und unteren Wand. Die Holzparenchymbänder verbinden einerseits Markstrahl mit Markstrahl, andererseits Gefäfse und Markstrahlen. Sie stellen also die Kommunikation zwischen den leitenden Elementen des Holzes her, durch das Libriform hindurch. Auch in den Holzparenchymzellen findet man an der Wand ansitzend die tröpfchenartigen Kerngummi- und Kernharzausscheidungen (Fig. 7).

Die sekundären Markstrahlen, die den Holzkörper in radialer Richtung durchziehen, sind einreihig und 5—10, meist 8 oder 9 Zellen hoch. Die Breite der Zellen beträgt 15—25 mik. Sie sind stark radial gestreckt und auf den Tangential- und Radialwänden getüpfelt (Fig. 4 u. 8). Sie enthalten reichlich Kerngummitropfen. Auf dem radialen Längsschnitte erscheinen die Markstrahlen als Mauerparenchym (Fig. 4, *mk*), auf dem tangentialen länglich-oval, beiderseits zugespitzt (Fig. 3, *mk*).

Das Kerngummi bezw. Kernharz findet sich, wie aus obigem hervorgeht, in allen Elementen des Kernholzes, doch verstopft es nur die lange kontinuierliche Längsbahnen bildenden Gefäfse und Libriformfasern an bestimmten Stellen vollständig und verschliefst dieselben daselbst hermetisch (Fig. 2 u. 5). Die übrigen Elemente: Holzparenchym und Markstrahlen, die keine Längsbahnen darstellen und von denen die ersteren nur Inseln im Gewebe, die letzteren radiale Querbahnen bilden, führen nur isolierte Tropfen (Fig. 7 u. 8). Gerade diese aber lassen die Entstehungsgeschichte des Kerngummiharzes erkennen (Fig. 7). Was zunächst die chemische Natur der Ausfüllungen betrifft, so ist zu bemerken, dafs dieselben hier in drei Formen vorkommen: als reines Gummi, als reines Harz und als Gemenge beider. Das Gummi ist in Alkohol gar nicht, das Harz leicht darin löslich, und das Gummiharz wird in der Weise durch Alkohol verändert, dafs nach der Behandlung ein vakuoliges Balkennetz zurückbleibt. Die Frage, ob die Ausfüllungen Inhaltsstoffe bezw. von den Nachbarzellen ausgeschiedene Tropfen sind, ist nicht ganz leicht zu entscheiden. Findet man aber günstige Stellen und behandelt man die Längsschnitte mit Schultzescher Macerationsflüssigkeit kurze Zeit in der Kälte, so kann man feststellen, dafs auch hier das Sekret in der Membran entsteht. Die zu innerst gegen das Lumen der Zelle hin liegende sehr dünne Membranlamelle, die man auch hier als „innere Haut" (Fig. 6, *ih*) bezeichnen kann, wird nämlich abgehoben und zwischen ihr und der folgenden, vollständig intakt bleibenden Membranschicht entsteht das Sekret. Man kann die innere Haut an besonders günstigen Stellen auch dort sehen, wo sie in der Nähe der Tropfen nur schwach abgehoben ist (bei *x* in Fig. 6 u. 8). Folge dieser Entstehungsweise ist, dafs die Tropfen von der sehr zarten inneren Haut bedeckt sind und diese beim Herauslösen des Sekretes zurückbleibt. Diese Haut kann man sich dadurch sichtbar machen, dafs man den Schnitt kurze Zeit in kaltes Schultzesches Gemisch ($KClO_3 + HNO_3$) legt und nach dem Auswaschen Chloral zufliefsen läfst. Fliefsen mehrere Tropfen zusammen, wie dies z. B. bei den zu Verschlufspfropfen werdenden, an korrespondierenden, gegenüberliegenden Punkten entstehenden geschieht, so kann man bis-

weilen auch hier noch die die beiden Tropfen trennende innere Haut sehen (Fig. 8), meist jedoch fliefsen sie zu einem mehr oder weniger homogenen Pfropfen zusammen (Fig. 5). Das Kerngummiharz ist also kein Produkt einer Membranmetamorphose, wohl aber entsteht es wie alle Sekrete in der Membran.

Die Membranen aller Zellen sind wie das Sekret tief-orangegelb bis orangerot gefärbt. Der Farbstoff löst sich zum Teil in Alkohol, doch ist es nicht möglich, mit Alkohol das Gewebe zu entfärben, wohl aber gelingt dies mit Chlorallösung. Es scheint neben einem roten Farbstoffe (Santalin) auch noch ein gelber im Santelholze vorzukommen.

Das Pulver.

Da die Libriformfasern die Hauptmasse des Holzkörpers ausmachen, so ist es erklärlich, dafs Fragmente des Libriforms auch im Pulver prävalieren. Gefäfsfragmente treten ganz in den Hintergrund, wohl aber sind Markstrahlen und Holzparenchym da und dort deutlich. Mit Schwefelsäure erhält man Gipsnadeln, jedoch nur langsam, da die Oxalatkristalle in Taschen sitzen. Alkohol löst das Santalin mit roter Farbe. Bezüglich der weiteren Reaktionen ist die Tabelle beim Crocus (S. 93) zu vergleichen.

Lignum Fernambuci.

Fernambukholz, roter Fernambuk, Brasilienholz, brasilianisch Rotholz, Bois de Brésil.

Das Fernambukholz ist das Kernholz der Stämme von Guilandina echinata Spr. (Caesalpinia echinata Lam.).

Das Lupenbild des tief-rotbraunen, harten, schweren, feinfaserigen, geradfaserigen, atlasglänzenden, den Speichel rot färbenden Holzes zeigt sehr zahlreiche und dicht gestellte, oft zu kleinen Gruppen vereinigte helle Gefäfsporen, die von kleinen, keine Tangentialstreckung zeigenden Holzparenchymgruppen umgeben sind. Zarte (mit blofsem Auge nicht sichtbare, mit der Lupe aber deutlicher wie beim Santel hervortretende) helle Markstrahlen durchziehen das Holz in radialer Richtung. Die Grundfarbe des Holzes ist tief-rotbraun. Die beim Fernambuk ziemlich deutlich hervortretenden breiten jahrringartigen Zonen sind weder Jahresringe, noch werden sie wie beim Santel von Holzparenchymbändern hervorgerufen, sie entstehen vielmehr dadurch, dafs in bestimmten Zonen die hellen Gefäfsporen ganz fehlen oder locker stehen. Diese Stellen erscheinen dann dunkler als das benachbarte Gewebe und täuschen so einen Jahrring vor (Fig. 13).

Der Holzkörper besteht aus Libriform (Hauptbestandteil), Holzparenchym und Gefäfsen. Er wird von Markstrahlen durchzogen.

Die Gefäfse sind beim Fernambuk sehr zahlreich, aber nicht sehr weit. Ihre Weite beträgt 35—127 (meist 110 bis 125) mik. Sie liegen entweder einzeln oder sind zu mehrgliedrigen, radial gestellten Gruppen vereinigt (Fig. 14). Ihre Wand ist stets behöft-getüpfelt. Ihre Glieder sind relativ lang (Fig. 17). Sehr charakteristisch sind die Verschlufspfröpfe ausgebildet, deren Entstehung man in allen Phasen verfolgen kann. Zuerst treten auch hier scheinbar Tropfen in der Membran auf. Wie beim Santel so sind es aber auch hier keine eigentlichen Tropfen, sondern Bildungen der Membran. Die innerste Lamelle derselben wird nämlich abgehoben, und zwischen ihr und der übrigen Wand entsteht das Sekret, das also, wie alle übrigen Sekrete, eine Bildung der Membran ist. Viel besser als beim Santel ist hier bei dem Fernambukholze die den Tropfen bedeckende zarte Haut, die ich auch hier als „innere Haut“ bezeichnen werde, besonders nach Behandeln mit Chloral, wahrzunehmen (*ih* in Fig. 15 u. 17). Dieselbe liegt dem Tropfen dicht auf und ist auch oft noch ein ganzes Stück weit vom Tropfen entfernt gut wahrzunehmen (Fig. 17, links). Die Substanz dieser anfangs kegelförmig in das Lumen des Gefäfses hineinragenden festen und spröden Zapfen ist vorwiegend Gummi, dem ein Farbstoff und wohl auch „Harz“ beigemengt ist. In Alkohol und Chloral sind sie nur zum Teil löslich, Chloral läfst eine körnige Gummimasse zurück. Die weitere Entwickelung der Zapfen geht nun in der Weise vor sich, dafs sie sich, wenn sie die gegenüberliegende Wand erreicht haben und diese berühren, dort fest anlegen und breit drücken (Fig. 17), auf diese Weise einen hermetischen Verschlufs erzeugend. Es kommt wohl aber auch vor, dafs zwei einander gegenüberliegende Zapfen sich in der Mitte vereinigen, der Verschlufspfropfen also aus zwei Zapfen entstanden ist. Alsdann sieht man eine Trennungslinie auf dem Querschnitte (Fig. 14, links oben). Immer aber wird schliefslich das Gefäfs durch zahlreiche, in gewissen Abständen gebildete Pfropfen hermetisch verschlossen. Es giebt kaum ein schöneres Beispiel, den Kerngummiverschlufs der Gefäfse zu demonstrieren, als das Fernambukholz.

Rings um die Gefäfse liegt gewöhnlich, wenn dieselben nicht an Markstrahlen grenzen, ein Kranz von Zellen, die bisweilen behöfte Tüpfel (meist jedoch einfache ovale oder rundliche) und immer eine sehr dicke Wand besitzen, übrigens meist kurz oder doch wenig gestreckt erscheinen (Fig. 18). Sie als Tracheidensaum anzusprechen liegt nahe. Doch bilden sie eher ein Übergangsglied echter Tracheiden zu Holzparenchymzellen. In der That folgt auf dieselben gestrecktes Holzparenchym (Fig. 16 u. 19), und dieses geht alsdann allmählich in gestreckte, lange, relativ dünnwandige Zellen über (Fig. 20), deren Enden entweder gerade abgestutzt oder zugeschärft oder verbogen oder gegabelt sind (Fig. 20) und die stets linksschiefe Spaltentüpfel besitzen, also zu den Ersatzfasern zu rechnen sind (*Er*, Fig. 16). Auch Zellen, die oben Ersatzfasern, unten Libri-

form sind (Fig. 20a), finden sich hier. Dann folgt ziemlich unvermittelt das Libriform. Die sogenannten Holzparenchymbänder, die als relativ schmale Bänder die Gefäfse untereinander und mit den Markstrahlen verbinden, enthalten also beim Fernambuk viel weniger als beim Santel typisches Holzparenchym.

Das Libriform besteht aus sehr langen Zellen mit kegelförmigen Enden (Fig. 21), sehr dicker (oft 8 mik messender) Wand und engem, mit rotbraunem Sekret erfülltem Lumen (*lf*, in Fig. 15 u. 16). Sie streichen gerade vertikal und besitzen stets spaltenförmige, steil linksschief gestellte Tüpfel.

Wir finden also beim Fernambuk einen ganz allmählichen Übergang von den Tracheen zu dem Holzparenchym und von diesem über die Ersatzfasern zum Libriform.

Das Libriform wird da und dort, seltener als beim Santelholz, von meist sehr langen Kristallkammerfasern durchzogen. Auch in den Holzparenchymbändern finden sich dergleichen (Fig. 16, *km*), und auch die Markstrahlzellen sind bisweilen kristallführend (Fig. 16, *kr*). Die Kristalle entstehen in eigentümlichen Membrantaschen, ganz ähnlich wie die Kristalle des Santelholzes (s. oben).

Die sekundären Markstrahlen sind 10—24 (meist 18 bis 22) Zellen hoch (Fig. 15) und 1—3 Zellen breit (Fig. 14). Sie bieten das bekannte Bild: im radialen Längsschnitt mauerförmig (Fig. 16), im tangentialen gestreckt, beiderseits zugespitzt (Fig. 15); bisweilen führen sie Kristalle, meist auch partielle Ausfüllungen mit Kerngummi. Bezüglich der Reaktionen des Farbstoffes, des (aus dem farblosen Chromogene, dem Brasilin $C_{16}H_{14}O_5$, entstehenden) roten Brasileins $C_{16}H_{12}O_5$, ist die Tabelle beim Crocus (S. 93) zu vergleichen.

Das Pulver.

Das Pulver besteht vorwiegend aus Fragmenten der meist 15—18 mik breiten, teils gelben, teils roten Libriformfasern und deren Bündeln, dazwischen finden sich zahlreiche Fragmente von getüpfelten Gefäfswänden, einige Kerngummipfropfen, sowie reichlich Holzparenchym (Fig. 19) und Übergangsformen (Fig. 18 u. 20), auch Kristallkammerfasern, bisweilen völlig intakt (mit beiden zugespitzten Enden), sind zu finden, sowie herausgefallene Kristalle. Die Markstrahlen sind meist in radialer Längsansicht zu sehen. Chloral löst den Farbstoff mit roter Farbe und läfst nach dem Auswaschen alle Verhältnisse deutlicher hervortreten.

Tafel 27.

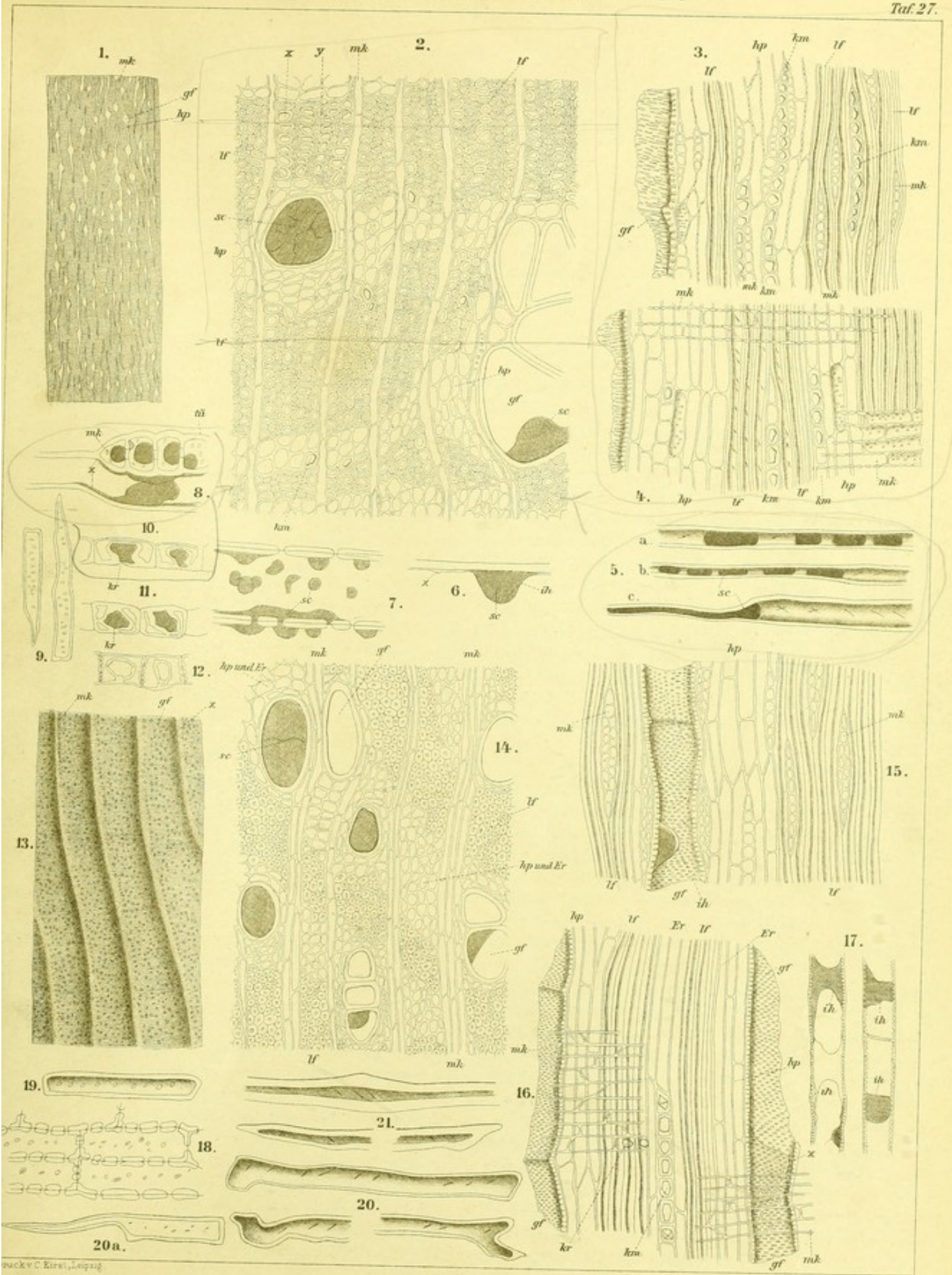
Erklärung der Abbildungen.

Lignum Santali rubr.

Fig. 1. Lupenbild des Querschnittes des roten Santelholzes.
„ 2. Querschnitt durch das Kernholz von Pterocarpus santalinus. *sc* Ausfüllungen der Gefäfse (Kerngummiharz). *lf* Libriform.
„ 3. Tangentialer Längsschnitt } durch das Santelholz.
„ 4. Radialer „ }
„ 5. Libriform mit Ausfüllungen von Kerngummiharz.
„ 6. Kerngummitropfen, der Wand ansitzend. *ih* innere Haut.
„ 7. Kerngummitropfen im Holzparenchym.
„ 8. Kerngummitropfen im Markstrahl und einer benachbarten Libriformzelle.
„ 9. Holzparenchym.
„ 10—12. Kristallzellen aus einer Kristallkammerfaser. Die Kristalle (*kr*) in Membrantaschen.

Lignum Fernambuci.

Fig. 13. Lupenbild des Fernambukholz-Querschnittes.
„ 14. Querschnitt durch das Kernholz von Caesalpinia echinata (Fernambuk).
„ 15. Tangentialer Längsschnitt } durch das Fernambukholz.
„ 16. Radialer „ }
„ 17. Isolierte Gefäfse mit Kerngummipfropfen.
„ 18. Holzparenchym aus der Umgebung der Gefäfse.
„ 19. Holzparenchym.
„ 20. Ersatzfasern.
„ 20a. Oben Ersatzfaser, unten Libriform.
„ 21. Libriform.



Druck v. C. Ernst, Leipzig

Louis Gustmer, Lithogr. Anst., Leipzig-R.

Fig 2, 3, 4, 5 meeslide

Caricae.

Feigen, Figues, Figs.

Die Feigen des Handels sind die Fruchtstände der kultivierten Feigenbäume, Ficus Carica L.

Die Blüten- bezw. Fruchtstände (Blütenbecher) entstehen im typischen Falle zu zweit in der Achsel eines Laubblattes (Fig. 17, *Tgb*), und zwar als seitliche Bildungen an dem axillaren Laubknöspchen (*kn*) und sind alsdann zunächst von der hinfälligen Stipulartute (*sp*) des Tragblattes (*Tgb*) umhüllt. Für gewöhnlich wird jedoch nur ein Fruchtstand entwickelt und der zweite verharrt im Stadium einer kurzen Knospe. Jeder Fruchtstand ist von einem Involukrum behüllt, welches auch an der reifen Feige noch gut erhalten ist und aus 3 schuppenartigen Blättern besteht (Fig. 4. a, b). Die nach aufsen gestellten (Fig. 1, 4 u. 17, *a*) sind als die Deckblätter der Blütenstände (die Vorblätter des Achselknöspchens [*kn*]), die beiden anderen (*b*) als die Vorblätter des Blütenstandes selbst zu betrachten. Durchschneidet man das ganze in der Laubblattachsel befindliche Gebilde median-längs (Fig. 1), so findet man neben der in der Mitte liegenden Knospe (*kn*) auf der einen Seite den sich entwickelnden Blütenstand (*B*), auf der anderen den rudimentär bleibenden (B_1). Das Ganze ist behüllt von den Vorblättern der Knospe (*a*), die an der Spitze oft in einen spitzen Zipfel auslaufen. An dem Blütenstande *B* ist auch Vorblatt *b* deutlich erkennbar.

Der Blütenstand wird als eine flache Schale angelegt, deren Boden eben (Fig. 1, bei *B*) und die auf einem breiten Stiele emporgehoben ist. An dem Schalenrande sitzen zahlreiche kegelförmige Zipfel, die oft nach unten gebogen erscheinen (*z* in Fig. 1). Es sind dies die Gebilde, die später zu den Schuppen heranwachsen, welche die Krugöffnung des reifen Fruchtstandes oben verschliefsen (*z* in Fig. 4). Diese Verschlufsschuppen werden früher angelegt als die Blüten. Auf dem Boden der Schale entstehen die Blüten als kegelige Höcker (Fig. 2). Alsbald streckt sich auch der Schalenrand nach oben (Fig. 3) und es entsteht nun zunächst eine tiefe Schale mit hohem Rande. Je weiter der Blütenstand in seiner Entwickelung fortschreitet, um so tiefer wird die Schale. Endlich wird sie zum Kruge. Bei einer 1,5 cm langen Frucht, bei der die Blüten schon so weit entwickelt sind, dafs man alle Teile deutlich erkennt und dieselben bereits eine Länge von 0,5 mm erlangt haben, hat die Infloreszenz bereits deutliche Krugform angenommen und die terminale Öffnung ist bereits durch wohl entwickelte Schuppen verschlossen. Die letzteren sind jedoch noch so angeordnet, dafs nur die innersten und untersten nach unten geneigt erscheinen, die mittleren horizontal, die obersten kegelförmig nach oben gerichtet sind. Diese Anordnung bleibt bis zur Reife erhalten und der unreife Fruchtstand der Feige ist geradezu an dieser, die Krugöffnung mützchenartig überragenden Schuppenkappe kenntlich, die offenbar den Zweck hat, die Insekten vom Besuche der nur noch unentwickelte Blüten enthaltenden Infloreszenzen abzuhalten. Die Krugöffnung liegt für gewöhnlich nicht ganz in der Mitte, sondern ist meist etwas seitlich angeordnet. Diese seitliche Lage der Krugöffnung tritt ganz besonders bei jungen Fruchtständen deutlich hervor, bei den reifen ist sie etwas verwischt oder gar nicht mehr deutlich (Fig. 4).

Da zuerst die grundständigen Blüten entstehen, dann centrifugal die übrigen bei fortdauerndem Auftreten neuer Anlagen zwischen den früheren, so kann der Blütenstand als eine Cyma aufgefafst werden, bei der sämmtliche Achsen zu einem Kuchen verschmolzen sind, der sich konkav krugförmig zusammengeschlossen hat und sämtliche Blüten auf der Innenseite trägt.

Die Blüten sind diklin, und wenn sie monoecisch sind, dann pflegen männliche und weibliche Blüten in einer Infloreszenz derartig vereinigt zu sein, dafs die männlichen in der Nähe des Ostiolums, der Krugöffnung (oben), liegen (etwa bei ×, Fig. 4) und an Zahl gering sind, die weiblichen Krugwand und Krugboden bedecken. So fand ich es wenigstens bei jungen Infloreszenzen mir frisch von Genua übersandter Feigen und denen eines in Bern kultivierten Exemplares. Bei der Droge und in anderen kultivierten Feigen konnte ich männliche Blüten nicht auffinden. Ob dies daran liegt, dafs sie bei der Droge bis zur Unkenntlichkeit im Mufse degenerieren oder ob sie wirklich fehlen oder nur rudimentär entwickelt sind, also vornehmlich nur weibliche (langgriffelige) Blüten vorhanden sind, ist mir auch heute noch — trotz zahlreicher Untersuchungen — fraglich. Jedenfalls überwiegen bei der Kulturfeige die weiblichen fruchtbaren, langgriffeligen Blüten weitaus. Bekanntlich findet man ja auch in den Handelsfeigen zahlreiche Früchte. Wahrscheinlich liegt die Sache so, dafs der Caprificus die männliche, die Kulturfeige die weibliche Pflanze darstellt, dafs jedoch in dieser letzteren bisweilen auch männliche Blüten vorkommen, wie in jener Gallenblüten (Fig. 10) die Regel bilden.

Die männlichen Blüten (Fig. 5 u. 7) zeigen meist keinerlei Reste des Fruchtknotens, sondern nur (meist 6) dem Kronenröhrenschlunde eingefügte Stamina, die grofse Antheren und kurze Filamente besitzen. Die Zahl der Korollenblätter wechselt, meist fand ich 4 (Fig. 5 u. 7). Dieselben decken sich dachziegelig und sind nicht selten schwach zerschlitzt. Bisweilen findet man an der Basis der übrigens meist langgestielten männlichen Blüten oder der Kronenröhre angewachsen deckblattartige Schuppen, die gleichfalls oft zerschlitzt erscheinen; der Regel nach eine, bisweilen aber auch zwei (Fig. 5, *D*). Die Basis des Blütenstieles ist häufig mit kurzen Haaren besetzt. Die männlichen Blüten sind stets gröfser und kräftiger als die weiblichen.

Die weiblichen Blüten besitzen zweierlei Form. Die einen sind langgriffelig, die anderen kurzgriffelig. Die langgriffeligen bilden bei der Handelsfeige die Mehrzahl oder sind ausschliefslich vorhanden. Sie besitzen einen ziemlich langen fädigen, an der Spitze in zwei meist ungleich lange Narbenschenkel gegabelten Griffel (Fig. 6), der so deutlich hervortritt, dafs das Innere der Krughöhlung oft mit einem zarten fädigen Geflechte überspannt zu sein scheint. Nicht selten kommt es übrigens vor, dafs an Stelle der gegabelten Griffel einfache lange, fädige, in ein peitschenartiges Ende auslaufende Griffel vorhanden sind, die sich oft verfilzen. Die kurzgriffeligen Blüten besitzen einen sehr kurzen, in zwei fast gleichlange Narbenschenkel auslaufenden dicken Griffel. Anfangs sitzt der Griffel der Mitte des Fruchtknotens auf. Bei weiterer Entwickelung der weiblichen Blüten wird er aber beiseite gedrückt und pflegt alsdann dem Fruchtknoten mehr oder weniger stark seitlich aufzusitzen, welch' letzterer an der, der Ansatzstelle entgegengesetzten Seite bauchig vorgewölbt erscheint (Fig. 6, 8 u. 10). Bei der kultivierten Feige sind kurzgriffelige Blüten sehr selten, die Mehrzahl gehört der langgriffeligen Form an. Die kurzgriffeligen Blüten sind sog. Gallenblüten. Sie bilden bei den Infloreszenzen des Caprificus die Regel. In sie wird von den Gallwespen (besonders Blastophaga grossorum Grav.) durch den kurzen Griffelkanal das Ei (Fig. 10) gelegt, das sich in der Fruchtknotenhöhle alsdann entwickelt. Die langgriffeligen sind Samenblüten. Bei ihnen entwickelt sich das Ovulum zum Samen. Gallenblüten finden sich, wie erwähnt, besonders beim wilden Feigenbaum (Caprificus), bei der Mamme enthalten die Blütenstände sogar nur solche, bei der Profichi männliche und Gallenblüten.

In der Regel sind die Blütenstände, sofern sie männliche und weibliche Blüten enthalten, protogyn, so dafs Befruchtung der ♀ Blüten durch den Pollen der männlichen desselben Blütenstandes ausgeschlossen erscheint. Die Übertragung des Pollens geschieht wohl stets durch Insekten, denen bei dem befruchtungsfähigen Blütenstande der Weg durch die alsdann vorwiegend nach unten gerichteten Verschlufszipfel (*z*, Fig. 2 u. 4) gezeigt wird. Bei den nur weibliche (langgriffelige) Blüten enthaltenden Infloreszenzen ist eine andere als Insektenbefruchtung überhaupt ausgeschlossen. Bei der Kulturfeige scheinen diese rein weiblichen Infloreszenzen zu überwiegen. Dafs die Insektenbefruchtung erfolgreich ist, zeigen die zahlreichen reifen Früchtchen, die man in der Handelsfeige findet — vorausgesetzt dafs man nicht Parthenogenesis annehmen will.

Die Zahl der Perigonzipfel der weiblichen Blüte scheint ziemlich zu schwanken, doch darf als Typus die Zahl 3 betrachtet werden (Fig. 6). Von diesen 3 Perigonzipfeln umschliefst der eine den geraden Teil des Fruchtknotens (die Rückenseite) kahnartig (Fig. 6, links), die beiden anderen umschliefsen in dachziegeliger Deckung den vorgewölbten Teil des Fruchtknotens (Fig. 6 u. 17a). Höhere Zahlen wie 3 sind bei den Perigonzipfeln ziemlich häufig, ich habe auch 5, 6, ja 12 beobachtet.

Das Perigon besteht nur aus wenigen lockeren Zellreihen (Fig. 18a). Die Epidermis ist beiderseits an der Aufsenwand sehr stark verdickt. Von Gefäfsbündeln wird das Perigon nicht durchzogen, wohl aber treten bisweilen Milchröhren in die Perigonzipfel ein (Fig. 12, *Mi*). Die Perigonzipfel sind oft zerschlitzt und häufig am Rande mit Haaren besetzt (Fig. 9). Im Blütenstiel verläuft ein centrales (Fig. 18), oft dreiteiliges Gefäfsbündel (Fig. 20, *gfb*), welches einen Ast zum Ovulum, einen zweiten, am entgegengesetzten Ende des Fruchtknotens, zum Griffel emporsendet (Fig. 17a u. 8).

Im Blütenstiel wie auch dem Perigon sind kleine Kalkoxalatdrusen häufig zu finden.

Die Fruchtknotenwand besteht aus folgenden Zellschichten. Die Epidermis besteht aus radial-gestreckten, an der Aufsenwand stark verdickten Zellen (Fig. 12, 1). Dann folgt ein kleinzelliges Gewebe (Fig. 12, 2), das an den Kanten breiter ist und in dem die beiden Bündel verlaufen. Die folgende Schicht (Fig. 12, 3) besteht aus quadratischen Zellen, die sehr frühzeitig als mit andersartigem Zellinhalte versehen sich markieren. Die innerste Schicht endlich besteht aus einer oder mehreren Reihen vorwiegend radial gestreckter Zellen (Fig. 12, 4). Aus dieser Fruchtknotenwand geht die Fruchtschale nun in der Weise hervor, dafs die Reihen 1 und 2 in parenchymatischem Zustande verbleiben, aus der Schicht 3 und 4 aber ein steinhartes Endokarp wird, welches sich in eine äufsere, aus dickwandigen quadratischen Zellen bestehende (Fig. 13 u. 15, 3) und eine innere von kurzen Sclereiden gebildete Schicht (Fig. 13 u. 15, 4) gliedert. Die Frucht ist also eine Drupa.

Löst man aus einer reifen Feige eins der bekannten gelben, rundlichen, ca. 2 mm langen, an der einen (der Eintrittsstelle des Funikularbündels entsprechenden) Seite genabelten, etwas von der Seite zusammengedrückten, an dem einen Ende dickeren Früchtchen (Fig. 11) heraus, so findet man, dafs die Schale nur aus den inneren Fruchtschalpartien besteht, die äufseren, parenchymatischen (1 u. 2) in dem allgemeinen Degenerationsprozesse sich vollständig abgelöst haben. Nur die innerste Zellreihe der Schicht 2 ist auf dem Fruchtschalquerschnitte in Form kurzer Seitenwandzapfen (Fig. 13, 2) auf dem Flächenschnitte als polyedrisches Parenchymnetz (Fig. 15, 2) wahrzunehmen. Die kurzen quadratischen Zellen der Schicht 3 heben sich nur wenig von den kurzen Sclereiden ab, die bald in einfacher, bald in doppelter, bald in dreifacher Reihe angetroffen werden und sehr dickwandig und reich getüpfelt sind. Die herausgelösten Früchte sind also nur mit der Hälfte der Fruchtschale bedeckt.

Das Ovulum ist anatrop hängend, schief inseriert (Fig. 8) und mit 2 Integumenten versehen, die gegen den Funiculus hin dick und fleischig, an der anderen Seite aber nur dünn sind. Die Zahl der Zellen wechselt daher (Fig. 12, 5). Übrigens fällt das gesamte Gewebe beider Integumente nährschichtartig zusammen und die Samenschale der reifen Samen, die der Fruchtschale eng anliegt (Fig. 16), besteht nur aus einer relativ schmalen gebräunten Schicht stark obliterierter, parenchymatischer Zellen (Fig. 14, 5).

Der Embryo des reifen Samen ist stark gekrümmt (Fig. 16). Die beiden Kotyledonen, Plumula und Radicula, sind deutlich. Das Endosperm (*End*, Fig. 16) ist nur spärlich entwickelt, umgiebt aber den Embryo ringsum.

In ihm und im Embryo findet sich reichlich fettes Öl und Aleuron. Die Körner des letzteren sind rundlich, im Endosperm meist 5—8 mik lang, aber bis 19 mik steigend, in Kotyledonen und Radicula viel kleiner, nicht selten nur 2 mik lang. In Alkohol betrachtet sieht man meist nur das grofse Kristalloid deutlich (Fig. 15a, 1), läfst man jedoch zu den über Nacht in Alkohol gehärteten Schnitten etwas Wasser zutreten, so bläht sich die Haut auf und neben oder um das Kristalloid werden die sehr kleinen Globoide sichtbar (Fig. 15a, 2); läfst man dann verdünntes Kali zufliefsen, so lösen sich das oder die Kristalloide und die Grundsubstanz und nur die sehr kleinen, oft nur 1 mik langen Globoide bleiben, häufig in Kranzform angeordnet (Fig. 15a, 3), übrig.

Das Rezeptakulum oder Hypanthium, der Fruchtboden (*Hp*, Fig. 4), bildet die Hauptmasse der Droge, seine fleischige Beschaffenheit bedingt den Charakter der Feige. Die Epidermis besteht aus kleinen, nahezu isodiametrischen Zellen mit dicker Seiten- und Aufsenwand (Fig. 21 u. 22, *Ep.* 1). An zahlreichen Stellen beobachtet man einzellige Haare oder deren Ansatzstellen, gegen die hin die Epidermiszellen mehr oder weniger strahlig angeordnet sind (Fig. 22, vergl. auch Angew. Anatomie Fig. 270). Diese Haare sind stets kegelförmig (*t*, Fig. 21 u. 22), bald sehr kurz, so dafs sie von oben gesehen wie ein kleiner innerer Kreis aussehen, bald etwas länger (Fig. 22), bald gestreckt, 200—300 mik lang (Fig. 21), stets mit bauchiger Basis versehen und dickwandig. Bisweilen ist Segmentierung zu beobachten. Spaltöffnungen (*st*, Fig. 21 u. 22) sind selten.

Unter der Epidermis liegt ein kleinzelliges dickwandiges Gewebe, in dem reichlich Chlorophyllkörner und Kalkoxalat in runden Drusen auftritt (Fig. 21 u. 22 2), dann folgt die Schicht, in der vorwiegend die weiten Milchröhren (*Mi*, Fig. 21 u. 22) verlaufen (Schicht 3), die in nicht sehr grofser Zahl vom Infloreszenzstiel in das Rezeptakulum eintreten, hier aber sich auf das reichste verzweigen. Diese Milchröhren sind 15—45 (meist 20—30) mik weit, ziemlich dickwandig, oft sehr reich verzweigt (Fig. 11a), aber nicht untereinander anastomosierend, da sie zum Typus der einfachen Milchröhren gehören (Angew. Anatomie S. 528, Fig. 611). Sie sind am besten auf tangentialen Längsschnitten zu erkennen. Sie sind sowohl in dieser Zone wie innerhalb des äufseren Gefäfsbündelringes regellos verteilt, streichen zwar im allgemeinen von unten nach oben, zeigen jedoch so vielfache Ausbiegungen, dafs man auch auf Querschnitten häufig Längsansichten sieht. Sie enthalten in der unreifen Feige einen dünnflüssigen Milchsaft, in dem zahlreiche eckige oder rundliche Guttaperchakörner schwimmen und der einen unangenehmen Geschmack besitzt. Er tritt in Form grofser Tropfen aus der Wunde, wenn man die unreife Feige anschneidet. Gelangt die Feige zur Reife, färbt sich also die Aufsenseite durch Auftreten roten Zellsaftes in den Epidermiszellen rötlich, so verliert der Milchsaft infolge vollständiger Resorption des wässrigen Saftes seine Dünnflüssigkeit, beim Anschneiden tritt kein Milchsaft aus dem Blütenboden hervor und die Milchröhren enthalten nur jene schon erwähnten Guttakörnchen, bald einzeln, bald zu mehreren zusammengeflossen (Fig. 22, *Mi*, unten) oder in Form isolierter Pfropfen. Dafs diese Körnchen, die man in der Handelsfeige stets gut erhalten findet, aus Gutta bestehen, ergiebt sich aus ihrer Unlöslichkeit in allen Lösungsmitteln aufser in Chloroform. Im Milchsafte der unreifen Feige sind sie noch nicht als solide Guttakörnchen vorhanden, nur ihre Hülle besteht aus Gutta, ihr Inhalt ist in Alkohol löslich. Die Haut der Bläschen bleibt daher bei Behandeln derselben mit Alkohol als zarte Hülle zurück. Bei der reifen Feige sind es solide Körnchen, die oft so dicht liegen, dafs sie sich gegenseitig abplatten. Sie sind ca. 4 bis 7 mik grofs.

Innerhalb dieser äufseren Zone verlaufen alsdann ziemlich oberflächlich die Hauptbündel des Rezeptakulums (Fig. 4 u. 21, *gfb*), so oberflächlich, dafs man sie als Längsrippen auch bei der reifen Feige noch wohl erkennt. Es sind an der Basis etwa 20. Sie treten in Form eines im Querschnitt dreieckigen Gefäfsbündelcylinders vom Infloreszenzstiel in das Rezeptakulum ein und verteilen und gabeln sich in demselben und entsenden Zweige zu den einzelnen Blüten (Fig. 4). Sie sind ziemlich individuenreich und meist strahlig (Fig. 21), die Siebinseln liegen aufsen, die Gefäfsstrahlen konvergieren nach innen. Sie enthalten meist 15—20—22 mik weite Spiralgefäfse (Fig. 22). Auch Netzleistengefäfse finden sich da und dort.

Innerhalb dieses Gefäfsbündelkreises folgt ein bei der unreifen Feige schwammiges, sehr reich durchlüftetes, Oxalatdrusen führendes Gewebe (Fig. 19), das, da die Intercellularen Luft führen, weifs erscheint. Bei zunehmender Reife obliteriert dasselbe, indem gleichzeitig Zucker in den Zellen auftritt. Bei der reifen Feige ist es in seinen Einzelheiten nur undeutlich zu erkennen. Auch in diesem Gewebe verlaufen Milchröhren, aber in geringerer Zahl wie in der peripherischen Partie.

Die innere Epidermis ist nur bei der unreifen Feige deutlich zu erkennen. Sie besteht aus polyedrischen, bezw. mehr oder weniger gestreckten Zellen (Fig. 18 u. 20, *Ep*), zwischen denen zahlreiche Haare sitzen (Fig. 18 u. 20, *t*). Dieselben sind bei der unreifen Feige dünnwandig (Fig. 18, *t*), verdicken sich aber später noch, so dafs sie bei der reifen Feige ziemlich dickwandig sind. Bisweilen findet man auch an der Basis der Blütenstiele, die hier entspringen (Fig. 18), dergleichen Trichome. In der Droge sind sie fast stets im „Fruchtmufse“ aufzufinden.

Dieses „Fruchtmufs“, welches als orangegelbe hyaline Masse, in die die gelben Früchte eingebettet sind, das ganze Innere der Droge erfüllt, ist ein Gemisch von Pektin, Schleim, Zucker und den Resten der weiblichen Blüten. In der jungen Feige findet sich nur sehr wenig Zucker. Geht dieselbe der Reife entgegen, so kann man mit Hilfe von Kupfersulfat und Kali (Angew. Anatomie S. 27) zunächst in den Blüten und deren Stielen, dann auch im Rezeptakulum Traubenzucker nachweisen. Gleichzeitig werden die anfangs harten Fruchtstände weich. Die völlig reife Feige enthält in den Blüten sehr viel Traubenzucker, aber auch im Gewebe des Rezeptakulums entsteht ein reichlicher gelbroter Niederschlag von Cu_2O. Bei

der reifen getrockneten Feige des Handels ist das ganze Gewebe dermafsen mit Zucker durchtränkt, dafs derselbe selbst nach aufsen hin diffundiert und in charakteristischen Kristallen auf der Epidermis auskristallisiert (Fig. 14a). Gleichzeitig mit dem Auftreten des Zuckers in den Blüten und dem Rezeptakulum beobachtet man ein zunehmendes Weich- und Saftigwerden des Ganzen. Selbst die luftführenden Intercellularen der inneren Partien des Rezeptakulums füllen sich mit Flüssigkeit und das anfangs weifse Gewebe wird hyalin. Die Membranen der Zellen dieses nunmehr auch obliterierenden Gewebes färben sich mit Chlorzinkjod kaum blau. Sie unterliegen einer Pektinmetamorphose. Zugleich wird durch Verschleimen der ohnedies als Schleimmembran angelegten Aufsenmembran der Epidermiszellen am Rezeptakulum (innere Epidermis), Blütenstiel (Fig. 18 u. 20, *bst*), Fruchtschale (Fig. 12, 1) und Perigon (Fig. 12, *Per* u. 18a) das innere Gewebe dieser Organe freigelegt, das nun einer partiellen Pektinmetamorphose anheimfällt — niemals jedoch so stark, dafs man nicht, auch bei der Handelsware noch, die einzelnen Organteile, besonders die langen Griffel, die Bündel der Blütenstiele und die Perigonzipfel, (freilich aufser ersteren alle nur undeutlich) erkennen könnte. Die losgelöste Kuticula umgiebt dieselben als ein lockerer faltiger Sack. Der Zucker entstammt dem Zellinhalte, zum Teil wohl auch der Membran (denn der Zucker nimmt zu, während der Schleim schwindet), der Schleim der Epidermisaufsenwand, das Pektin den übrigen Gewebsmembranen, besonders wohl der Interzellularsubstanz. Auch die zwei äufseren Schichten der Fruchtschale (Fig. 12 u. 13, 1 u. 2) verfallen dem allgemeinen Degenerationsprozesse.

Die das Ostiolum verschliefsenden Schuppen sind dünne, von einem Bündel durchzogene Blättchen, die am Rande gezackt und ähnlich wie die Perigonzipfel (Fig. 9) mit Trichomen besetzt sind.

Der Feigenkaffee.

Geröstete und gemahlene Feigen (man nimmt dazu die schlechteren Sorten) kommen unter dem Namen Feigenkaffee als Kaffeesurrogat in den Handel. Dieser Feigenkaffee ist sowohl bei Betrachtung in Wasser, wie nach vorheriger Behandlung mit Schultzeschem Gemisch (nicht nötig und nicht zu empfehlen!) anatomisch leicht zu erkennen. Auf den ersten Blick erkennt man die Früchtchen, bei denen die Sclereidenschicht besonders charakteristisch hervortritt (Fig. 15, 4). Es empfiehlt sich, die dem Handelsprodukt beigemengten und ihm das charakteristische Aussehen verleihenden Früchtchen näher zu untersuchen (Querschnitte durch die Fruchtschale!), denn es ist vorgekommen, dafs unter dem Namen Feigenkaffee ein Gemisch von Cichorien und Cruciferensamen (Brassica; vergl. die Tafel Sinapis und die Ölsamen) in den Handel gebracht wurde. Schon die unregelmäfsige Form der Früchtchen (Fig. 11) ist übrigens für die Feige charakteristisch. In den die Früchtchen begleitenden Gewebsresten sind die Milchröhren leicht aufzufinden (Fig. 22, *Mi*), und gleichzeitig kann man feststellen, dafs sie meistens nicht unerheblich breiter sind als die Gefäfse (*gf* in Fig. 22), jedenfalls mindestens deren Breite besitzen: ein charakteristischer Unterschied des Feigenkaffees von der Cichorie, deren Milchröhren stets schmäler sind als die Gefäfse.

Auch Reste der ♀ Blüten (Fig. 6), besonders deren sehr dauerhafte Griffelenden, findet man in dem Feigenkaffee, die Perigonblätter sind wenig deutlich. Wohl aber findet man Fetzen der Epidermis des Hypanthiums (Fig. 22, 1) und die Haare besonders der Innenepidermis des Hypanthiums (Fig. 18, *t*). Die Parenchymmembranen sind alle gequollen (Pektinmetamorphose). Zahlreiche Oxalatdrusen sind deutlich — auch beim gebrannten Feigenkaffee.

Tafel 28.

Erklärung der Abbildungen.

Ficus Carica L.

Fig. 1. Längsschnitt durch eine junge Infloreszenzanlage in der Achsel eines Laubblattes. Die beiden Infloreszenzen B und B_1 sind als Seitensprosse der Achselknospe *kn* aufzufassen. Nur B entwickelt sich, B_1 geht meist zu Grunde. Fig. 17 giebt einen Grundrifs der beiden Infloreszenzen.

„ 2 u. 3. Junge Entwickelungsstadien der Infloreszenz mit der Anlage der Blüten (nach Peyer), z die späteren Verschlufsschuppen des Ostiolums.

„ 4. Längsschnitt durch eine reife Feige, mit langgriffeligen weiblichen Blüten (♀). *a* Deckblatt (wie in Fig. 1 u. 17), *b* Vorblatt (wie in Fig. 1 u. 17), z Verschlufsschuppen des Ostiolums.

„ 5. Männliche Blüte aus einer Feige von Genua (seltener Fall).

„ 6. Weibliche Blüte. Langgriffelige Samenblüte mit 3 Perigonblättern.

„ 7. Aufgeschnittene männliche Blüte.

„ 8. Längsschnitt durch den Fruchtknoten einer weiblichen Samenblüte.

„ 9. Perigonzipfelrand einer weiblichen Blüte.

„ 10. Kurzgriffelige Gallenblüte aus einem Caprificus mit dem Ei der Blastophaga.

„ 11. Frucht, herausgelöst (nur mit dem Endokarp bedeckt).

„ 11a. Milchröhre des Hypanthiums, isoliert.

„ 12. Querschnitt durch Fruchtknoten und Perigon (*Per*); die Zahlen 1—5 bezeichnen die korrespondierenden Gewebe in Fig. 12, 13, 14, 15 u. 16.

Fig. 13. Querschnitt durch das Endokarp der Fruchtschale, der Teil derselben, der allein die herausgelösten Früchte bedeckt.

„ 14. Querschnitt durch die Samenschale (*Ss*). End Endosperm.

„ 14a. Zuckerkristalle von der Aufsenseite der Feige, in Öl betrachtet.

„ 15. Flächenansicht des Endokarps der Fruchtschale (3 und 4) mit aufliegender innerster Schicht (2).

„ 15a. Aleuronkörner des Samens: 1. in Alkohol, 2. nach Wasserzusatz, 3. nach Zusatz von verdünntem Kali.

„ 16. Längsschnitt durch die Frucht mit dem reifen Samen. 3—4 Endokarp, 5 Samenschale.

„ 17. Grundrifs einer Doppelinfloreszenz in der Achsel eines Laubblattes (*Tyb*), vergl. Fig. 1. *sp* Nebenblatttute.

„ 17a. Querschnitt durch eine ♀ Blüte. *a*, *b*, *c* Perigonblätter, *fk* Fruchtknoten.

„ 18. Querschnitt durch den innersten Teil des Hypanthiums mit dem Ansatze einer Blüte (*bst*).

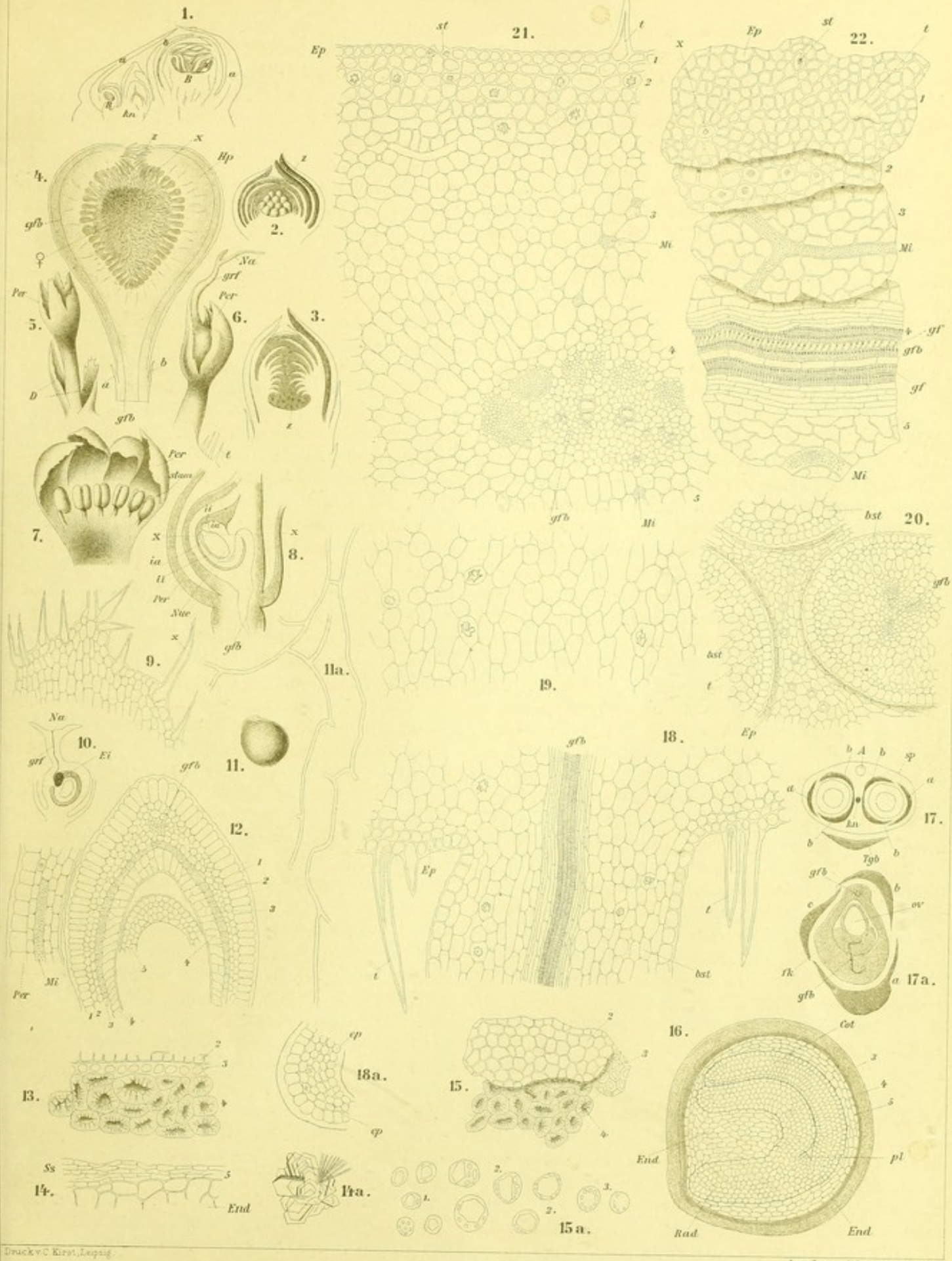
„ 19. Querschnitt durch den mittleren Teil des Hypanthiums.

„ 20. Flächenansicht der inneren Epidermis des Hypanthiums mit den Querschnitten der Blütenstiele.

„ 21. Querschnitt durch den äufsersten Teil des Hypanthiums.

„ 22. Succedane Flächenschnitte durch die einzelnen Schichten des Hypanthiums von der Epidermis (*Ep*) bis in die inneren Partien. Die Zahlen 1—5 in Fig. 22 u. 21 bezeichnen die korrespondierenden Gewebe.

Ficus Carica.



Druck v. C. Kirst, Leipzig.

Louis Gerstner, lithogr. Anst. Leipzig-R.

Rhiz. iridis.

Veilchenwurzel, Rhizome d'Iris, Orris Root.

Die unterirdischen Wurzelstöcke von Iris germanica L., Iris pallida Lam. und Iris florentina Lam. besitzen den gleichen Bau.

Gräbt man ein Rhizom der bei uns häufig kultivierten Iris pallida Lam. aus, so findet man nicht selten noch 6 bis 8 Jahrgänge bei einander. Das in Fig. 2 dargestellte Rhizom zeigt 7 Jahrgänge. Dieselben sind mit arabischen Ziffern bezeichnet. Der älteste Jahrgang 1 ist im Absterben begriffen. Das Rhizom wächst vorn weiter und stirbt hinten ab (bei *x*, Fig. 2). Die einzelnen Jahreszuwachse machen sich dadurch bemerkbar, dafs gegen den Herbst hin die Wachstumsintensität abnimmt und die Internodien immer schmäler werden. Das schmalste Internodium bezeichnet die Winterruhe. Man zählt in dem verdickten Teile ca. 8—12 Internodien, im dünnen etwa 5—6, im ganzen pro Jahr 13—18—20, bisweilen auch weniger. Es scheint dies von den mehr oder weniger günstigen Vegetationsbedingungen abzuhängen. Die Internodien sind alle sehr kurz und durch die Blattnarben geschieden. Die Blattnarben zeigen eine einfache gerade oder im Zickzack verlaufende Reihe kleiner Bündelnarben (Fig. 2 bei 4 u. 5 und Fig. 1, rechts). Es sind dies die Stellen, wo die Gefäfsbündel der Blätter in das Rhizom eintraten. Die Blätter sind dem Rhizom zweizeilig alternierend inseriert.

Für gewöhnlich werden zunächst mehrere Jahre hindurch in gerader Richtung fortschreitende Triebe gebildet, indem die Gipfelknospe von *I* erhalten bleibt und nur in den Achseln der Blätter rechts und links seitlich am Rhizom, doch etwas der Unterseite genähert, Achselknospen entstehen, von denen bisweilen einige zu zwei oder drei einander genähert und miteinander vergesellschaftet sind (bei *x*, Fig. 2). Dieselben verhalten sich bezüglich ihres Wachstums ganz wie der Hauptsprofs *I*. Sie sind aber mit langem dünnen Stiele dem Hauptsprosse angefügt (*x*, Fig. 2) und lösen sich daher sehr leicht von demselben ab. Geschieht dies, so verhalten sie sich alsdann ganz wie ein Hauptsprofs, aber auch am Hauptsprofs ansitzend bilden sie nicht selten mehrere knollig-verdickte Glieder. (Fig. 2.)

Soweit ist die Verzweigung also razemös und die Kultur strebt darnach besonders reichlich diese langen, aus aneinander gereihten knolligen Rhizomstücken bestehenden Wurzelstöcke (für die Rhiz. iridis pro infantibus) zu erhalten. Späterhin stirbt dann die Gipfelknospe ab und die Verzweigung bleibt alsdann cymös. In der Achsel zweier benachbarter Blätter entspringen an den gegenüberliegenden Seiten zwei Seitenzweige (*II*, Fig. 2), die nunmehr die Verzweigung fortsetzen, den Sprofs *I* übergipfelnd. An diesen Seitensprossen *II* entstehen wiederum (gewissermafsen in dichasialer Bildungsweise) die absterbende Gipfelknospe von *II* übergipfelnde Seitensprosse (*III*), und auch diese Seitensprosse bleiben bei der cymös-dichasialen Verzweigungsart (*IV*).

Wurzeln entspringen bei den Haupt- wie bei den Seitensprossen nur auf der Unterseite des dorsiventralen Rhizomes (Fig. 4), Blätter nur an der Oberseite. Das Rhizom wird gewöhnlich geschält in den Handel gebracht, doch wird die Schälung meist nicht so stark vorgenommen, dafs man nicht noch oft die Blattnarben und deren Gefäfsbündelansätze (Fig. 1 im Sprofs *I*), sowie die Wurzelnarben erkennen kann. Besonders die letzteren mit dem centralen Bündelzäpfchen sind der Regel nach deutlich zu erkennen. Fig. 1 ist bis *x* ... *x* geschält dargestellt und nur der obere Zapfen rechts (*II* u. *III*) ist noch ungeschält.

Der Kork entsteht subepidermal und sehr reichlich. Er bildet nicht selten 15 und mehr (bis 25) Schichten (Fig. 6). Die Korkzellen bleiben dünnwandig. In der Handelsware ist er stets abgeschält. Die Schälung erstreckt sich auch auf den äufseren Teil der Rinde. Ebenso werden die Wurzeln und die Knospen entfernt. An der Stelle der letzteren findet sich eine schalenförmige Vertiefung (Fig. 1, links), an der Stelle der Wurzelansätze bräunliche Narben, oft mit einem kleinen centralen Zäpfchen, dem Wurzelbündel. Die Blattspuren erscheinen als kleine Löcher (Fig. 1).

Unter dem Korke folgt dann ein kollenchymatisch verdicktes Parenchym. Die verdickten Ecken führen Intercellularen (Fig. 6).

Die Gefäfsbündel treten von den Blattnarben in die Rinde und verlaufen in derselben in seichtem Bogen, fast geraden Weges in den Centralzylinder eindringend (Fig. 5). Ein eigentliches Gefäfsbündelsystem der Rinde fehlt. Im

Centralzylinder dringen die Blattspurstränge bis gegen die Mitte vor und kehren dann in seichtem Bogen an die Endodermis zurück. In den Blättern und in der Rhizomrinde sind die Bündel kollateral, im Centralzylinder werden sie, indem sich der Gefäfsteil allmählich um den Siebteil herumschiebt, bezw. benachbarte Bündel sich aneinander legen, konzentrisch mit centralem Siebteil und peripherischem Gefäfsteil (Fig. 7). Man findet daher in dem Centralzylinder neben noch rein kollateralen rein konzentrische Bündel und alle Übergänge. An der Pseudo-Endodermis, die different nicht ausgebildet ist und sich nur durch den Mangel an Stärke und ein meist kaum wahrnehmbares verkorktes Häutchen von den benachbarten Parenchymzellen unterscheidet, anastomosieren die Bündel untereinander netzig, besonders reichlich auf der Unterseite, aber auch auf der Rhizomoberseite, weniger an den Seiten, wo überhaupt wenig Bündel liegen (Fig. 4). Durch die Maschen des Bündelnetzes treten oben die Blattspurstränge, unten die Wurzelbündel in das Rhizom ein. Die Rhizomunterseite ist bündelreicher, besonders an der Endodermis (Fig. 4). Die Gefäfsbündel führen Spiral- und Leitergefäfse (Fig. 7 u. 8), die meist eine Weite von 20—35 mik besitzen. Im Siebteil treten die Siebröhren (*s*, Fig. 8) deutlich hervor. Die mittlere Partie des Siebteiles zeigt oft Obliterationserscheinungen (Angew. Anatomie, Fig. 421). In der subendodermalen Gefäfsbündelpartie entspringen auch die Wurzelbündel (Fig. 4).

Das Grundgewebe von Rinde und Centralcylinder ist ein relativ dickwandiges, reichgetüpfeltes Parenchym, oft mit kollenchymatischen Ecken und in diesen mit mehrseitigen luftführenden Intercellularen. Die Wände färben sich mit Chlorzinkjod bläulich.

In einer sehr eigenartigen Weise werden die Kristalle gebildet. Es stülpen sich nämlich an einer oder an mehreren Stellen sackartige Membranpartien in die grofsen Intercellularen hinein und in diesen Membranscheiden oder Membransäcken entstehen die Kalkoxalatkristalle, wie es scheint stets in einer verschleimten Membranpartie. In dem fertigen Rhizom, wie es in der Droge vorliegt, sieht man diese Membransäcke auf nacheinander mit Salzsäure und Schwefelsäure behandelten Querschnitten sehr deutlich und kann gleichzeitig konstatieren, dafs sie aus einer äufseren quellungsfähigen breiteren und einer inneren zarten kuticularisierten Haut (*ih*, Fig. 17) bestehen (Fig. 16, 17 u. 18). Bei Längsschnitten scheint diese Korkhaut den Kristall sackartig zu umgeben (Fig. 9, 11 u. 12a, vergl. auch Fig. 16 der Angew. Pflanzenanatomie) und erscheint hier oft länger als das Kristall. In einem Sacke liegt entweder nur ein Kristall (Fig. 16 u. 17) oder deren mehrere (Fig. 18). Es kommt aber auch vor, dafs in einen Intercellularraum mehrere kristallführende Membransäcke hineinragen (Fig. 12). Man mufs diese Bildungen als Membransäcke auffassen, da sie niemals einen Plasmaschlauch enthalten. Durch diese Thatsache findet eine Erweiterung des Gesetzes, dafs die Sekrete vorwiegend in den Membranen entstehen, statt. Es wird ersichtlich, dafs nicht nur Harz und ätherisches Öl, sondern auch Oxalatkristalle in der Membran, vornehmlich in Membrantaschen, entstehen können, wie dies für einige andere Fälle (z. B. Citrus) ja bereits als erwiesen gelten kann und für alle die Fälle wahrscheinlich ist, wo der Kristall mit einer „Haut“ umgeben ist.

Die Kalkoxalatkristalle sind sehr eigenartig, ungewöhnlich lang (200, ja 280 mik) und ungewöhnlich breit (25—30 mik), meist sehr regelmäfsig ausgebildet; an der einen Seite zugeschärft, an der anderen oft schwalbenschwanzartig ausgezackt (Fig. 10), im Querschnitt quadratisch oder rechteckig. Sie sind so hart, dafs das Messer beim Schneiden des Irisrhizoms rasch stumpf wird.

Das gesamte Grundgewebe besteht aus rundlichen, ziemlich starkwandigen und getüpfelten Zellen, die sämtlich einen Zellkern und durch Eosin stark tingierbare Plasmareste enthalten, dicht mit Stärke erfüllt sind und oft ziemlich weite Intercellularen zwischen sich lassen. Im Herbst findet man in diesen Zellen zahlreiche Stärkebildner (Chromatophoren, Leucoplasten, vergl. auch Angew. Pflanzenanatomie, S. 68, Fig. 48) in Thätigkeit. Diese Stärkebildner sind hier kleine, farblose, rundlich scheibenförmige Gebilde, denen an einer oder mehreren Seiten Stärkekörner ansitzen (Fig. 14).

Die Ansatzstelle der Stärkebildner ist auch an dem fertigen Stärkekorn noch deutlich wahrzunehmen, meist in Form einer flachen Vertiefung an dem einen Ende (Fig. 13). Wohl bei keiner Pflanze ist diese Ansatzstelle, auch bei ganz alten Stärkekörnern, noch so deutlich zu sehen, wie hier, wo die typischen Stärkekörner geradezu durch sie charakterisiert werden. Die letzteren sind nämlich im Typus kegelförmig, mit abgeplatteter oder sogar ausgerandeter Basis und oft verbreiterter Spitze. Sie besitzen einen an der Kegelspitze liegenden, oft mehrstrahligen Spalt, von dem aus gegen die Kegelbasis hin zwei lange Spalten in seichtem Bogen verlaufen (Fig. 13, vergl. auch Angew. Anatomie, Fig. 80). Das Spaltcentrum entspricht der hier stets exzentrischen Lage des Kernes, die eben erwähnten seichten Längsspalten ihrer Lage nach den zwei langen Armen des dunklen Kreuzes, das bei Anwendung der Polarisation auch hier sehr scharf hervortritt. Die Länge der typischen Körner beträgt 25 bis 50 mik, die Breite 10—25 mik. Neben diesen typischen Körnern finden sich noch gestreckt-fingerförmige, verbogene, wulstig aufgetriebene, ovale und zu mehreren zusammengesetzte Stärkekörner. Die allerkleinsten sind rundlich, nur bei ihnen liegt der Kern central, sonst ist er immer exzentrisch. Bei den Stärkekörnern des frischen Rhizoms sind Spalten nicht wahrzunehmen. Aufser Stärke enthält das Parenchym auch noch fettes Öl, und zwar — hier wie wohl überall im Pflanzenreich — nicht in Form kleiner Tropfen, sondern im Plasma gleichmäfsig verteilt (gebunden?). Das Plasma wird also beim Einlegen des Schnittes in Osmiumsäure gleichmäfsig graubraun. Erst bei Zusatz von Wasser oder Schwefelsäure treten Öltröpfchen hervor. Jod färbt das ganze Gewebe aufser den Bündeln blau, Kali gelb. In der Sonne glitzern die grofsen Kristalle, als wäre der Schnitt mit tausend Diamanten besät.

Die Wurzeln sind radial-polyarch (Angew. Anatomie, S. 366); oftmals fand ich 10, 12, 13 und 14 Siebbündel und

daneben ebensoviele Holzstrahlen (Fig. 16 a). Der centrale Gefäfsbündelzylinder ist klein (Fig. 3). Eine sehr schön ausgebildete Endodermis mit an den Seiten und innen verdickten, mit zarter Korklamelle versehenen und geschichteten Wänden trennt den centralen Gefäfsbündelteil von der primären Rinde (Fig. 16 a). Diese Endodermis ist häufig an den Stellen, wo Gefäfsstrahlen an die Endodermis herantreten, von unverdickten und unverkorkten Zellen, die den Saftverkehr des centralen Teiles mit der Rinde vermitteln (Durchlafszellen, *Dl*, Fig. 16 a), unterbrochen. Unter der zu Wurzelhaaren ausgestülpten Epidermis liegen zwei Reihen grofser, verkorkter Zellen: Korkhypoderm, äufsere Endodermis (*x* Fig. 15). Durchschneidet man bei geschälter Droge, wie solche im Handel dominiert, die am Rhizom sichtbaren Wurzelstumpfe oder die im Gewebe des Rhizoms sichtbaren Wurzelbasen, so findet man die Endodermiszellen stark radial gestreckt und aufserordentlich stark verdickt, oft fast bis zum Verschwinden des Lumens (Fig. 19). Die Wand ist deutlich geschichtet und nur das trennende Häutchen verkorkt. Oft ist die Endodermis sogar verdoppelt und den radialen Zellen liegen einzelne rundliche auf (Fig. 19 bei *x*). Durchbrechungsstellen sind nicht zu sehen. Auch das oben erwähnte Korkhypoderm (äufsere Endodermis) ist hier stark verdickt und besteht oft aus 6—7 Reihen bisweilen radial gestreckter Zellen. Das Centralbündel ist meist dodekarch. Im Centrum liegt Libriform.

Das Grundgewebe enthält die gleichen Inhaltsbestandteile (Stärke, Öl, Plasma, Oxalat) wie das des Rhizoms.

Das Pulver.

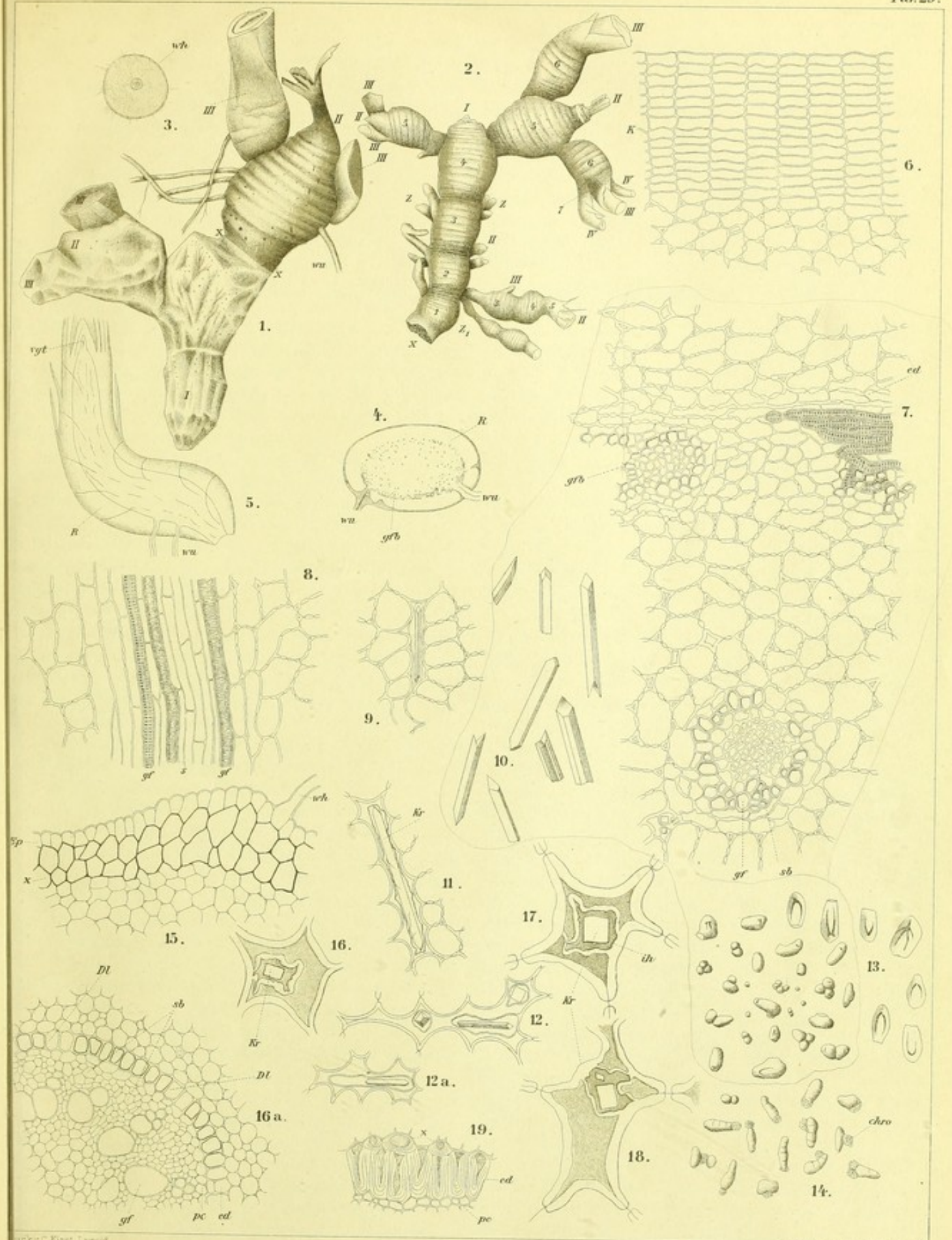
In dem Pulver prävalieren die oben beschriebenen Stärkekörner derart, dafs alle übrigen Elemente gänzlich in den Hintergrund treten, nur Fragmente der grofsen Kristalle und Stücke der leiterförmig verdickten Gefäfswände sind da und dort zerstreut aufzufinden. Mechanische Elemente fehlen gänzlich.

Tafel 29.

Erklärung der Abbildungen.

Rhiz. iridis.

Fig. 1. Gipfel eines Rhizomstückes, unten geschält, rechts oben von $x_1 \ldots x$ an ungeschält; von oben gesehen.
„ 2. Gröfseres Rhizom, unten razemös, oben cymös verzweigt; von oben gesehen. 7 Jahrgänge. Verkleinert.
„ 3. Lupenbild des Wurzelquerschnittes.
„ 4. Lupenbild des Rhizomquerschnittes.
„ 5. Längsschnitt durch eine Spitzenknospe.
„ 6. Kork des Rhizoms im Querschnitt.
„ 7. Querschnitt des Rhizoms an der Endodermis.
„ 8. Längsschnitt durch ein konzentrisches Bündel.
„ 9, 11, 12a. Längsschnitte durch kristallführende Intercellularen.
Fig. 12, 16, 17, 18. Querschnitte durch kristallführende Intercellularen.
„ 10. Isolierte Kristalle und Kristallfragmente.
„ 13. Isolierte Stärkekörner.
„ 14. Stärkekörner mit daran ansitzenden Chromatophoren (*chro*).
„ 15. Randpartie der Wurzel. x äufsere Endodermis.
„ 16a. Querschnitt durch die endodermale Partie einer jungen Wurzel, bei deren Endodermis die Durchlafsstellen (*Dl*) noch wohl zu erkennen sind.
„ 19. Endodermis einer Wurzelbasis aus der geschälten Droge (im Querschnitt). Bei x Verdoppelung der Endodermis.



Louis Gerstner lithogr. Anst. Leipzig.

Figs 6, 7. on one slide

Figs 8, 15, 16a, 18, 17, 10 on one slide

Rad. althaeae.

Eibischwurzel, Racine de Guimauve, Marshmallow Root.

Die Wurzeln von Althaea officinalis L. kommen für gewöhnlich geschält in den Handel, und zwar finden Verwendung sowohl die Hauptwurzeln wie die dickeren Nebenwurzeln, die meist ziemlich weit oben an der Hauptwurzel entspringen und, besonders wenn die Hauptwurzel abstirbt, den Charakter von Wurzelfasern tragen.

Der primäre Bau der Wurzel ist (bei ganz jungen Wurzeln von einer Dicke von 250 mik) radial-diarch (Fig. 5). Die primäre Rinde so junger Pflanzen ist 4 Zellen breit, die Epidermis trägt zahlreiche Wurzelhaare (Fig. 5). Das centrale Bündel etwas dickerer Wurzeln von 400—500 mik Durchmesser zeigt triarchen, das noch dickerer von 550—600 mik Durchmesser tetrarchen Bau (Fig. 6). Die vier um ein grofses, centrales, dünnwandiges Gefäfs orientierten Gefäfsstrahlen bilden ein Kreuz, zwischen dessen Schenkeln die 4 Siebinseln liegen (Fig. 6). Auch Pentarchie beobachtet man bisweilen. Dabei pflegt es aber zu bleiben bis die primäre Rinde abgeworfen wird, die alsdann eine Breite von 8 Zellen erlangt hat. Schon die 400 mik dicken Wurzeln zeigen keine Wurzelhaare mehr. Die letzteren sind samt der kleinzelligen Epidermis, aus der sie entsprangen, zusammengefallen, obliteriert. Die Endodermis ist etwas grofszelliger als das Perikambium. In den Rindenzellen, die der Endodermis benachbart sind, findet sich meist in 2—3 Zellenlagen eine endotrophische Mycorhiza.

Schon bei einer 1,3 mm dicken Wurzel ist die primäre Rinde vollständig abgeworfen. Der ursprünglich radiale Bau des Wurzelbündels ist in den collateralen übergegangen. Den noch kreisförmig geschlossenen, von den primären Markstrahlen durchzogenen, ein kleines centrales Mark einschliefsenden Holzkörper umgiebt rings die sekundäre Rinde. Das Perikambium hat reichlich Kork erzeugt, der als mehrzellige Schicht die Rinde rings umgiebt. In der sekundären Rinde sind bereits zahlreiche Bastzellgruppen und Schleimzellen gebildet, das Parenchym führt reichlich Stärke. Bastzellen treten zuerst in einer 0,5 mm dicken Wurzel auf.

Bei weiterer Entwickelung wird dann der Holzring gesprengt und in einzelne Gefäfsgruppen aufgelöst, es entstehen sekundäre Mark- und Rindenstrahlen und auch im Holzkörper bilden sich, besonders in der Nähe der Gefäfse, reichlich Bastfasern bez. Libriform. Dabei werden die Elemente des trachealen und mechanischen Systems durch sehr ergiebige Parenchymbildung (Speicherparenchym) auseinander geschoben.

Die Wurzeln, wie sie die Droge bilden, haben etwa einen Durchmesser von 10—25 mm und eine Länge von 10 bis 20 cm. Sie sind durch Schaben mit dem Messer vom Korke befreit. Die Stöcke sind gerade oder etwas gekrümmt, meist tiefrunzelig mit wenigen, aber grofsen Furchen, im Querschnitte elliptisch (Fig. 1), weifs oder grauweifs und auf der Oberfläche feinfaserig. Die Ansatzstellen der Wurzeln erscheinen als dunklere Narben. Die Rinde beträgt $^1/_5$—$^1/_3$ des Gesamtdurchmessers.

Das Lupenbild des Querschnittes, der sich mit Jod stark bläut, zeigt die bräunliche Kambiumzone, aufserhalb und innerhalb derselben zarte Radialstreifung (Fig. 1), im Centrum unregelmäfsige Punktierung. Die Rinde zeigt zarte konzentrische Zonen. Die Gefäfse und ihre Tracheidensäume erscheinen beim Betupfen mit Phloroglucin-Salzsäure als rote Punkte.

Der aus dem Perikambium hervorgegangene Kork — derselbe fehlt der Droge — besteht aus etwa 8 Reihen tafelförmiger Korkzellen (*k*, Fig. 2) typischen Baues, dessen äufserste Reihen obliteriert sind (*obl*, Fig. 2) und bei jüngeren Rinden die Reste der primären Rinde tragen. Das darunter liegende Gewebe ist ein grofszelliges Parenchym, das meist noch in lebhafter Teilung begriffen ist und dessen Wände die Cellulosereaktion sehr schön geben.

Die sekundäre Rinde (Fig. 3) ist von ein oder zwei Zellen breiten, bis 7 Zellen hohen, deutlich nur in der Nähe des Kambiums zu verfolgenden Rindenstrahlen in radialer Richtung durchzogen, die man mit blofsem Auge kaum, wohl aber gut mit der Lupe als breite, weifse Linien erkennen kann. Die Zellen der Rindenstrahlen sind radial gestreckt. Die Rinde zeigt aber auch auf dem Querschnitte eine schon mit blofsem Auge deutliche Tangentialstreifung (Fig. 1). Dieselbe löst sich bereits bei Betrachtung mit der Lupe in einzelne Bastzellgruppen auf, die so angeordnet sind, dafs sie die erwähnten Tangentiallinien bilden (Fig. 3). Es entstehen nämlich immer abwechselnd Rindenschichten mit Bastzellgruppen und Rindenschichten ohne solche, die die Siebbündel (*s*, Fig. 3) führen.

Die Bastzellen der nicht sehr individuenreichen Bastzellbündel sind bei der Althaeawurzel verhältnismäfsig schwach verdickt. Man findet bei ihnen fast regelmäfsig ein grofses Lumen. Die Wand ist entweder gar nicht oder nur schwach verdickt (*B* in

Fig. 3). Ihre Länge differiert sehr, wie auch die Ausbildung der Enden (Fig. 13), die bald kegelförmig, bald mehr oder weniger zugespitzt, bald gabelig (mit 2 oder 3 Gabelästen) oder knorrig sind. Auch an den Seiten zeigen die Bastfasern bisweilen Ausbuchtungen oder Verstülpungen (Fig. 13). Die Weite der Bastfasern, die übrigens sehr verschieden ist, je nachdem die Faser in der Mitte oder an den Enden durchschnitten wurde, beträgt 10—27 mik, meist 18—20 mik, die Länge 440 bis 820, meist um 600 mik. Die Wand reagiert schwach oder gar nicht auf Phloroglucin-Salzsäure, ist also wenig oder gar nicht verholzt. Die Verholzung ist, wenn überhaupt, in der Mittelschicht wahrnehmbar. Chlorzinkjod färbt die mittlere Membranschicht gelb, die innere blau. Die im Centrum der Wurzel liegenden Libriformfasern pflegen stets verholzt zu sein.

Da durch Schaben der Wurzel die Korkzellschicht und das darunter liegende Parenchymgewebe entfernt wird, so kommen diese Bastfaserbündel bei der Droge zu äufserst zu liegen, lösen sich oftmals aus dem Gewebsverbande und bedecken alsdann die Oberfläche der Wurzel als faseriger Ueberzug. Derselbe ist für Althaea sehr charakteristisch. Die Bastzellgruppen stehen untereinander in Verbindung. Sie bilden auf dem Tangentialschnitt ein reich anastomosierendes Netzwerk.

Die Siebröhren (*s*, Fig. 3) besitzen meist nahezu horizontal gestellte Querplatten. Die Siebbündel (Siebröhren und Kambiform) sind stärkefrei, ihre Wandungen dick und heben sie sich daher deutlich von dem stärkeführenden Rinden-(Phloëm-)parenchym ab.

Das Rindenparenchym besteht aus im Querschnitte rundlichen, in der Längsrichtung nur wenig gestreckten Parenchymzellen, die reichlich Stärke und kleine Mengen Öl, sowie Asparagin führen. Die gleichen Inhaltsbestandteile finden sich in den Rindenstrahlzellen, doch ist in denselben mehr fettes Öl nachweisbar. Beim Einlegen in Osmiumsäure färben sich daher ganz besonders die Zellzüge der Rindenstrahlen, die auf dem tangentialen Längsschnitte das bekannte Bild des Mauerparenchyms zeigen. Auch Kalkoxalat ist in den Rindenparenchymzellen häufig (Fig. 2, 3, 7, *kr*). Es bildet stets eigentümliche Drusen, deren Randkristalle mehr (Fig. 3, *kr*) oder weniger (Fig. 12) hervortreten. Der Durchmesser der Kristalle beträgt 22—38, meist 25 mik.

Eingestreut in das Rindenparenchym finden sich zahlreiche Schleimzellen (*Sche*, Fig. 3), einzeln oder zu Reihen geordnet. Schleimzellen von gleichem Bau trifft man auch in dem centralen Holzkörper (Fig. 4 u. 7). Der Schleim findet sich in denselben in Form von Schleimmembranen, er bildet die sekundären Membranverdickungsschichten. Dafs dies in der That so ist und der Schleim nicht Inhaltsschleim ist, lehrt die Entwickelungsgeschichte, die man am besten an jungen Wurzeln oder Sprossen verfolgen kann.

Anfangs ist in den nur durch ihre Gröfse von den übrigen Zellen sich unterscheidenden jungen Schleimzellen im Marke junger Sprosse kein Schleim wahrnehmbar und bei Zusatz von Alkohol kontrahiert sich der Plasmaschlauch sackartig (Fig. 14). Dann tritt aufserhalb des Plasmaschlauches zwischen der primären, wenig verdickten Cellulose-Zellwand eine feinkörnige Substanz auf, welche sich durch ihre Fähigkeit, mit Alkohol granuliert gefällt zu werden, als Schleim erweist (Fig. 15). Die Körnchen, die hierbei entstehen, sind auf dem Querschnitte oft zu radialen Reihen angeordnet. Im Plasma liegt der Zellkern. Er besitzt nicht rundlichen Umrifs, sondern zeigt vielfache Fortsätze, die mehr oder weniger an die primäre Wand heranreichen, aber der Wand nicht anhaften, in ihrer Form aber leicht besonders nach dem Färben des Plasmas mit Nigrosin und Einlegen in Wasser (Fig. 16) oder in Alkohol (Fig. 17) erkannt werden können. Bei Alkoholmaterial sieht man den Plasmaschlauch kontrahiert, die Fortsätze herausgezogen, die junge Schleimmembran geschichtet (Fig. 17 u. 18). Der Anfang der Schichtenbildung macht sich durch eine lokale Verdichtung der Schleimkörnchen in einer bestimmten Zone bemerkbar (Fig. 15 bei *ts*). Kurze Zeit darauf sind mehrere Schichten schon deutlich und gut nachweisbar (Fig. 17 u. 18). Das Plasma zeigt in diesem Stadium zahllose Fortsätze (Fig. 18), ist aber an Masse schon stark reduziert, welche Reduktion unter fortwährender Ausscheidung neuer Schleimmengen zwischen Plasmahaut und sekundärer Membran immer weiter fortschreitet, bis nur ein kleiner Rest im Centrum der Zelle übrig geblieben ist, den die Membran rings umgiebt (*Sche*, Fig. 4).

Schon im jungen Sprofs wird der Schleim der Schleimzellen oftmals gelöst — also wieder verbraucht. Die beginnende Auflösung zeigt Fig. 19.

Auch bei der Wurzel sind bisweilen Auflösungserscheinungen an den Schleimmembranen zu beobachten. Die Auflösung hebt mit Lockerung der innersten Schichten an. Dieselben verflüssigen sich, sind aber als Schleim leicht dadurch zu charakterisieren, dafs sie durch Alkohol granuliert gefällt werden (Fig. 20). Eine Schichte nach der anderen löst sich alsdann von innen nach aufsen fortschreitend, bis schliefslich nur wenige Schleimmembran-Schichten als Wandbeleg übrig bleiben. Doch ist niemals eine vollständige Lösung der Schleimmembran wahrzunehmen.

Oftmals zeigt nicht die ganze Schleimmembran dasselbe optische Verhalten. Vielmehr sieht man häufig eine Differenzierung in stark lichtbrechende oder wenig oder gar nicht lichtbrechende Schichten. So ist z. B. bei den älteren Schleimzellen der Wurzeln oft eine peripherische Schicht von der centralen scharf abgegrenzt.

Die Schleimzellen sind über die ganze Pflanze verbreitet — selbst im Gewebe des Filamentes finden sie sich reichlich. Sie fehlen, wie schon erwähnt, der primären Rinde der Wurzel, werden dann zunächst in der sekundären Rinde, darauf auch im Holzparenchym gebildet. Die ältesten Schleimzellen zeigen bisweilen Auflösungserscheinungen. Die Anlage der Schleimmembran erfolgt ganz in der gleichen Weise, wie oben beim Sprofs beschrieben: Zuerst tritt in einzelnen gröfseren Zellen dichteres Plasma auf, dann wird Schleim zwischen Plasmaschlauch und Cellulosemembran (an letztere) abgeschieden, diese sekundäre Schleimmembran wird zu Schichten differenziert, und je dicker sie wird, um so mehr schwindet das Plasma.

Die Schleimzellen der Wurzel sind meist in der Achse der Wurzel gestreckt, nur in den äufsersten Partien sind sie wohl die Folge der dort herrschenden starken tangentialen Dehnung bisweilen tangential gestreckt. Die Schichtung der Schleimmembran ist nach Einlegen des Schnittes in Wasser wenig oder gar nicht zu sehen, wohl aber tritt sie aufserordentlich schön hervor, wenn man Alkohol zufliefsen läfst, wobei die Schleimmembran eine gelblichgraue Farbe annimmt. Zahlreiche sehr zarte Schichten werden hierbei deutlich.

Auflösungsstadien finden sich in jüngeren Wurzeln vor, in fingerstarken oder noch dickeren findet man in den ältesten Geweben vom Frühling bis zum Herbst Auflösungsstadien, doch ist z. B. beim Austreiben der Sprosse im Frühjahr eine stärkere Lösung der Schleimmembranen in den austreibenden Wurzeln nicht zu beobachten. Dagegen beobachtet man in den äufsersten Partien der sekundären Rinde der Wurzel nach dem Auflösen der Schleimmembranen oft Obliteration der betreffenden Zellen. Da jedoch die Droge aus jüngeren — zweijährigen — nicht holzigen Wurzeln besteht und die äufserste, älteste Rindenpartie durch Abschaben entfernt ist, so findet man bei ihr nur selten Schleimzellen mit in Auflösung begriffenen Membranen. Aus alledem geht hervor, dafs der Schleim der Schleimmembranen der Schleimzellen nicht eigentlich als Reservestoff im engeren Sinne aufzufassen ist. Die stets unvollständige, oft ganz unterbleibende Auflösung des Schleimes beim Austreiben der Wurzel, die sehr frühzeitige Anlage der Schleimzellen in den vegetativen Organen, der Umstand, dafs der Schleim sich durchaus anders verhält wie die notorisch zu den Reservestoffen gehörige Stärke, deuten darauf, dafs der Schleim hier nicht ein Reservestoff ist, wenigstens nur unter Umständen als solcher fungiert. Die Schleimzellen scheinen vielmehr Wasserspeicher zu sein. Denn es ist bekannt, dafs sich die Zahl der Schleimzellen auf trockenen Standorten vermehrt, die Wurzel schleimreicher wird und Schleimmembranen gute Wasserspeicher sind.

Der Schleim der Schleimmembranen gehört zu den echten Schleimen. Er färbt sich nicht mit Jod, Chlorzinkjod oder Jodschwefelsäure, auch nicht mit alkalischer Kupferlösung blau, er quillt stark in Wasser und Kupferoxydammoniak, nicht in Bleiessig.

Das Reihenkambium (*c* in Fig. 3 u. 7) zeigt normale Ausbildung. Auf dem Querschnitt der Wurzel erscheint es als eine zarte bräunliche Linie. Innerhalb desselben liegt der Holzkörper, dessen leitende und mechanische Elemente durch ein sehr stark entwickeltes, mit Stärke vollgepfropftes Holzparenchym — Speicherparenchym —, wie es bei Reservebehältern häufig vorkommt, so stark auseinander geschoben sind, dafs man auf der Querschnittsfläche Gefäfse und Libriformgruppen nur als isolierte Punkte erkennt.

Dies Speicherparenchym gleicht ganz dem der Rinde. Es ist wie das Rindenparenchym reich durchlüftet, zahlreiche Intercellularen finden sich an den Ecken der Zellen. Es führt wie dieses reichlich Stärke und wenig Asparagin, fettes Öl und Rohrzucker. Konzentrierte Schwefelsäure färbt den Inhalt der Zellen rot (Raspailsche Zucker-Eiweifsreaktion), Kali citronengelb.

Das Asparagin ist in der Droge nicht eben häufig zu finden, da es beim Eintrocknen des Zellsaftes für gewöhnlich sich nicht kristallinisch ausscheidet, doch beobachtete ich bisweilen auch in der Droge Kristalle von Asparagin, sowohl Nadelbüschel als Sphaerokristalle (Fig. 11). Leichter kann man es sich sichtbar machen, wenn man frische, jüngere Wurzeln in Alkohol einlegt. Das Asparagin kristallisiert alsdann in den Zellen meist in Form von Nadeln.

Das Calciumoxalat, das sowohl in der Rinde wie im Holzkörper in einzelnen oder zu Längsreihen angeordneten Zellen vorkommt, hat der Regel nach die Form von Drusen (Fig. 12, vergl. oben). Es ist nicht auf die Umgebung des mechanischen Gewebes beschränkt.

Die Stärke zeigt in Rinde und Holzkörper die gleiche Ausbildung. Sie erfüllt ziemlich dicht das Speicherparenchym der Rinde (Phloemparenchym), wie das Speicherparenchym des Holzkörpers (Holzparenchym). Sie bildet den Reservestoff der Wurzeln und wird beim Austreiben der jungen Schöfslinge im Frühjahr mehr oder weniger gelöst. Die Form der Stärkekörner ist eine sehr mannigfaltige, wie auch ihre Gröfse. Runde Körner sind selten, selbst die kleinen sind meist oval oder gestreckt, wie denn überhaupt der Typus gestreckt ist (Fig. 10). Die Körner zeigen dabei bald Stäbchenform, bald sind sie gekrümmt oder verbogen oder gelappt. Da und dort (aber selten) findet man zusammengesetzte Körner mit 2—4 Teilkörnern. Ihre Länge beträgt 3,5—27 mik, die kleinen ovalen sind 3,5—7,5 mik, die gröfseren gestreckten meist 15 mik lang. Ein Spalt ist nicht immer deutlich. Wo er sichtbar ist, erscheint er als zarter Längsspalt.

Das fette Öl kann man sich durch Erhitzen des Präparates oder Einlegen in Chloral in Tröpfchenform sichtbar machen, legt man den Schnitt direkt in Osmiumsäure, so kann man konstatieren, dafs das fette Öl auch hier, wie wohl überall, an das Plasma gebunden ist.

Die wasserleitenden Elemente des Holzkörpers sind nicht sehr zahlreich. Einzelne isolierte oder zu radial gestellten Gruppen vereinigte Gefäfse sind in dem grofsen Speicherparenchym verstreut (Fig. 3 u. 4, *gf*). Sie besitzen fast ausnahmslos eine leiterförmig oder netzleistenartig verdickte Wand (Fig. 7, *gf*) und zeigen eine Weite von 25—82 mik.; 50 bis 60 mik weite sind häufig. Bisweilen sind sie hin und her gebogen, die Querwände stets völlig perforiert. Nicht selten zeigen sie Thyllenbildung (Fig. 7, *thy*).

Die Gefäfse sind in der Regel noch von einem Tracheidensaum umgeben (*tr* in Fig. 3, 4 u. 7). Diese Tracheiden sind kurz, oft an den Enden zugespitzt und mit behöften Tüpfeln versehen (Fig. 7 u. 7a, *tr*).

Bastzellgruppen finden sich auch im Holzkörper. Obwohl die Bastzellen hier ganz denen der Rinde gleichen, wird man sie doch der Konsequenz halber als Libriform bezeichnen müssen. Sie lehnen sich bald an die Gefäfsgruppen an, dieselben einseitig, mehrseitig oder allseitig bescheidend (Fig. 4), oder liegen isoliert im Speicherparenchym.

Die Markstrahlen sind meist ein- oder zweireihig (Fig. 3, *mk*). Sie führen die gleichen Inhaltsstoffe wie das Speicherparenchym und zeigen auf dem radialen Längsschnitte das bekannte Bild eines Mauerparenchyms (Fig. 8, *mk*), auf dem tangentialen erscheinen ihre Zellen rundlich und zu gestreckten Längsreihen vereinigt (Fig. 9, *mk*). Ihre Höhe ist meist sehr bedeutend.

Bei dickeren Wurzeln liegt im Centrum ein Gefäfs und um dasselbe herum das di- bis pentarche Protoxylem, bei den Wurzeln der Droge findet man auch noch oft die Protoxylemgruppe im Centrum der Ganzen.

Das Pulver.

Im Pulver prävalieren die Stärkekörner, deren charakteristische Form (Fig. 10) und Gröfse diagnostisch wichtig ist. Beim Beobachten in Wasser sind die Schleimzellen nicht oder doch nicht deutlich zu erkennen, man sieht bei dieser Präparation nur grofse rundliche, schwach umsäumte helle Blasen. Legt man jedoch das Pulver in Alkohol, so sind die aus den Schleimzellen herausgefallenen Schleiminhalte sehr schön zwischen den Stärkekörnern zu erkennen. Sie erscheinen als helle Schollen, die bei Zusatz von Wasser zu grofsen, rundlichen, hyalinen Blasen aufquellen. Bisweilen zeigen sie Schichtung. Die übrigen Bestandteile sind am besten nach Erwärmen des Präparates in Chloral zu erkennen, wobei Schleim und Stärke verkleistern. Man sieht alsdann zahlreiche Fragmente der besonders an den Enden sehr charakteristischen dünnwandigen Bastfasern (Fig. 13), Fragmente der leiter- oder netzig-verdickten Gefäfswände und die Kalkoxalatdrusen, von denen freilich viele durch das Pulvern zertrümmert sind. Auch Parenchymreste sind aufzufinden.

In mehreren Fällen gelang es — mittelst des Polarisationsmikroskopes — Asparaginkristalle aufzufinden.

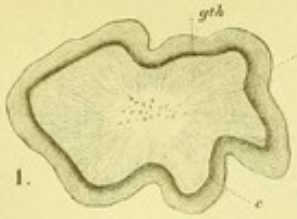
Tafel 30.

Erklärung der Abbildungen.

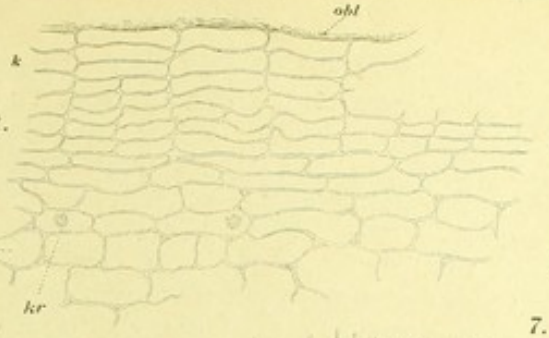
(Althaea officinalis L.)

Fig. 1. Lupenbild des Wurzelquerschnittes.
„ 2. Querschnitt durch das Periderm.
„ 3. Querschnitt durch die sekundäre Rinde und die dem Kambium benachbarte Partie des Holzkörpers.
„ 4. Gefäfsgruppe und Libriform.
„ 5. Querschnitt durch eine 250 mik dicke Wurzel. Schematisiert.
„ 6. Querschnitt durch eine 600 mik dicke Wurzel. Schematisiert.
„ 7. Radialer Längsschnitt durch die dem Kambium beiderseits benachbarten Partien. *thy* Thyllen.
„ 7a. Eine Tracheide aus dem Tracheidensaum der Gefäfse, isoliert.
„ 8. Radialer Längsschnitt durch einen Markstrahl.
„ 9. Tangentialer Längsschnitt durch einen Markstrahl.
„ 10. Stärkekörner.
„ 11. Asparaginsphaerokristall.
„ 12. Kalkoxalatdruse.
„ 13. Isolierte Bastzellen.

Fig. 14—20. Schleimzellen und ihre Entwickelung.
„ 14. Differenzierte Schleimzelle aus dem Marke eines jungen Internodiums. Erstes Stadium, noch kein Schleim vorhanden. Plasmaschlauch durch Alkohol kontrahiert. Längsschnitt.
„ 15. Weiteres Entwickelungsstadium. *ts* erste Schleimschichtanlage. Querschnitt.
„ 16. Plasmakörper einer jungen Schleimzelle. Wasserpräparat.
„ 17. Dasselbe wie Fig. 15, aber weiter vorgeschritten, die Schichten bereits deutlich. Querschnitt.
„ 17a. Ausgebildete Schleimzelle, Querschnitt. Zahlreiche Schichten sind sichtbar.
„ 18. In Entwickelung begriffene Schleimzelle, Längsschnitt, etwa das gleiche Stadium wie Fig. 17.
„ 19. Auflösungserscheinungen an einer Schleimmembran im Mark.
„ 20. Auflösungserscheinungen an einer Schleimmembran in der Wurzel.

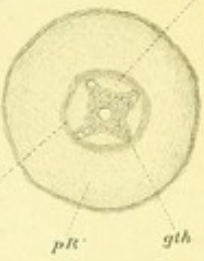


1.

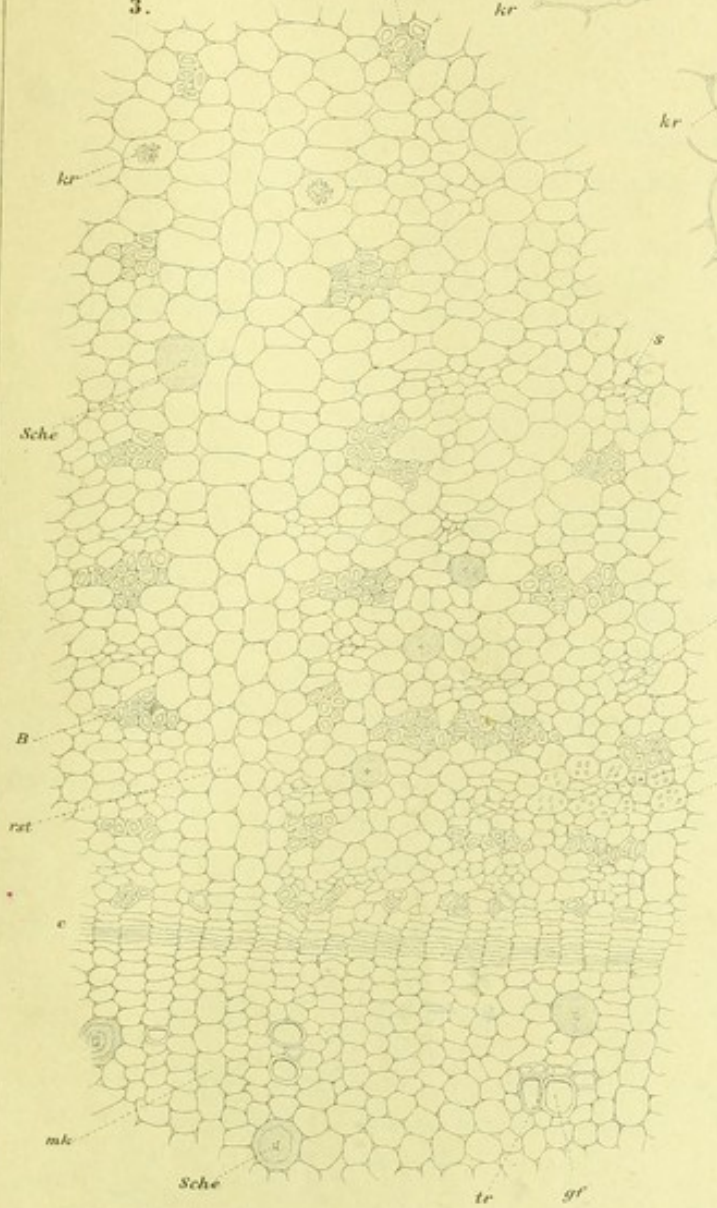


2.

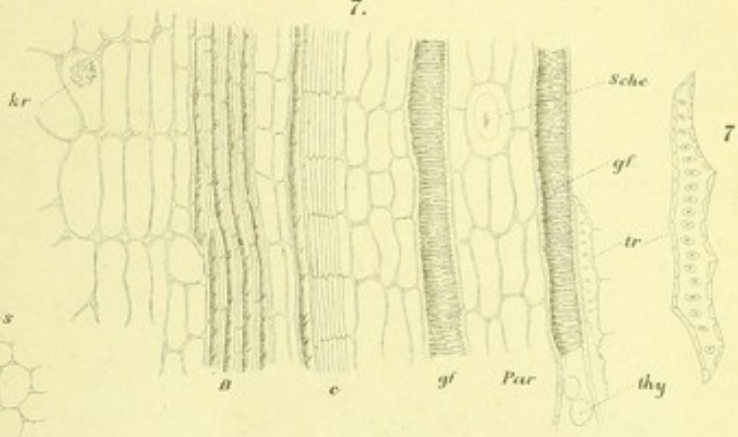
3.



6.

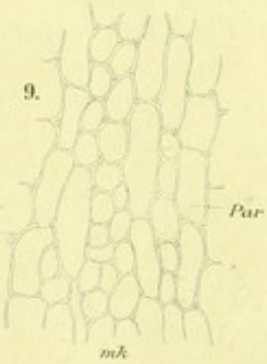


3.

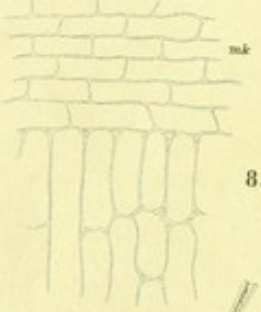


7.

7a.



9.



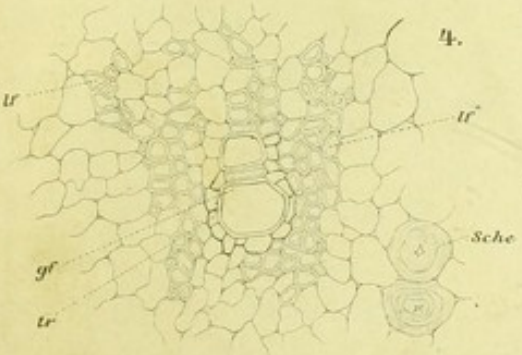
8.

10.

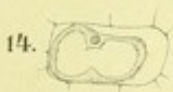
11.

12.

13.



4.



14.

15.

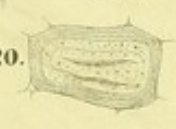
16.

17.

17a.

19.

18.



20.

Druck v. C. Kreutz, Leipzig.

Louis Gentner, lith. Anst., Leipzig-R.

Fig 3 or middle

Fig 10

Cort. cinnamomi cassiae.

Cort. cinnamomi chinensis, chinesischer oder gemeiner Zimmt. Zimmtkassie, Canelle de chine, Cassia Bark.

Die Entwicklungsgeschichte der Zimmtrinde, der Rinde von Cinnamomum Cassia Blume (C. aromaticum Nees) — diese Pflanze liefert die Hauptmasse des chinesischen Zimmt — verläuft folgendermafsen.

Ein 1,7 mm dicker Zweig hat eine Rinde von 0,2 mm Dicke. Zu äufserst liegt bei derselben eine einreihige Epidermis (*Ep*, Fig. 3) mit sehr starker, glatter Aufsenwand, die der Oberfläche des Zweiges das charakteristische glänzende Aussehen verleiht. Darunter liegt die primäre Rinde (*pR*, Fig. 3), ein Chlorophyllkörner führendes Parenchym (in dem sich einige Ölzellen finden), das nach innen zu von dem Bastzellringe abgeschlossen wird. Derselbe besteht aus isolirten, im Längsverlaufe in anastomosierender Verbindung (federnde Verbände) stehenden Gruppen typischer Bastzellen mit stark verdickter Wand (*B* in Fig. 3), die Belege der primären Bündel. Die die einzelnen Bastzell-Gruppen verbindenden Parenchymzellen sind zwar schon etwas verdickt (*x*, Fig. 3) und deutlich verholzt, tragen jedoch noch nicht den Charakter von Sclereiden. Innerhalb des Bastzellringes folgt dann die sehr schmale sekundäre Rinde, die noch keine Bastzellen oder Ölzellen enthält.

Bei weiterer Entwicklung der Rinde (Fig. 4) bleibt zunächst die Epidermis unverändert erhalten und auch die primäre Rinde (*pR*) erfährt aufser einer unbedeutenden Verbreiterung nur eine geringe Veränderung. Sclereiden fehlen ihr gänzlich. Dagegen hat sich der Bastzellring zu einem gemischten Ringe entwickelt (*gR*, Fig. 4), indem die die Bastzellgruppen verbindenden Parenchymzellen sich stark verdickt haben und zu typischen Sclereiden geworden sind (*scl*, Fig. 4). Am stärksten hat sich die sekundäre Rinde verändert. In ihr sind bereits deutlich Rindenstrahlen (*rst*) erkennbar und in dem zwischen denselben liegenden Gewebe bemerkt man nicht nur Schleim- und Ölzellen, sondern auch Bastzellen des für den Zimmt typischen Baues (*B*, Fig. 4). Besonders schön sind die Schleimzellen (*Sch.*) sowohl bei Präparation in Alkohol, wie auch nach Einlegen in verdünntes Glycerin zu erkennen. Man sieht, dass sie ein sehr kleines Lumen und eine dicke Schleimmembran besitzen, welche sehr schöne Schichtung erkennen läfst, in Wasser quillt und sich gegen Reagentien wie eine echte Schleimmembran verhält. Von den Ölzellen und ihren Beziehungen zu den Schleimzellen wird weiter unten die Rede sein.

Von Korkbildung ist noch nichts zu bemerken. Die ersten Anfänge derselben sieht man an 13 mm dicken Zweigstücken, wie solche (besonders von Cinnam. ceylanicum in Ceylon geschnitten) jetzt vielfach als Spazierstöcke in den Handel kommen. Diese Zweigstücke haben eine braune glänzende Grundfarbe und zeigen zahlreiche gelbrote Flecke, von denen jeder in der Mitte ein rundliches oder gestrecktes Wärzchen führt. Die letzteren sind Lenticellen und von ihnen nimmt die Korkbildung ihren Ausgang. In der unmittelbar unter der Epidermis liegenden Zellreihe beginnt Tangentialteilung, und in dem vorliegenden Stadium sind bereits ungefähr 7 Korkzellreihen gebildet (Fig. 4a). Die beiden zu innerst liegenden Reihen haben sich ziemlich stark verdickt und zeigen reiche Tüpfelung (*x*, Fig. 4a). Sie bilden den sogen. Steinkork, und da ihre Wand gelblich ist, so scheint die ganze Schicht gelb durch und bedingt so die gelbe Farbe der grossen Flecke. Bei den übrigen, braunen Partien scheint die braungraue primäre Rinde durch.

Die Droge bildet Stücke, deren Dicke ziemlich variiert. Man findet solche von nicht ganz 1 mm bis zu solchen von 3 mm. Die Farbe der meist nur einfach gerollten (Fig. 1) Rindenröhren ist gelbbraun („zimmtbraun"). Auf dem Querschnitte sieht man bisweilen den gemischten Ring (in der Mitte) oder doch eine hellere Sclereidenzone (siehe unten), innerhalb derselben ist die Rinde fein radial gestreift. Meist ist der Kork und ein Teil der primären Rinde durch Schaben mit einem Messer entfernt, nie geht diese Schälung bis zum gemischten Ringe. Sie reicht etwa bis zu dem Punkte, wo in Fig. 5 die Bezeichnung *scl* steht. Oft aber sind auch die geschälten Stücke noch partiell mit dem Korke bedeckt, so dafs man selten Mühe haben wird, an der Droge den Kork aufzufinden. Der Kork dieser älteren Rinden zeigt viel Übereinstimmung mit dem eben beschriebenen Stadium. Zu äufserst liegt ein dünnwandiger Reihenkork (*k*, Fig. 5) — selten be-

deckt diesen auch noch die Epidermis —, dann folgt der oben erwähnte Steinkork (*x*, Fig. 5), (den ich übrigens bei einigen Rinden nicht auffinden konnte) und dann eine Reihe sehr eigenartig gestalteter Korkzellen mit aufsen und an den Seiten verdickten Wänden (*y*, Fig. 5), die entweder auch die Breite der typischen Korkzellen haben, oder durch eine Radialwand in zwei geteilt sind, immer aber aus einer Phellogenzelle hervorgehen. Zu innerst liegt das Phellogen (*phg*), das jedoch weitere Schichten oft nicht mehr erzeugt. Doch fand ich bei einer auf Java selbst gesammelten dickeren Rinde, dafs das Phellogen zu Phellodermbildung geschritten war und einige Reihen von teils dünnwandigen typischen Korkzellen, teils einseitig, und zwar auf der Innenseite (hufeisenartig) verdickten Zellen gebildet hatte (*pd*, Fig. 5a). Ältere, 4 mm dicke Rindenstücke zeigen eine mehr oder weniger starke Korkbildung, die in Beziehung zu dem Orte der Lenticellen zu stehen scheint.

Bisweilen enthalten die Korkzellen Phlobaphenmassen, alsdann erscheint die Rinde aufsen braun, führen sie Luft, so erscheint sie silberweifs.

Die auf den Kork nach innen zu folgende Rindenschicht, die Mittelrinde, ist aus der primären Rinde hervorgegangen. Die Zellen zeigen oft die charakteristische Tangentialdehnung und radial gestellte Teilungswände, so dafs man oft noch deutlich erkennen kann, welche Zellen aus einer Rindenzelle durch Radialteilung hervorgegangen sind. Einige der Rindenparenchymzellen pflegen zu sclerotisieren (*scl*, Fig. 5), doch wird ihre Wand selten sehr dick. Oft sind sie nur auf der Innenseite verdickt (Fig. 5). Die Tüpfel sind einfache und meist rundlich. Einige der Rindenparenchymzellen zeigen eine eigentümliche Fächerung (*x*, Fig. 5). Ölzellen sind selten. Das ganze Gewebe der Mittelrinde, auch oftmals die Sclereiden, führt reichlich Stärke oder Phlobaphene. Die Membranen der Zellen sind tief rotbraun gefärbt. In der lebenden Pflanze sind die Membranen farblos und im Inhalte der Zellen findet sich eine Gerbstofflösung. Beim Absterben des Plasmas gelegentlich des Trocknens der Rinde dringt die Gerbstofflösung in die Membran, oxydiert sich hier zu einem rotbraunen Phlobaphene, dem Zimmtrot, und färbt so die Membran in der beschriebenen Weise. In der primären Rinde liegen vereinzelte Sekretzellen (s. unten).

Auf die Mittelrinde folgt der gemischte Ring (*gR*, Fig. 5). Derselbe ist als solcher um so schwieriger zu diagnostizieren, je älter die Rinde ist. Denn mit dem fortschreitenden Dickenwachstum wird der ursprünglich fest zusammenhängende (Fig. 3) Bastzellenring mehr und mehr auseinandergesprengt, und da neue Bastzellen nicht gebildet werden, wohl aber das sich zwischen die gesprengten Bastzellgruppen einschiebende Parenchym sclerotisiert, so besteht der gemischte Ring älterer Rinden aus sehr vielen Sclereiden (*scl*) und verhältnismäfsig wenigen Bastzellen (*B*), die bald zu weniggliederigen Gruppen vereinigt sind, bald isoliert liegen. Für gewöhnlich schreitet die Sprengung bei der Zimmtkassie — schon frühzeitig — so weit vor, dafs der Ring vollständig gesprengt erscheint und stellenweise sogar parenchymatische Durchbrechungen (*z* in Fig. 5) zeigt. Diese Erscheinung pflegt eine starke Sclerose zu begleiten, so dafs an Stelle des typischen Ringes ein breiter lockerer Sclereidenring sich findet, in dem man nur mit Mühe noch die einzelnen Bastfasern auffindet und den man kaum noch Sclerenchymring nennen kann. Es ist vielmehr eine breite Sclerenchymzone mit vielen Sclereidennestern. Meist liegen die sclerotischen Elemente noch viel lockerer, als es die Fig. 5 zeigt.

Bei Cinnamomum Burmanni Bl., deren Rinde bisweilen in der Zimmtkassie des Handels vorkommt, bleibt der gemischte Ring lange erhalten.

Betrachtet man den gemischten Ring auf einem tangentialen Längsschnitte, so sieht man, dafs die Bastzellen (*B*) untereinander in anastomosierender Verbindung stehen (Fig. 7) und in den die Zwischenräume ausfüllenden Sclereidenverbänden hier und da parenchymatische Durchbrechungen auftreten (*x* in Fig. 7), die den Saftverkehr in radialer Richtung vermitteln.

Die Bastzellen des gemischten Ringes sind sehr stark verdickt (*B* in Fig. 5 und 7), und zwar gestreckt (*x*, Fig. 11), aber nicht so lang wie gewöhnlich. Man findet daher häufig die kegelförmigen Enden (Fig. 7). Die Sclereiden sind typische Bracheiden, also kurz, oft quadratisch und mehr oder weniger stark verdickt (Fig. 9 und *scl*, Fig. 7), oft mehr auf der Innenseite (gegen das Kambium hin), als gegen die Aufsenseite. Sie sind verhältnismäfsig wenig tangential gestreckt (Unterschied von Ceylonzimmt, Taf. 32, Fig. 1). Ihre Wand ist stets stark verholzt. Sie führen bisweilen Stärke oder einen Phlobaphenklumpen.

Die auf den gemischten Ring folgende Rindenpartie führt die Protophloembündel (*pPh*, Fig. 5), d. h. die Siebteile der primären Bündel, die ursprünglich zwischen je 2 primären Rindenstrahlen gelegen, durch nachträgliche Verschiebungen bisweilen über die Enden derselben geschoben werden (Fig. 5, *prst*, primärer Rindenstrahl). Ihre Elemente sind stets obliteriert.

Die sekundäre Rinde wird in radialer Richtung von primären (*prst*) und sekundären (*srst*) Rindenstrahlen durchzogen. Die letzteren zeigen das typische Bild, auf dem radialen Längsschnitte: mauerförmig (*rst* in Fig. 8), auf dem tangentialen: gestreckt-länglich (*rst* in Fig. 6). Sie sind meist 2 Zellen breit (Fig. 5 und 6) und bis 25 Zellen hoch. Die — häufig Kalkoxalatnadeln führenden — Rindenstrahlzellen sind im inneren Teile der sekundären Rinde radial, im äufseren oft mehr oder weniger stark tangential gestreckt. In den äufseren Teil dringt bisweilen ein Sclereidenkeil von aufsen ein. Das zwischen den Rindenstrahlen liegende Gewebe besteht aus Phloemparenchym (*php*, Fig. 5, 6 u. 8) und Sieb-

bändern (*s* und *obl*, Fig. 5 u. 8), zwischen welche Bastzellen (*B*, Fig. 5 u. 8), Öl- und Schleimzellen (*Sch* und *oez*) und eigentümliche sclerotisierte Zellen eingestreut sind.

Das Phloemparenchym (*php*) ist typisches Rindenparenchym mit durch Zimmrot gebräunten Wänden und führt reichlich Stärke. Die Zellen sind in der Längsrichtung etwas gestreckt und oft getüpfelt, übrigens meist schmäler als die Parenchymzellen der primären Rinde. Die Stärke (Fig. 12) besteht aus rundlichen oder wenig gestreckten Körnern, die bisweilen zu mehreren (2—4) zusammengesetzt sind und oft einen einfachen oder mehrstrahligen Spalt besitzen. Ihre Gröfse beträgt 4—20 mik, meist 10—13 mik. Sie findet sich aufser in der primären Rinde (hier oft besonders grofse Körner), im Phloemparenchym und den Rindenstrahlen auch noch oft in den Sclereiden. Auch Kalkoxalat in Nadeln (Fig. 5 u. 6) ist im Phloemparenchym zu finden, häufiger aber in den Rindenstrahlzellen (*kr*, Fig. 6). Gerbstoffe lassen sich (mit Eisenchlorid, Kaliumbichromat u. s. w.) ebenfalls im Inhalte der Phloemparenchymzellen wenigstens frischer Rinden nachweisen.

Die Siebröhren und Geleitzellen (*s*, Fig. 5) sind nur in dem an das Kambium (*c*) unmittelbar angrenzenden Partien deutlich. Schon ein kleines Stück weiter draufsen sind sie zu den charakteristischen Keratenchymbändern obliteriert (*obl*, Fig. 5), die die Lumina der Zellen nur als zarte Linien erkennen lassen.

Die Bastzellen der sekundären Rinde (Fig. 11 und *B* in Fig. 5 u. 8) sind relativ kurz, 250—300—700, meist 500 mik lang und 15—45, meist 30—40 mik breit, im Querschnitt rundlich oder etwas tangential gedehnt. Bei Cinnamomum Burmanni sind die Bastzellen meist schmäler, 15—35 mik breit. Sie besitzen meist mehr oder weniger spitze (Fig. 11), selten ganz stumpfe, keilförmig zugeschärfte oder gar gegabelte Enden und ein sehr enges spaltenförmiges Lumen. Seltener sind solche mit dünner Wand und weitem Lumen, bei denen das Lumen weiter ist, als die Breite der doppelten Wanddicke beträgt. Bisweilen sind sie knorrig, infolge von Eindrücken der benachbarten Zellen, meist glattwandig. Auf dem Querschnitte erscheinen sie geschichtet. Sie liegen entweder isoliert (der gewöhnliche Fall) oder zu wenig (2)-gliederigen Gruppen vereinigt und anastomosiren bisweilen miteinander. Nie bilden sie (wie beim Ceylonzimmt Taf. 32, Fig. 1) Tangentialreihen. Die primären Bastzellen des gemischten Ringes sind meist etwas schmäler und stets länger (bis 3 mm).

Die Sekretzellen, sowohl die Schleimzellen (*Sch*) wie die Ölzellen (*oez*), besitzen in der Wand eine verkorkte Lamelle, eine Eigentümlichkeit, die allen Sekretzellen, die Öl führen, zuzukommen scheint. Man kann die Verkorkung am besten an Schnitten nachweisen, die durch Einlegen in Schultzesche Macerationsflüssigkeit entfärbt waren. Sie werden auch beide gleich angelegt, besitzen die gleiche Gröfse und sind nur durch ihre weitere Entwicklung und durch ihren Inhalt zu unterscheiden. Dabei tritt als erschwerendes Moment noch die Thatsache hinzu, dass bei der Droge viele der Sekretzellen ganz leer sind (der Schleim ist aufgelöst worden und das Öl in das umgebende Gewebe diffundiert) und in dem vorliegenden Stadium auch bei der lebenden Pflanze offenbar schon oftmals leer waren, denn die umgebenden Zellen haben sich in die Sekretzellen hinein vorgestülpt. Wo man ihren Inhalt feststellen kann, zeigt sich, dafs die Ölzellen überwiegen.

Die Schleimzellen besitzen eine aufserordentlich stark, bis fast zum Verschwinden des Lumens verdickte (sekundäre) Schleimmembran, die, wenn man die Schnitte in Alkohol oder Glycerin liegend beobachtet, sehr schöne Schichtung erkennen läfst (*Sch* in Fig. 5 u. 8), die besonders schön bei jungen Rinden hervortritt (Fig. 3 und 4). Bisweilen liegt im Centrum der Schleimzelle ein kleines Bündel von Kalkoxalatnadeln.

Die Ölzellen, die man übrigens auch, wennschon in geringerer Zahl, im Holz und Mark antrifft, sind von der gleichen Gröfse wie die Schleimzellen. Sie sind auf dem Querschnitte (Fig. 5) rundlich, 40—85 mik, bisweilen bis 120 mik und mehr, meist 60—70 mik weit, tangential gestreckt (Fig. 8), auf dem Längsschnitte oval, etwas gestreckt, bis 85, ja 120 mik lang, oft zu mehreren (2—5) über- (selten neben-) einander liegend. Die weitesten liegen in der Zone zwischen dem Sclerenchymring und dem Ende der Rindenstrahlen. Bei Cinnamomum Burmanni Bl. sind die Ölzellen meist schmäler, 35—70 mik, aber auch weitere (bis über 100 mik) sind zu finden. —

Besonders reich an Ölzellen sind die behaarten Blattstiele, die denn auch reichlich Öl liefern. In der subepidermalen Rindenpartie liegen die Ölzellen hier oft so dicht, dafs sie sich fast berühren.

Wie schon erwähnt, sind junge Anlagen von Schleim- und Ölzellen nicht von einander zu unterscheiden. Wie die Ölbildung in den Ölzellen erfolgt, habe ich an getrockneten und frischen, sowie an Alkohol- und Sublimat-Material festzustellen gesucht. Es scheint, dafs die Ölbildung auf zwei verschiedene Arten erfolgt. Immer aber entsteht das Sekret in der Membran. Die eine der Entstehungsarten ist die gleiche, wie man sie bei anderen Ölzellen beobachtet. Es stülpt sich die an das Lumen grenzende innerste Membranlamelle, die „innere Haut", blasenförmig in das Lumen vor, und in dieser Membrantasche erfolgt die Ölbildung (Fig. 8, *oez*). Dabei kann der Fall eintreten, dafs die Vorstülpung nur an einer Stelle (Fig. 5 u. 8), oder aber an mehreren (Fig. 13, *g.n*) oder an vielen (Fig. 13, *l*) erfolgt, oder endlich die innere Haut eine gröfsere Strecke weit abgehoben erscheint, oder gar ringsum sich ablöst (Fig. 13, *k*). Löst man das Sekret mit Alkohol heraus, so bleibt die unter der inneren Haut liegende „resi-

nogene Schicht“ als vacuoliges Gebilde zurück, als welches sie auch oft schon ohne vorherige Behandlung mit Reagentien erscheint. Das Sekret entsteht also in einer als resinogene Schicht ausgebildeten Membranschicht und die Ölzelle wird von vornherein als solche angelegt. Es kommt aber auch der Fall vor, dafs in der jungen Zelle zuerst mehrere Schichten Schleimmembran gebildet werden und dann erst die Bildung der vacuoligen resinogenen Schicht erfolgt (Fig. 13a). Diese Schleimmembran-Anlage kann entweder ringsum erfolgen (Fig. 13a) oder lokalisiert sein (Fig. 13b). Ob sie späterhin samt der resinogenen Schicht resorbiert wird, kann ich mit Bestimmtheit nicht behaupten, glaube aber, dafs es geschieht, denn man findet oftmals in der resinogenen Schicht Stücke der Schleimmembran als helle, gestreckte oder rundliche Gebilde liegen (Fig. 13, *f, h, i*), ja es scheint sogar möglich, dafs sich die schon weit in ihrer Entwicklung vorgeschrittene Schleimmembran nachträglich zu einer resinogenen Schicht differenziert, vacuolig wird und das Sekret erzeugt (Fig. 13, *o* und *m*). Ob das gebildete Öl im normalen Falle die innere Haut passiert und in das Zelllumen eintritt oder dauernd in den von der inneren Haut umschlossenen Blasen oder Streifen auch nach Resorption der resinogenen Schicht eingeschlossen bleibt, war nicht sicher zu ermitteln. Es scheint beides vorzukommen. Jedenfalls entsteht also auch hier das Sekret in der Membran.

Die Öltropfen und Klumpen, die man in den Ölzellen antrifft, bräunen sich mit Osmiumsäure und speichern Theerfarbstoffe. Bei frischem Material kann man in ihnen mittelst salzsauren Anilins den Zimmtaldehyd nachweisen: es tritt Gelbfärbung ein und es schiessen Nadeln von Zimmtanilid an. Bei der Droge ist der Zimmtaldehyd fast ganz in das umgebende Gewebe diffundirt, die Membranen infiltrierend.

Da der Werth einer Zimmtrinde im umgekehrten Verhältnis zu der Menge der Schleimzellen und in direktem Verhältnis zu der Zahl der Ölzellen steht, so wird die Kultur ihr Augenmerk darauf zu richten haben, die Zahl der letzteren zu steigern. Klima und Bodenbeschaffenheit scheinen darauf von Einflufs, wie die Zimmt-Kulturen in Ceylon zeigen.

Jedenfalls kann man jetzt schon sagen, dafs bei den schlechten, schleimreichen Zimmtsorten in den Sekretzellen Schleimmembranen angelegt werden, bei den guten jedoch in denselben Ölbildung erfolgt ist.

Als letztes Element der Rinde sind eigentümliche kurze oder wenig gestreckte Zellen zu nennen, die oftmals die Siebbündel begleiten (*y*, Fig. 8) oder in dieselben eingebettet erscheinen (*y*, Fig. 5), aber auch sonst im Gewebe auftreten und stets durch ihre dickere Wand und runden Querschnitt schon auf dem Rinden-Querschnitte leicht erkannt werden können. Sie besitzen zahlreiche einfache rundliche oder ovale Tüpfel (Fig. 8, *y* und Fig. 10) und liegen oft zu mehreren neben- oder übereinander. Ihrem ganzen Aussehen nach gehören sie zu den (dünnwandigen) Sclereiden. Es sind offenbar sklerotisirte Phloemparenchymzellen, deren Auftreten nicht besonders auffallen kann, da die parenchymatischen Elemente der Zimmtrinde (nicht nur im gemischten Ringe, sondern auch in der primären Rinde) zur Sclerose neigen. Bei einem Zimmtmuster aus Java lagen sogar typische Sclereidennester in der sekundären Rinde.

Um das histologische Detail gut wahrnehmen zu können, behandelt man die Schnitte mit verdünntem Kali.

Tafel 32.

Cort. cinnamomi ceylanici.

Ceylonzimmt, Canelle de Zeylan, Cinnamom.

Die Rinde des Ceylonzimmtes von dem in Ceylon kultivierten Cinnamomum ceylanicum Nees, der sich im Handel in Form 0,5 mm dicker, ineinander geschobener, rehbrauner, doppelt eingerollter (Taf. 31, Fig. 2) Röhren findet, ist bekanntlich, da er von jungen Zweigen stammt, sehr viel dünner als die Zimmtkassie und von den äufseren Geweben (Periderm und primäre Rinde) bis zum gemischten Ringe hin durch Abschaben mit einem gekrümmten Messer (abgebildet in Tschirch, Indische Heil- und Nutzpflanzen) befreit, so dafs der gemischte Ring zu äufserst zu liegen kommt (Taf. 32, Fig. 1). Die zarte helle Zeichnung der Oberfläche des Ceylonzimmtes — helle, anastomosirende Linien umschliefsen gestreckte Felder — rührt her von den anastomosirenden Bastzellgruppen des gemischten Ringes. Derselbe ist bei den jungen Ceylonzimmtrinden meist noch geschlossen und besteht aus kleinen Bastfasergruppen und zahlreichen und grofsen Sclereidenverbänden zwischen diesen (Taf. 32, Fig. 1, *gR*). Die Sclereiden zeigen auffallend starke Tangentialstreckung. Die Bastzellgruppen sind hier wie bei der Zimmtkassie meist an den äufseren Rand geschoben. Die sekundäre Rinde ist hier dadurch ausgezeichnet, dafs sie sehr viel früher schon Bastzellen bildet als die Zimmtkassie (Fig. 4). Bereits in einem 0,5 mm dicken Rindenstück waren zahlreiche Bastzellen nachzuweisen, und ein 1,10 mm starkes zeigte schon viele Tangential-Reihen meist isolierter, aber auch da und dort zu zweien und mehreren vereinigter Bastfasern

(Taf. 32, Fig. 1). Die Breite der meist in tangentialer Richtung verbreiterten Bastzellen ist beim Ceylonzimmt oft geringer als bei der Zimmtkassie, sie beträgt meist 10—30 mik, doch steigt die Dicke auch bisweilen auf 40 mik. Eine Unterscheidung der beiden Zimmtrinden läfst sich hierauf nicht gründen.

Die in der sekundären Rinde liegenden Sekretzellen gleichen denen der Zimmtkassie. Ihr Durchmesser beträgt 45—75 mik, meist um 50 mik und steigt nur selten auf 100 mik und mehr (in den äufseren Partien). Im grofsen und ganzen sind sie also schmäler als bei der Zimmtkassie, doch läfst sich auch hierauf kein durchgreifender Unterschied basieren. Mir scheint, sie sind zahlreicher als bei der Zimmtkassie im gleichen Entwicklungsstadium, was wohl auf die Kultur in weifsem Sande zurückzuführen ist.

Die Rindenstrahlen sind deutlich (Taf. 32, Fig. 1, *rst*).

Die das Rindenparenchym erfüllende Stärke ist meist 5 bis 10 mik breit, also etwas kleiner als bei der Zimmtkassie des Handels. Bisweilen fehlt die Stärke oder ist nur in geringer Menge vorhanden. Durch das Schälen wurde der Kork und die primäre Rinde entfernt. Da in der letzteren auch Ölzellen (wenn auch nicht viele) liegen, so liefern diese „Chips" bei der Destillation ebenfalls ätherisches Öl und werden darauf in Ceylon verarbeitet.

Zimmtkassie.

Das Pulver.

Dem Pulver der Zimmtkassie geben die oben beschriebenen Bastzellen den Charakter. Dieselben selbst im Pulvis subtilissimus entweder noch vollständig intakt oder doch wenigstens in sehr grofsen Bruchstücken vorhanden, lassen sich leicht an Form und Lumen erkennen und messen. Neben ihnen finden sich isodiametrische oder gestreckte und verbogene Sclereiden einzeln oder zu Gruppen vereinigt, einige mit den charakteristischen einseitigen Wandverdickungen, andere mit verzweigten Porenkanälen und ringsum gleichmäfsig verdickter Membran. Beide, Sclereiden und Bastzellen, sind verholzt, besonders stark erstere, färben sich also mit Phloroglucin-Salzsäure rot. Die übrige Masse des Pulvers wird von den rundlichen oder zusammengesetzten Stärkekörnern und Gewebstrümmern gebildet; Korkzellen sind unter letzteren ebenso wie intakte Schleim- und Ölzellen sehr selten, besonders selten bei dem Pulv. subtilissimus. Um die Gewebselemente deutlich zu erhalten, präpariert man in Chloral.

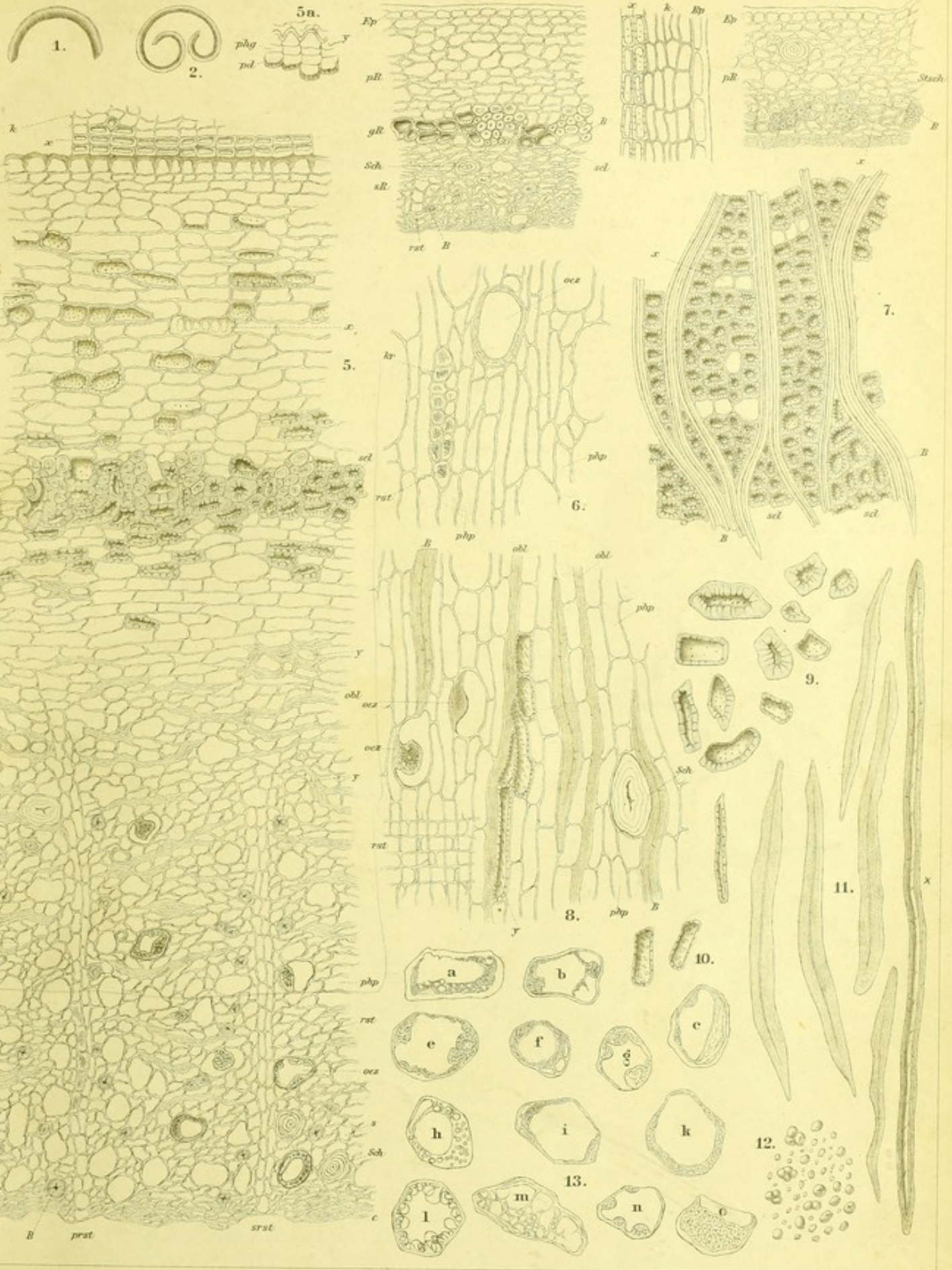
Ein brauchbares Unterscheidungsmerkmal der gepulverten Zimmtkassie und des Ceylonzimmt, die sich bekanntlich am Geruche sofort und auch an ganz kleinen Bruchstücken noch sehr gut anatomisch unterscheiden lassen, giebt es nicht.

Tafel 31.

Erklärung der Abbildungen.

Cinnamomum Cassia Bl.
(exkl. Fig. 2 u. 4a).

Fig. 1. Querschnitt der Cassienrinde. Lupenbild.
„ 2. Querschnitt durch den Ceylonzimmt. Lupenbild.
„ 3. Querschnitt durch eine junge Cassienrinde. Der gemischte Ring in Bildung begriffen. *Stsch* Stärkescheide.
„ 4. Etwas älteres Stadium. Der gemischte Ring (*gR*) fertig gebildet. In der sekundären Rinde sind schon Bastfasern und Sekretzellen sichtbar.
„ 4a. Entstehung des Korkes in der subepidermalen Schicht beim Ceylonzimmt. *x* Steinkork.
„ 5. Querschnitt durch ein besonders dickes Stück (Fig. 1) der Handels-Zimmtkassie, welches noch mit dem Korke (*k*) bedeckt war. Der gemischte Ring (*gR*) ist schon gesprengt (bei *z*). Es ist eine Stelle gewählt, wo noch ungewöhnlich viele Bastzellen (*B*) im gemischten Ringe sichtbar sind.
„ 5a. Phellodermbildung bei einer selbst (in Java) gesammelten älteren Cassiarinde.
Fig. 6. Tangentialer Längsschnitt durch die sekundäre Rinde eines Handelsmusters. In dem Rindenstrahl Oxalatnadeln.
„ 7. Tangentialer Längsschnitt durch den gemischten Ring einer älteren Rinde. *x* Durchbrechungen des Sclereidenverbandes der anastomosierenden Bastzellbänder.
„ 8. Radialer Längsschnitt durch die sekundäre Rinde eines Handelsmusters (das gleiche wie Fig. 6). *Sch* Schleimzelle, *oex* Ölzellen, *y* (wie in Fig. 5) junge Sclereiden.
„ 9. Isolierte Sclereiden mit bald allseitig, bald einseitig verdickten Wänden, meist Brachysclereiden.
„ 10. Junge Sclereiden der sekundären Rinde (*y*, Fig. 5 und 8).
„ 11. Bastfasern der sekundären Rinde, bei *x* eine Bastfaser des gemischten Ringes.
„ 12. Stärkekörner.
„ 13. *a*—*o* (*d* ist fortgelassen) Sekretbildung in den Ölzellen.



Lith. Anst. v. C. Kirst Leipzig

Cort. canellae.

Weisser Kaneel, weisser Zimmt, Canelle blanche, Canella bark.

Ein junger Zweig der Canella alba Murray von 3 mm Dicke besitzt eine ca. 1 mm dicke Rinde. Dieselbe ist bedeckt von einer auf der Aufsenseite stark verdickten Epidermis und läfst deutlich eine Scheidung in die primäre und sekundäre Rinde erkennen. Die primäre Rinde ist ein aus rundlichen Zellen bestehendes Parenchym, in dem sich bereits zahlreiche Ölzellen finden und deren äufserste Reihen collenchymatisch verdickt sind. Die schmale sekundäre Rinde besteht vorwiegend aus den Siebgruppen und wird in radialer Richtung von schmalen Markstrahlen durchzogen, die in ihren Zellen Kalkoxalatdrusen führen. Zwischen primärer und sekundärer Rinde liegt ein lockerer Kranz von meist isolierten Bastfasern, die eine dünne Wand und ein weites Lumen besitzen und nur sehr schwach verholzt sind, sich also mit Phloroglucin-Salzsäure nur schwach färben. Es sind die zersprengten Belege der primären Bündel. Schon eine wenig dickere Rinde zeigt die beginnende Korkbildung. Dieselbe setzt in der unmittelbar unter der Epidermis liegenden Zellschicht ein und erfolgt zunächst in der Weise, dafs ausschliefslich Kork nach aufsen abgeschieden wird. Die Phellodermbildung erfolgt erst später.

Die Rinde, wie sie in der Droge vorliegt, ist 2—4 mm dick und fast vollständig vom Korke befreit, der sich im Phellogen leicht ablösen läfst. Dadurch kommen die Phellodermmassen nach aufsen zu liegen und geben der Rinde an der Aufsenseite die charakteristische blafs-rötlich-gelbe Farbe, die durch kleine weifse flache Grübchen da und dort unterbrochen wird. Der Querschnitt zeigt, mit der Lupe betrachtet (Fig. 2), zu äufserst die Phellodermmassen, als unterbrochene Schicht. Von ihr aus senken sich die breiten primären Rindenstrahlen keilförmig nach innen (*rst*, Fig. 2). Zwischen diesen bemerkt man die breiten, keilförmigen Partien der sekundären Rinde (*sb*, Fig. 2), die von sehr zarten, wellig verlaufenden Rindenstrahlen in radialer Richtung durchzogen sind. Der Kork (*k*) ist nur in einzelnen Lappen da und dort erkennbar.

Die Anatomie (Fig. 3 u. 3a) ist folgende.

Der Kork ist ein typischer Reihenkork (*k*, Fig. 3) und besteht aus tafelförmigen, wenig verdickten Zellen. Das Phellogen (*phg*) ist sehr zartwandig. Da es unmittelbar an das stark verdickte Phelloderm (*pd*) grenzt, so reifst in ihm der Kork aufs leichteste ab. Das Phelloderm wird wie der Kork nach aufsen in regelmäfsigen Radialreihen vom Phellogen nach innen abgeschieden. Bei weitem die Mehrzahl der Phellodermzellen verdickt sich rasch zu eigentümlichen Sclereiden (Brachysclereiden), die für gewöhnlich auf der Aufsenseite (gegen das Phellogen hin) sehr wenig, sehr stark dagegen auf der Innenseite verdickt sind. Die Wand ist in den verdickten Partien von zahlreichen, bisweilen verzweigten Tüpfelkanälen durchzogen, stets verholzt und deutlich geschichtet (Fig. 3, *pd* und Fig. 9). An einigen Stellen (*x*, Fig. 3) bleiben die Phellodermzellen unverdickt. Es sind dies die Stellen, die bei Betrachtung der Aufsenseite der Rinde als helle, vertiefte Flecke erscheinen, denn an diesen Stellen sinkt das Gewebe oft ein oder löst sich ganz heraus. In diesen unverdickten Zellen findet man bisweilen eine Oxalatdruse. Die Schicht dickwandiger, sclerotischer Phellodermzellen ist oft unterbrochen, ja bisweilen liegen sogar einige isoliert weiter im Innern (Fig. 3 bei *y*).

Das Gewebe der primären Rinde ist ein dünnwandiges Parenchym (*Par*, Fig. 3), dessen noch in mehr oder weniger lebhafter Teilung begriffene Zellen entweder Stärke oder Kalkoxalatdrusen enthalten. Im Querschnitt erscheinen die Zellen rundlich oder schwach tangential-gestreckt, im radialen Längsschnitte rundlich. Eingestreut in das Gewebe finden sich grofse Ölzellen und da und dort, besonders in der Nähe der Siebteilenden, obliterierte Stränge der primären Siebteile (*psb*, Fig. 3).

Die sekundäre Rinde besteht aus den breiten primären Rindenstrahlen und den im Querschnitte mehr oder weniger dreieckig erscheinenden Siebteilsträngen (Fig. 2). Beim Behandeln des Querschnittes mit Jod werden die weifsen Rindenstrahlen blau, die hyalinen Siebteilstrahlen gelb. Die Stärke ist nämlich ganz vorwiegend in den Rindenstrahlen abgelagert (*stä*, Fig. 3a), die sich nach aufsen hin stark verbreitern. Auch Kalkoxalatdrusen sind in den Rindenstrahlzellen häufig (*kr*, Fig. 3a). Eingestreut in das Rindenstrahlgewebe findet man zahlreiche grofse Ölzellen, die im Querschnitte rund oder etwas tangential-gestreckt, im radialen Längsschnitte rund erscheinen. Sie besitzen einen Querdurchmesser von 130—180 mik und sind ebenso grofs oder wenig

kleiner als die Ölzellen der primären Rinde. Sie liegen bald isoliert im Gewebe, bald sind 2—3 zu einer rundlichen Gruppe vereinigt. Ihr Längsdurchmesser ist dem Querdurchmesser gleich. Ihre Wand besteht aus 3 Schichten, einer inneren, in Schwefelsäure unlöslichen Suberinlamelle (Fig. 8, *c*), einer mittleren in Schwefelsäure quellenden, oft gestreiften Schicht (Fig. 8, *b*), und einer äufseren, in Schwefelsäure unlöslichen, sehr zarten Suberinlamelle (*a*). Der inneren Suberinlamelle liegt die resinogene Schicht auf (*rsg*, Fig. 8b). Schleimzellen sind nur sehr selten zu finden. Die Ölzellen sind entweder leer oder enthalten einen gelben Balsamklumpen. Die in grofser Zahl in die Siebteilkeile der sekundären Rinde eingestreuten Ölzellen (*oez*, Fig. 3a), sind sehr viel kleiner, wenigstens sehr viel schmäler als die in den Rindenstrahlen und der primären Rinde liegenden. Ihr Querdurchmesser beträgt 30 bis 100 mik. Auch diese liegen bald isoliert, bald sind sie zu 2—5 gliederigen Längsreihen vereinigt. Im Längsschnitt erscheinen sie nur selten rund, meist mehr oder weniger, oft stark in die Länge gestreckt, bald oval, bald länglich, oft in mannichfacher Weise verbogen und verzogen (Fig. 8a). Indem sich die Elemente der Rindenstrahlen und andere benachbarte Zellen in diese Sekretzellen einstülpen, wird ihre Kontur in der Längsansicht unregelmäfsig. Häufig liegen mehrere, bis fünf übereinander, einen langen, gekammerten Sekretschlauch bildend. Das Gewebe der Siebstrahlen besteht, abgesehen von den eben erwähnten Ölzellen, aus den schon sehr frühzeitig obliterierenden Siebsträngen: Siebröhren, Geleitzellen und Kambiform. Nur am Kambium sind diese drei Elemente noch in allen Teilen deutlich. Schon wenig weiter nach aufsen beginnt die Obliteration, und je weiter man gegen die primäre Rinde hin vorschreitet, um so stärker ist die Obliteration (*obl*, Fig. 3a). Schliefslich sind die Lumina nur noch strichförmig. Die Siebröhren sind sehr schön ausgebildet. Sie besitzen aufserordentlich stark geneigte, steil gestellte Siebplatten, die, da sie meist tangential gestellt sind, auf dem tangentialen Längsschnitte als die bekannten Knotenreihen erscheinen (Fig. 12). Auf dem radialen Längsschnitte sieht man die Siebplatten als rundliche Inseln, in denen die feinen Kanäle als Punkte hervortreten (Fig. 10). Da die Stellung der Platte etwas wechselt, findet man dies Bild auch bisweilen auf Tangentialschnitten. Nicht selten ist die Membran der Siebröhren mit zarten Leistenverdickungen versehen (Fig. 11), die auf Tangentialschnitten oft sehr schön sichtbar sind. Derartige Leistenverdickungen sind bei Siebröhren nicht eben selten (vergl. z. B. Taf. 9). Sie sind nie so stark entwickelt, dafs sie das Zusammendrücken der Siebröhren, die Obliteration derselben, hindern können. Geleitzellen und Kambiform besitzen die typische Form (Angew. Anatomie S. 349).

An den Spitzen der dreieckigen Siebteilkeile oder in der Nähe der primären Siebteile findet man bisweilen einige wenige zerstreute Bastfasern, die nur wenig deutlich hervortreten, da ihre Wand nur wenig oder gar nicht verholzt und stets sehr dünn ist. Die sehr steil gestellten Spaltentüpfel zeigen aber, dafs wir es zweifellos mit Bastzellen zu thun haben. Es sind die Reste des Bastzellringes, den ich oben bei der jungen Rinde beschrieben habe und dessen Elemente sich nicht vermehrt haben. Diagnostische Bedeutung besitzen diese sehr brüchigen und auch jedenfalls wenig biegungsfesten Bastzellen nicht. Im Pulver sind sie zertrümmert und nicht aufzufinden.

Durchzogen ist der Siebteil in radialer Richtung von geschlängelten sekundären Rindenstrahlen, die dem Lupenbild die charakteristische zarte Zeichnung verleihen (Fig. 2). Diese sekundären Rindenstrahlen sind eine Zelle, nur in der Mitte bisweilen zwei Zellen breit (*srst*, Fig. 3a) und 5 bis 20 Zellen hoch. Jede oder doch fast jede Rindenstrahlzelle enthält eine das Lumen fast ganz ausfüllende Kalkoxalatdruse (Fig. 3a), die rundlich ist (Fig. 9a) und wenig hervortretende Randkristalle besitzt.

Die Stärke (Fig. 3a, *stä* und Fig. 13) erfüllt die Rindenstrahlzellen und die primäre Rinde dicht. Die Körner sind klein und rund, bald einfach, bald zu mehreren zusammengesetzt. Ihr Durchmesser beträgt 3 – 15 mik, meist sind sie etwa 7 mik grofs. Sie sind also kleiner als die der Zimmtkassie.

Das Pulver.

Das Pulver besteht hauptsächlich aus der Stärke. Legt man das Präparat in Chloral, so beobachtet man zahlreiche noch wohlerhaltene Ölzellen, einzeln oder zu mehreren vereinigt, deren Inhalt sich durch Chloral orangegelb gefärbt hat. Die Suberinlamelle hebt sich als zarte Linie scharf ab. Daneben findet man Nester von Phellodermsclereiden oder isolierte Phellodermzellen in Flächenansicht und Fetzen des obliterierten Siebteiles mit den Oxalatdrusen der Rindenstrahlen. Letztere sieht man auch da und dort isoliert. Sie haben einen Durchmesser von 18 — 26 mik. Schwefelsäure färbt das Pulver tief rotbraun. In Kali entstehen trübe Tropfen.

Cort. cassiae caryophyllatae.

Nelkenzimmt, Nelkenkassie, Canelle giroflée.

Der Nelkenzimmt, die Rinde von Dicypellium caryophyllatum Nees, kommt in kaffeebraunen ineinander gesteckten, spiralig eingerollten, 1—2 mm dicken Röhren in den Handel, die meist vom Korke befreit, dicht und hart sind und splitterig oder körnig brechen.

Der Kork besteht dort, wo er erhalten ist, aus mehreren, oft bis 6 Schichten. Die innerste dieser Schichten läfst innerhalb des Phellogens ein sehr schmales dickwandiges Phelloderm erkennen. Aufserhalb des Phellogens liegen zunächst mehrere Reihen typischer Korkzellen, und dann wird die Schicht durch eine Reihe von einseitig aufsen verdickten (epidermiszellenartigen) Zellen abgeschlossen (Fig. 5, *x*). Die nach aufsen folgenden Schichten bestehen stets zu innerst aus dünnwandigem Kork, sog. Korktrennungsschichten (*ktr*, Fig. 5), und einer Reihe verdickter Zellen in der Art wie *x*.

Die primäre Rinde ist schmal. Sie besteht vorwiegend aus dünnwandigem, gerbstoffreichem Parenchym. Einige ihrer Zellen, und zwar meist solche, die dem Phelloderm mehr oder weniger benachbart sind, sind sclereidenartig verdickt, oft nur auf der Innenseite und den Seiten (*z*, Fig. 5). Einige Ölzellen (*oez*) und Schleimzellen sind in das meist durch Phlobaphenklumpen braun gefärbte Gewebe eingestreut.

Abgeschlossen wird die primäre Rinde nach innen zu von dem schmalen gemischten Ringe (Fig. 5, *gR*), der nur einige wenige, meist am Aufsenrande liegende Bastzellen (*B*) und sehr viele kurze Sclereiden (*scl*) führt. Die letzteren sind entweder allseitig gleichmäfsig verdickt — die meisten — oder zeigen einseitige Verdickung. Die Verdickung beschränkt sich alsdann auf die Innenseite und die Seiten, die Aufsenseite ist dünn (Fig. 5).

Die Innen- oder sekundäre Rinde besteht aus den breiten, keilförmigen, primären Rindenstrahlen und im Querschnitt dreieckig-keilförmigen, von sekundären Markstrahlen durchzogenen Siebteilstreifen (Fig. 4). Die primären Rindenstrahlen (*prst*, Fig. 5) sind in den innersten Partien, am Kambium, 1—2 Zellen breit. Dort zeigen sie oft Radialstreckung. Weiter nach aufsen tritt dann Rindenstrahlverbreiterung (Dilatation) ein. Die Zellen erscheinen immer stärker tangential-gestreckt. In der Nähe des gemischten Ringes ist die Tangentialstreckung oft eine bedeutende. Eingestreut in das Rindenstrahlgewebe findet man zahlreiche Ölzellen (*oez*), die — wie der Längsschnitt lehrt — rundlich sind, einzeln liegen oder zu mehreren vereinigt wenig gliederige Gruppen bilden. Bisweilen sind auch die Ölzellen im Querschnitte tangential-gestreckt. Ihr Durchmesser beträgt 60 bis 125 mik in tangentialer Richtung, in radialer (auf dem radialen Längsschnitte gemessen) ca. 45—50 mik. Die Rindenstrahlenzellen enthalten zahlreiche kleine nadel- oder wetzsteinförmige Oxalatkristalle — ein bei den Lauraceen häufiger Fall. Daneben findet sich Stärke. Bei Behandeln mit Jod sieht man in eine sich gleichmäfsig blau färbende Grundmasse kleine, 1—2 mik grofse tiefblaue Körnchen eingebettet. Vielleicht wird die Rinde behufs Trocknung erhitzt, so dafs die Stärke partiell verkleistert.

Die Siebstreifen bestehen aus abwechselnden Lagen obliterierter Siebbänder und Phloemparenchymstreifen mit eingebetteten Ölzellen. Die letzteren messen in tangentialer Richtung nur 35—55 mik, sind also kleiner als die Rindenstrahl-Ölzellen. Sie sind stark in die Länge gestreckt, oft fast schlauchartig und schmal, 10—25 mik in radialer Richtung. Sie liegen entweder einzeln oder sind zu mehrzelligen Gruppen meist übereinander stehender Zellen vereinigt. Die Membran aller Ölzellen, in denen sich das nach Zimmt und Nelken riechende Öl nebst Harzklumpen befindet, besitzen eine zarte Suberinlamelle. Schleimzellen gleicher Gröfse wie die Ölzellen finden sich in der sekundären Rinde nicht eben häufig. Der Schleim ist Membranschleim (vergl. Taf. 31).

Die Siebbänder (*sb*, Fig. 5) sind so stark obliteriert, dafs man einzelne Siebröhren in ihnen nicht mehr erkennt (Keratenchym). Sie färben sich mit Eisenchlorid dunkel.

Das Phloemparenchym (*php*), aus zartwandigen, in der Organsachse gestreckten Zellen gebildet, enthält Stärke der gleichen Art wie die in den Rindenstrahlzellen vorkommende. Die zu einfachen Vertikalreihen vereinigten kleinen doppelt konturierten Ringe, die man auf der Membran der Phloemparenchymzellen sieht, scheinen Ausstülpungen zu sein, mit denen die Zellen untereinander und mit den Rindenstrahlzellen in Verbindung stehen.

Durchzogen werden die Siebstrahlen in radialer Richtung von schmalen, Oxalat führenden sekundären Rindenstrahlen (*srst*).

In der Nähe des Kambiums, oder doch in den jüngeren Partien der sekundären Rinde finden sich da und dort Streifen oder Nester eigenartiger Bastzellen, doch so selten, dafs oft erst unter 10 Präparaten eines sich zeigt (*lB*, Fig. 5 unten). Sie sind sehr verschieden lang, bald relativ kurz, gestreckt-stabförmig, bald sehr lang wie echte Bastzellen. Ihre Enden pflegen gerade abgestutzt zu sein (Fig. 7, *x*), jedenfalls sind zugespitzte Enden selten. Da ihre Tüpfel spaltenförmig und linksschief gestellt sind, mufs man sie als Bastzellen ansprechen. Man kann sie aber wohl besser zu den Librosclereiden (S. 34) stellen. Ihre Breite beträgt 15—24 mik (in tangentialer Richtung gemessen).

Das Pulver.

Das Pulver zeigt in Jodlösung beobachtet nicht eben sehr zahlreiche Stärkeklumpen. In Choral betrachtet sieht man zahlreiche Sclereiden des gemischten Ringes (Fig. 6), sehr wenige Fragmente der Bastfasern des gemischten Ringes (Fig. 7, *y*) und viele Fetzen des Siebteiles, oft noch wohl erhaltene, verkorkte Ölzellen einschliefsend. Zahlreiche kurze Kalkoxalatnädelchen bedecken das Präparat.

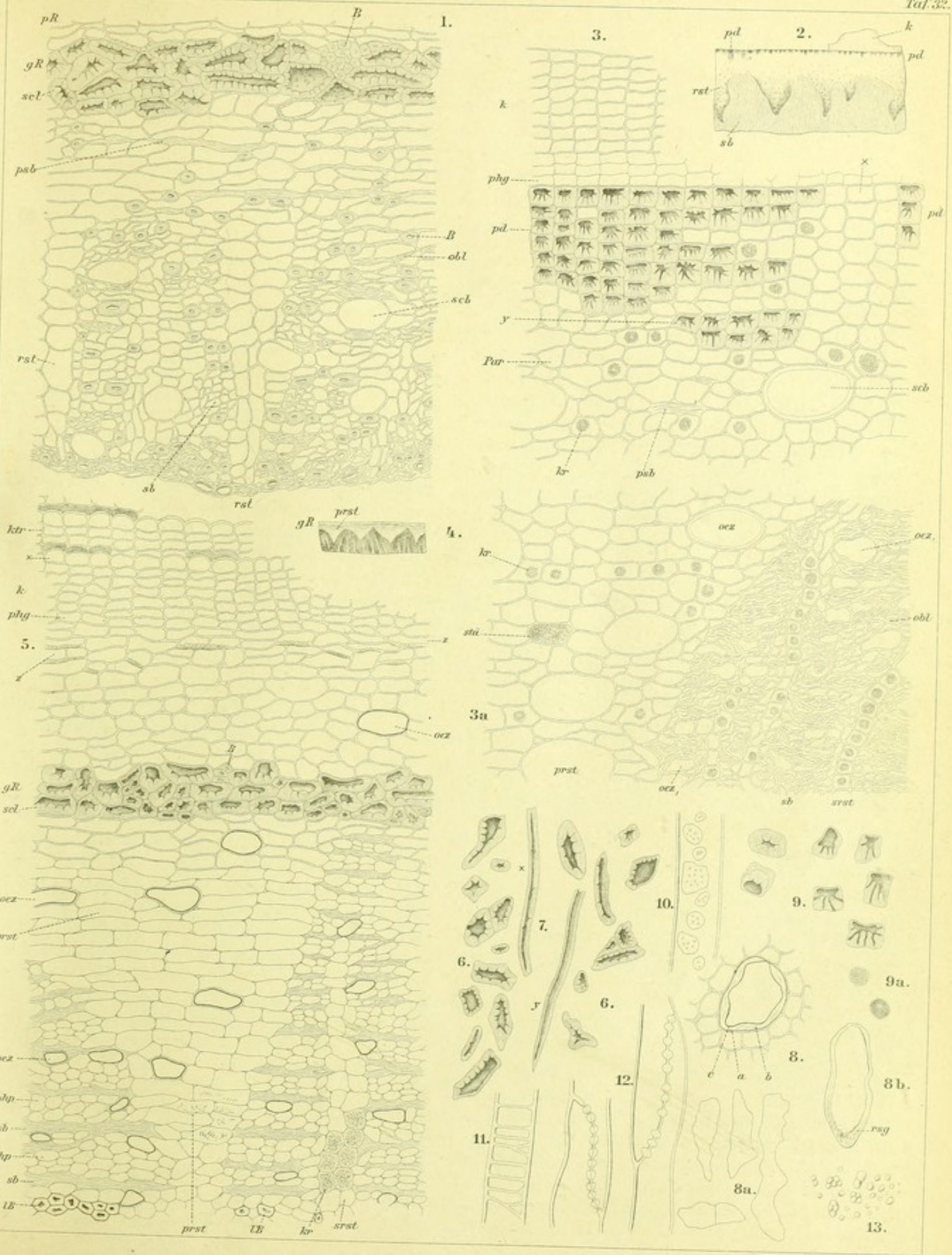
Tafel 32.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. *Cort. cinnamomi ceylanici.*
„ 2—3a und 8—13. *Cort. canellae albae.*
„ 4—7. *Cort. cinnamomi caryophyllati.*

Fig. 1. Querschnitt durch die Ceylon-Zimmt-Rinde.
„ 2. Lupenbild des Querschnittes der Rinde von Canella alba (weifser Kaneel).
„ 3. Querschnitt durch die Randschicht der Canellarinde mit dem Kork.
„ 3a. Querschnitt durch einen Teil der sekundären Rinde von Canella alba.
„ 4. Lupenbild des Querschnittes der Rinde von Dicypellium caryophyllatum (Nelkenzimmt).
„ 5. Querschnitt durch die Rinde von Dicypellium caryophyllatum.
„ 6. Isolierte Sclereiden des gemischten Ringes der gleichen Rinde.
„ 7. *x* Libroscleroiden der sekundären Rinde, *y* Bastzelle des gemischten Ringes aus dem Nelkenzimmt.
Fig. 8. Ölzelle der primären Rinde des weifsen Kaneel. *a* und *c* Suberinlamellen.
„ 8a. Isolierte Ölzellen der sekundären Rinde des Kaneel in der Längsansicht.
„ 8b. Eine Ölzelle mit resinogener Schicht (*rsg*).
„ 9. Isolierte sclerenchymatische Phellodermzellen des Kaneel.
„ 9a. Kalkoxalatdrusen des Kaneel.
„ 10. Siebröhre mit Siebplatten aus dem radialen Längsschnitt der Cort. canellae.
„ 11. Siebröhren mit Leistenverdickungen.
„ 12. Siebplatten der Siebröhren aus dem tangentialen Längsschnitte.
„ 13. Isolierte Stärkekörner des Kaneel.

Cort cinnamomi ceylanici. Cort canellae. Cort cinnamomi caryophyllati.



Lith. Anst. v. C. Kirst, Leipzig

Rad. taraxaci.

Löwenzahnwurzel, Racine de Pissentit, Taraxacum Root.

Der primäre Bau der Wurzel von Taraxacum officinale L. ist folgender.

Die junge Hauptwurzel ist diarch (oder triarch). Eine Nebenwurzel von 0,10 mm Durchmesser besitzt ein centrales radial-diarches Bündel. Im Siebteile sind bereits einige Milchröhren sichtbar. Aufserhalb der schmalen Endodermis liegen 5 Reihen grofser Rindenparenchymzellen: die primäre Rinde. Dieselbe führt normale Milchröhren. Etwas dickere Wurzeln von etwa 0,26 mm Durchmesser zeigen bereits — bei Haupt- und Nebenwurzeln — sekundären Zuwachs, indem neben den sehr schmalen primären Gefäfsen grofse, bis 40 mik im Durchmesser messende sekundäre auftreten, wodurch sowohl die Diarchie wie die Triarchie verwischt erscheint. Zunächst entsteht meist rechts und links von der centralen Gefäfsteilplatte je ein sekundäres Gefäfs (Fig. 2). Bei einer 0,52 mm dicken Wurzel sind bereits etwa 10 sekundäre Gefäfse gebildet, der Kambiumring ist kreisförmig geschlossen, der Siebteil umgiebt als geschlossener Cylinder den centralen Gefäfsteil, in dem vom primären Bau meist nichts mehr deutlich zu sehen ist. Milchröhren sind in dem Siebteil bereits sehr reichlich gebildet, besonders in der Partie unmittelbar am Perikambium. Die aus etwa 8 Reihen Parenchymzellen bestehende primäre Rinde zeigt starke Lockerung der Zellen, die äufseren Zellreihen gebräunte Wände. Sie wird in der Regel bald nachher abgeworfen, doch kommt es auch vor, dafs sie noch relativ lange erhalten bleibt. Noch bei mehrere Millimeter dicken Wurzeln ist die Endodermis, die dem Dickenwachstum durch lebhafte Radialteilung ihrer Zellen folgt, erhalten und erst jetzt beginnt im Perikambium die Korkbildung.

Die Droge wird von den Pfahlwurzeln gebildet, die bis 2 cm dick und mehrere Decimeter (manchmal $^1/_2$ m und mehr) lang werden, meist aber ihrer Spitze beraubt sind, da beim Herausreifsen aus dem Boden der am tiefsten eingedrungene Teil der fast senkrecht in den Boden sich einbohrenden Wurzel, abreifst. Entweder finden sich einfache Pfahlwurzeln oder die Wurzel teilt sich oben in mehrere Äste (Zasern). Stets ist die Wurzel bekrönt von einem kurzen, etwa 1 cm langen, geraden Rhizom (einer meist unterirdischen Achse), welches gleichfalls bald einfach bleibt, bald sich in mehrere Äste gabelt, „mehrköpfig“ wird. Diese Rhizomstücke tragen an ihrer Spitze ein Blattbüschel und im Frühjahr die Knospen der Blütenstände. Die mit diesen Blattbüscheln versehenen Wurzeln kommen unter dem Namen Rad. taraxaci cum herba in den Handel.

Die Wurzel, die die Hauptmasse der Droge ausmacht, schrumpft beim Trocknen stark, ist aufsen braun und zeigt zahlreiche Längsrunzeln. Da ihr alle mechanischen Elemente fehlen, bricht sie gerade-körnig.

Das Lupenbild des aufgeweichten Wurzelquerschnittes zeigt ein sehr charakteristisches Bild (*m*, Fig. 1). Der relativ schmale gelbe Holzkörper nimmt die Mitte ein und zeigt die zahlreichen Gefäfsöffnungen in Form kleiner Punkte. Oft sind auch die beiden primären Markstrahlen (*pmk*) sichtbar. Sekundäre Markstrahlen fehlen. Die breite Rinde zeigt deutliche, meist kreisförmig ringsumlaufende Zonen (Fig. 1, *R*), die für die Löwenzahnwurzel aufserordentlich charakteristisch sind und von, zu konzentrischen Kreisen angeordneten, mit Siebröhren vergesellschafteten Milchröhren-Gruppen gebildet werden.

Das Lupenbild des Wurzelstockquerschnittes zeigt dagegen ein mehr oder weniger centrales Mark (*m*, Fig. 1a), um welches sich ein Kranz von Gefäfsbündeln herumlegt, die durch zahlreiche Markstrahlen voneinander getrennt sind. Die Rinde zeigt auch hier die gleichen konzentrischen Zonen von Milch- und Siebröhrengruppen, sowie zahlreiche Rindenstrahlen. Da und dort sieht man die fast in horizontaler Richtung die Rinde durchziehenden Blattspurstränge, die von den basalen Blättern in das Rhizom eintreten (*bsp*, Fig. 1a).

Die Anatomie der Wurzel ist folgende. Der centrale Holzkörper läfst in der Mitte die zarten primären Gefäfse erkennen, die bisweilen gebräunte Wände zeigen. Sie sind enger als die sekundären. Dann und wann ist am primären Gefäfsteil sogar noch die Diarchie des primären Baues zu beobachten. Der sekundäre Gefäfsteil, der eigentliche Holzkörper, besteht vorwiegend aus den sehr verschieden weiten — 10—55 mik — Gefäfsen. Dieselben besitzen oft einen etwas eckigen Querschnitt und liegen bald isoliert, bald sind sie zu wenigliedrigen Gruppen vereinigt (Fig. 13). Ihre Wand ist bald spiralig verdickt (bei der engsten), bald zeigt sie Leiter- oder Netzleistenverdickung (Fig. 9). Die letztere Form

ist die häufigste. Die Wand ist verholzt. Die Trennungswände der Gefäfsmutterzellen sind mit runden Löchern perforiert. Begleitet werden die Gefäfse von einigen wenigen Holzparenchymzellen und eigentümlichen gestreckten und schmalen Zellen, die an den Enden bald gerade abgestutzt, bald zugeschärft sind und deren Wand eine sehr zarte Streifung zeigt, die jedoch erst nach Zusatz von Chlorzinkjod hervortritt. Die beiden schräggestellten Streifensysteme schneiden sich spitzwinklig (Fig. 9, *Er*). Man kann diese Zellen wohl als Ersatzfasern ansprechen. Holzparenchym und Ersatzfasern sind unverholzt. Die beiden primären Markstrahlen sind bei jüngeren Wurzeln gut zu sehen, bei älteren weniger. Sie bestehen aus radialgestrecktem Markstrahlparenchym. Sekundäre Markstrahlen fehlen.

Ein mehrzelliges Reihenkambium (*c*, Fig. 13) umgiebt den Holzkörper ringsum.

Die sekundäre Rinde enthält die schon oben erwähnten, zu konzentrischen Kreisen (Fig. 1) angeordneten Gruppen von Milch- und Siebröhren und als Grundgewebe ein eigentümliches Phloemparenchym, bei dem sich (auf dem Querschnitte) die aus einer Kambiumzelle hervorgegangenen Radialreihen auf weite Strecken deutlich verfolgen lassen (Fig. 13). Auch auf dem radialen Längsschnitte lassen sich diese Reihen gut verfolgen (Fig. 8, links). Die Zellen behalten lange die Länge der Kambiumzellen bei. Die Zellen sind in den äufseren Partien der Rinde rundlich und wenig in die Länge gestreckt, in den inneren schmäler und gestreckt (Fig. 8). Ihre Wand zeigt nach Zusatz von Chlorzinkjod eine sehr zarte Streifung, ganz der gleichen Art, wie sie bei den Ersatzfasern des Holzkörpers beschrieben wurde, nur sehr viel deutlicher. Entweder sieht man zwei sich schneidende helle Streifensysteme auf blauem Grunde (Fig. 8, *x*), oder man sieht kurze, gekreuzte helle Linien bald in geringer (Fig. 8, *y*), bald in grofser Zahl (Fig. 8, *z*) auf dem durch Chlorzinkjod blau gefärbten Grunde leuchtend hervortreten. Diese gekreuzten Linien sehen aus wie gekreuzte Spaltentüpfel, als welche man sie wohl auch auffassen darf. Derartige gestreifte Fasern, die also ein ersatzfaserartiges Phloemparenchym darstellen, habe ich bereits bei Rad. Angelicae beschrieben. (S. 2.) Sie scheinen also bei Wurzeln, denen mechanische Elemente fehlen, häufiger vorzukommen und jene zu vertreten.

Das Phloemparenchym enthält im Zellsafte eine farblose Lösung von Inulin, nur sehr selten Stärke. Das Inulin vertritt — hier wie bei anderen Kompositen — die Stärke als Reservestoff. Der Inulingehalt ist am geringsten auf der Höhe der Vegetationsperiode, am gröfsten im Herbst (Oktober) nach Abschlufs derselben, wo er 25 Proz. erreichen kann. In der Droge bildet das eingetrocknete Inulin meist in Wasser lösliche Klumpen in den Zellen. Legt man frisch gegrabene Wurzeln in Alkohol, so kristallisiert es in eigentümlichen Sphärokristallen aus (Fig. 7 und Fig. 11, *kr*), die entweder kugelig oder wulstig, oder halbkugelig oder gefächert sind, oft zu vielen vereinigt auftreten, ja ganze Zellgruppen erfüllen und alsdann ganz unabhängig von dem Wandnetz zu kristallisieren scheinen. Oft sieht man, dafs jeder Sphärokristall aus radial um einen Mittelpunkt gestellten Nadeln besteht, ja bisweilen ragen einzelne Nadeln sogar über die Kontur der Sphärokristalle hinaus (Fig. 7, *x*), meist jedoch ist die Randkontur rund und, abgesehen von einigen Einbuchtungen, glatt. Neben Inulin kommt in dem Rindenparenchym auch reduzierender Zucker und Lävulin vor, oft sehr reichlich, besonders in den inulinarmen Frühjahrswurzeln.

Die Sieb- und Milchröhrengruppen bilden nun in diesem Grundgewebe auf dem Querschnittsbilde isolierte Inseln, die so orientiert sind, dafs konzentrische Zonen entstehen (Fig. 1). Thatsächlich sind es übrigens nicht isolierte Inseln, sondern die einzelnen Gruppen einer konzentrischen Zone stehen mit den benachbarten der gleichen Zone in anastomosierender Verbindung. Die Siebröhren (*s*, Fig. 4, 5, 10 u. 13) zeigen je nach der Jahreszeit entweder kallusfreie Querplatten (Fig. 10, *sp* links) oder die letzteren sind mit Kallus bedeckt (Fig. 10, *x*). Die Glieder der Siebröhren pflegen die Länge einer Phloemparenchymzelle (also auch einer Kambiumzelle) zu besitzen. Sie enthalten reichlich Eiweifssubstanzen. Die 12—22 mik weiten Milchröhren (*Mi*, Fig. 4, 5, 8, 10, 11 u. 13) gehören zu den gegliederten (Angew. Anatomie S. 522). Sie entstehen durch Resorption der trennenden Wände über- und nebeneinander liegender Kambiformzellen. Die verschmelzenden Zellen besitzen eine in Form von Celluloseschleim (Angew. Anatomie S. 195) entwickelte Zwischenzellsubstanz. Überhaupt sind die Milchröhren (und auch die Siebröhren) gewissermafsen eingebettet in eine weiche Schleimsubstanz. Die Intercellularsubstanz hat nämlich hier den Charakter eines Celluloseschleims. Sie erfüllt als breite, weiche, quellungsfähige Masse, die sich mit Chlorzinkjod schwach blau färbt, den ganzen Raum zwischen den Zellen (ähnlich wie bei vielen Algen) (*J*, Fig. 5). Die Milchröhren, deren zarte sekundäre Membran (*sm*, Fig. 5) sich ebenso wie die sekundäre Membran der Siebröhren und des Phloemparenchyms mit Chlorzinkjod tief blau färbt, erlangen dadurch eine gewisse Freiheit der Bewegung, indem sie wie in einer Gelatinemasse fortwachsen können. Sie können in dem Intercellularschleim vorwärts gleitend nicht nur zwischen den benachbarten Zellen hindurch zu benachbarten Milchröhren hinüberwachsen (Fig. 5 links), um sich mit ihnen zu vereinigen, sondern auch in den Intercellularschleim hinein seitliche Fortsätze treiben an Stellen, wo es ausgeschlossen ist, dafs sie zwischen benachbarte Zellen sich einschiebend weiter wachsen können (Fig. 11). Durch reichliche Anastomosen und Verschmelzung der Äste entsteht schliefslich ein in seinem Verlaufe auf Tangentialschnitten durch eine jener konzentrischen Zonen schön zu übersehendes reich verzweigtes Milchröhrennetz (Fig. 11, vergl. auch Angew. Anatomie S. 523), dessen Anastomosen eine offene Kommunikation innerhalb des ganzen Netzes ermöglichen. Der Inhalt der Milchröhren ist ein körniger, beim Anschneiden frischer Wurzeln weifs austretender (bald aber schwarzbraun werdender) Milchsaft, der bei der Droge bräunlich-grau erscheint und sich leicht mit Alkannin-Essigsäure färben läfst. Er enthält neben Eiweifs den Bitterstoff, das Taraxacin und ein Gutta, das Taraxacerin. Am besten ist er bei Alkoholmaterial zu sehen, aber auch bei

der aufgeweichten Droge treten die Milchröhren charakteristisch hervor. Während die einzelnen Gruppen der Milch- und Siebröhren einer konzentrischen Zone stets untereinander in anastomosirender Verbindung stehen, kommt es niemals vor, dafs zwei benachbarte Zonen unter sich verbunden sind. Die die Milchröhrengruppen umgebenden Phloemparenchymzellen besitzen luftführende Intercellularen (Fig. 5).

In den äufsersten Partien der Rinde, wo auch die obliterierten primären Siebbündel (*obl*, Fig. 3) liegen und das Rindenparenchym oft in sehr lebhafter Teilung begriffen ist (Fig. 3) — auch das Phloemparenchym der inneren Partien zeigt viele Teilungswände (Fig. 5 bei *x* und Angew. Anatomie Fig. 221) —, ist eine zonenartige Anordnung der Milchröhrengruppen, die hier auch individuenärmer sind als weiter innen, nicht zu beobachten. Sie liegen hier mehr oder weniger isoliert (Fig. 3) und bilden ein selbständiges Milchröhrennetz. Eigentliche Rindenstrahlen fehlen, doch täuscht, da die Milch-Siebröhrengruppen tangential anastomosieren, das zwischen diesen liegende Rindengewebe auf dem Tangentialschnitte das Bild sekundärer Rindenstrahlen vor.

Aufsen wird die Rinde von dem Korke begrenzt (*k*, Fig. 3), der nur wenige Reihen dick wird und dessen Phellogen nur ausnahmsweise Phelloderm bildet. Die Zellen des Korkes besitzen die typische Tafelform, von der Fläche gesehen sind sie isodiametrisch (Fig. 12).

Der kurze Wurzelstock, in den die Wurzel oben ausläuft, besitzt in der Mitte ein nicht sehr breites Mark (*m*, Fig. 1 a), um dasselbe legt sich ein Kranz keilförmiger Gefäfsteile (*gth*, Fig. 1 a), die durch relativ breite Markstrahlen getrennt sind. Die letzteren setzen sich als Rindenstrahlen in die Rinde fort, die im übrigen wie die Rinde der Wurzel durch zahlreiche konzentrische Zonen von Sieb-Milchröhrengruppen das charakteristische gezonte Querschnittsbild erhält. Diese Sieb-Milchröhrengruppen (*s* und *Mi*, Fig. 6) gleichen ganz denen der Wurzel, ebenso auch die Gefäfse (*gf*, Fig. 6) des Gefäfsteiles. Das Markparenchym (*m*, Fig. 6) wird von relativ grofsen polyedrischen Parenchymzellen gebildet. In der Rinde verlaufen nahezu horizontal die Blattspurstränge (*bsp*, Fig. 1 a), die sich an den Gefäfsbündelring des Rhizoms ansetzen.

Der das Rhizom bekrönende Blattschopf besteht aus mehr oder weniger zahlreichen Blättern oder deren basalen Partien. Die tiefstinserierten sind abgestorben. Ihre Basen erhält man bei Querschnitten durch das Rhizom (*bl*, Fig. 1 a). Die stark hervortretenden Mittelrippen der Blätter führen einen Kranz von 11 ungleich grofsen Bündeln, von denen das in der Mitte der vorgewölbten Unterseite liegende gröfser ist als die übrigen. Die an der morphologischen Oberseite liegenden Bündel sind sehr klein. Die Bündel führen am Siebteil Milchröhren und mechanische Belege. Bei jungen, in der Entwicklung begriffenen Blättern (wie solche der Droge meist anhängen) zeigen die Stärkekörner der Stärkescheide alle Stadien der Korrosion, da sie für die Ausbildung des mechanischen Beleges verbraucht werden. Auch die Bündel der Blattlamina, die Nerven höherer Ordnung, führen Milchröhren. Die Mitte des Hauptnerven ist hohl.

Tafel 33.

Erklärung der Abbildungen.

Taraxacum officinale Wigg.

Fig. 1. Lupenbild des Wurzelquerschnittes. *x* Die eigentümlichen Zonen der Rinde.

„ 1a. Lupenbild des Rhizomquerschnittes. *bsp* Blattspuren.

„ 2. Schematisiertes Querschnittsbild einer ganz dünnen Nebenwurzel. Der diarche Bau ist noch deutlich, doch sind schon zwei sekundäre Gefäfse (*gth*) entwickelt.

„ 3. Querschnitt durch die Randschicht der Wurzel mit dem Kork.

„ 4. Gruppe von Siebröhren und Milchröhren der Wurzelrinde.

„ 5. Das gleiche, aber stärker vergröfsert, um die als Celluloseschleim entwickelte Zwischenzellsubstanz (*I*) zu zeigen, in der die Konjugation benachbarter Milchröhrenzweige erfolgt. *sm* die zarte sekundäre Membran, die sich mit Chlorzinkjod stark bläut.

Fig. 6. Querschnitt durch die kambiale Partie des Rhizoms. Das Kambium ist undeutlich.

„ 7. Inulin-Sphärokristalle aus in Alkohol eingelegten frischen Wurzeln.

„ 8. Radialer Längsschnitt durch die Wurzelrinde. Milchröhre und ersatzfaserartiges Phloemparenchym.

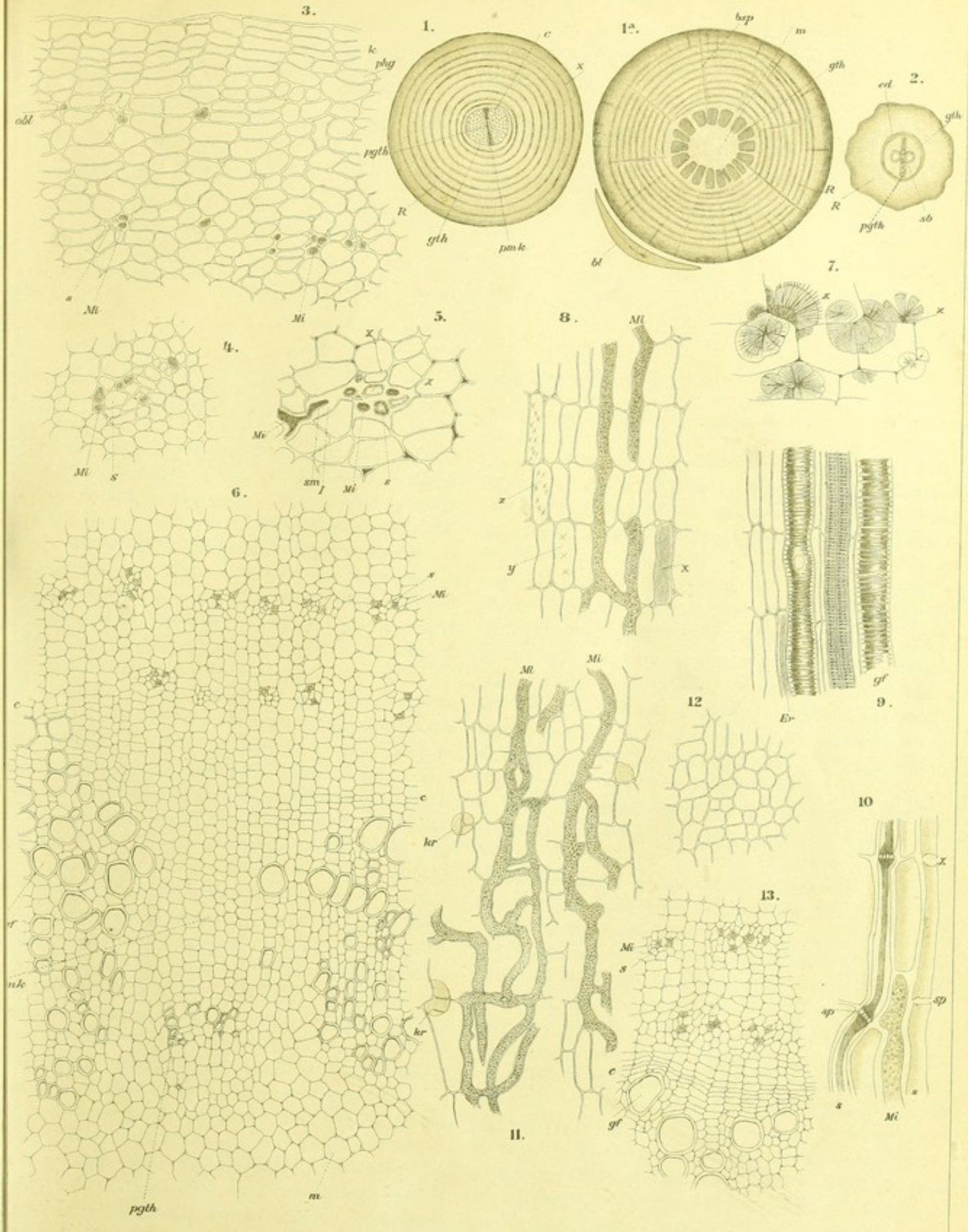
„ 9. Radialer Längsschnitt durch das Wurzelholz.

„ 10. Siebröhren und Milchröhrenende aus der Wurzelrinde.

„ 11. Tangentialer Längsschnitt durch das Milchröhrennetz der Wurzelrinde.

„ 12. Wurzelkork, Flächenansicht.

„ 13. Querschnitt durch die kambiale Partie der Wurzel.



Louis Gerstner lithogr. Anst. Leipzig-R.

Fructus Cardamomi.

Malabar-Cardamomen, Petit Cardamome de Malabar, Malabar-Cardamoms.

Die Blüten der Cardamomenpflanze, Elettaria Cardamomum White et Maton sind zu rispenartigen, seitlich an der Hauptachse entspringenden Infloreszenzen vereinigt. Jede Blüte besitzt ein Tragblatt, Deckblatt (*tgb*, Fig. 8), welches unterhalb des unterständigen Fruchtknotens inseriert ist und in dessen Achsel die Blüte steht (Fig. 4, *tgb*). Das sechszählige Perigon besitzt 2 dreizählige Kreise. Der äufsere (*Se*, Fig. 8) ist kelchartig, gamosepal, in drei Spitzchen auslaufend, der innere (*Pe*, Fig. 8) korollinisch, mit drei ovalen Lappen, von denen der hintere aufrecht steht und ein wenig breiter ist als die anderen. Das Androeceum ist dem Schlundrande der Korolle inseriert und gleichfalls dreizählig, aber nur ein Stamen ist fruchtbar. Von dem äufseren trimeren Staminalkreise sind nur die beiden seitlichen Teile als Staminodien in Form zweier kleiner Zähnchen oder Spitzchen (*sto*, Fig. 8) entwickelt, das dritte vordere Glied ist völlig abortiert. Der innere, gleichfalls trimere Staminalkreis ist vollständig. Die beiden vorderen Glieder sind zu einem Labellum verwachsen, das dritte hintere ist das einzige fertile Stamen der Blüte (*stam*, Fig. 8). Es ist fast sitzend und besitzt keinen Konnektivfortsatz. Das Labellum (*La*, Fig. 8), ist breit, blau geadert, schwach dreilappig. Der Griffel (*Grf*) ragt samt der grofsen Anthere aus der Blüte hervor. Die Narbe ist knopfig. Der Fruchtknoten wird von 3 episepalen Karpellen gebildet (Fig. 5), die sich zu einem dreifächerigen Fruchtknoten zusammenschliefsen. Die Ovula entspringen an dem Zusammenschlufsfalz der Karpelle (Fig. 4) nicht genau symmetrisch zu zweien, so dafs bei Querschnitten durch den Fruchtknoten oft mehr als 2 Ovula, meist 3, angeschnitten werden (Fig. 5). In jedem der 3 Fächer finden sich 5—8 oder mehr Ovula. 4 bis 5 werden erfolgreich befruchtet und entwickeln sich zu Samen. Die Ovula sind anatrop (Fig. 6) und zeigen 2 Integumente (Fig. 6, *ia*, *ii*). Die Frucht ist eine 3fächerige, dreiklappige, fachspaltig aufspringende, 10—15 mm lange Kapsel.

Die Droge wird von den unreif gesammelten Kapseln gebildet, die eirund bis länglich, im Querschnitt stumpf dreikantig (Fig. 2), am Grunde abgerundet, am Scheitel stumpf, bisweilen in ein kurzes, oft becherartiges Spitzchen, den Rest der Perigonbasis, ausgezogen, 1—2 cm lang, aufsen strohgelb und dicht längsstreifig (Fig. 1) sind. Jeder der drei Fächer ist meist fünfsamig (4—8). Die rötlichbraunen Samen sind ca. 3 mm lang, unregelmäfsig (Fig. 3), stets infolge gegenseitigen Druckes eckig-kantig, an der Oberfläche grobquerrunzelig. Die in einer Rinne auf der einen Längsseite verlaufende Raphe (*Ra*, Fig 3) endet an dem vertieften Samendeckel, der als ein kleiner brauner Fleck (Hilum) an der oberen Querseite sichtbar ist (Fig. 3, *De*). Der Samen ist von einem zarten häutigen Arillus umgeben.

Die Fruchtschale entwickelt sich aus den 3 Karpellen. Das Gewebe der Karpelle ist ein zartes Parenchym von etwa 15—20 Zellreihen Dicke, das beiderseits von einer einreihigen Epidermis bedeckt ist und welches zahlreiche Ölzellen etwa von der Gröfse der Parenchymzellen führt. Dieselben erreichen schon im Fruchtknoten nahezu ihre definitive Gröfse, während das Parenchym noch erheblich wächst. Daher erscheinen sie in der reifen Frucht kleiner als das umgebende Parenchym. Die inneren Schichten des Parenchyms sind kleinzelliger als die äufseren. Die Epidermis der Oberseite ist mit einzelligen, dünnwandigen, verbogenen oder hin und her gekrümmten Haaren besetzt. Eingebettet in das Grundgewebe finden sich zahlreiche Gefäfsbündel. Zunächst liegt dort wo die Scheidewand liegt je ein grofses rundes Bündel, und der Ort wo die Mittelrippe des Karpells zu suchen ist, ist durch ein radial gestrecktes, gegen die Innenwand gerücktes Bündel markiert. Zwischen diesem und dem Scheidewandbündel liegen je 3—4 kleinere Bündel, so dafs also die gesamte Fruchtknotenwand mindestens 24 Bündel führt. Auch in der Centralsäule, in der die drei Karpelle zusammenstofsen,

verlaufen 3 zarte Gefäfsbündelchen oder Prokambiumstränge. Von dem Mittelrippenbündel läuft ein Streifen zarter Zellen nach aufsen. Derselbe markiert schon in diesem Stadium die spätere Aufspringungslinie der Frucht (*x*, Fig. 2 u. 5). Dieselbe springt also fachspaltig (loculicid) auf. Die Scheidewände sind etwa 20 Zellen breit. Die Centralsäule ist unten dünn, verbreitert sich dann etwas und wird nach oben zu ziemlich dick (Fig. 4). Die Ovula sitzen fast ausschliefslich in der mittleren Partie.

Die Wand der nahezu reifen Frucht, wie sie die Droge bildet, ist etwa 1 mm dick und besteht etwa aus der gleichen Zahl von Zellschichten wie die Fruchtknotenwand. Es finden also nur wenige oder gar keine Tangentialteilungen statt, die Zellen vergrösern sich nur stark unter lebhafter Radialteilung. Dabei bleiben die inneren Schichten stets kleinzelliger als die äufseren und zeigen oft starke Obliteration, herrührend von dem Drucke, den die Samen beim Heranwachsen von innen her auf die Fruchtschale ausüben. Das Fruchtschalenparenchym ist mehr oder weniger reich durchlüftet und führt bisweilen Oxalat. Die innersten Schichten sind bisweilen sternzellenartig entwickelt. Die Aufspringungsstelle liegt an dem Mittelrippenbündel. Sie ist, da von radialgestreckten dünnen Zellen gebildet, deutlich wahrzunehmen. Die Zahl der Bündel ist durch Gabelung der vorhandenen mindestens auf das Doppelte gestiegen. Es liegen jetzt zwischen dem Mittelrippenbündel und dem Scheidewandbündel meist 8 Bündel und über dem Scheidewandbündel findet sich ebenfalls ein solches, so dafs also im typischen Falle 57 Bündel in der Fruchtschale verlaufen. Von denselben machen sich die am weitesten nach aufsen liegenden bei der trockenen Frucht (nicht bei der frischen) als etwa 40—45 Längsrippen auch äufserlich bemerkbar. Bei den stets kollateralen Bündeln liegt der Gefäfsteil nach innen, der Siebteil aufsen. Letzterer ist der Regel nach von einem mehr oder weniger starken Bastbelege bescheidet (*B* in Fig. 17), der bei den ganz kleinen Bündeln so mächtig wird, dafs er die Hauptsache bildet (Fig. 17, unten). Er schliefst dort nur ein sehr zartes Bündel ein. Die bis 60 mik weiten Gefäfse der Bündel sind stets Spiralgefäfse (Fig. 19, *gf*). Der Bastbeleg besteht aus schwach verdickten, relativ kurzen, sonst typischen Bastzellen mit linksschiefen Spaltentüpfeln (*B*, Fig. 19). Das Grundgewebe besteht aus grofsen, etwa 120 mik im Durchmesser messenden Parenchymzellen, zwischen denen sich die kleinen rundlichen, mit einem gelben oder bräunlichen Harz-Öltropfen erfüllten, ca. 40—50 mik im Durchmesser messenden Sekretzellen (*oez*, Fig. 17) finden, gegen die hin das Parenchym oft strahlig angeordnet ist. Die Ölzellen besitzen eine verkorkte Membranlamelle. Die Epidermis der Aufsenseite der Fruchtwand (der Unterseite der nach oben zusammengelegten und zum Fruchtknoten vereinigten Fruchtblätter) besteht aus ziemlich grofsen niedrigen polyedrischen Zellen (*Epu*, Fig. 17 u. 18), die der Innenseite gleicht ihr im allgemeinen, ist aber samt dem darunter liegenden Gewebe meist obliteriert. Auf der Aufsenseite findet man keine Haare, wohl aber da und dort deren Ansatzstellen: sie sind frühzeitig ausgefallen. Die Centralleiste nebst den Placenten und die 3 Scheidewände sind durch den Druck der heranwachsenden Samen völlig, letztere zu papierdünnen hyalinen Blättchen zusammengedrückt und lassen sich als eine dreiflügelige Leiste leicht aus den eingequollenen Früchten herauslösen, um so leichter, als die Scheidewände oft dicht an der Fruchtschale abgerissen sind (Fig. 17 bei *w*). Präpariert man sie heraus, so sieht man, dafs von dem Centralleistenbündel einige Bündelstämme in das Placentargewebe eintreten, die in die Funiculi der Samen Bündel entsenden. Die Scheidewände selbst sind bündelfrei. Die Funiculi sind meist ziemlich lang. Sie umgeben, da die Ovula, also auch die Samen, fast ausschliefslich in der mittleren Partie der Centralsäule entspringen, als ein Zapfenkranz die Mitte der Centralleiste, wenn man diese samt den Scheidewänden herauspräpariert. Sie sind an der Spitze von dem Arillargewebe bedeckt. Denn aus den oberen parenchymatischen Randschichten des Funiculus entwickelt sich der häutige Arillus, der die Samen umhüllt.

Präpariert man die Samen in toto vorsichtig aus der eingequollenen, in Alkohol eingelegten Frucht heraus, so findet man, dafs dieselben, entsprechend den 3 Fruchtfächern, 3 gestreckte Ballen bilden, die sich leicht isolieren lassen, wenn man die trennenden dünnen Scheidewände herauslöst. Jeder dieser 3 Ballen besteht aus 4—5 Samen, die durch die häutigen Arillen miteinander verklebt sind und infolge gegenseitigen Druckes an den Innenseiten abgeplattet erscheinen. An der gegen die Fruchtwand gerichteten Seite sind sie abgerundet. Gegen die Mitte der Innenseite jedes dieser Ballen ist ein Bündel zarter Funiculi gerichtet, eine Folge der Erscheinung, dafs die Samen fast ausschliefslich auf einer eng begrenzten mittleren Partie der Centralsäule entspringen.

Die Samen entstehen aus anatropen Ovulis. Die Ovula sind so inseriert, dafs sie für gewöhnlich ihre Mikropyle nach oben richten (Fig. 6), den den Griffelkanal herabkommenden Pollenschläuchen entgegen. Sie sind also anatrop-hängend. Sie besitzen 2 Integumente, ein dickes äufseres und ein dünnes inneres (Fig. 6 u. 9). Das äufsere Integument ist sehr verschieden dick. Unter der Epidermis (Fig. 9, 1) liegt eine einreihige Schicht grofser, schon in diesem Stadium wohl ausgebildeter, sekreterfüllter, verkorkter Ölzellen (Fig. 9, 2), und dann folgt eine sehr verschieden mächtige Schicht dünnen Parenchyms (Fig. 9, 3). So weit reicht das äufsere Integument. Das innere besteht nur aus einer Zellreihe (Fig. 9, 4), selten sind zwei bemerkbar, so an der Mikropyle, wo es stets dicker ist als an dem anderen Ende. Innerhalb des inneren Integumentes liegen bei befruchteten Ovulis einige Schichten Perisperm (Fig. 9, 5). Betrachtet man ein Ovulum im vorgerückteren

Stadium (z. B. nach erfolgter Befruchtung) von hinten, so findet man an der Eintrittsstelle des auch jetzt noch nur einen Prokambiumstrang führenden Funiculus in das eigentliche Ovulargewebe 2 seitliche Zapfen (*x*, Fig. 7). Es sind dies die Anfänge des Arillus.

Der reife Samen besitzt eine sehr harte Samenschale, deren Härte jedoch ausschliefslich von der Sclereidenschicht (Fig. 13 u. 14, 4) bedingt ist. Betrachtet man den Samen mit der Lupe von aufsen, so findet man, dafs die Samenschale zahlreiche grobe, bisweilen ziemlich regelmäfsig angeordnete Buckel besitzt. Auf einem Längsschnitte zählt man meist etwa 6 Reihen von oben nach unten. Diese Buckel entstehen dadurch, dafs die Samenschale sich buckelig vorstülpt (Fig. 11 u. 12). Sie sind für den Malabar-Cardamom sehr charakteristisch.

Die äufserste Schicht ist eine eigentümliche, an der Aufsen- und Innenseite stark verdickte Epidermis (*Ep*, Fig. 13 u. 14, 1), deren meist leere Zellen, von der Fläche gesehen, eine eigentümliche, oft in benachbarten Partien gegensinnige Streckung und stumpfe Enden zeigen und die oft zu besonderen Gruppen vereinigt sind (*Ep*, Fig. 15, 1). Diese Epidermis ist sehr charakteristisch für die Malabar-Cardamomen und fehlt nur an der Basis des Samens, dort wo der Arillus ansitzt (Fig. 14). Die Breite der Zellen beträgt meist 20—30 mik (auf dem Flächenschnitt gemessen), die hellen Verdickungsschichten, besonders die breite Aufsenwand, färben sich mit Chlorzinkjod schwach blau, die das Lumen als scharf konturierte dünne Haut umgebende innerste Verdickungsschichte (tertiäre Membran) gelb. Dann folgt eine ein- oder zweireihige Schicht dünnen Parenchyms (Fig. 13, 1a), dessen Zellen oftmals obliteriert sind, im allgemeinen die Richtung der Epidermiszellen rechtwinkelig schneiden — Querzellen —, bisweilen bräunlichen gerbstoffartigen Inhalt führen — Pigmentzellen — und die, von der Fläche gesehen, eine starke Streckung zeigen (Fig. 15, 1a). Dann trifft man auf die Ölzellenschicht (*oez*, Fig. 13, 14, 15, 2). Dieselbe besteht aus zarten, lückenlos aneinander gefügten, im Samenquerschnitt fast quadratisch, auf dem Flächenschnitt (Fig. 15, 2) jedoch mehr oder weniger gestreckt erscheinenden Zellen, die neben Tropfen ätherischen Öles noch meist die Reste der resinogenen Schicht in Form eines vakuoligen Gebildes führen (Fig. 13 bei *x*). Diese Ölzellenschicht ist schon im Ovulum deutlich entwickelt und führt schon dort ein — bei Alkoholmaterial bräunliches — Sekret. Sie ist ringsum einschichtig, nur dort, wo in der am Samen schon ohne Lupe deutlichen Rinne das Raphebündel verläuft (*Ra*, Fig. 3 u. 10), ist sie mehrschichtig (Fig. 13, links) und die Zellen der inneren Schicht erscheinen hier stark radial-gestreckt. Hier schiebt sich das Raphebündel (*gfb*, Fig. 13) zwischen die äufsere Ölzellenschicht und die inneren ein. Dasselbe setzt sich an der Basis des Samens an das Funicularbündel an, beschreibt einen kurzen Bogen um die gewölbte Basalpartie und läuft alsdann in der Rinne bis gegen die Spitze des Samens (*Ra*, Fig. 12) zur (übrigens meist undeutlichen) Chalaza. Es besteht aus einer ganzen Anzahl sehr zarter Spiralgefäfse und einer Gruppe von Kambiformzellen (*gfb*, Fig. 13). Auf Längsschnitten sieht man es nur, wenn dieselben parallel der Rinne und durch dieselbe geführt wurden (Fig. 12).

Innerhalb der Ölzellenschicht folgt dann eine mehrreihige, aus Schicht 3 des äufseren Integumentes des Ovulums (Fig. 9) hervorgehende Schicht entweder deutlich erhaltener oder nährschichtartig obliterierter Zellen (Fig. 13, 14 u. 15, 3), die in der Flächenansicht oft eigentümlich knotige Verdickungen zeigen (Fig. 15, 3). Bis hierher reicht das äufsere Integument.

Das innere Integument ist meist einreihig und schon im Ovulum scharf markiert (Fig. 9). Aus ihm geht die Sclereiden- oder Hartschicht (Fig. 13 u. 14, 4) hervor, die der Samenschale nicht nur ihre Härte, sondern auch ihre Farbe verleiht. Sie besteht aus kurzen, radial-gestreckten, 15—20 mik breiten und 25—35 mik hohen Brachysclereiden, die nur auf der Innenseite, aber hier sehr stark verdickt sind und deren Wandung eine starke Bräunung zeigt. Von der Fläche gesehen (Fig. 15, 4), sind die Sclereiden dieser Schicht polyedrisch und ihr Lumen tritt als rundliche Höhlung deutlich hervor. An der dicken Wand ist Schichtung entweder gar nicht oder nur sehr schwach zu sehen (*y*, Fig. 13). Die Sclereiden enthalten je ein das Lumen nahezu ganz ausfüllendes, feinwarziges Korn (nur in Fig. 14 bei *x* gezeichnet), welches in Wasser sich nicht verändert, in Kali löslich ist, durch Jod aber nicht gefärbt wird, auch beim Erwärmen nicht schmilzt, also weder Aleuron noch Fett zu sein scheint. Schon oben ist erwähnt worden, dafs an der Mikropylarseite des Ovulums, die der Basis des Samens, dem Hilum, entspricht, dies innere Integument mehrreihig ist. An dieser Stelle entwickelt sich nun aus ihm der Samendeckel (*De* in Fig. 11 u. 14), der mit dem Arillargewebe verwachsen ist und, an einem ringsumlaufenden dünnen Charnier (*z*, Fig. 14) sitzend, den ruhenden Samen fest verschliefst. Er besteht aus ein bis mehreren Reihen von Sclereiden, die ganz denen der Sclereidenschicht der Samenschale (Fig. 13 u. 14, 4) gleichen und läuft oben in einen Zapfen aus. Innerhalb der Sclereidenschicht findet sich eine breite helle Haut. Da dieselbe den Epidermiszellen des Perisperms dicht aufliegt, könnte man sie für die dicke Aufsenwand derselben halten. Da jedoch an einigen Stellen, besonders an der Rapherinne, eine zarte Längsstreifung in ihr bemerkbar ist (*z*, Fig. 13) und die Schicht gegen die Sclereidenschicht hin mit einer zarten kuticularisierten Haut bedeckt ist, erscheint es wahrscheinlicher, dafs wir es hier mit einer obliterierten Randschicht des Perisperms, resp. des Nucellus zu thun haben, oder (was weniger wahrscheinlich) mit einer zum Integumente gehörenden Nährschicht. Da mir die zur Entscheidung der Frage nötigen Zwischenstadien fehlten, konnte ich mir ein sicheres Urteil über diesen Punkt nicht bilden.

Der Arillus ist, wie erwähnt, eine Wucherung des dem Ovulum nächstbenachbarten Funiculargewebes (*x*, Fig. 7), entspringt also am bisweilen als Spitzchen sichtbaren Hilum (Fig. 11). Er legt sich als eine dünne, vom trockenen Samen leicht abschilfernde Haut dem Samen dicht an, in alle Falten eindringend (*Ar*, Fig. 11). Er besteht aus mehreren Reihen sehr dünnwandiger, meist mehr oder weniger obliterierter Zellen (*Ar*, Fig. 13), die von der Fläche gesehen langgestreckt erscheinen (*Ar*, Fig. 15) und entweder inhaltsfrei sind oder Stärke resp. Öl führen. Nur am Hilum sind die Zellen des Arillus gut zu sehen (*Ar*, Fig. 14), dort geht sein Gewebe in das des Funiculus über (Fig. 14 bei *Ra*). Bei der Droge ist der Arillus oft von Pilzmycelien übersponnen. Gefäfsbündel fehlen ihm.

Das aus dem Nucellargewebe hervorgehende Perisperm (*Psp* in Fig. 10, 11 u. 12) macht quantitativ die Hauptmasse des Samens aus und wird frühzeitig angelegt. Es ist schon im befruchteten Ovulum sichtbar (*Psp*, Fig. 9). Die Perispermzellen sind dünnwandig, aufsen aus Gründen der Stoffleitung radial gestreckt und eckig, innen mehr rundlich (*Psp*, Fig. 13 u. 14), an der Grenze gegen das Endosperm hin etwas zusammengedrückt, flach. Sie sind dicht vollgepropft mit sehr feinkörniger Stärke (Fig. 16), deren rundliche oder eckige Körner (Fig. 16a) zu den kleinsten Reservestärkekörnern gehören, die es giebt (Angew. Anatomie, S. 83). Sie messen 1—4 mik im Durchmesser. Sie lassen die Zellen fein punktiert erscheinen. Aufserdem findet man in jeder Zelle einen kleinen eckigen Hohlraum, der mit einem oder mehreren kleinen, besonders im Chloralpräparat und bei Betrachtung mit dem Polarisationsmikroskop deutlichen, wohl ausgebildeten Kalkoxalatkristallen erfüllt ist, die zum monosymmetrischen Systeme gehören (Fig. 16b).

Das Endosperm (*End* in Fig. 10, 11, 13 u. 14) ist relativ schmal. Es umgiebt den Keimling ringsum sackartig, an der Basis des Samens, dort wo der Deckel liegt, allerdings nur in Form einer ein- oder wenigzelligen Schicht (Fig. 14), weiter oben, dort wo das Saugorgan liegt, in Form einer mehrzelligen breiteren Zone (Fig. 13). Die Zellen sind vollständig erfüllt von einer hyalinen ölfreien, weichen Masse, die sich mit Jod gelb-braun färbt, in Wasser nicht quillt, sich in Kali nicht löst und in der einzelne Körner nur selten wahrzunehmen sind. (Aleuron oder Amylodextrin?)

Der Embryo besteht aus einem eckigen oder abgerundeten Kopfe und einem langgestreckten, rings in Endosperm gebetteten keulenförmigen Gebilde. Das letztere ist das Saugorgan (*Sgo* in Fig. 10, 11, 12, 13 u. 14). In dem Kopfe ist im reifen Samen nur eine geringe Differenzierung bemerkbar (Fig. 14). In das Coleoptile-artige Grundgewebe eingebettet findet man hier die keulige Radicula (*rad*) — mit ihrer Spitze gegen den Deckel hin gerichtet — und die kegelförmige Plumula (*pl*) angedeutet. Das Saugorgan führt in der Mitte einen Prokambiumstrang (*Sgo*, Fig. 14). Das Gewebe des Keimlings ist ein kleinzelliges Parenchym, welches dicht erfüllt ist mit kleinen rundlichen Aleuronkörnern (*al*, Fig. 13) und fettem Öl.

Dafs das keulige Gebilde wirklich ein Saugorgan ist, lehrt die Keimung, die ich mit frischen Samen in Buitenzorg durchgeführt habe. Bei derselben hebt zunächst der auswachsende Kopf des Keimlings den Deckel (*De* in Fig. 11 u. 14) ab und schiebt ihn beiseite (Fig. 12). Hervorgetreten differenziert sich der Kopfteil alsdann deutlicher in Plumula und Radicula. Die Radicula wächst nach unten, die Plumula nach oben. Das Saugorgan bleibt im Samen stecken. Bei vorgeschrittener Keimung erhält man alsdann folgendes Bild (Fig. 12): Im allmählich sich entleerenden Samen steckt das keulenförmige Saugorgan, welches mittelst eines langen Stiels an dem Wurzelhalse (*wu*, Fig. 12) und dem basalen Stengelteile inseriert ist. Die Plumula ist zu einem spitz-kegeligen Gebilde ausgewachsen. Der Vegetationspunkt ist von einer Blatttute umgeben. Das Saugorgan stirbt erst ab, wenn der Samen völlig entleert ist.

Der Fruchtstiel führt innerhalb einer an Ölzellen reichen Rinde einen Kranz von etwa 10 kollateralen Bündeln, die von starken Bastzellbelegen bescheidet sind. Innerhalb dieses Kranzes im Mark liegen noch einige isolierte Bündel.

Die samenreichen **Ceylon-Cardamomen** (von einer als Elettaria major Smith unterschiedenen Abart), deren bräunliche Farbe, abweichende gestreckte, meist etwas gekrümmte Form und grofse Länge — sie werden oft 30 mm lang — sie leicht von den Malabar-Cardamomen unterscheiden läfst, weichen trotzdem im anatomischen Baue der Frucht und des Samens nur wenig von den Malabar-Cardamomen ab. Der Bau der Fruchtschale ist in allen wesentlichen Punkten derselbe. Doch finden sich auf der Epidermis einige wenige zerstreute schmale Haare mit sehr engem Lumen oder wenigstens deren Ansatzstellen. An dem etwas gröfseren Samen ist Deckel, Saugorgan, Endo- und Perisperm deutlich zu erkennen. Die einzigen Unterschiede liegen darin, dafs die tertiäre Membran der meist auch etwas schmäleren — nur 10—20 mik (auf dem Flächenschnitt gemessen) breiten — Epidermiszellen der Samenschale hier dicker ist wie bei den Malabar-Cardamomen, so dafs die Epidermiszellen, von der Fläche gesehen, erheblich dickwandiger erscheinen als bei jenen. Das ist ein Merkmal, das diagnostisch brauchbar ist, auch bei der Untersuchung des Pulvers. Durch diese dickwandigen Epidermiszellen kann man eine Beimischung von Ceylon-Cardamomen-Pulver nachweisen. Die Ölzellen der Samenschale sind beim Ceylon-Cardamom etwas gröfser und mehr tangential gestreckt als beim Malabar-Cardamom, die Kristalle in den Perispermzellen deutlicher und gröfser, die einzelnen Aleuronkörner (?) im Endosperm deutlicher. Schicht 3 pflegt breiter zu sein, als beim Malabar-Cardamom.

Jetzt wird auf Ceylon viel Malabar-Cardamom gebaut.

Die runden **Siam-Cardamomen** (Card. rotundum) von Amomum Cardamomum L. besitzen eine ganz anders gebaute Fruchtschale. Abgesehen von besonders an der Fruchtbasis zahlreichen, sehr langen und sehr dünnwandigen Haaren auf der Aufsenseite, findet man innerhalb der obliterierten Schicht auf der Innenseite der Fruchtschale eine Schicht quadratischer dünnwandiger Sclereiden. Die fest miteinander verklebten Samen besitzen eine aus grofsen und hohen Zellen bestehende Epidermis, eine tief braunrot gefärbte Querzellen-(Pigment-) Schicht, schmale hohe Ölzellen und sehr niedrige Sclereiden in der Sclereidenschicht.

Das Pulver.

Das Pulver der Malabar-Cardamomen besteht hauptsächlich aus den eckigen Stärkezellen des Perisperms, die oftmals (wie beim Pfefferpulver) noch wohl erhalten sind, neben ihnen überwiegen die isolierten Stärkekörner des Perisperms (Fig. 16 a). Verkleistert man die Stärke mit Chloral, so sieht man zahlreiche Fetzen der Epidermis der Samenschale: relativ dickwandige, langgestreckte Zellen, oft noch in ihrer eigenartigen Verbindung (*Ep*, Fig. 15). Auch die Querzellenschicht (Fig. 15, 1a) unterhalb dieser Epidermis ist bisweilen deutlich. Sehr charakteristisch sind ferner die zahlreichen braunen, bräunlichen oder braungelblichen Fragmente der Sclereidenschicht, deren Zellen sich in der Flächenansicht (Fig. 15, 4) präsentieren. Die zahlreichen Kristallfragmente sind besonders bei Zuhilfenahme des Polarisationsmikroskopes deutlich.

Eine Beimischung der Fruchtschale verrät sich stets durch das Vorhandensein zahlreicher Bastfasern (*B*, Fig. 19).

Tafel 34.

Erklärung der Abbildungen.

(*Elettaria Cardamomum White et Maton.*)

Fig. 1. Frucht des Malabar-Cardamom von aufsen.

„ 2. Querschnitt durch die Frucht des Malabar-Cardamom. Lupenbild. Bei *x* springt die Frucht zur Reifezeit auf.

„ 3. Zwei herausgelöste Samen des Malabar-Cardamom. *Ra* Raphe-rinne. *De* Samendeckel.

„ 4. Längsschnitt durch den Fruchtknoten von Elettaria Cardamomum White et Maton.

„ 5. Querschnitt durch den Fruchtknoten, oben bei *x* die Aufspringungslinien.

„ 6. Ein anatropes Ovulum, median-längs durchschnitten.

„ 7. Ovulum von hinten gesehen. Bei *x* die Arillarhöcker.

„ 8. Blüte von Elettaria Cardamomum mit Deckblatt (nach Berg).

„ 9. Querschnitt durch die Integumente des Ovulums und die Randschicht des Perisperms. Die Zahlen 1—5 bezeichnen bei Fig. 9, 13, 14 u. 15 die korrespondierenden Gewebe.

„ 10. Querschnitt durch den reifen Samen ohne Arillus. Lupenbild. *Sgo* Saugorgan. *Ra* Raphe.

„ 11. Längsschnitt durch den reifen Samen mit dem Arillus (*Ar*). *De* Deckel.

„ 12. Keimung des Samens; das Saugorgan (*Sgo*) bleibt im Samen stecken, der Deckel (*De*) wird abgehoben. *Ra* Raphe.

Fig. 13. Querschnitt durch den Samen an der Raphe.

„ 14. Längsschnitt durch die Basis des Samens, dort wo der Deckel und der Arillus ansitzt. Bei *x* das Charnier, das den Deckel hält und beim Austreiben des Keimlings durchrissen wird. Im Keimling ist Radicula (*Rad*), Plumula (*pl*) und Saugorgan (*Sgo*) bereits differenziert.

„ 15. Succedane Flächenschnitte durch den Arillus (*Ar*) und die einzelnen Schichten der Samenschale. (Die Zahlen 1—4 bezeichnen die gleichen Gewebe bei Fig. 14.) 4 *x* der obere Teil einer Sclereide, von der Fläche gesehen, mit dem Inhaltskörper (das gleiche in Fig. 14 bei *x* im Querschnitt).

„ 16. Eine stärkeerfüllte Perispermzelle mit der Kristallhöhle.

„ 16a. Isolierte Stärkekörner.

„ 16b. Isolierte Oxalatkristalle aus dem Perisperm, stark vergröfsert.

„ 17. Querschnitt durch die reife Fruchtschale an einer Scheidewand (*w*).

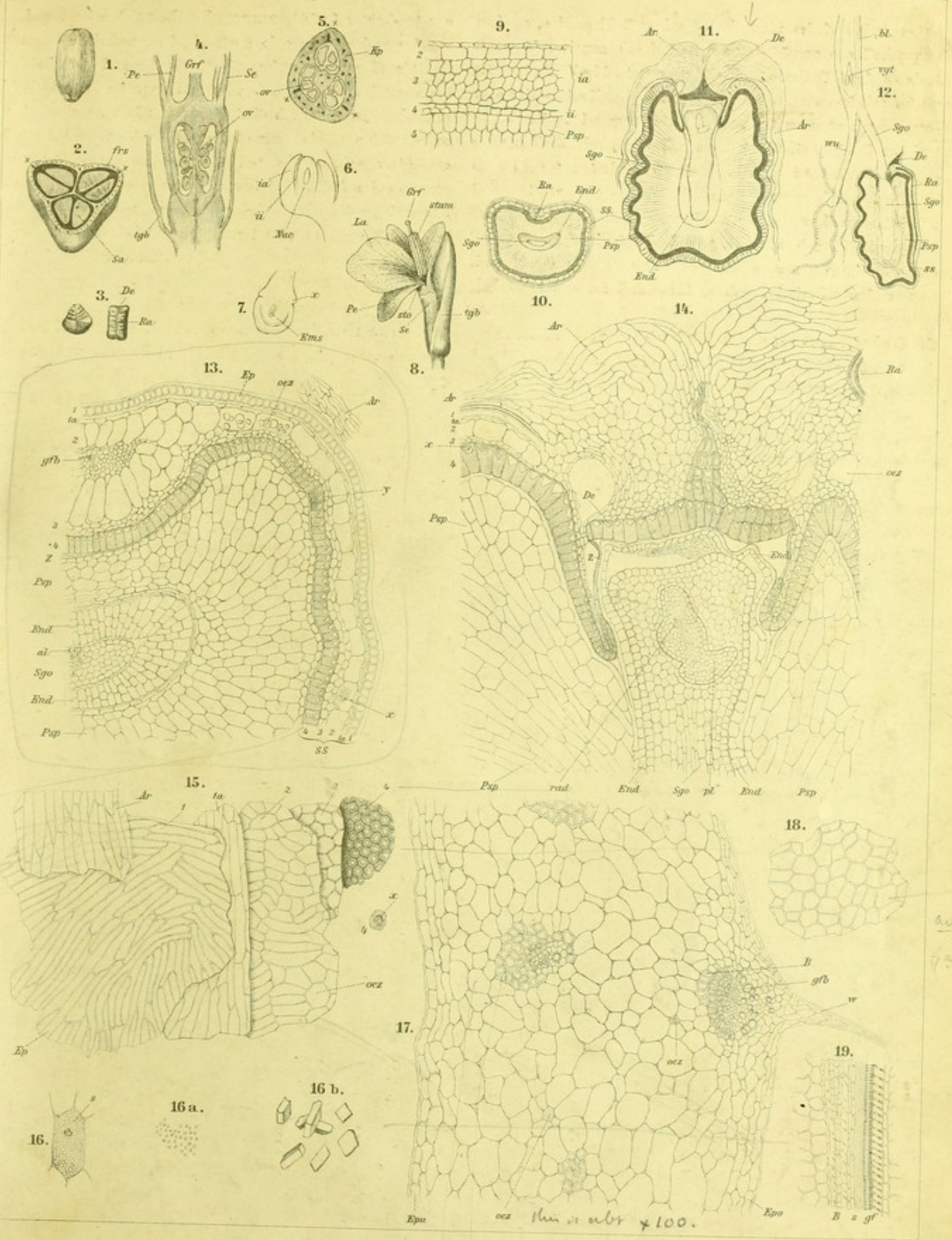
„ 18. Äufsere Epidermis der Fruchtschale von der Fläche gesehen.

„ 19. Radialer Längsschnitt durch ein Gefäfsbündel der Fruchtschale.

Arillus cells length about 90 =
width " 5 =

Fructus cardamomi.

Taf. 34.



Sem. strychni.

Brechnüsse, Krähenaugen, Noix vomique, Nux vomica.

Die aktinomorphen, matt grünlich-gelben Blüten von Strychnos Nux vomica I sind zu doldenartigen Dichasien (Trugdoldentrauben) vereinigt. Die Grundachsen sind racemös, die weiteren Auszweigungen cymös verzweigt, die Enden Wickel. Für gewöhnlich folgen die 4 ersten, untersten Achsen der Inflorescenz der Blattstellung, d. h. sie bilden 2 einander genäherte dekussierte zweigliederige Quirle, der untere mit dem obersten Blattpaare alternierend und die terminale Achse trägt ebenfalls ein Paar opponierter Sprosse. Die Nebenachsen erster Ordnung sind entweder auch noch racemös oder bereits cymös, die Achsen höherer Ordnung stets cymös und entweder echte Dichasien oder Wickel (verarmte Dichasien). Die mittelste Blüte des Einzeldichasiums ist fast sitzend, wird von den beiden seitlichen, gestielten übergipfelt und blüt zuerst auf, so dafs sie bereits abgeblüt hat, wenn sich die beiden anderen öffnen. Die Deck- und Vorblätter sind sehr klein.

Der gamosepale Kelch ist klein, napfförmig, meist 5zipfelig, mit kurzen dreieckigen Zipfeln (*Se*, Fig. 5), die gamopetale, im Schlunde kahle Korolle stieltellerförmig, mit walzenförmiger Röhre und meist 5-lappigem Saum mit klappiger Knospenlage. Der Kelch ist bleibend. Die Korolle fällt nach dem Abblühen ab, so dafs man alsdann zwischen Kelch und Fruchtknoten nur mehr die gebräunten Basalreste derselben findet (*Pe*, Fig. 5). Die 5 Stamina sind dem Schlunde der Korolle inseriert, alternieren mit den Lappen derselben und sind fast sitzend. Der Stempel besitzt die Länge der Korolle. Der Fruchtknoten ist oberständig (Fig. 5) und zweifächerig. Er wird von 2 Karpellen gebildet. Im mittleren Teile ist die Scheidewand infolge starker Entwickelung der Placenten verdickt (Fig. 4 u. 5) und trägt dort zahlreiche Ovula.

Die Ovula sind amphitrop (hemitrop, halb umgewendet). Es sind also anatrope Samen, bei denen vom Nabel aus die eine Hälfte des Nucellus mit der Mikropyle nach der einen, die andere mit der Chalaza nach der anderen Seite gerichtet ist. Da hier und da der Nucellus eine geringe Krümmung zeigt, kann man bei einigen zweifelhaft sein, ob nicht Kampylotropie vorliegt. Die Amphitropie nähert sich ja überhaupt der Kampylotropie. Die Form des reifen Samens, sowie seine Entwickelung deuten aber eher auf amphitrope Ovula. Die Ovula sind zudem meist apotrop mit nach unten gerichteter Mikropyle. Der terminale einfache Griffel trägt eine kopfförmige, ausgerandete Narbe. Von den zahlreichen Blüten entwickeln sich nur verhältnismäfsig wenige zu Früchten.

Aus den Karpellen entwickelt sich die Fruchtschale.

Die Früchte sind Beeren. Sie sind rund, gegen die Basis kaum verschmälert (Fig. 1), sehr verschieden grofs, im Maximum von der Gröfse eines kleinen Apfels, ca. 5 cm, aufsen glatt, unreif grün, reif graugelb bis orangegelb mit weifslichem weichen, sehr bitterem Fruchtfleisch und harter Schale. Die Scheidewand ist in der reifen Frucht nicht mehr deutlich. Die Samen sind vertikal gestellt (Fig. 2). Der gröfste Teil der Ovula abortiert, so dafs, trotzdem zahlreiche Ovula angelegt werden, doch oftmals nur 1—3 Samen sich in der Frucht finden, höchstens zählte ich 5.

Die Karpelle sind ziemlich dick und durchweg parenchymatös. In der Mitte jedes Karpells (bei *x*, Fig. 4) verläuft das gröfsere nach aufsen gerückte Mittelrippenbündel, zwischen diesem und dem Scheidewandbündel liegen je 3 (oder 4) kleinere, der Innenwand genäherte Bündel. Die Innenepidermis des Karpells, die die Fruchtknotenhöhlung auskleidet, ist auf der gegen diese gerichteten Seite verdickt. Sehr bald nach der Befruchtung der Ovula, ja bisweilen schon vorher, findet eine sehr lebhafte Teilung in dem Parenchym der Fruchtknotenwand statt. Man findet fast alle Zellen besonders durch Tangentialwände geteilt.

Für gewöhnlich werden von den zahlreichen Ovulis nur einige wenige, ja bisweilen sogar nur eins befruchtet. Sobald dies geschehen, vergröfsern sich diese Ovula rasch und stark und drängen allmählich sowohl die Placenta und die Scheidewand, wie auch die sich schnell bräunenden, unbefruchteten Ovula beiseite (Fig. 7). In einer 7 mm dicken Frucht (Fig. 4) findet man die Reste derselben noch deutlich, und auch schon makroskopisch sind die kleinen braunen fehlgeschlagenen Ovula schön zu sehen.

In diesem Stadium sind in der jungen Fruchtschale deutlich drei Schichten zu erkennen. Unter der Epidermis eine schmale parenchymatische Schicht, dann eine durch Sclerotisierung des Parenchyms entstandene Sclerenchymzone, gebildet aus zahlreichen, einander stark genäherten Sclereidennestern (*scl*, Fig. 7) und zu innerst eine mächtige, von zahlreichen kreuz und quer streichenden Gefäfsbündeln durchzogene Parenchymschicht mit farblosem Zellinhalt.

Die Schale der reifen Frucht zeigt die gleichen Zonen (Fig. 3). Die äufsere, subepidermale Partie besteht aus etwa 6 Reihen Parenchym, in dem die Chlorophyllkörner und Chromatophoren liegen, die Sclereidenschicht ist durch weitere Sclerose des Parenchyms zu einer soliden Schicht geschlossen und zeigt auch noch auf der inneren Seite Anlagerungen sclerotisierten Parenchyms (Fig. 3), die innere Schicht, das sogenannte Fruchtmus oder Fruchtfleisch, ist parenchymatisch und umschliefst die Samen dicht. Von der Scheidewand ist nichts mehr zu sehen. Bei Untersuchung frischer Früchte kann man leicht mittelst Jodkali feststellen, dafs die Zellen des Fruchtfleisches Alkaloide (Strychnin) enthalten. Man erhält mit dem genannten Reagens rotbraune Niederschläge, die sich in Natriumhyposulfit lösen (siehe unten).

Die amphitropen Ovula zeigen einen verhältnismäfsig langen Funiculus (Fig. 4, 5 u. 8) und besitzen nur ein dickes Integument. Sie sind an der Placenta derartig angeheftet, dafs die Mikropyle nach unten gerichtet ist. Daher stehen die Samen in der Frucht aufrecht (siehe unten).

Die Entwickelung des Ovulums zum Samen erfolgt nun zunächst in der Weise, dafs sich das so wie so schon dicke Integument (Fig. 8, *i*) durch Tangentialteilungen immer weiter verdickt (Fig. 9, 10, 11). Die Zellen bleiben aber dünnwandig. Gleichzeitig verbreitert sich der junge Same in der der Ansatzstelle des Funiculus gegenüberliegenden Seite nur wenig, stark und gleichmäfsig aber sowohl an der Stelle, wo die Mikropyle liegt, wie an der entgegengesetzten, bei amphitropen Ovulis ja ohnedies geförderten Seite (Fig. 8), wie überhaupt rings um die Ansatzstelle des Funiculus. Dadurch erhält der Same immer mehr das bekannte schildförmige Aussehen. Schliefslich liegt die Funicular-Ansatzstelle genau central. Noch bei 1 mm dicken Samen ist vom Endosperm nicht viel zu sehen, die Hauptmasse des Samens wird von dem stark verbreiterten, kleinkörnige transitorische Stärke führenden Integumente eingenommen, das von einer kleinzelligen Epidermis bedeckt ist.

Hat der Same eine Dicke von 2 und eine Breite von 13 mm erreicht, so bemerkt man zunächst eine Erstarkung des Funiculus. Derselbe führt in der Mitte ein Bündel mit zahlreichen zarten Spiralgefäfsen. Dies Bündel, das sich an eins der Fruchtfleischbündel ansetzt, löst sich in der Samenschale der Mitte des Samens in eine Insel, nach allen Seiten hin kraus durcheinander laufender Gefäfsbündelendigungen auf (Fig. 12 u. 12a, *Hi*), die das Hilum des Samens bilden. Von ihm dringen Bündelstreifen zu dem Rande des Samens nicht vor, und man kann daher die in diesem Stadium übrigens auch nicht deutlich differenzierte Randstelle (*bu*, Fig. 14) kaum als Chalaza bezeichnen, obwohl sie dort zu suchen wäre. Denn als Chalaza wird die Stelle bezeichnet, wo das Raphebündel endigt. Eine Raphe wird hier nicht ausgebildet. Auch in diesem Stadium ist vom Endosperm noch wenig oder nichts (wenn überhaupt dann im Samencentrum) zu sehen, der Embryosack liegt dem Hilum gegenüber als rundlicher Schlauch, die Hauptmasse des Samens wird von dem stark vergröfserten Integumente gebildet, dessen dünnwandiges Parenchym jetzt reich an Reservestoffen, besonders transitorischer Stärke ist und da und dort luftführende Intercellularen zeigt. Wohl aber ist in der Epidermis der jungen Samenschale eine bemerkenswerte Veränderung vorgegangen, indem jede Zelle derselben zu einem Haare ausgewachsen ist. Diese Haare sind an der Ansatzstelle des Funiculus und an den Samenrändern nur kurz, zeigen aber eine um so gröfsere Länge, je weiter sie sich der Mitte nähern. Sie sind an der Spitze abgerundet, mit Plasma erfüllt (Fig. 19a) und erreichen bereits bisweilen eine Länge von 1 mm bei einer Breite von 25—30 mik. Sie sind noch dünnwandig oder zeigen doch nur in den dem Hilum benachbarten Partien eine geringe Verdickung ihrer Basis (Fig. 12). In diesen basalen Partien bleiben die Haare noch lange fest miteinander verbunden, der übrige Teil ist aber vollständig frei, wie man sich leicht durch Herauspräparieren einzelner dieser Gebilde mit der Nadel überzeugen kann. Es liegt kein Grund vor, sie als etwas anderes als Samenschalenhaare aufzufassen, obwohl bei anderen Strychnosarten an ihrer Stelle eine homogene Sclereidenschicht auftritt.

In diesem Stadium erfolgt zugleich die für den reifen Samen so charakteristische Umbiegung der Haare vom Samencentrum gegen die Peripherie hin. Während nämlich in den früheren Stadien die Entwickelung von Samen und Fruchtfleisch ungefähr gleichen Schritt hielt, presst sich nun der stark heranwachsende Same an das Fruchtfleisch an, und die erste Folge ist die Umbiegung der Haare (Fig. 12). Da die Haare an der Basis bereits verdickt und dort fest miteinander verbunden sind, so bleiben sie an dieser Stelle senkrecht zur Samenoberfläche gerichtet und nur der übrige Teil des Haares biegt sich allmählich rechtwinklig um. Je stärker nun der heranwachsende Same sich an das Fruchtfleisch andrückt, um so mehr werden die Haare herumgelegt. Während sie anfangs fast senkrecht vom Samen abstanden, streichen sie schliefslich fast parallel zur Samenoberfläche oder doch in einem sehr spitzen Winkel zu ihr. Die Verdickung der Haarbasis geschieht in Form von bisweilen anastomosierenden Leisten (Fig. 17 b). Durch die Umbiegung scheint auch die Haarbasis eine Drehung zu erfahren, denn im fertigen Haare zeigen die Leisten eine schwache Biegung (Fig. 16, *x*), die sie anfangs

nicht besafsen. Erst wenn die Haare schon sehr stark umgebogen sind, verdickt sich auch der übrige Teil der Wand bis zur Spitze. Es treten allmählich Längsleisten auf (Fig. 19 b), die, sich vermehrend und verbreiternd (Fig. 19 c), schliefslich fast das ganze Lumen ausfüllen, so dafs das fertige Haar (Fig. 16, *t*) aus bis 10 rundlichen, dicht aneinander liegenden, sich leicht schon durch Druck voneinander lösenden Streifen zu bestehen scheint.

Der fertige Samen, wie er in der Droge vorliegt, ist 15 mm (Madras) bis 34 mm (Malabar), meist um 20 mm breit und etwa 5 mm dick, flach, ungefähr kreisrund (Fig. 13), aber häufig verbogen. Die Oberfläche ist hellgrau oder schwach grünlich, infolge der Haare seidenglänzend und sammetweich. Auf der einen Seite ist der Rand meist etwas wulstig verdickt, die Mitte vertieft, im Centrum liegt das erhöhte Hilum, als Höcker sichtbar, nur sehr selten sitzt hier noch der fädige Funiculus an, meist ist er abgebrochen. Vom Hilum läuft beim trockenen Samen eine schwach hervortretende flache Leiste (*Li*, Fig. 13) nach der Stelle des Randes hin, wo die Spitze des Würzelchens liegt, welche Stelle durch einen kleinen Randbuckel der Samenschale gekennzeichnet ist (*bu*, Fig. 13 und 14). Diese Leiste ist bei frischen oder aufgeweichten Samen kaum oder gar nicht zu sehen. Denn ihr entspricht kein Gewebshöcker des Endosperms oder eine verdickte Stelle der Samenschale. Sie kommt lediglich dadurch zu stande, dafs der Haarüberzug hier von beiden Seiten zusammentrifft und die Haare sich hier zu krausem Durcheinander verfilzen. Die andere Seite zeigt keinen wulstigen Rand, sondern nur im Centrum eine kleine Vertiefung, in der Anhängsel nicht zu finden sind. Das Endosperm ist nur an den Rändern verwachsen, in der Mitte zeigt es einen grofsen Spalt (*sp* in Fig. 15), in den der Embryo hineinragt (*Em*, Fig. 15). Der Same läfst sich daher leicht parallel zur Fläche in 2 Hälften spalten.

Zur anatomischen Untersuchung legt man den Samen über Nacht in Wasser und dann einen Tag in Alkohol.

Die Samenschale besteht aus 2 Schichten, der Haarschicht und der Nährschicht. Die Haarschicht ist einreihig und besteht aus den bereits oben geschilderten charakteristischen, aus der Epidermis der Integumente sich entwickelnden umgebogenen Haaren mit verdickter, keulenförmiger Basis. Dieser basale Teil zeigt meist schief gestellte spaltenförmige Tüpfel (Fig. 16). Die zwischen diesen liegenden stark verdickten Partien laufen nach oben in die Leisten aus, von denen schon oben die Rede war, und die dem Haare sein charakteristisches Aussehen verleihen (Fig. 16, *t*). Zwischen diesen Leisten liegen sehr schmale, dünnwandige Streifen der primären Membran, die sehr leicht reifsen. Man kann daher schon mit der Nadel oder durch Kochen mit Kali oder durch mechanisches Zertrümmern (z. B. beim Pulvern der Samen) die Leisten isolieren. Man findet sie daher reichlich im Pulver. Die Breite der Haare beträgt im mittleren Teile 18 bis 38 mik, die Länge 1 mm und darüber. Da sie von der Mitte der flachen Seiten aus, genau der Richtung des Radius folgend, gegen den Rand des Samens hin umgebogen sind, erhält man sie nicht vollständig bei Querschnitten, wohl aber bei Längsschnitten in der Richtung des Radius der Samenscheibe.

Das zarte Häutchen, welches den Samen bisweilen bedeckt und auch bei der Handelsware manchmal gefunden wird, ist die Epidermis des Fruchtfaches nebst anhängendem Fruchtfleisch, welche infolge des starken Druckes, den der heranwachsende Same ausübt, oft so fest an den rauhen Haarfilz angepreſst werden, dafs sie beim Herauslösen der Samen daran haften bleiben.

Unterhalb des Haarfilzes liegt die meist gebräunte Nährschicht (Fig. 16, *N*). Dieselbe ist hervorgegangen aus dem Integumente und besteht aus zahlreichen Reihen vollständig obliterierter Zellen, deren Lumina nur mehr als zarte Linien erkennbar sind, da der heranwachsende Samenkern mit starkem Drucke diese Schicht gegen die Haarschicht anpresst. Die Zahl der Reihen ist eine wechselnde. Bei Behandelm mit Kali oder Chloral werden sie etwas, aber nicht viel deutlicher. Man zählt alsdann höchstens 8. Schon daraus geht hervor, dafs die innersten Schichten des schliefslich sehr dicken Integumentes (Fig. 11) zu Grunde gehen und nur noch die äufseren als obliterierte Nährschicht am reifen Samen erhalten bleiben. Die gebräunte Nährschicht ist meist resistent gegen Schwefelsäure.

Das Funicularbündel tritt am Hilum in die Samenschale ein und verbreitet sich, sternförmig nach allen Seiten ausstrahlend, in dem subepidermalen Gewebe der Samenschale, in der Nährschicht. Die kleinen, nur 6—8 mik weiten Spiralgefäfse sind oft gekrümmt und das Ganze macht den Eindruck eines wirren Durcheinander. Weit dringen die Gefäfse aber in der Samenschale nirgends vor. Nach kurzem Verlaufe endigen alle etwa gleichweit vom Mittelpunkte, der Ansatzstelle des Funiculus. Die oben erwähnte Leiste, die das Hilum mit dem Randbuckel verbindet, führt kein Bündel, wovon man sich leicht überzeugen kann, wenn man einen Querschnitt durch diese Partie führt. Hierbei zeigt es sich, dafs an dieser Stelle auch das Endosperm einen Buckel nicht bildet und die Samenschale eine Verdickung nicht zeigt. Wohl aber sieht man, dafs an der Stelle, wo beim trockenen Samen die der Richtung des Mikropylarkanales folgende Leiste liegt, die Haare kraus sind oder aufrecht stehen, rechts davon sich nach rechts, links davon sich nach links umlegen. Die Leiste wird also nur von dem Haarfilz erzeugt. Der Randbuckel (Fig. 13 und 14, *bu*), bald für das Hilum, bald für die Chalaza ausgegeben, ist keins von beiden, sondern nur eine Auftreibung der Samenschale an der Stelle, wo die Radicula liegt.

Das Endosperm (*End*) ist aufsen begrenzt von einer Reihe hoher, radial gestreckter Zellen (Fig. 16). Dieselben sind aufsen und in den zwischen die Zellen eindringenden Zapfen

kuticularisiert (*cut*, Fig. 24). Beim Behandeln mit Schwefelsäure bleibt also eine dicke äufsere Haut und die Zapfen zurück. Dann folgen isodiametrische Zellen mit etwas stärker verdickter Wand, die allmählich in immer stärker verdickte und radial gestreckte Zellen übergehen. Die Radialstreckung deutet auf eine Wanderung der Reservestoffe in radialer Richtung zum Centralspalt, der alsdann die gelösten Stoffe zum Keimling transportiert. Die innersten Endospermpartien, die an den Mittelspalt grenzen, bestehen aus isodiametrischen, sehr stark verdickten Zellen, deren Wand nicht selten eine Dicke von 25 mik und mehr erreicht. Den Spalt begrenzt das Quellgewebe, die Quellschicht. In Alkohol betrachtet, liegt dieselbe als breite hyaline Schicht dem Endosperm an, in Wasser quillt sie stark und besteht aus dünnwandigen Zellen. Die Bedeutung der Quellschicht beruht darauf, dafs sie sich den bei der Keimung in den Spalt hineinwachsenden Kotyledonen fest anlegt und die Aufnahme der gelösten und der Quellschicht zugeführten Reservestoffe durch die Epidermis der Kotyledonen vermittelt. Die Kotyledonen wirken als Saugorgan.

Die Membranen der Endospermzellen, auch bei Betrachtung in Alkohol sehr dick, quellen nach Zufliefsenlassen von Wasser noch beträchtlich: der ganze Schnitt streckt sich bedeutend. Erhitzt man alsdann den in Wasser liegenden Schnitt auf etwa 80—90°, so quellen die Wände der mittleren und inneren Schichten zunächst so stark, dafs das Lumen verschwindet und die Inhaltskörper herausgequetscht werden; schliefslich lösen sich die Wände bis auf die nicht quellende Intercellularsubstanz zu einer farblosen Schleimmasse, die sich mit Jodschwefelsäure blau färbt. Die Verdickung der Wände und die Ausbildung der Inhaltskörper des Endosperms findet übrigens erst in einem sehr vorgerückten Stadium der Entwickelung, im fast reifen Samen statt. Läfst man zu dem mit Alkohol gehärteten und in Alkohol liegenden Schnitte Jodjodkali fliefsen und wäscht mit Wasser aus, so sieht man, dafs die Membran in ihrer ganzen Dicke von zarten, plasmaerfüllten Kanälchen durchzogen ist, die das Lumen der einen Zelle mit dem der benachbarten in offene Kommunikation setzen (Fig. 22 u. 23). Von der Fläche gesehen erscheinen diese Kanälchen als feine Punkte (*x*, Fig. 23).

Läfst man zu dem Schnitte nun, nachdem das Jodjodkali ausgewaschen ist, konzentrierte Schwefelsäure zufliefsen, so bläuen sich die Membranen aller Zellen intensiv. Doch giebt es auch Samen oder Partien innerhalb eines Samens, die eine solche Bläuung, bezw. Überführung in eine blaue Gallerte nicht zeigen, sondern die sich hierbei gelb färben, wie echte Schleime. Dem ganzen Verhalten nach bestehen die Membranen der mittleren und inneren Schichten also aus Celluloseschleim oder echtem Schleim, sind also Schleimmembranen (Angew. Anatomie, S. 193), die der äufseren aus wenig oder gar nicht quellender Cellulose.

In den ersten Stadien der Quellung zeigt die Membran eine deutliche Schichtung. Wäscht man das mit Jodjodkali behandelte Präparat mit Wasser aus, so tritt eine deutliche Differenzierung der Membran hervor. Die Intercellularsubstanz wird als scharfe Linie sichtbar (*i* in Fig. 23), das Lumen der Zelle umgiebt eine schmale tertiäre Membran (*te*, Fig. 23) und die Hauptmasse wird von der am stärksten quellenden breiten sekundären Membran gebildet (*m* in Fig. 23).

Der Inhalt der Endospermzellen besteht aus Plasma und Aleuronkörnern. Das Plasma kleidet namentlich die Wand aus (*pls*, Fig. 23) und steht durch die erwähnten feinen Kanälchen der Wand mit dem Plasma der benachbarten Zellen in direkter Verbindung (Fig. 22 u. 23). Er ist, wie dies bei Samen die Regel ist, aufs innigste gemischt mit fettem Öl. Ob dies Ölplasma nicht sogar (hier wie anderwärts) eine schon durch Wasser zerstörbare chemische Verbindung repräsentirt, bleibt zu untersuchen. Thatsache ist, dafs die Öltropfen erst bei Behandlung mit Wasser oder Reagentien hervortreten. Osmiumsäure färbt bei allen daraufhin untersuchten Samen das Ölplasma homogen schwarz. Die Aleuronkörner sind aufserordentlich mannigfaltig gestaltet (*al* in Fig. 16 u. 23, sowie Fig. 25), kugelig, eckig, spindelförmig und sehr verschieden grofs, im Maximum 50, meist 5—30 mik lang. Sie enthalten in die Grundmasse eingebettet sehr zahlreiche, ungleich grofse, runde, 1—6 mik grofse Globoide. Bisweilen erfüllt ein Korn das Lumen der ganzen Zelle oder aber es liegen mehrere von sehr ungleicher Gröfse dicht nebeneinander, ein grofses neben 3—10 kleineren, sich gegenseitig abplattend oder in der Form beeinflussend. Auch die Form des Lumens ist für die Gestalt mafsgebend. Ihre Konturen sind oft gelappt, ausgebuchtet, verzogen, ihre Oberfläche grubig. Um sie studieren zu können, legt man dünne Schnitte einige Tage in starken Alkohol und beobachtet in Alkohol. Jod färbt die Grundmasse gelb, verdünntes Kali löst sie und läfst die Globoide übrig. Bisweilen findet man unter den farblosen Samen einmal einen, der beim Aufbrechen im Innern eine violett-schwarze Farbe besitzt. Bei diesen Samen zeigen die Aleuronkörner eine lichtviolette Farbe.

Der Inhalt giebt auch die Zuckerreaktion: mit konzentrierter Schwefelsäure tritt Rotfärbung des Plasmas und der Öltropfen ein. Das fette Öl aller Samen speichert den bei dieser Reaktion gebildeten roten Farbstoff, wie die anderen weiter unten zu erwähnenden begierig. Der Zucker entsteht durch Spaltung des Glycosides Loganin.

Strychnin und Brucin sind mikrochemisch im Inhalte der Endospermzellen leicht nachzuweisen. Diese Alkaloide scheinen im Plasma und wohl auch in den Aleuronkörnern gebildet und gespeichert zu werden.

Strychnin ist makrochemisch nachzuweisen durch in konzentrierter Schwefelsäure gelöstes Ceroxyd (Farbe anfangs blau-violett, dann bleibend rötlich-gelb, 48 Stunden haltbar), durch Schwefelsäure und Kalipyrochromat (Farbe anfangs blau-

violett, dann violett und fleischrot, nicht dauerhaft) und eine Lösung von vanadinsaurem Ammon in Schwefelsäure (tief-violett, dann roth-violett und orange, 48 Stunden haltbar).

Für den mikrochemischen Nachweis des Strychnins eignet sich das Cer am wenigsten, das Vanadin am besten. Der durch eintägige Digestion mit Petroläther entfettete Schnitt (Strychnin und seine Salze sind in Petroläther unlöslich) wird in einen Tropfen Schwefelsäure eingetragen, dem man eine Spur vanadinsaures Ammon zugesetzt hatte: der Inhalt aller Endospermzellen (die Proteinsubstanzen und das Öl) färbt sich sofort violett. Die Rötung, die Schwefelsäure allein infolge des Zuckergehaltes bewirkt, stört etwas, aber nicht viel, denn wenn der entfettete Schnitt in konzentrierte Schwefelsäure allein eingetragen wird, tritt anfangs überhaupt keine Reaktion ein, erst nach und nach färbt sich der Inhalt rötlich, was in den ersten Stadien nur mikroskopisch sichtbar ist. Der nicht entfettete Schnitt wird durch Vanadin-Schwefelsäure erst tief-violett, dann fuchsinfarben. Cersulfat in Schwefelsäure färbt den nicht entfetteten Schnitt violettrot, den entfetteten langsam violett. Legt man einen entfetteten Schnitt in Schwefelsäure und streut einige Stäubchen sehr fein gepulvertes Kaliumpyrochromat auf den Schnitt, so bildet sich um jedes Körnchen ein violett-roter Hof. Diese Reaktion ist aber sehr unbeständig. Zucker und Brucin zuvor mit Alkohol zu entfernen, ist nicht nötig und geht nicht wohl an, da das in dem Samen enthaltene Strychninsalz ebenfalls alkohollöslich ist.

Brucin ist mittelst Salpetersäure leicht nachzuweisen. Beim Einlegen des Schnittes in Salpetersäure färben sich die Inhalte aller Endospermzellen tief orangegelb. Ein Zusatz von Salzsäure erhöht die Lebhaftigkeit der Farbe. Ein Zusatz von Selensäure ist nicht erforderlich. Ein nicht entfetteter Schnitt wird durch salpetersäurehaltige Selensäure kaum tiefer orangegelb, als mit Salpetersäure allein.

Brucin begleitet Strychnin in allen Zellen (Gesamtgehalt 0,5—5 Proz.).

Schneidet man den Samen an der dem erwähnten Randbuckel gegenüberliegenden Seite an und bricht ihn, das Messer in den Endospermspalt einbohrend, in der Mitte entzwei, so sieht man den kleinen Keimling an der Samenbasis liegen (*Em*, Fig. 14). Er besteht aus einer keulenförmigen, an der Spitze verdickten Radicula und zwei herzförmigen, mit der Fläche aufeinander liegenden Kotyledonen (Fig. 6). Die Kotyledonen sind durchzogen von meist 7 (seltener 9), von der Basis nach oben bogenförmig verlaufenden, unter sich durch ein sehr feines Anastomosennetz verbundenen Nerven. Der Hauptnerv ist gerade und stärker. Die Nerven führen Prokambiumstränge (*proc*, Fig. 21). Das Blattgewebe ist ein zartwandiges Parenchym. Die Blattoberseiten der Blätter liegen aufeinander und zeigen palissadenartige Streckung einer oder zweier subepidermaler Zellenreihen. Die stärkeren Nerven sind vorgewölbt, die schwächeren liegen im Gewebe eingebettet (Fig. 21). Die dicke Radicula führt rings um ein centrales Mark einen Kranz von Prokambiumbündeln (*proc*, Fig. 20). Das Grundgewebe ist bei Kotyledonen und Radicula ein kleinzelliges Parenchym (Fig. 20 u. 21). Alle Zellen enthalten Aleuron und viel fettes Öl.

Das Pulver.

Das feinste Pulver der Krähenaugen besteht vorwiegend aus den Fragmenten der Haare und der Endospermzellen. Die ersteren sind meist so stark zertrümmert, dafs man nur Stücke der einzelnen Leisten findet. Bei Präparation in Alkohol sieht man die Aleuronkörner. Jodjodkali bewirkt einen starken gelben mikrokristallinischen Alkaloid-Niederschlag.

0,1—0,2 Pulver genügen, um alle Strychninreaktionen auch makrochemisch zu erhalten. Man zieht mit weinsaurem Alkohol aus und dampft stark ein.

Mandelin's amm. vanadate is
98 Conc H_2SO_4 } + 1 in 1,000
36 Water } Amm vanadate
(Zimmerman)

Cannot make it work
Conc. Acid Well

Taf. 35.

Erklärung der Abbildungen.

Strychnos Nux vomica I.

Fig. 1. Frucht von aufsen.

„ 2. Frucht, quer durchschnitten mit 2 Samen.

„ 3. Querschnitt durch die Randschicht der reifen Fruchtschale.

„ 4. Querschnitt durch den Fruchtknoten, bei *x* Mittelrippe der Karpelle.

„ 5. Längsschnitt durch den Fruchtknoten.

„ 6. Aus dem Samen herauspräparierter Keimling.

„ 7. Querschnitt durch die junge Frucht. Ein Ovulum ist befruchtet und entwickelt sich zum Samen (*S*), die anderen Ovula und die Scheidewand beiseite schiebend. Endosperm noch nicht entwickelt.

„ 8. Ovulum. *Mp* Mikropyle. *Fun* Funiculus. *i* Integument.

„ 9—11. Entwickelung des Integumentes. Fig. 9. Querschnitt durch das Integument des Ovulums. Fig. 10 Querschnitt durch die junge, als Nährschicht fungierende, stärkeführende Samenschale eines 6 mm breiten Samens. Fig. 11 dasselbe bei einem 10 mm breiten Samen.

„ 12. Anheftung des Samens im Fruchtfleisch und Ausbreitung des Funiculusbündels am Hilum.

„ 12a Dasselbe, der ganze Samen schematisiert dargestellt. Same unreif, Breite 13, Dicke 2 mm.

„ 13. Same von oben. *Hi* Hilum, *Li* erhabene Linie des Haarbeleges, *bu* Randbuckel über der Spitze der Radicula.

Fig. 14. Same parallel der Fläche (im Längsspalt) auseinander gebrochen. *Em* Embryo.

„ 15. Same in der Richtung der Linie *Li* (Fig. 13) längsdurchschnitten. *Sp* Endospermspalt. *Em* Embryo.

„ 16 Querschnitt durch die Randschicht des Samens. *N* Nährschicht, *t* Haarbeleg.

„ 17. Querschnitt durch die Basis eines Haares.

„ 17 b. Querschnitt durch den mittleren Teil eines flachen Haares, die Wandleisten im Querschnitt.

„ 18. Spitze eines Haares (vgl. auch Fig. 278 der Angew. Anatomie).

„ 19. Entwickelung der Leisten eines Haares. *a* ohne Leisten, *b* erste Anlage, *c* fortgeschrittenes Stadium.

„ 20. Querschnitt durch die Radicula des Keimlings bis zur Mitte.

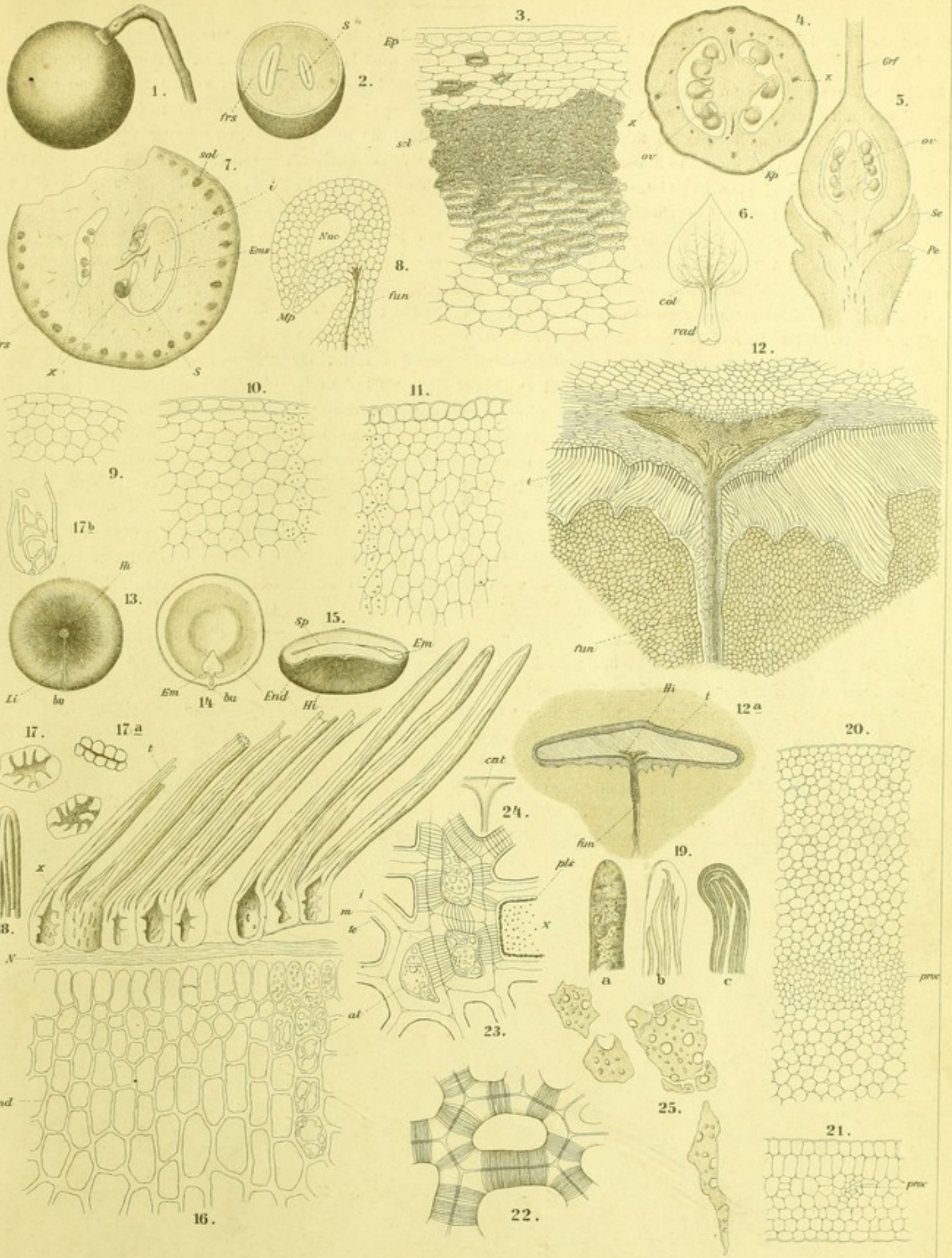
„ 21. Querschnitt durch einen Kotyledon.

„ 22. Offene Kommunikation der Zellen (nach Tangl), nach einem in wasserarmer Jodtinktur liegenden Präparate.

„ 23. Zellen in der Mitte des Endosperms mit Aleuronkörnern (*al*). Die Membran ist nach einem in Jodjodkali liegenden Präparate gezeichnet. Die Verbindungskanäle treten deutlich hervor. *x* die Verbindungskanäle von der Fläche gesehen, *i* Mittellamelle, *m* stark quellende sekundäre Membran, *te* tertiäre Membran.

„ 24. Die kuticularisierte Zapfenschicht der äufseren Membran der Endosperm-Epidermis.

Sem. strychni.



Lemale Sculpteur. lithogr. Anst. Leipzig.

Herb. conii.

Schierlingskraut, Ciguë officinale, Hemlock leaves.

In arzneilicher Anwendung wird das von den stärkeren Stengeln befreite blühende Kraut von Conium maculatum L. genommen.

Der im zweiten Jahre aus dem Wurzelkopfe hervorwachsende Stengel ist in den obersten Partien solid, wird aber schon ziemlich hoch oben hohl und röhrig und ist alsdann nur an den Knoten geschlossen. Er ist nicht ganz genau rund, sondern zeigt schwach hervortretende Leisten mit breiten Furchen dazwischen. Er ist kahl — wie die ganze Pflanze —, bläulich bereift (Wachsüberzug), in den unteren Partien braunrot-gefleckt. Die Seitensprosse entspringen in den Blattachseln, die unteren stehen zerstreut, die oberen sind oft zu 2—5gliederigen Scheinquirlen vereinigt. Die Verzweigung ist dabei eine cymöse, indem Übergipfelung des die Infloreszenz tragenden Hauptsprosses durch eine oder mehrere (meist 2) seitliche Sprosse erfolgt und sich das Gleiche bei den Verzweigungen erster und höherer Ordnung wiederholt. Die Infloreszenz des untersten Scheinquirls, die an der Spitze des Hauptsprosses und „in der Gabel“ steht, blüt zuerst auf, dann folgen die Infloreszenzen der übergipfelnden Seitensprosse erster Ordnung und so fort. Die Blätter sind im ersten Jahre nur wurzelständig, im zweiten, in dem der blühende Stengel entwickelt wird, stengelständig. Die wurzelständigen Blätter sind ebenso wie die basalen Stengelblätter im Umfange rundlich-breiteiförmig, dreifach-fiederteilig, bisweilen über 20 cm lang, an gleichlangem Stiele sitzend. Die Fiederstücke des ersten und zweiten Grades sind gestielt, im Umfange eiförmig, die des ersten Grades 6—8jochig, die des zweiten meist 5jochig. Die Fiederstücke dritten Grades sind sitzend, länglich eiförmig, tief fiederspaltig mit ovalen oder länglichen, eingeschnitten-gesägten Zipfeln, deren breite stumpfe Sägezähne in eine kurze farblose Stachelspitze auslaufen. Der Blattstiel und die Spindel sind rinnenförmig, fast gekielt (Fig. 9), mit einer schmalen rinnenförmigen, am Rande trockenhäutigen, doppelt geöhrten Scheide (Vagina) am Grunde, die als die beiden verwachsenen Nebenblätter aufzufassen ist. Je weiter man am Stengel nach oben rückt, um so kleiner, einfacher, kürzer gestielt und kürzer bescheidet werden die Blätter, die obersten sind sitzend und zeigen kaum noch eine Scheide. Unten stehen die Blätter zerstreut, in der oberen Region sind sie zu 2—5gliederigen Scheinquirlen vereinigt, die Seitensprosse behüllend. Es sind dies Scheinquirle, denn man sieht deutlich, dafs das eine Blatt höher inseriert ist, als das andere. Die Dolden sind doppelt. Sie sind endständig und schliefsen den Sprofs ab. Sie sind 12—20strahlig. Das die Dolde umhüllende Involucrum ist 5- oder mehrblättrig, zurückgeschlagen, die Blättchen lanzettlich, zugespitzt, am Rande häutig. Das das Döldchen behüllende, verwachsen-blätterige Involucellum ist einseitig nach aufsen gerichtet, kürzer als das Döldchen, 3—5blätterig (Taf. 37, Fig. 6a).

Die Blüten sind sämtlich hermaphrodit und fruchtbar, weiss oder bisweilen etwas gelblich, aktinomorph, nur am Döldchenrande bisweilen nach Umbelliferenart in der Korolle schwach strahlig. Der grüne unterständige Fruchtknoten ist von der Seite zusammengedrückt, 2fächerig, 10rippig, mit stumpfen gekerbten Rippen. Der oberständige Kelch ist nur in Gestalt eines wulstigen Randes oben am Fruchtknoten ausgebildet. Die 5 epigynischen, choripetalen Korollenblätter sind umgekehrt-herzförmig, mit kurzen, eingeschlagenen Spitzenlappen, bei den meisten Blüten gleich grofs, bisweilen die randständigen bei den Randblüten gröfser. Die 5 grofsen epigynischen Stamina alternieren mit den Korollenblättern. Sie tragen rundliche Antheren, die auf dem Rücken angeheftet sind. Die Pollenkörner sind länglich, in der Mitte eingeschnürt. In der Mitte der Blüte liegt ein breites, zweiteiliges Stylopodium (Griffelpolster), welches zwei anfangs aufrechte, später niedergebogene Griffel mit stumpfen Narben trägt (vergl. auch Taf. 37).

Während der Stengel in den oberen Partien ziemlich stark hervortretende Rippen besitzt, die z. B. zu der Zeit, wo die Kollenchymbündel noch meristematisch sind, als scharfe Leisten sichtbar sind, wird derselbe, je weiter man nach unten kommt, immer mehr stielrund und die Leisten treten wenig oder gar nicht scharf hervor. Immerhin sind sie bei Betrachtung mit der Lupe am Querschnitte recht deutlich zu sehen (Fig. 12).

Ein 3 mm dickes Internodium zeigt folgenden Bau. Unter der grofszelligen, Spaltöffnungen (*st*, Fig. 11) tragenden Epidermis (*Ep*, Fig. 11), deren Zellen an der Aufsenseite

ziemlich stark verdickt und mit einer gefalteten Kuticula (*cut*) bedeckt sind, liegt in den Furchen ein mehrzelliges parenchymatisches Gewebe, dessen äufserste Reihe meist wenig oder gar kein Chlorophyll enthält, aufsen starkwandig ist und demgemäfs die Epidermis hypodermatisch verstärkt (*hd*). Die auf diese Reihe folgenden Zellschichten führen Chlorophyll, zeigen aber meist keine deutliche palissadenartige Streckung (*chlp*, Fig. 11). In den Rippen und in den Mittelstreifen der Furchen fehlt das Chlorophyllparenchym, und das Pseudohypoderm grenzt direkt an die grofsen Kollenchymbündel, die die ganze Rippe ausfüllen und als breite Streifen in der Mitte zwischen je 2 Rippen — in der Mitte der breiten Furche — liegen, dort bisweilen Sekundärrippen erzeugend (*col*,, Fig. 11 u. 12). Die Epidermiszellen, sowie die subepidermalen Hypodermzellen enthalten an den Stellen, wo der Stengel die bekannten roten Flecke zeigt, die der Pflanze den Namen „maculatum" verschafft haben, einen violettroten Farbstoff im Zellsafte gelöst (*v*, Fig. 11). Aber auch sonst sind dieselben der Sitz differenter Körper. Legt man die frischen Stengel in Alkohol, so kristallisiert vornehmlich in ihnen, dann aber auch in dem Furchenparenchym in schönen, oft zu centrisch verzweigten Gebilden vereinigten, in Kali löslichen Nadeln oder in Sphärokristallen (*kr*, Fig. 11) ein Stoff aus, der sich ganz wie jener Körper verhält, den ich bei den Pfefferminzblättern beschrieben habe (S. 74).

Die primären Kollenchymbündel liegen ausschliefslich in den 10 Rippen. So findet man z. B. in einem 1 mm dicken Internodium nur dort Kollenchymstreifen. Bei 3 mm dickem Internodium sind dann auch zwischen den primären Rippenkollenchymbündeln (*col*, Fig. 11 u. 12) in den Furchen kleinere Kollenchymbündel entstanden (*col*,, Fig. 11 u. 12). Dadurch wird, da das Gewebe sich an diesen Stellen vorwölbt, der Stengel 20 rippig (Fig. 12). Im späteren Verlaufe vermehrt sich die Zahl der Kollenchymbündel immer mehr und die Rippen werden immer undeutlicher: der Stengel wird fast stielrund. Innerhalb der primären und auch der meisten sekundären Kollenchymbündel liegt, diesen anliegend oder eingebettet oder doch nur durch einige Zellreihen von ihnen getrennt je ein kleiner langgestreckter schizogener Sekretgang (*scb*, Fig. 11 oben). Nach innen zu folgt alsdann das grofszellige Parenchym der Rinde. Eine Stärkescheide ist deutlich (*sts*, Fig. 11), besonders auf dem Längsschnitte. Sie grenzt unmittelbar an die Siebteile der Bündel.

Die Kollenchymstreifen der 10 primären Rippen sind die mechanischen Belege der 10 primären Gefäfsbündel, die ein stark ausgeprägtes Zehneck bilden. Schon frühzeitig, lange bevor die sekundären Kollenchymstreifen gebildet werden, entstehen zwischen den durch Markstrahlen getrennten primären Bündeln sekundäre, und zwar in der Weise, dafs sich im Markstrahlgewebe ein meristematischer Prokambiumstrang differenziert, der zum Bündel wird. In einem 1 mm dicken Internodium sieht man oft schon 16 Bündel.

Wenn das Internodium eine Dicke von 2 mm erreicht hat, beginnt die Bildung des Libriformringes. Dieselbe ist mit der Bildung neuer Bündel verknüpft und erfolgt in der Weise, dafs sich durch Übergang des interfascikularen Parenchyms in Meristem zunächst von Bündel zu Bündel ein unregelmäfsiges Folgemeristem spannt, welches sich beiderseits an die Kambien der primären Bündel anlegt, auf diese Weise einen geschlossenen primären Kambiumring erzeugend. Derselbe repräsentiert aber nicht den eigentlichen Verdickungsring. Die Zellen der interfascikularen Meristempartien sind auch gar nicht in radialen Reihen angeordnet, wie dies beim Verdickungsringe stets der Fall ist, sondern bilden ein unregelmäfsiges Mosaik. In diesem primären Kambiumring geht nun die weitere Entwickelung in verschiedener Weise vor sich. In einem Falle entsteht aus diesem Folgemeristem durch unregelmäfsige Teilungen ohne vorherige Bildung eines Reihenkambiums ein Libriformstreifen (Fig. 11 bei *x*), der sich später an die Libriformstreifen der Bündel anlegt und so einen Libriformcylinder bildet. Die Bildung von Reihenkambium unterbleibt ganz. Im andern Falle geht, nachdem einige Libriformzellen im primären Kambiumringe gebildet wurden, der mittlere Streifen desselben, der sich beiderseits an das Kambium der primären und sekundären Bündel anlegt, in normales Reihenkambium über, und dies erzeugt zunächst nach aufsen Siebteil-Gruppen (Fig. 11 bei *y*), dann nach innen neben Libriform auch neue Gefäfsteile. So entstehen tertiäre, in ihrem Gefäfsteile in den nunmehr geschlossenen Libriformcylinder eingebettete Gefäfsbündel.

Diese letzteren sind arm an Gefäfsen (3—7 gegen 10—20 bei den primären und sekundären Bündeln), ja bisweilen fehlen die Gefäfse ganz und an ihrer Stelle tritt nur Libriform auf (*z*, Fig. 11). Es tritt dadurch deutlich das Bestreben der Pflanze hervor, in diesem Stadium der Entwickelung mehr die mechanischen wie die wasserleitenden Elemente zu vermehren und zu kräftigen, ein Bestreben, das, je weiter man im Stengel nach unten kommt, immer stärker hervortritt.

Diesen tertiären Gefäfsbündeln entsprechen auch aufsen keine Kollenchymstreifen, während vor den primären und sekundären stets eine subepidermale Kollenchymgruppe liegt und dieselben auch stets innen einen Libriformbeleg besitzen, der den tertiären ebenfalls fehlt. Der Libriformring bildet bei einem 6 mm dicken Internodium eine relativ breite Röhre von unregelmäfsigem Umrisse, die besonders bei den tertiären Bündeln Ausbuchtungen zeigt.

Schon bei den 3 mm dicken Internodien ist der äufsere Teil der Siebteile der stets kollateralen Gefäfsbündel obliteriert und nur der innere führt noch Plasma und ist leitend. Dies tritt noch stärker bei den oberen Internodien hervor. Auch im Siebteil treten schizogene Sekretbehälter auf.

Der Gefäfsteil besteht aus Gefäfsen und Holzparenchym. Die primären, zu innerst liegenden Gefäfse sind schmaler als die sekundären. Sie sind stets Ring- oder Spiralgefäfse, die sekundären Spiral-, Leiter- oder Tüpfelgefäfse. Radiale Längsschnitte durch die Internodien von Conium sind hübsche Objekte, um alle Gefäfsformen nebeneinander zu demonstrieren.

In den jungen Internodien findet sich ein aus parenchymatischen Zellen gebildetes Mark. Dasselbe schwindet später zum Teil. Schon ein 3 mm dicker Sprofs zeigt eine relativ

grofse Markhöhle (Fig. 11 u. 12). Die an die Markhöhle grenzenden Zellen sind obliteriert (*obl*, Fig. 11).

Die Blätter sind dünn — 120—165 mik dick — und besitzen einen einfachen Bau (Fig. 3 u. 4). Unter der grofszelligen Epidermis der Oberseite (*Epo*, Fig. 4) liegt eine Reihe Palissaden, dann folgt das durchlüftete Merenchym (*mer*), 3 bis 5 Reihen, und dann die kleinzellige Epidermis der Unterseite (*Epu*). Die Seitenwände der Epidermiszellen beider Seiten zeigen wellige Verbiegungen (Fig. 7 u. 8) mit Ausnahme der über den Nerven liegenden Streifen (*x*, Fig. 8). Die Kuticula der Oberseite ist glatt, die der Unterseite zeigt schwache Streifung (Kuticularfalten). Stomata finden sich auf beiden Seiten (Fig. 7 u. 8), doch ist die Unterseite viel reicher daran. Sie besitzen 3 oder 4 Nebenzellen. Die Zellen des Blattrandes zeigen, wenn man das Blatt von der Fläche betrachtet, eine schwache, gegen die Blattspitze gerichtete Ausstülpung (Fig. 6).

Der Mittelnerv der Endlappen (Fig. 2) springt etwas nach unten vor. Er führt ein grofses kollaterales, vorwiegend Spiralgefäfse führendes Bündel ohne mechanischen Beleg, doch findet sich auf der Unterseite ein schmaler subepidermaler Kollenchymstreifen (*col*, Fig. 3). Aufser dem Mittelnerv durchziehen noch zwei Randnerven das Blatt (*Ne*, Fig. 2 u. 5), die sich oben mit dem Hauptnerven vereinigen und mit demselben durch zarte Queranastomosen verbunden sind (Fig. 2). Im Siebteile der Nervenbündel liegen kleine schizogene Sekretbehälter, bei den Nervenendigungen sind diese Behälter klein oder fehlen. Am Blattrande gehen die Palissaden im Bogen nach der Unterseite herum (Fig. 5). Haare fehlen dem Blatte.

Die letzten Blattabschnitte, die Fiederstücke dritten Grades (Fig. 1), sind tief zerschlitzt, die unteren Zipfel grofs, die oberen sägezahnartig. Alle diese Zipfel laufen in eine kurze kegelförmige Spitze aus, die farblos ist und aus etwas gestreckten chlorophyllfreien Zellen besteht. Besonders an dem getrockneten Blatte sieht man das zarte helle Spitzchen, das für Conium charakteristisch ist.

Das Coniin scheint seinen Sitz vornehmlich in der Epidermis zu haben. Folgende Coniinreaktionen können mikrochemisch verwendet werden. (Die Reaktionen wurden auf dem Objektträger auf weifser Grundlage ausgeführt.) Löst man Coniin in konzentrierter Schwefelsäure, streut einige Körnchen Ammoniumvanadinat darauf und verteilt mit dem Glasstabe, so tritt zuerst braun-grüne, dann grüne und schliefslich eine blaue, ins Violette spielende Farbe ein. Coniin in verdünnter Schwefelsäure gelöst giebt mit Phosphormolybdänsäure einen dicken, käsigen, gelblich-weifsen Niederschlag, mit Jodjodkali eine rotbraune Fällung, mit Kaliumquecksilberjodid einen hellen Niederschlag, mit Pikrinsäurelösung eine gelbe, käsig zusammenballende Fällung und mit Kaliumwismutjodid einen zinnoberroten Niederschlag. Löst man ein Tröpfchen Coniin in Salzsäure, so kristallisiert am Rande des Tropfens alsbald das Coniinchlorhydrat in schönen Nadeln aus.

In der Epidermis des Coniumblattes erhält man mit Vanadinschwefelsäure eine blaue Farbenreaktion, mit Phosphormolybdänsäure eine undeutliche Fällung, mit Jodjodkali eine geringe rotbraune Fällung, mit Kaliumwismutjodid eine körnige rotgelbe Fällung. Bei der Schwierigkeit, mit so dünnen Blattquerschnitten operieren zu müssen, ist es nicht ganz sicher festzustellen, ob diese Reaktionen nur in der Epidermis auftreten oder ob auch das Mesophyll daran beteiligt ist. Das ist jedoch sicher, dafs die Reaktionen vorwiegend in den Epidermiszellen auftreten. Schon oben habe ich ja darauf hingewiesen, dafs die Vorstellung, dafs die Epidermis nur indifferenten Zellsaft enthalte, irrig ist. Gerade in der Epidermis finden sich zahlreiche differente Körper und namentlich die Alkaloide scheinen die Epidermis besonders zu bevorzugen. Auch die oben erwähnten Kristalle findet man bei Alkoholmaterial wieder vorwiegend in den Epidermiszellen (*kr*, Fig. 4 u. 5).

Der Blattstiel sowie die Blattspindel sind rinnig. In den oberen Partien führt die Spindel aufser dem Hauptbündel auf jeder Seite zwei kleinere Bündel, in den unteren je 3, so dafs er also von 5 bezw. 7 Bündeln durchzogen wird. An der Rinne liegen keine Bündel, dagegen entspricht jedem Bündel ein subepidermaler Kollenchymstreifen (Fig. 9 u. 10a). Im Siebteile der gröfseren Bündel liegen schizogene Sekretbehälter (Fig. 10, *scb*).

Die Basis der Blattstiele läuft in eine tutenförmige Blattscheide aus. Dieselbe zeigt auf der Unterseite 7 oder 9 schwach hervortretende Rippen. In jeder derselben liegt ein Kollenchymstreifen und jedem der letzteren entspricht ein Bündel (Fig. 13 u. 14). Der Rand ist häutig und eingerollt (Fig. 13) und besteht aus nur 2 Zellschichten, den beiden Epidermen (Fig. 14).

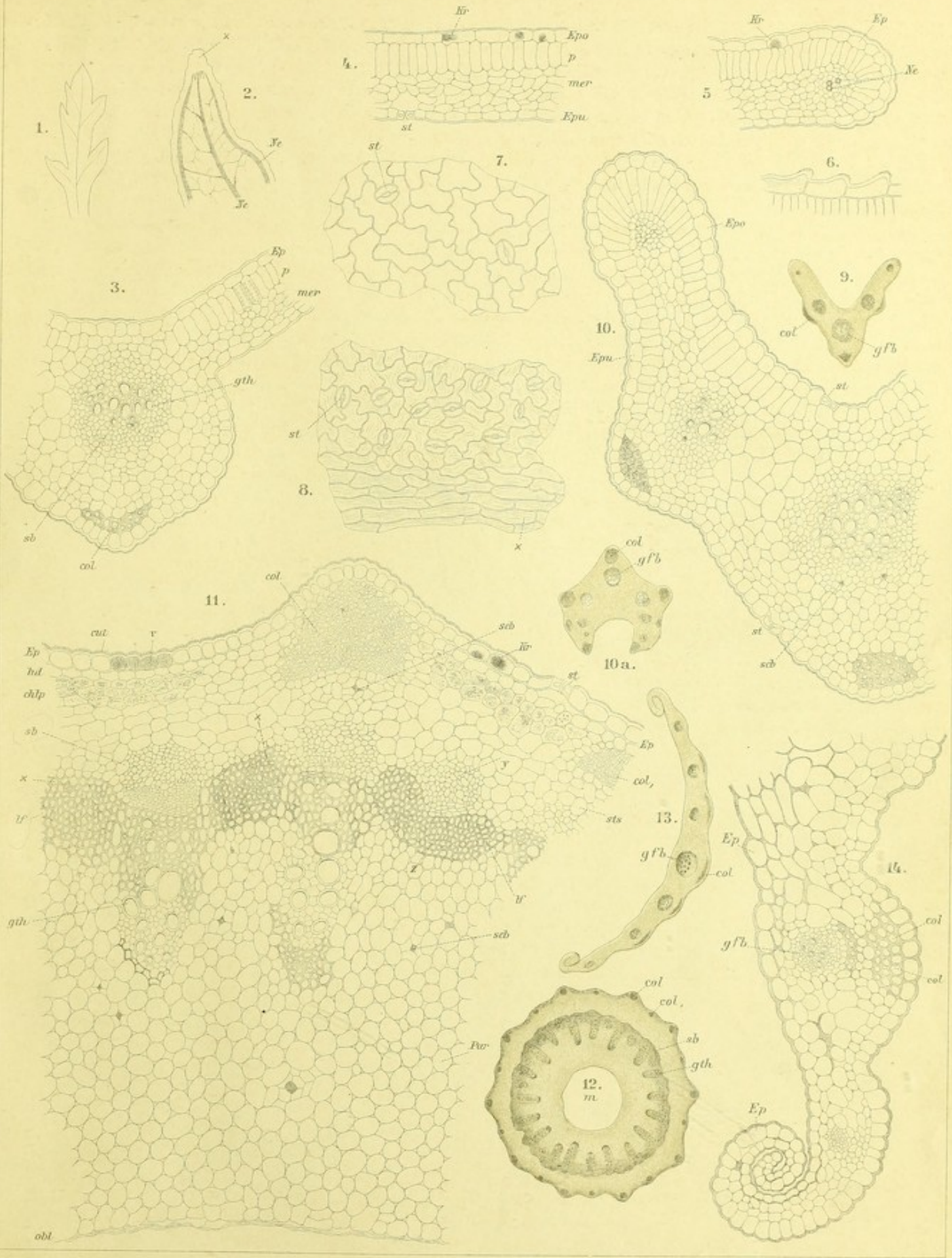
Das Grundgewebe der Blattstiele und Blattscheiden ist ein zartwandiges Parenchym, das auf der Blattstiel-Oberseite, besonders am Rande, deutliche Palissadenstreckung zeigt.

Tafel 36.

Erklärung der Abbildungen.

Conium maculatum L.

Fig. 1. Blattabschnitt dritter Ordnung, Endlappen.
„ 2. Blattzahn. × hyaline Spitze.
„ 3. Querschnitt durch die Mittelrippe eines Endlappens.
„ 4. Querschnitt durch die Blattlamina.
„ 5. Querschnitt durch den Blattrand.
„ 6. Epidermiszellen des Blattrandes, Flächenschnitt.
„ 7. Epidermis der Blattoberseite, Flächenansicht.
Fig. 8. Epidermis der Blattunterseite.
„ 9 u. 10a. Querschnitte durch Blattspindel und Blattstiel.
„ 10. Blattstiel, Querschnitt.
„ 11. Querschnitt durch ein Internodium des Stengels.
„ 12. Querschnitt durch den Stengel, Lupenbild.
„ 13. Querschnitt durch die Blattscheide, Lupenbild.
„ 14. Querschnitt durch den Rand der Blattscheide.



Lith. Anst. v. C. Kirst, Leipzig

Herb. conii.

(Fortsetzung.)

Die schon oben (S. 155) beschriebenen Blüten der Schierlingspflanze (Fig. 1) sind bekanntlich zu Döldchen vereinigt, die von einem Involucellum behüllt sind. Die Döldchen ihrerseits sind wieder zu Dolden vereinigt, die von einem Involucrum behüllt werden.

Das Involucrum besteht aus eilanzettlichen, nicht miteinander verwachsenen Blättchen, die von einem Hauptnerven und 2 Seitennerven, die untereinander vielfach anastomosieren, durchzogen sind und in dem unteren breiteren Teile einen häutigen Rand besitzen. Die Oberseite zeigt ein Palissadengewebe (*p*, Fig. 6) und eine sehr eigentümliche Gestaltung des über den Nerven liegenden Epidermalgewebes. Vornehmlich in den unteren Teilen des Blattes sind nämlich die Epidermiszellen besonders deutlich über dem Mittelnerven, aber auch über den zwei Seitennerven zu kegelförmigen kurzen Haaren ausgestülpt (*t*, Fig. 6 u. 7).

Die Epidermis der Oberseite besteht aus gestreckten, ungewellten Zellen mit Kuticularquerfalten, Spaltöffnungen sind selten (Fig. 7), die Epidermis der Unterseite aus Zellen mit wellig gebogenen Seitenwandungen. Die Kuticularfalten laufen unregelmäfsig. Spaltöffnungen sind zahlreich (*st*, Fig. 8).

Das verwachsen-blättrige Involucellum besteht ebenfalls aus eilanzettlichen Blättchen, die in eine lange Spitze auslaufen (Fig. 6a). Sie führen einen Mittelnerv, von dem zahlreiche Anastomosen ausgehen. Auch bei den Blättchen des Involucellums sind, wieder besonders häufig im unteren Teile, über den Nerven die Epidermiszellen trichomatisch ausgestülpt. Diese Stellen bei Involucrum und Involucellum sind die einzigen bei Conium, wo Haare vorkommen.

Die Blüte hat einen unterständigen Fruchtknoten (*fk* in Fig. 9 u. 10). Der Kelch ist in Gestalt eines rings um den oberen Teil des Fruchtknotens herumlaufenden gekerbten Ringwulstes entwickelt (*Se*, Fig. 9 u. 10). Dann folgt nach oben zu die fünfblätterige choripetale Korolle (*Pe* in Fig. 1 u. 9), dann das zweiteilige, flach kegelförmige Stylopodium, die Griffelbasis (*stp*, Fig. 1 u. 9) mit den beiden kurzen, gespreizten Griffeln (*Grf*, Fig. 9 u. 10).

Die Korolle ist bei den Randblüten der Döldchen schwach zygomorph ausgebildet, indem die dem Rande zugekehrten Petalen etwas gröfser sind, als die übrigen (Fig. 1), die mittleren Blüten sind genau aktinomorph. Alle Petalen sind mit ihrem Spitzenlappen eingekrümmt. Ihr Gewebe ist sehr zart. Die Epidermis der Oberseite zeigt die bei Blumenblättern häufige kegelförmige Vorstülpung der Epidermiszellen (Fig. 2, 3 u. *t*, Fig. 4). Die Kuticularfalten laufen an den Kegeln in die Höhe (Fig. 4). Die unteren Partien der Epidermis an der Blattbasis zeigen die kegelförmige Ausstülpung der Epidermiszellen nicht (Fig. 4). Nach oben hin werden sie gröfser und stehen dichter. Stomata sind selten. Die Epidermis der Unterseite (Fig. 5) besitzt die kegelförmigen Vorstülpungen nicht. Die Zellen zeigen wellige Verbiegung der Seitenwände und zarte Kuticularfalten. Stomata sind häufig (Fig. 5). Das Mesophyll der Korolle ist ein zartes, reichdurchlüftetes Parenchym. Die weifse Farbe des Blattes wird von den vielen luftführenden Intercellularen bedingt. Durchzogen wird jedes Korollenblatt von einem Hauptnerven, der im breiteren Teile des Blattes einige Gabelungen zeigt (Fig. 1).

Besonders reich ist das Gewebe der Korolle in Alkohol aufbewahrten Materiales an jenen oben beschriebenen Kristallen; aber auch Coniin scheint in ihm — namentlich in den Epidermispapillen — enthalten zu sein, denn Vanadinschwefelsäure giebt eine bläuliche Färbung und Jodjodkali eine rotbraune Fällung.

Die Stamina bieten anatomisch nichts besonderes dar. Die Pollenkörner sind gestreckt-stäbchenförmig, mit einer äquatorialen Einschnürung (Fig. 17a). Der Griffel endet in eine einfache Narbe, deren Epidermis kaum papillös vorgestülpt ist, doch sind die Zellen derselben in radialer Richtung palissadenförmig gestreckt.

Der Fruchtknoten ist eiförmig, von der Seite zusammengedrückt. Er wird von 2 Karpellen gebildet, die miteinander verwachsen sind. Er enthält 2 Fächer (Fig. 11). In jedem Fache befindet sich ein anatrop-epitropes, hängendes Ovulum (Fig. 9). Die 10 Rippen sind wellig gebogen (Fig. 10).

Die Fruchtknotenwand (*fkw*, Fig. 11) ist ein zartwandiges Parenchym (Fig. 12, 1—5), in dem sich die innerste Zellreihe, die innere Epidermis, bereits deutlich von dem übrigen Gewebe abhebt (Fig. 12, 5). In den Rippen liegen kleine Prokambiumbündel (*proc*, Fig. 12).

Das „Mesophyll", denn von einem solchen darf man ja wohl bei einem „Fruchtblatte" sprechen, besteht aus 5 bis 9 Zellreihen. Die innere Epidermis besteht aus im Querschnitte quadratischen gröfseren Zellen.

Das Ovulum besitzt nur ein dickes Integument (*ov*, Fig. 9), welches ca. 10 Zellreihen breit ist (Fig. 12, 6 u. 7). Ihm liegt innen ein meist nur aus einer Zellreihe bestehender Nucellarrest an (Fig. 12, 8). Dann folgt der Embryosack (*Ems*, (Fig. 9).

Der Bündelstamm, der vom Blütenstiel aus in die Basis der Frucht eintritt, entsendet von unten her in jede Costa einen Ast (*gfb*, Fig. 9). Diese 10 Costalbündel entsenden dann an der Spitze des Fruchtknotens 10 Zweige in die 5 Stamina und die 5 Korollenblätter, Endigungen in das Stylopodium und an der Kommissuralseite 2 Äste in die Funiculi der Ovula. Diese letzteren werden zur Raphe der Samen (*Ra*, Fig. 18).

Die Entwickelung des Fruchtknotens geht in der Weise vor sich, dafs die Schicht 1—5 (Fig. 12) zur Fruchtwand, die Schicht 6 zur Samenschale wird und die Schichten 7 und 8 vom heranwachsenden Embryosack vollständig oder fast vollständig resorbiert werden. Nur an der Kommissuralseite bleiben sie erhalten (Fig. 18, 7).

Die Frucht ist ein eiförmiges, von der Seite zusammengedrücktes Schizokarpium (Fig. 13, 14 u. 15), das in die Merikarpien ziemlich leicht zerfällt. Jedes Merikarpium zeigt 5 Costae, die anfangs wellig gekerbt, später ausgeschweift sind. Zwischen denselben liegen die breiten Valleculae, die, ein für Conium charakteristischer Befund, keine Vittae führen. An der Kommissuralseite ist die Fruchtwand eingestülpt. Dadurch erhält auch der Same eine Einstülpung, bezw. Längsfurche und sein Querschnitt erscheint daher rundlich-herzförmig (Fig. 15). Dies ist für die Gruppe der Campylospermae charakteristisch.

Das Karpophor (*cph* in Fig. 15 u. 16) differenziert sich aus dem Kommissuralgewebe. Es ist oben zweischenkelig und besteht vorwiegend aus Bastfasern. An der Kommissur lösen sich die Merikarpien und die Karpophorschenkel.

Die Fruchtwand ist von einer grofszelligen Epidermis bedeckt (*Ep*, Fig. 18). Die Zellen dieser Epidermis besitzen eine feinfaltige Kuticula (*cut*, Fig. 18), die als gestrichelte Zeichnung auf der Flächenansicht sichtbar ist (Fig. 19). Hier und da sieht man Spaltöffnungen (*st*, Fig. 19). Auch sind, allerdings wohl nur bei wenigen Früchten, einige Epidermiszellen in den Valleculis papillös vorgestülpt oder breite mehrzellige Höcker entwickelt (Fig. 18a u. 19, *t*). Bei anderen Früchten (Fig. 18) findet man nichts dergleichen. Unter der Epidermis folgt ein gestrecktes, in der unreifen Frucht Stärke und Chlorophyll führendes, später stärkefreies und durch Chlorophyllan im Inhalt gebräuntes Parenchym (*Par*, Fig. 18, 3), dessen Zellen bisweilen infolge des stark heranwachsenden Samens Obliteration zeigen. In den Costae liegen die Gefäfsbündel. Dieselben bestehen aus einem centralen Bastfaserstrange (*B*, Fig. 18), dem beiderseits, rechts und links, je ein schmaler Siebteilstrang (*sb*, Fig. 18) und zu innerst eine Gruppe Gefäfse (*gf*, Fig. 18) angelagert ist. Die Bastfasern sind die typischen (*B*, Fig. 17), die Gefäfse sind meist Spiralgefäfse. Sowohl in der Nähe dieser wie der Bastzellen finden sich kürzere oder längere Netzleistenzellen (*x*, Fig. 17). Vor jedem Bündel liegt (nach aufsen hin) ein kleiner schizogener Sekretgang (*scb*, Fig. 18).

Weiter nach innen liegen dann zwei sehr eigentümliche Zellschichten, deren Inhalt sich Reagentien gegenüber etwas verschieden verhält, die aber beide Alkaloide zu enthalten scheinen. Die äufsere der beiden Schichten (Fig. 18 u. 21, 4) besteht aus im Querschnitte stark tangential-gestreckten Zellen, die innere (Fig. 18 u. 21, 5) aus mehr quadratischen Zellen. Die trennende Wand beider Schichten ist sehr dick, die äufsere Wand der Schicht 4 sehr dünn. Im radialen Längsschnitte erscheinen die Zellen der äufseren quadratisch (Fig. 17, 4), die der inneren tafelförmig (Fig. 17, 5). Ihre Flächenansicht zeigt Fig. 20, 4 u. 5. Die Wände dieser Zellen, besonders die von Schicht 5, sind gebräunt, die Zellen beider Schichten mit einer zarten Suberinlamelle innen ausgekleidet (Fig. 21). Die innere Schicht (5) enthält eine aus Öltropfen und einer körnigen Masse gemischte Inhaltsmasse, die äufsere (4) körnigen Inhalt. Mit Osmiumsäure färbt sich der Inhalt der Schicht 5 sofort tief schwarz, lange bevor die Bräunung im Endosperm eintritt.

Untersucht man eine nicht ganz reife Frucht, zu der Zeit also, wo dieselbe am coniinreichsten ist, so bewirkt Vanadinschwefelsäure (Lösung von Ammoniumvanadinat in konzentrierter Schwefelsäure) in der Schicht 4 eine bläuliche Färbung, Jodjodkali eine rötlich-braune Fällung, Kaliumwismutjodid eine deutliche rötlich-braune Fällung, Pikrinsäure eine körnige Fällung, Osmiumsäure eine Bräunung. Diese Reaktionen treten aber auch mehr oder weniger in dem Parenchym der Fruchtwand und ganz besonders deutlich in der Epidermis ein, in der auch Kaliumquecksilberjodid und Phosphormolybdänsäure farblose Fällungen erzeugen.

In der Schicht 5, die gewöhnlich als Coniinschicht bezeichnet wird, erzeugt konzentrierte Schwefelsäure eine gelbe Farbe, Vanadinschwefelsäure eine starke, fast blutrote Färbung, Phosphormolybdänsäure eine orangefarbene, Jodjodkali eine starke braune Fällung, Kaliumquecksilberjodid eine starke farblose, Eisenchlorid eine körnige bräunliche, Kaliumbichromat eine gelbbraune, 4proz. Chromsäure eine körnige rotbraune, Kaliumwismutjodid eine sehr starke rötlich-braune, Jodsäure eine starke körnige, rotbraune Fällung. Osmiumsäure färbt sofort schwarz.

Behandelt man die Schnitte einige Stunden mit Alkohol, der mit Weinsäure angesäuert wurde, so treten in der Epidermis, dem Fruchtwandparenchym und der Schicht 4 mit Schwefelsäure, Vanadinschwefelsäure, Jodjodkali nur noch sehr geringe oder gar keine Färbungen oder Fällungen hervor, in den Zellen der Schicht 5 tritt mit konzentrierter Schwefelsäure eine gelbe, mit Vanadinschwefelsäure eine rote Farbe, mit Jodjodkali eine starke schwarzbraune, undeutlich körnige Fällung ein.

Aus diesen Reaktionen möchte ich den Schlufs ziehen, dafs das Coniin $C_8H_{17}N$ nicht auf die sogenannte Coniinschicht (Schicht 5) beschränkt ist, sondern auch in der übrigen Frucht-

wand, besonders in der Epidermis vorkommt, in der sogen. Coniinschicht allerdings bei weitem am reichlichsten sich findet, dort aber noch von anderen stark reduzierenden Körpern begleitet wird, die die Coniinreaktionen, besonders die sehr charakteristische mit Vanadinschwefelsäure beeinträchtigen und modifizieren. Ob diese Beeinträchtigung dem Methylconiin, Conhydrin und Conylen oder dem ölartigen Körper, der sich in der Coniinschicht findet, zuzuschreiben ist, bleibt zu untersuchen.

Bei Alkoholmaterial, ja schon bei getrockneten Früchten sieht man in der Epidermis der Frucht und auch in dem Fruchtschalenparenchym die oben erwähnten charakteristischen Kristalle.

Da die Zellschicht 5 der inneren Epidermis des Karpells entspricht (Fig. 12), so reicht die Fruchtschale bis zur Schicht 5 (Fig. 18). Darauf folgt die sehr schmale Samenschale. Meist besteht dieselbe nur noch aus der gebräunten Epidermis des Integumentes (*6*, Fig. 17 u. 21), welche bisweilen auch noch obliteriert ist (*6*, Fig. 18 oben) — der Rest des Integumentes ist resorbiert —, oder sie besteht aus der Epidermis des Integumentes und etwa 2 Schichten stark obliterierten Gewebes (*x*, Fig. 21). Nur an der Kommissuralseite, dort wo die Raphe (*Ra*, Fig. 18) verläuft, ist das Gewebe des Integumentes nicht resorbiert, wohl aber oft zerrissen (Fig. 18, *7*) oder obilteriert.

Das Endosperm besteht aus starkwandigen polyedrischen Zellen, die aufser dem Zellkerne viel fettes Öl, an Plasma gebunden, und Aleuronkörner enthalten. Durch Zusatz von konzentrierter Schwefelsäure wird das ganze Endosperm schön kirschrot, was darauf deutet, dafs auch Zucker in den Zellen enthalten ist. Alkaloide fehlen.

Die Aleuronkörner (Fig. 22) sind meist 5—6 mik grofs, doch erreichen einige eine Gröfse von 7—10 mik (Solitäre), die kleinsten messen 1—2 mik im Durchmesser. Sie enthalten entweder 1 oder mehrere runde oder wulstig verbogene Globoide oder 1 oder mehrere Kristalldrusen oder Einzelkristalle (*x*, Fig. 22) von Kalkoxalat, die durch verdünntes Kali rasch korrodiert und gelöst werden (eine Eigentümlichkeit, die man bei Kalkoxalat öfter findet). Sehr selten sind Aleuronkörner, die ein (in Wasser lösliches) Kristalloid neben Oxalat führen.

Das Gewebe des Keimlings (*Em*, Fig. 14) gleicht dem des Anis und Fenchels in Bau und Inhalt (s. diese).

Der Fruchtstiel besitzt am oberen Ende oft zu kurzen Papillen ausgestülpte Epidermiszellen.

Taf. 37.

Erklärung der Abbildungen.

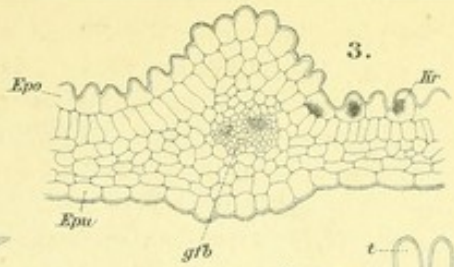
Conium maculatum L.

Fig. 1. Blüte.
„ 2. Papillen der Oberseite der Korollenblätter.
„ 3. Querschnitt durch ein Korollenblatt.
„ 4. Epidermis der Oberseite des Korollenblattes an der Basis, Flächenansicht.
„ 5. Epidermis der Unterseite des Korollenblattes.
„ 6. Querschnitt durch den oberen Teil eines Blättchens des Involucrums.
„ 6a. Involucellum, ausgebreitet.
„ 7. Epidermis der Oberseite desselben, Flächenansicht.
„ 8. Epidermis der Unterseite desselben.
„ 9. Längsschnitt durch einen Fruchtknoten.
„ 10. Fruchtknoten nach dem Abfallen der Korolle und der Staminà.
„ 11. Querschnitt durch den Fruchtknoten, Lupenbild.
„ 12. Querschnitt durch die Fruchtknotenwand und das Integument des Ovulums.
(Die Zahlen in Fig. 12 korrespondieren mit denen in Fig. 17 und 18 bis 21.)

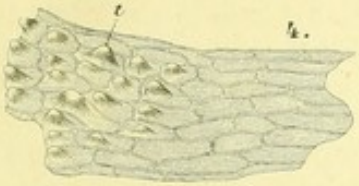
Fig. 13. Reife Frucht.
„ 14. Längsschnitt durch die reife Frucht.
„ 15. Querschnitt durch dieselbe.
„ 16. Anheftung der Frucht an den Stiel. *eph* Karpophor.
„ 17. Radialer Längsschnitt durch eine Costa am Costalbündel bis zum Endosperm.
„ 17a. Pollenkörner.
„ 18. Querschnitt durch die Randpartie eines Merikarpes an der Kommissur und aufsen.
„ 18a. Papillen der Fruchtschalepidermis.
„ 19. Epidermis der Fruchtschale, Flächenansicht.
„ 20. Die beiden Schichten 4 und 5, sowie die Samenschale in Flächenansicht.
„ 21. Coniinschicht (5) und benachbartes Gewebe, Querschnitt.
„ 22. Aleuronkörner und isolierte Globoide (*y*) und Kristalle (×).

1.

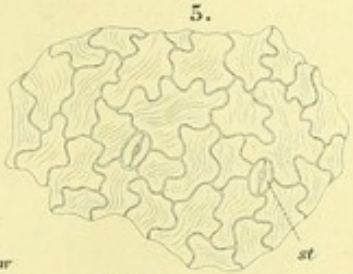
2.



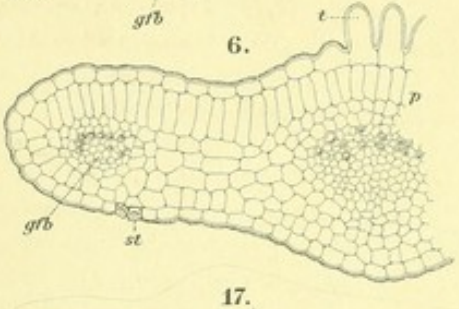
3.



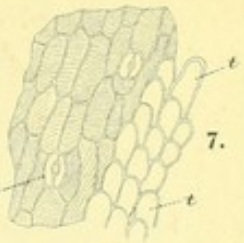
4.



5.

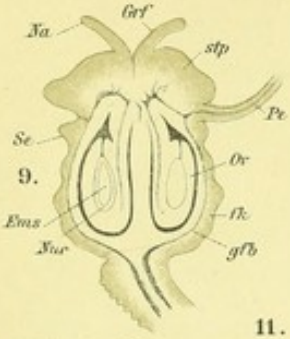


6.



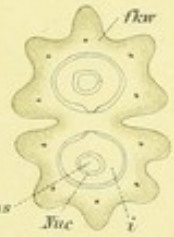
7.

8.

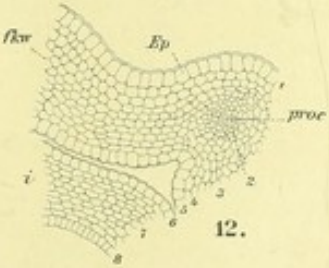


9.

10.

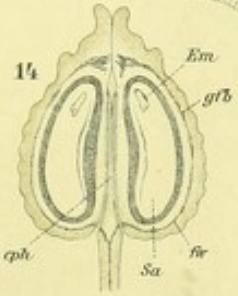


11.

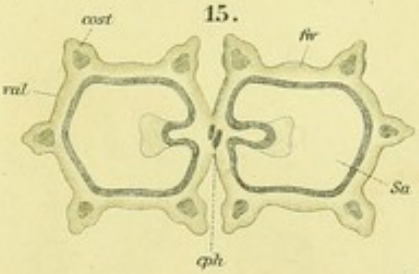


12.

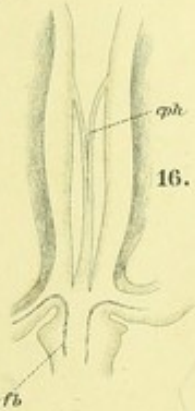
13.



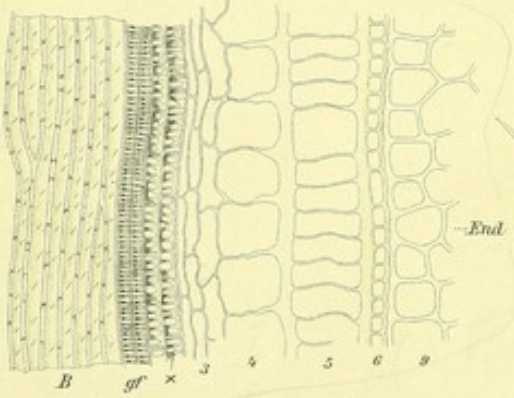
14.



15.



16.

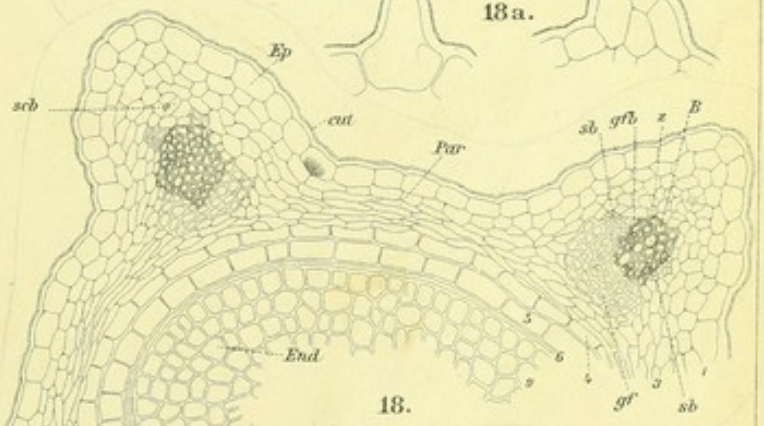


17.

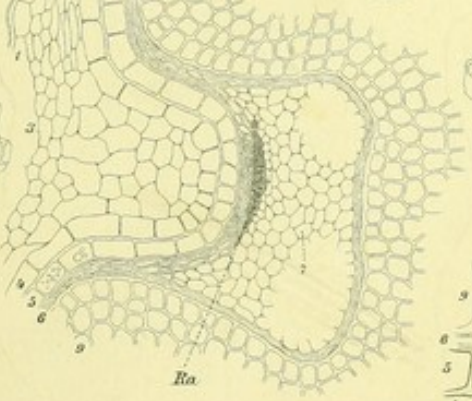
6a.

17a.

18a.

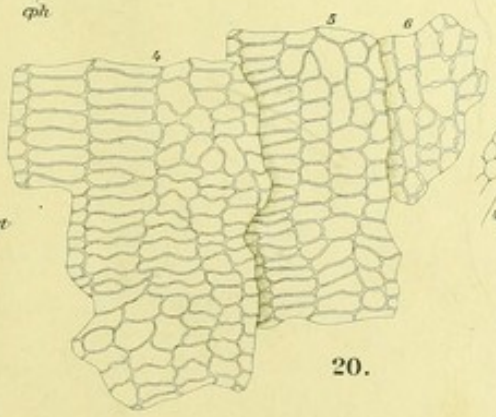


18.

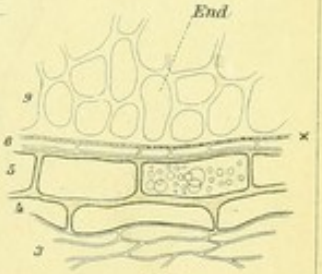


22.

19.



20.



21.

Lith. Anst. v. C. Kirst, Leipzig

Rhiz. imperatoriae.

Meisterwurz, Racine d'Imperatoire, Masterwort.

Gräbt man das unterirdische Achsensystem von Imperatoria Ostruthium L. in toto aus dem Boden, so lassen sich folgende Verhältnisse feststellen.

Im organischen Mittelpunkte des Ganzen liegt ein Centralwurzelstock (*I*, Fig. 1). Derselbe ist im oberen Teile knollig oder keulig verdickt, im unteren ausläuferartig verdünnt. Er bildet im oberen Teile einen „Speichersprofs" (*x*—*y*, Fig. 1), im unteren einen „Wandersprofs" (*y*—*z*, Fig. 1). Der untere Teil verdünnt sich allmählich stark und trägt aufser einer dickeren seitlich ansitzenden Wurzel, besonders an den Knoten der einige Centimeter langen Internodien zahlreiche feinere Wurzeln. Beim Trocknen schrumpft die Wandersprofsregion stark, so dafs alsdann deutliche breite Längsrunzeln an den Internodien sichtbar werden (*Ws*, Fig. 1). Die Knoten sind deutlich. Die Speichersprofsregion zeigt eine von den Ansatzstellen der abgestorbenen Laubblätter herrührende Zonung. Die Internodien sind kurz und gestaucht. Zahlreiche feinere Wurzeln sitzen an den Knoten, eine oder mehrere dickere an der Basis des Speichersprosses (*Wu*, Fig. 1 links). Die Spitze trägt eine ausgetriebene Blattknospe (*Kn*). In den Achseln der (nunmehr abgestorbenen) Laubblätter der Speichersprofsregion der Hauptachse sind aus den dort entwickelten Knospen Nebenwurzelstöcke entstanden (*II*, Fig. 1). Die in den Achseln der oberen Blätter gebildeten haben sich alsbald nach oben gewendet, ihre Spitze verdickt und aus der terminalen Knospe Blätter entwickelt (*II* oben links). Ihre Wandersprofsregion ist kurz geblieben. Die in den Achseln der unteren Blätter der Hauptachse gebildeten Nebenwurzelstöcke dagegen haben sehr lange ausläuferartige Wandersprosse entwickelt, die schmal sind und stark gestreckte Internodien besitzen (*v*—*w*, Fig. 1) und sich erst in ziemlich weiter Entfernung von der Hauptachse zum Speichersprofs verdicken (*Sps*, Fig. 1 rechts). An der Spitze trägt dieser sekundäre Speichersprofs ebenfalls eine ausgetriebene Blattknospe (*Kn*). Er verhält sich überhaupt ganz wie die Hauptachse (*I*), d. h. er besitzt gestauchte Internodien und entwickelt in den oberen Blattachseln Kurzsprosse nach Art von *II* links (auf der Figur hier nicht sichtbar), in den unteren Langsprosse mit gestreckter Wandersprofsregion (*III*, Fig. 1).

Alle Knospen kommen jedoch in diesem Stadium an dem Hauptsprosse (*I*) nicht zur Entwickelung. Wenigstens findet man stets noch eine oder die andere, die nicht ausgetrieben ist (*Kn*,). Nach einiger Zeit stirbt dann die Hauptachse (der Hauptwurzelstock) ab und die einzelnen Achsen zweiter Ordnung (Nebenwurzelstöcke) übernehmen alsdann die Rolle der Hauptachsen. Sie entwickeln sich ebenso weiter.

Die Droge besteht aus den Achsen höherer Ordnung, die für gewöhnlich an der Spitze eine nicht ausgetriebene Knospe tragen (*Kn*, Fig. 2a u. 10). Aber auch Hauptachsen findet man darunter mit daran ansitzenden Nebenachsen. Die Hauptachsen tragen alsdann gewöhnlich einen Blattschopf oder dessen Reste. Unter den Stücken der Droge walten solche vor, bei denen vornehmlich die Speichersprofsregion zu finden ist, doch findet man an einigen auch die Wandersprofsregion, die sich alsdann stets durch gestreckte Internodien auszeichnet (11—20, Fig. 2a), während an der Speichersprofsregion die Internodien gestaucht und daher sehr kurz sind (1—10 und 21—32, Fig. 2a). Auch kommt es vor, dafs an einem Sprosse Speicher- und Wandersprofsregionen miteinander abwechseln (Fig. 2a) oder sich der Übergang beider stark verwischt (Fig. 2b). Die Speichersprofsregion pflegt nur selten kurz-knollig zu sein, meist ist sie rhizomartig oder keulig verdickt, stets natürlich dicker als die Wandersprofsregion. Denn während letztere die einzelnen knospentragenden Sprosse möglichst weit voneinander fortschiebt, dient der Speichersprofs zur Deponierung grofser Mengen Reservematerials.

Die Länge der Internodien ist bei der Wandersprofsregion sehr leicht auch äufserlich schon festzustellen. Bei der Speichersprofsregion ist dies schwieriger, da die Internodien hier sehr kurz sind. Immer gelingt es auch hier leicht, wenn man einen medianen Längsschnitt herstellt. Bei diesem markieren sich die Knoten als helle, die Internodien als dunkle Querstreifen (Fig. 10).

Äufserlich erscheinen die Nodien als erhabene, quer verlaufende Leisten (Fig. 2b), die Internodien als dazwischen liegende Querfurchen. Auf der Oberfläche des Rhizoms sieht man oft zahlreiche rundliche oder kegelförmige Höcker aufsitzen (*y*, Fig. 2a). Es sind die Anlagen junger Nebenwurzelstöcke, die mit dem Gefäfsbündelsysteme des Hauptwurzelstockes in Verbindung stehen. Einige dieser Höcker sind auch bereits zu Nebenwurzelstöcken ausgewachsen (×, Fig. 2a u. 2b). Dieselben sitzen dem (relativen) Hauptwurzelstocke in der Weise an, dafs sich die Basis ihrer Wandersprofsregion als ein mehr oder weniger breiter Ringwulst rings um den Hauptwurzelstock legt (*z*, Fig. 2a u. 2b). Durchschneidet man an diesen Stellen das Rhizom quer (Fig. 9), so sieht man, dafs dieser Ringwulst gebildet wird, um dem Nebenwurzelstocke eine gröfsere Anzahl besonders von wasserleitenden Elementen zuzuführen, als dies sonst möglich wäre. Es treten nämlich im ganzen Verlaufe des Ringwulstes von den inneren Elementen des Holzkörpers der Rhizombündel Gefäfsstränge in den Ringwulst heraus. Von jedem Bündel meist

zwei. Dieselben vereinigen sich im Ringwulst zu einem breiten Strange, der aufsen auch Siebelemente führt und sich (*gfb*, Fig. 9) im Bogen gegen die Ansatzstelle des Nebenwurzelstockes (×, Fig. 9) wendet, diesen also mit einer der Zahl des Hauptwurzelstockes fast gleichen Anzahl von Bündeln versorgt. In dem in Fig. 9 dargestellten Falle liefern nur die der Ansatzstelle des Rhizoms gegenüber liegenden Bündel keine Elemente in den Ringwulst, alle anderen beteiligen sich an der Versorgung. Alle die Nebenwurzelstöcke, welche sich nicht dicht am Hauptwurzelstocke aufwärts wenden, also alle die, welche eine lange Wandersprofsregion bilden, gehen zunächst abwärts (×, Fig. 2a u. 2b und Fig. 1 rechts) und wenden sich erst in einiger Entfernung vom Hauptwurzelstock im Bogen aufwärts.

Abgesehen von den ganz dünnen Haarwurzeln, die als Wurzelgebilde leicht erkannt werden können, sind bei oberflächlicher Betrachtung die Wurzeln nicht leicht von jungen Ausläufern zu unterscheiden. Doch gelingt dies leicht, wenn man berücksichtigt, dafs die Wurzeln niemals einem Ringpolster aufsitzen oder die Anatomie heranzieht (s. unten).

Die Anatomie der Speichersprofsregion weicht etwas von der der Wandersprofsregion ab. Das Lupenbild des Querschnittes des Speichersprosses (Fig. 3) zeigt, dafs der Sprofs etwas plattgedrückt-elliptisch ist und ein Kranz von 30—50—70 Bündeln (*gfb*) ein grofses centrales Mark (*m*) umgiebt. Grofse Sekretbehälter (*scb*) liegen in der Rinde (*R*) und in der Peripherie des Markes. Siebteil (*sb*) und Gefäfsteil (*gth*) sind etwa gleich grofs.

Bedeckt ist das Rhizom von einem mehrreihigen, aus der Epidermis hervorgehenden Kork (*k*, Fig. 4), dem aufsen bisweilen noch Epidermisfetzen aufsitzen. Dann folgt ein quergestrecktes Kollenchym und die von stärkereichen Parenchymzellen gebildete primäre Rinde, die sehr leicht in tangentialer Richtung reifst, da sich die Zellreihen in dieser Richtung voneinander lösen. In derselben liegen sehr grofse Sekretbehälter (*scb*, Fig. 4), um welche herum das Parenchym sich in konzentrischen Lagen orientiert. Sie sind im Querschnitt entweder rund oder schwach tangential oder radial gestreckt (*scb*, Fig. 3) und liegen in einfacher oder doppelter Reihe der inneren Grenze der primären Rinde genähert. Sie sind so enorm grofs, dafs man sie schon mit blofsem Auge deutlich als Lücken wahrnimmt. Sie messen im Querschnitt 130—550 mik oder mehr (meist 300—400 mik) und sind so lang als wie ein Internodium, in der Speichersprofsregion, wo die Internodien gestaucht sind, also relativ kurz, oval (Fig. 5). Sie sind mit einem zarten Sezernierungsepithel ausgekleidet (*sec*) und führen reichlich ätherisches Öl, bezw. Harz.

Ihre Entwicklung ist folgende. Die durch Auseinanderweichen an ihrer mittleren Berührungsfläche den Kanal bildenden sezernirenden Zellen besitzen einen hellen Inhalt, keine Stärke, aber viel Plasma. Schon in den allerersten Stadien ihrer Entstehung enthalten die Kanäle Sekret (Öl), löst man dasselbe mit Alkohol heraus, so bleibt eine in Wasser quellende Schleimmasse zurück. Im folgenden Stadium (Fig. 12) sieht man bei der gleichen Behandlung, dafs der der Membran der Sezernierungszellen dicht aufliegende Schleimbeleg in der Mitte weniger dicht ist. Bei dem nun folgenden Stadium der Entwicklung (Fig. 13) zeigt sich nach Herauslösen des Öls in der Mitte des Kanals eine hautartige Falte, welche nach Kontraktion des Schleimbeleges mittelst Alkohol ein kleines Lumen erkennen läfst, welches vorher Öl enthielt. Bei fortschreitender Entwicklung teilen sich nun die (ursprünglich) 4 Epithelzellen durch Radialwände und so entsteht ein Beleg von im Querschnitt 8 oder mehr sezernierenden Zellen. Die letzteren sind zartwandig, plasmaerfüllt und etwas gegen den nun stark erweiterten Kanal vorgewölbt. Die ihnen aufgelagerte Schleimmasse hat mit dem Wachstum des Kanals nicht Schritt gehalten (Fig. 14), denn wenn man das Öl durch Alkohol entfernt und Wasser zufliefsen läfst, erfüllt selbst die gequollene Schleimmasse nur selten (Fig. 15) den ganzen Kanal, meist liegt ein ungleich breiter Beleg den Epithelzellen innen auf (Fig. 14). Derselbe ist gegen das Ganginnere von einer zarten Haut, der „inneren Haut", begrenzt und zeigt faden-, stäbchen- oder körnchenartige Einlagerungen. Er quillt in Wasser stark, stärker noch in Kali, Jod färbt ihn gelb, ebenso Chlorzinkjod, Millons Reagens färbt nicht. In Schultzescher Flüssigkeit löst er sich bis auf die Stäbchen und die innere Haut. In diesem Schleimbeleg der sezernierenden Zellen, den wir als die gegen den Kanal gerichtete Schicht der Epithelzellmembran aufzufassen haben, entsteht aus den vom Sezernierungsepithel gelieferten resinogenen Substanzen das Sekret, es bildet die „resinogene Schicht". Von ihm aus wird das Sekret in den Kanal sezerniert, den es schliefslich mehr oder weniger erfüllt.

Den gleichen Bau wie die Sekretbehälter der Rinde besitzen auch die markständigen (*scb*, Fig. 3 u. 4 unten).

Am Rande der primären Rinde, gegen die sekundäre hin liegen sowohl die meist obliterierten primären Siebbündel, das Rindenprotophloëm (Angew. Anatomie, S. 396), sowie vereinzelte Kollenchymstreifen (*col*, Fig. 4 oben).

Die Gefäfsbündel sind kollateral, d. h. der Siebteil liegt aufsen, der Gefäfsteil innen. Die Bündel selbst nehmen nur einen kleinen Teil des Querschnittes ein. Die Zone der Holzbündel pflegt bei einer Dicke des Rhizoms von 10 mm nur 0,3 mm breit oder wenig breiter zu sein. Übrigens wechselt die Breite sehr, da zwischen den primären, sekundären u. s. w. Bündeln im interfascicularen Kambium fortdauernd neue Bündel angelegt werden. Trotzdem schliefst sich doch der Bündelkreis, wie es scheint, niemals vollständig zu einem Cylinder, denn selbst in dem Centralwurzelstocke, wo die grofsen Bündel schon relativ eng aneinander schliefsen, sind sie doch noch stets durch breite Markstrahlen voneinander getrennt. Jedem Holzbündel entspricht ein Siebstrang. Da erstere nicht zu einem kontinuirlichen Cylinder zusammenschliessen, sondern isoliert bleiben, so bleiben es auch die Siebstränge: die keilförmigen Holzbündel werden durch Markstrahlen, die breiten Siebstränge durch Rindenstrahlen, den Fortsetzungen der ersteren und hier von gleichem Baue wie diese, voneinander getrennt. Die Strahlenzellen sind radial-gestreckt und parenchymatisch. Mark- und Rindenstrahlen sind etwa 10 Zellen breit und so hoch als ein Internodium.

Das Siebteil besteht aus — oftmals abwechselnden — Streifen von Phloemparenchym (*php*, Fig. 4) und Siebbündeln (*sb*). Die Siebstreifen sind nur im innern, in dem an das Kambium angrenzenden Teile nicht obliteriert (Fig. 7, *s*), schon wenig weiter nach aufsen sind sie zu den bekannten Keratenchymbändern zusammengefallen (*sb*, Fig. 4 oben und Fig. 7, *obl*). Am Kambium sind Siebröhren und Kambiform deutlich (Fig. 7). Aufser den genannten Elementen findet man im Siebteil, besonders im äufseren Teile desselben, noch Kollenchymbänder (*col*, Fig. 4) und da und dort kleine, 50—80 mik weite schizogene Sekretbehälter, deren Durchmesser sehr viel geringer ist als der der Sekretbehälter der Rinde und des Markes und die auch die Bündel über die Knoten hin begleiten, also länger als ein Internodium sind, während die Bündel des Markes und der primären Rinde nur ein Internodium lang, also nur in der Wandersprofsregion stark gestreckt, in der Speichersprofsregion dagegen oft sehr kurz sind. Die dem Siebteil eingelagerten Sekretbehälter sind übrigens dort durchaus nicht regelmäfsig anzutreffen. Sie fehlen bisweilen ganz (Fig. 4, rechts und Fig. 578 der Angewandten Anatomie) oder sind in gröfserer als der Einzahl vorhanden. Letzteres besonders beim Hauptwurzelstock.

Das Kollenchym (Fig. 4 u. 5, *col* und Fig. 6) ist sehr eigentümlich gebaut und mit sehr unregelmäfsigen Verdickungen versehen, übrigens kurzzellig (Fig. 5).

Stärke ist reichlich nicht nur in der primären Rinde und den breiten Rindenstrahlen (*rst*, Fig. 4), sondern auch im Phloemparenchym enthalten. Siebbündel und Kollenchym sind der Regel nach stärkefrei.

Ein relativ breites Reihenkambium (Fig. 4 u. 7, *c*) trennt den Siebteil vom Holzteil. Das Kambium der einzelnen Bündel setzt sich über den Rinden-Markstrahl hinweg als Markstrahlkambium fort (×, Fig. 4).

Der Gefäfsteil der sekundären Bündel besteht aus verschieden grofsen kurzgliederigen Gefäfsen, die bald einzeln, bald zu mehreren vereinigt, in das Holzparenchym (*hp*) eingebettet sind (Fig. 4, *gf*). Ihre Wand ist bald spiralig, bald leistenartig verdickt (Fig. 7). Nur von den zu innerst gelegenen Gefäfsgruppen werden Zweige hinaus in die Rinde, in die Wurzeln und in die Nebenwurzelstöcke entsendet (*z*, Fig. 4 und Fig. 9).

Eingebettet in den Gefäfsteil findet man mehr oder weniger grofse Libriformgruppen (*lf*, Fig. 4), deren Elemente, mehr oder weniger gestreckt, bald typische Spaltentüpfel, bald ovale Tüpfel zeigen (*lf*, Fig. 7). Auch die Spaltentüpfel stehen meist horizontal, nicht linksschief. Zu innerst liegen, die Markkrone oder Markscheide bildend, die primären Gefäfsteile, das Protohadrom (*pgth*, Fig. 4), oft umgeben von einem Bogen eigentümlich knotig verdickter Zellen (*y*, Fig. 4 u. 7). In den Internodien laufen Gefäfs- und Siebstränge nebst ihren Begleitern vertikal gerade abwärts. In den Knoten anastomosieren die Systeme. Dort treten auch die Blattspuren und die Wurzelbündel in den Bündelkreis ein.

Der Markkörper besteht aus dünnwandigem Parenchym (*m*), dessen Zellen in der Peripherie des Markes ziemlich dicht aneinander schliefsen, gegen die Mitte hin lockerer liegen und relativ grofse Intercellularen zwischen sich lassen. In der Peripherie des Markes liegen oft 2—3 Reihen grofser Sekretgänge (*scb*, Fig. 3 u. 4), im Innern bisweilen sehr kleine verzweigte Gänge, die gegen die Bündel hin oftmals nach aufsen umbiegen und wohl auch (besonders in den Knoten) anastomosieren. Überhaupt scheint das System der Markgänge unter sich und der Rindengänge unter sich in offener Kommunikation zu stehen. Wenigstens sieht man oft die grofsen Rindengänge im Knoten in einen feinen Kanal auslaufen, der mit den feinen Gängen der sekundären Rinde, die dort in die Nebenwurzelstöcke austreten, in Verbindung steht, und auch die Markgänge laufen oft in einen solchen feinen Kanal aus, wodurch wenigstens einige derselben über den Knoten hin untereinander in Verbindung treten.

Das Mark der Internodien schwindet leicht, doch niemals so, dafs eine centrale Höhle entstünde, sondern in der Weise, dafs dünne lamellöse Querdiaphragmen stehen bleiben. Dadurch erscheint der centrale Teil des Rhizoms im Längsschnitte gekammert. Nicht selten tritt auch in den Markstrahlen vom Marke her Zerreifsung der Gewebe ein. In diesem Falle bleiben die keilförmigen Gefäfsbündel durch lange Radialstreifen parenchymatischer Gewebe mit dem centralen Markstreifen verbunden.

Die Stärke, welche Mark, Mark- und Rinden-Strahlen und primäre Rinde dicht erfüllt — die Einsammlung erfolgt im Frühjahr oder Herbst —, ist kleinkörnig (Fig. 8) und besteht aus rundlichen oder ovalen Körnchen von 4—12, meist 7—8 mik Durchmesser.

Legt man Rhizomstücke der Droge erst in Wasser, dann in Alkohol, so findet man nach einiger Zeit im ganzen Gewebe Sphärokristalle oder dendritisch verzweigte Gebilde und in den Ölgängen lange Nadeln.

Die Wandersprofsregion gleicht im allgemeinen der Speichersprofsregion, nur ist sie im Querschnitte fast genau rund, enthält aber auch, wie jene, reichlich Stärke im gesamten Parenchym. Die Sekretbehälter pflegen von geringerem Durchmesser, immerhin noch mit blofsem Auge gut sichtbar zu sein. Das mechanische Gewebe des Holzkörpers, das Libriform, liegt den Gefäfsteilen innen an und bildet oft einen breiten, mehr oder weniger kontinuierlich rund umlaufenden Streifen (*lf*, Fig. 11).

Von Wurzeln pflegen bei der Droge nur die dickeren erhalten zu sein, die feineren sind meist abgerissen. Sie sitzen dem Rhizome seitlich horizontal an und sind auf den ersten Blick nicht von den Wandersprofsregionen der Nebenwurzelstöcke zu unterscheiden, doch sitzen sie niemals Ringwulsten auf und sind auch anatomisch leicht von den Nebenwurzelstöcken zu unterscheiden, denn sie besitzen einen centralen, strahligen Holzkörper mit breiten Markstrahlen und führen in der Mitte bisweilen ein oder mehrere Libriformbündel. In der Rinde liegen schizogene Sekretbehälter.

Tafel 38.

Erklärung der Abbildungen.

Imperatoria Ostruthium L.

Fig. 1. Hauptwurzelstock (*I*) mit Nebenwurzelstöcken (*II*) und deren Ausläufern (*III*). Aus dem botanischen Garten im Sommer ausgegraben. *Kn* Ausgetriebene Knospe. *Ws* Wandersprofsregion. *Sps* Speichersprofsregion.

„ 2a. Aus der Droge ausgelesen. 12—20 Wandersprofsregion. 21 bis 32 Speichersprofsregion. *z* Ringwulstpolster der Nebenwurzelstöcke (×).

„ 2b. Aus der Droge ausgelesen. Speichersprofsregion, Bezeichnungen wie in Fig. 2a.

„ 3. Lupenbild des Querschnittes durch die Speichersprofsregion.

„ 4. Querschnitt durch die Randpartie der Speichersprofsregion.

Fig. 5. Längsschnitt durch die primäre Rinde derselben.

„ 6. Kollenchym der Rinde.

„ 7. Radialer Längsschnitt durch die beiderseits vom Kambium liegenden Rhizompartien, links Siebteil, rechts Gefäfsteil.

„ 8. Stärke.

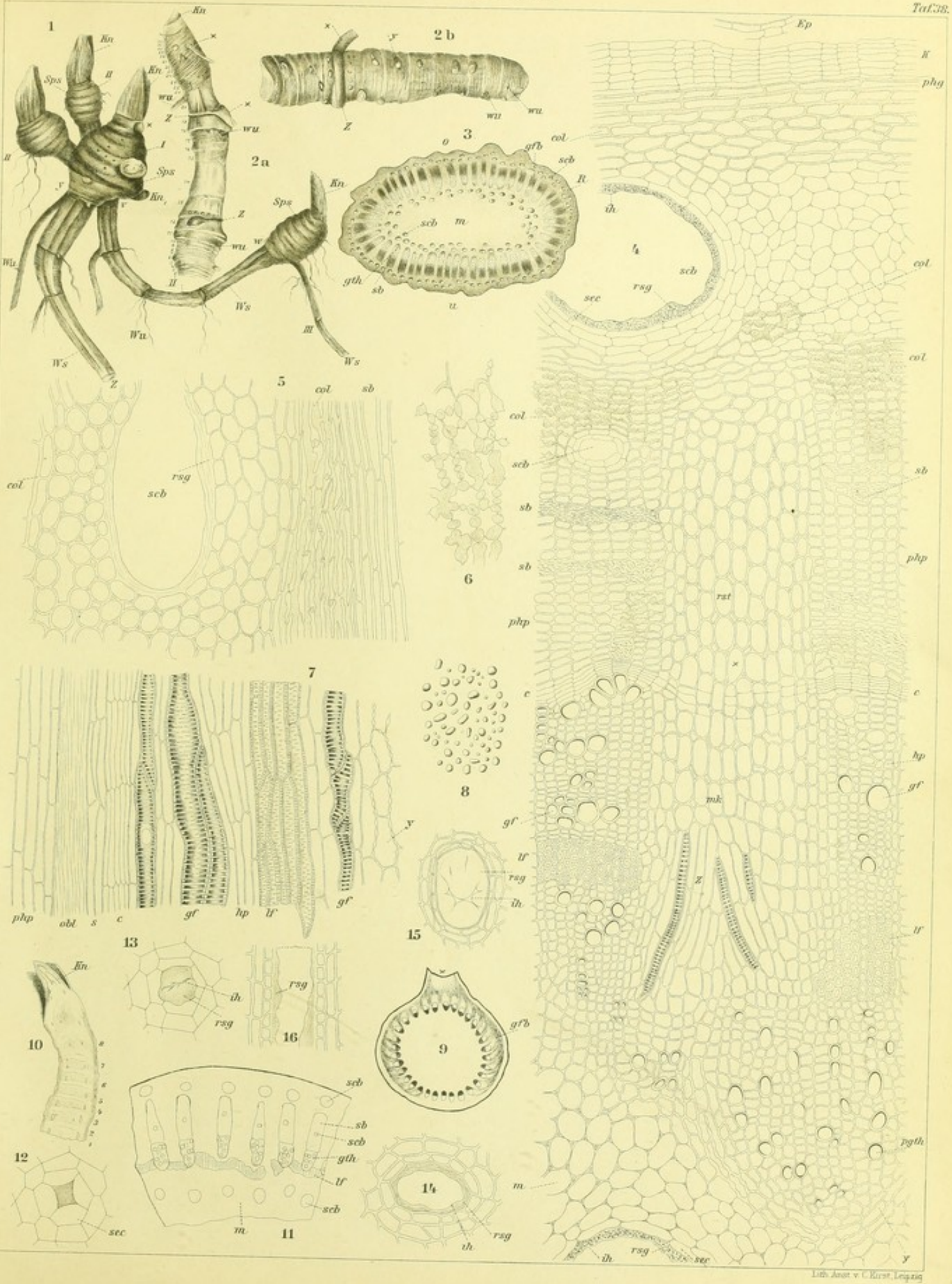
„ 9. Querschnitt durch das Rhizom an der Stelle eines Ringwulstpolsters.

„ 10. Längsschnitt durch eine Spitzenknospe. Lupenbild.

„ 11. Partie der Randschicht einer Wandersprofsregion. Lupenbild.

„ 12—15. Entwickelungsgeschichte eines Sekretganges.

„ 16. Längsschnitt eines solchen.


1
Kn
Sps
II
wu
Z
I
Ws
Wu
III
2a
2b
x
y
3
o
gfb
col
scb
R
m
gth
sb
u
4
ih
sec
rsg
Ep
K
phg
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
rst
mk
c
hp
gf
lf
pgth
obl
s
Lith. Anst. v. C. Kurst, Leipzig

Herba hyoscyami.

Bilsenkraut, Feuilles de Jusquiame, Hyoscyamus leaves.

Hyoscyamus niger L. ist entweder ein- oder zweijährig. Im letzteren Falle entsteht im ersten Jahre eine grofse basale Blattrosette und im zweiten der beblätterte und blütentragende Sprofs, im ersteren entsteht dieser schon im ersten Jahre. Der hohle, drüsig-zottige Stengel ist entweder unverzweigt oder bildet eine dreiteilige Gabel oder verzweigt sich aus den Achseln der unteren, spiralig gestellten Blätter reichlicher. Die Basalblätter des ersten Jahres sind sehr lang (bis 20 cm) und grob gezähnt. Sie werden nicht gesammelt. Die Blätter des blütentragenden Sprosses sind erheblich kleiner und sitzend. Sie umfassen den Stengel mit zwei ein Stück weit herablaufenden Lappen, sind im Umriss länglich-eiförmig, zugespitzt, buchtig gezähnt, mit 2—4 grossen, dreieckigen Zähnen auf jeder Seite, in deren Mitte ein kräftiger Sekundärnerv zur Zahnspitze hin läuft (Fig. 1). Auch diese Blätter sind behaart. Die Inflorescenz ist cymös, und zwar ein Wickel, und nicht, wie man auf den ersten Blick glauben sollte, eine dorsiventrale einseitswendige Traube. Die scheinbar die Blüten seitlich tragende Hauptachse besteht also nur aus den einzelnen Abschnitten sehr verschiedener Ordnung (Fig. 1a). Der Sprofs läuft in eine Blüte aus (*I*). In der Achsel des unmittelbar unter derselben liegenden Blattes entsteht ein ebenfalls in eine Blüte auslaufender Seitensprofs (*II*), der die scheinbare Hauptachse fortsetzt und bei dem sich das gleiche Spiel wie bei *I* wiederholt und so fort. Dass wir es nicht mit einer einseitswendigen Traube zu thun haben, deren Blüten in den Achseln der Blätter sitzen müssten, geht schon daraus hervor, dass die Blüten in der That gar nicht in der Blattachsel stehen, sondern etwas seitlich gerückt sind, und dass die Fortsetzung der scheinbaren Hauptachse in der Achsel des Blattes sitzt. Die Blüten des Wickels liegen bei Hyoscyamus nicht in einer Ebene, sondern die aufeinander folgenden divergieren um 90°, doch so, dass die eine Seite des scheinbaren Hauptsprosses blütenfrei bleibt. Die Spitze der Inflorescenz erscheint spiralig eingerollt.

Die Blüten besitzen einen gamosepalen, krug-becherförmigen Kelch, der bis 1,5 cm lang ist und in fünf dreieckige Zähne ausläuft. Er vergröfsert sich nach der Befruchtung der Blüte erheblich, oft auf das Doppelte. Er ist besonders im unteren Teile drüsig-zottig. Die Korolle ist fünfzipfelig, zwischen den zwei vorderen Zipfeln ist der Einschnitt tiefer als zwischen den anderen. Die Farbe der Zipfel ist stumpf-gelb, Schlund und Aderung sind meist purpurviolett. Die fünf Stamina, drei längere und zwei kürzere, sind am Grunde etwas behaart und im Grunde der Korollenröhre angeheftet. Der Fruchtknoten ist 3 mm lang, kegelförmig, kahl oder doch nur an der Spitze behaart. In der Mitte bemerkt man eine helle, ringsum laufende Furche. Es ist dies die Stelle, wo sich später der Deckel ablöst. Die zahlreichen anatropen Ovula (Fig. 10) sitzen dicken, halbcylindrischen Placenten an (Fig. 8 und 9). Der Griffel ist fadenförmig, die Narbe kopfig. Die Frucht ist eine Kapsel, bis 1,5 cm lang, eiförmig (Fig. 8) von den Seiten zusammengedrückt (Fig. 9). Sie wird von dem basalen bauchigen Teile des Kelches dicht umschlossen. Der Ansatzstelle der Scheidewand entspricht aufsen eine Furche, den Samen buckelige Höcker. Der knorpelige, zweifächerige Deckel (*De*, Fig. 8), mit dem die Kapsel aufspringt, ist oben von dem Griffelrest bespitzt. Die Placenta trocknet bei der Reife zu einem schwammigen Gebilde zusammen. Die Samen sind bis 1,5 mm lang, nierenförmig, bräunlich-grau, auf der Oberfläche netzig grubig (Fig. 13).

Die Inflorescenzachse ist rund. Der Gefäfsbündelring schliefst sich bald zu einem soliden Cylinder, bei einem 5 mm dicken Internodium bildet der Holzring bereits einen festen, an Libriform reichen, ringsum laufenden Cylinder, der sowohl an der äufseren wie an der inneren Seite gegen das Mark hin Siebteilgruppen besitzt; die bikollateralen Bündel sind ja bei den Solanaceen etwas sehr Häufiges. In der äufseren Partie der Rinde läuft ein Kollenchymring ringsum. Die Epidermis, trägt zahlreiche lange Haare, von denen einige in eine kegelförmige Spitze auslaufen, andere ein mehrzelliges Köpfchen tragen (ähnlich wie Fig. 5, *x*), welches reichlich ein schmieriges Sekret secerniert (vergl. auch Fig. 294 und 295 der Anatomie). Dies Sekret bedingt die klebrige Beschaffenheit der Internodien.

Die Blätter sind einfach gebaut und welken aufserordentlich leicht, da sie sehr reich durchlüftet und mit zahlreichen Spaltöffnungen auf beiden Blattseiten versehen sind. Die Nervatur der Zähne ist charakteristisch (Fig. 1). Der starke Mittelnerv (*Ne*, Fig. 1) läuft gegen die Zahnspitze

hin in mehrere geteilte Gabeläste aus, die blind endigen. Von den Randnerven gehen ebenfalls häufig Äste aus, die gegen den Rand hin blind endigen.

Der Mittelnerv springt sowohl nach oben wie nach unten weit hervor (Fig. 6) und zeigt keine subepidermalen Kollenchymbelege, sondern reich durchlüftetes Parenchym. Das Nervenbündel ist nur undeutlich strahlig gebaut und deutlich bikollateral, d. h. es liegen sowohl auf der Oberseite wie auf der Unterseite Siebgruppen (*sb*, Fig. 6), die an der Oberseite von Bastzellen (*B*) begleitet werden.

Die Blattlamina ist dünn, ihr Bau bifacial. Die Epidermis ist auf der Oberseite und Unterseite des Blattes gleich gebaut. Die Epidermiszellen besitzen, von der Fläche gesehen, wellige Kontur (Fig. 2). Im Querschnitt sind sie stark tangential gestreckt (Fig. 6). Über den Nerven sind die Epidermiszellen nicht wellig verbogen, sondern in der Organsachse gestreckt und oft prosenchymatisch zugespitzt (Fig. 4). Häufig sind die Epidermiszellen beider Blattseiten zu Haaren ausgestülpt (vergl. auch Fig. 275 der Angew. Anatomie), und zwar ist es meist nur ihr mittlerer Teil, der sich trichomatisch vorwölbt und zum Haar wird (Fig. 6, *t*). Daher sitzen, wenn man die Epidermis von der Fläche betrachtet, die Haare der Mitte der Epidermiszellen auf (Fig. 2, *t*). Die Haare sind stets mehrzellig und besitzen zwei typisch verschiedene Formen. Entweder endigen sie in eine kegelförmige Spitze oder in ein mehrzelliges Köpfchen (Fig. 2, 4, 5). Die Zellen dieses Köpfchens bilden die resinogenen Substanzen (sie erscheinen bei der Droge oft braun). Das Sekret, welches die Blätter klebrig macht, entsteht auch hier unter der Kuticula, die blasig abgehoben wird (Fig. 5). Die oberen Zellen des Köpfchens lösen sich bisweilen voneinander (Fig. 5, *y*), besonders der Blattrand enthält viele solcher secernierender Trichome.

Die einfachen Haare sind ziemlich lang und breit, differieren jedoch in der Gröfse sehr. An der Basis messen sie 25—40 mik (oft 28), ihre Länge schwankt zwischen 90 und 350 mik, doch finden sich auch noch längere und kleine, kürzere. Ihre Wandung ist glatt. Die Zahl der das Haar bildenden Zellen variiert. Die längsten Haare, wie solche besonders an den Blattrippen und dem Kelch gefunden wurden, bestehen aus zehn Zellen, die meisten sind jedoch 2—4 zellig.

Spaltöffnungen mit 3—4 Nebenzellen finden sich sowohl auf der Oberseite wie auf der Unterseite in grofser Zahl vor, Zählungen zeigen oben und unten etwa gleichviel. Ihr längster Durchmesser beträgt 37—41, ihr kürzester 26 bis 30 mik. An einem oder beiden Enden zeigen sie oft kleine Zapfen (Fig. 3 bei *x*). Sie sind meist etwas über die Epidermis emporgehoben (Fig 6, *st*), was ein weiterer Grund des leichten Welkens der Blätter ist.

Die Blattoberseite enthält eine Reihe langer Palissadenzellen, die bis zur Blattmitte reichen und nicht nur zur Bildung von Atemhöhlen (*a*, Fig. 6) auseinander weichen, sondern auch sonst Längsspalten zwischen sich lassen. Die darunter liegenden „Sammel- oder Trichterzellen“ (*tz*, Fig. 6) tragen meist 1—3 Palissaden.

Sie sind rundlich und enthalten je einen Kalkoxalatkristall (Säulen, Würfel, Oktaeder, Prismen) oder einen Zwillingskristall oder eine weniggliederige Druse. Die meisten Kristalle sind Säulen oder Zwillinge (Fig. 7). Fast nur in diesen, die Assimilationsprodukte zunächst aufnehmenden Sammelzellen finden sich die Oxalatkristalle (vergl. auch Fig. 275 der Angew. Anatomie), was auf die Bildung dieses Abfallproduktes einiges Licht wirft.

An dieser Stelle sei erwähnt, dafs die Kristallbildungen ein gutes Unterscheidungsmittel der vier wichtigsten narkotischen Kräuter bilden: bei Fol. hyoscyami: Säulen und Zwillinge, bei Fol. stramonii: Drusen, bei Fol. belladonnae: Kristallsand, bei Fol. digitalis: keinerlei Kristallbildungen.

Die Blattunterseite enthält ein sehr reich durchlüftetes Merenchym, dessen Zellen oft fast palissadenartig gestreckt sind und meist mit fufsförmigen Enden sich an die Epidermis ansetzen. Ihre Länge erreicht jedoch nicht die der Palissaden. Chlorophyllkörner finden sich namentlich reichlich in den Palissaden.

Die Blüten fehlen dem Herb. hyoscyami; dagegen findet man öfter Früchte darin.

Sem. hyoscyami.

Die Frucht ist aufsen dicht umschlossen von dem nach dem Abblühen weiter wachsenden Kelche, der mit seinem unteren bauchigen Teile die Fruchtkapsel eng umschliefst (nicht damit verwachsend), oberhalb des Fruchtdeckels aber in fünf derbe Zipfel ausläuft (*Se*, Fig. 8), die in eine harte, fast nur aus Bastzellen bestehende Spitze endigen. Auch sonst ist der Kelch reich an mechanischen Elementen, besonders in den sehr harten Zipfeln werden alle Gefäfsbündel von mächtigen Bastzellgruppen begleitet — das Bastbündel des Mittelnerven läuft in die Spitze aus —, aber auch in dem bauchigen Teile besitzen die Bündel starke Belege. Daselbst besteht das Mesophyll an der mit langen Haaren besetzten Aufsenseite aus einem reich durchlüfteten, stärkeführenden Sternparenchym, dann folgt die Gefäfsbündelzone, deren Bündel aufsen breite Bastzellpanzer besitzen, und auf der Unterseite liegt unter der Epidermis ein aufserordentlich reich durchlüftetes Gewebe, dessen grofse Intercelluraren von einreihigen Zellzügen begrenzt werden.

Das ebenfalls reich durchlüftete Gewebe der dünnen Fruchtschale besteht aus wenigen Reihen dünnwandiger, stärkereicher Parenchymzellen. Da durch den umhüllenden Kelch die Kosten der mechanischen Versteifung getragen

werden, fehlen den zarten Fruchtschalbündeln mechanische Elemente ganz. Die Stelle, wo sich der Deckel später ablöst, ist schon bei der ganz jungen Frucht angedeutet. An der Stelle ist das Gewebe gebräunt.

Die Ovula sind anatrop. Sie sitzen in grofser Zahl an den scheidewandständigen Placenten (Fig. 8 und 9), von deren reichverzweigtem Bündelsystem je ein Strang in je ein Ovulum eintritt (Fig. 10). Das Integument (*i*, Fig. 10 und 11) ist schon im Ovulum ziemlich dick und dicht erfüllt mit transitorischer Stärke (Fig. 11). Seine Epidermis (Fig. 11, 1) hebt sich kräftig ab und bräunt sich frühzeitig. Nach der Befruchtung wächst das Integument noch weiter heran und auch die Stärkekörner wachsen noch weiter. Bald tritt jedoch eine noch stärkere Differenzierung der Epidermis ein. Unter Resorption der in den Epidermiszellen vorhandenen Stärke verdicken sich die Zellen zunächst auf der Innenseite, dann an den Seiten (Fig. 12, 1). Schon zu dieser Zeit beginnt die Entleerung des zwischen den beiden Epidermen im Integument liegenden Gewebes, das als „Nährschicht" fungiert und demgemäfs mit fortschreitender Entleerung obliteriert. Die Obliteration beginnt am inneren Rande und schreitet nach aufsen fort. Im reifen Samen ist das gesamte Gewebe des Integumentes bis auf die Epidermis (Fig. 16, 1) zu einer braunen, fast strukturlosen Zone obliteriert, ja zum Teil sogar resorbiert (Fig. 16, 2 u. 3). Die Epidermiszellen der Samenschale haben nunmehr eine sehr eigentümliche Gestalt angenommen. Sie sind innen und an den Seiten stark verdickt (Fig. 16, 1). Die Wandung zeigt deutliche Schichtung. An der Aufsenseite läuft eine helle Membranschicht, die oft in das Lumen der Zellen eingestülpt ist (*x*, Fig. 16), ja bisweilen der Innenwand direkt aufliegt. Diese Einstülpung bedingt das netzig-grubige Aussehen der Aufsenseite der Samen (Fig. 13). Die eben erwähnte helle Aufsenschicht (*y*, Fig. 16) besteht aus Cellulose. Sie ist aufsen von einer sehr zarten Kuticula bedeckt, die beim Behandeln mit Jod-Schwefelsäure sich in zahlreiche, feine Tröpfchen auflöst. Auch das Innere der Celluloseschicht, sowie — anschliefsend — die ganze Innenwand der Epidermiszellen ist ausgekleidet mit einer sehr zarten, sich als dunkle Linie scharf abhebenden Haut, die jedoch gegen Schwefelsäure nicht resistent ist. Die dicke, geschichtete Innen- und Seitenwand ist nicht verholzt und bläut sich auch nur schwach mit Jod-Schwefelsäure. Im Inhalt führen die Epidermiszellen zu der Zeit, wo die Verdickung der Wand noch nicht vollendet ist, wie das übrige Integument, Stärke (Fig. 12), späterhin findet man im Inhalte, besonders an den oberen, unverdickt bleibenden Partien der Seitenwände (*z*, Fig. 16) eine feinkörnige Substanz, die aus rundlichen Körnern und geraden, sowie gekrümmten Stäbchen besteht. Von der Fläche betrachtet, erscheinen die Epidermiszellen etwas wellig verbogen (Fig. 15, 1).

Im ganz jungen Samen liegt der inneren Epidermis des Integumentes der Nucellarrest in Gestalt einer an Eiweifssubstanzen sehr reichen Zellreihe an (Fig. 11, 4). Diese Zellreihe wird nicht resorbiert, sondern verliert späterhin nur ihren Inhalt. Sie ist auch im reifen Samen noch der Regel nach erhalten (Fig. 16, 4), stets im halbreifen deutlich (Fig. 12, 4). Man kann sie ihrer Entstehung nach als Perisperm ansprechen.

Das Endosperm (*End*, Fig. 16 u. 14) besteht aus grofsen, relativ dickwandigen Zellen, die dicht erfüllt sind mit Ölplasma und Aleuron. Die Aleuronkörner sind 4,5—8 mik lang und führen meist ein Kristalloid und ein Globoid, seltener zwei Globoide (vergl. auch Fig. 35 der Angew. Anatomie). Gegen den Embryo hin ist das Endosperm durch dünnwandiges, obliteriertes Quellgewebe abgeschlossen (*Qs*, Fig. 16).

Die Radicula (*rad*, Fig. 16 u. 14), sowie die Kotyledonen (*cot*, Fig. 14) bestehen aus dünnwandigem Parenchym, welches neben Ölplasma zahlreiche Aleuronkörner enthalten, die stets kleiner als die des Endosperms, meist halb so grofs sind, also etwa 3 mik oder weniger messen. Sowohl die Aleuronkörner des Endosperms wie auch die des Keimlings gehören zu den resistenteren. Mit Alkohol gehärtet, verändern sie sich durch Wasser nur langsam. Radicula und Kotyledonen führen Prokambiumstränge (*proc*, Fig. 16).

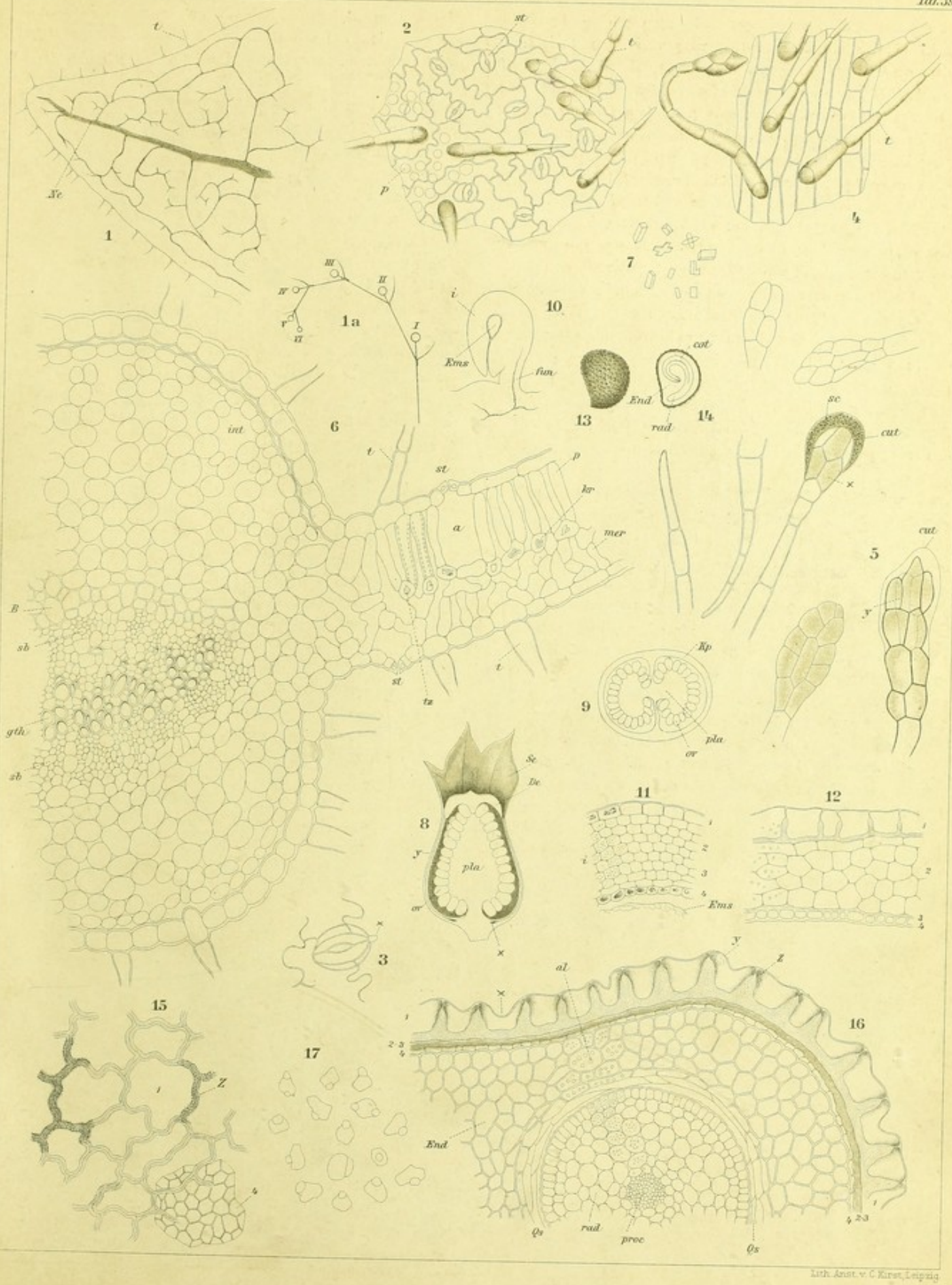
Taf. 39.

Erklärung der Abbildungen.

Hyoscyamus niger L.

Fig. 1. Blattzahn mit Nervatur.
„ 1a. Verzweigungsart der Inflorescenz.
„ 2. Epidermis der Blattunterseite (oder Oberseite) von der Fläche gesehen.
„ 3. Spaltöffnung von der Fläche gesehen.
„ 4. Epidermis der Blattunterseite über einem Nerven.
„ 5. Haarformen des Blattes.
„ 6. Querschnitt durch das Blatt am Mittelnerven.
„ 7. Kristalle des Blattes.
„ 8. Längsschnitt durch eine junge Frucht; bei *x* Ansatzstelle der (abgefallenen) Korolle.
„ 9. Querschnitt durch Fig. 8 bei *y*. (Fig. 8.)
„ 10. Ovulum.
Fig. 11. Querschnitt durch das Integument, den Nucellarrest (4) und den Embryosack.
„ 12. Querschnitt durch die junge Samenschale. Beginnende Obliteration des als Nährschicht fungierenden Integumentes (bei 3). 4 Nucellarrest.
„ 13. Samen von aufsen.
„ 14. Samen längs durchschnitten.
„ 15. Samenschalen-Epidermis von aufsen. 4 Nucellarrest.
„ 16. Querschnitt durch den Teil des Samens, wo die Radicula liegt. Die kleinen Zahlen in Fig. 11, 12, 15, 16 bezeichnen die korrespondierenden Gewebe.
„ 17. Aleuronkörner.

Hyoscyamus.



Lith. Anst. v. C. Kirst, Leipzig

Flores pyrethri.

Flor. chrysanthemi insecticidi, Dalmatiner oder Montenegriner Insektenpulver.

Die Blütenkörbchen von Chrysanthemum cinerariaefolium Benth. et Hook (Pyrethrum cinerariaefolium Trev.), die gepulvert das Dalmatiner Insektenpulver bilden, besitzen einen breit-eiförmigen oder halbkugeligen Hüllkelch, der, entsprechend der verschiedenen Gröfse der Körbchen, bei den Crivoscianer „geschlossenen" bis 10 mm (meist weniger), bei den Ragusaner „offenen" bis 14 mm, bei den „geschlossenen" von Cittavecchia und den „halbgeschlossenen" von Cittavecchia bis 9, resp. 10 mm im Durchmesser mifst. Die Blütenkörbchen der Handelsware sind bald unaufgeblüht (geschlossen), bald halbaufgeblüht (halbgeschlossen), bald aufgeblüht oder abgeblüht (offen), letzteres besonders bei dem Ragusaner Körbchen.

Der Blütenboden ist meist flach und nur wenig kegelig erhoben (Fig. 1 u. 2, *blb*). Die Hüllkelchblätter (*hb*, Fig 1 u. 2) sind aufsen gelb oder gelbbräunlich, innen glänzend strohgelb, 4—10 mm lang. Sie sitzen in mehreren sich dachziegelig deckenden Reihen in Spiralstellung an der Aufsenseite des Blütenbodens, die unteren sind relativ stark gekielt, kurz und dick (Fig. 17), stumpf-lanzettlich, die oberen (inneren) länglich-verkehrt-lanzettförmig, dünner (Fig. 18), beide, besonders die letzteren, am Rande und der Spitze mit einem trockenhäutigen, helleren Saume versehen. Die Blüten stehen in Spiralstellung auf dem nackten Blütenboden. Die gelben Scheibenblüten sind 5—6 mm lang. Ihr fünfrippiger (Fig. 24), oben keulenförmig verbreiterter Fruchtknoten (*fk*, Fig. 4) ist ungewöhnlich lang, oft halb so lang als die ganze Blüte oder doch nicht viel kürzer. An der Spitze trägt der Fruchtknoten einen auch nach dem Abblühen bleibenden häutigen, glockenförmigen, am Rande unregelmäfsig eingeschnittenen Kelch, Pappus (*Pa*, Fig. 4). Die lange Kronenröhre besitzt einen fünflappigen Saum (*Pe*, Fig. 4). Die Staminalröhre mit den verwachsenen Antheren (Fig. 5) besitzt den typischen Bau der verwandten Kompositen (vergl. auch Taf. 2), der Griffel (Fig. 8) ebenfalls. Der ein Ovulum umschliefsende Fruchtknoten ist dicht besetzt mit Öldrüsen, an der Korolle sind dieselben weniger zahlreich. Die die Zahl 20 niemals erreichenden ca. 15 mm langen und ca. 4 mm breiten Randblüten besitzen eine lange, weifse Fahne (Zunge) mit drei Endzähnen (Fig. 3) und vier Hauptnerven und einen Pappus, der dem der Scheibenblüten gleicht.

Die Anatomie der einzelnen Teile ist folgende: Die weifse Fahne (Zunge) der Randblüten (*Pe*, Fig. 3) ist ziemlich dick (Fig. 11). Die Epidermis der Oberseite besteht aus relativ hohen, ein wenig papillös vorgestülpten Zellen (*Epo*, Fig. 11), deren Seitenwände kaum verbogen erscheinen (Fig. 12), und deren Kuticula eine zarte, gegen die Haarspitze gerichtete Streifung (Faltung) zeigt (Fig. 11, *x*), die auf dem Flächenschnitt, besonders am Rande der kegelförmigen Papillen, als feine Strichelung sichtbar wird (Fig. 12, *x*). Die Epidermis der Unterseite besteht aus hohen Epidermiszellen mit dicker Aufsenwand, die mit einer derben, gefalteten Kuticula bedeckt sind. Von der Fläche gesehen, erscheinen die Seitenwände schwach wellig verbogen, die Kuticula mit zahlreichen kurzen, welligen Falten versehen (Fig. 13). Mehr oder weniger in die Epidermis eingesenkt finden sich auf der Unterseite Öldrüsen, deren Bau dem Typus der Kompositendrüsen folgt (Angew. Anatomie S. 467): zwei nebeneinander liegende Zellreihen (Fig. 11, *oed*, von der Seite, Fig. 13, *oed*, von oben gesehen) mit terminalem Sezernierungszellenpaar und Subkuticularsekret. Stomata sind selten. Das Mesophyll ist ein reichdurchlüftetes Parenchym (Fig. 11, *par*), in dem die Nerven (*gfb*) verlaufen. Von unten her treten vier Hauptnerven in das Blatt ein und vereinigen sich an der Spitze durch drei bogenförmige Anastomosen (Fig. 3). Diese vier Nerven entsenden Zweige sowohl in den Raum zwischen je zwei Hauptnerven wie von den Randnerven nach aufsen. Zwischen diesen Nervenästen finden sich Anastomosen nicht. Die zarte Spiralgefäfse führenden Haupt-Nervenbündel werden von Sekretgängen begleitet (*scb*, Fig. 11). Die Spitze der Fahne besteht aus drei kurzen, kegeligen Lappen. Der zweiteilige Griffel (*grf*, Fig. 3) besitzt den typischen Bau (vergl. auch Taf. 2). Das Fruchtknotengewebe enthält reichlich Kalkoxalat in Prismen oder sechsseitigen Tafeln.

Die Scheibenblüten besitzen einen sehr langen Fruchtknoten (*fk*, Fig. 4), der ein sehr langgestrecktes Ovulum enthält und dicht bedeckt ist mit zahlreichen Öldrüsen (Fig. 4). Durchschneidet man ihn quer, so findet man, dafs er fünf stark hervortretende Rippen besitzt (Fig. 24), von denen drei einander stärker genähert sind, als die übrigen zwei. In den Rippen verläuft ein zartes Bündel (*gfb*, Fig. 23). In ihnen wie auch in den Interkostalpartien finden sich milchröhrenartige Sekretgänge, oft mit braunen Tropfen im Inhalt, in ziemlicher Zahl (*scb*, Fig. 23 u. 24), und am Rande der Rippen wie an den Interkostalpartien sehr zahlreiche Öldrüsen des Kompositentypus (*oed*, Fig. 23 u. 24). Über den Nerven fehlen dieselben (Fig. 25). Kein Organ der Pflanze führt so zahlreiche Öldrüsen als der Fruchtknoten. Die Epidermiszellen sind gestreckt (*Ep*, Fig. 25). An der Basis des Fruchtknotens, dort wo die Blüte dem Blütenboden inseriert ist, läuft ringsum der aus Sclereiden bestehende „Trennungsring" (*scl*, Fig. 25); dort löst sich der reife Fruchtknoten ab. Die an der Aufsenseite liegenden subepidermalen Zellen des Fruchtknotens sind palissadenartig gestreckt. Vornehmlich in ihnen finden sich gut ausgebildete Kalkoxalatkristalle, Prismen, bezw. sechsseitige Tafeln. Der ein anatropes Ovulum umschliefsende Fruchtknoten wird zu einer 3,5 mm langen, derben, kantigen, vom Pappus gekrönten, einsamigen Achaene. Die Achaenenwand besteht zu äufserst aus der Epidermis (Fig. 26, 1), die in jeder Zelle eine sechsseitige Tafel oder ein Prisma führt. Das subepidermale Gewebe des Fruchtknotens (Fig. 23, 2) ist zu einer breiten Sclereidenschicht geworden (Fig. 26, 2). Das Parenchym ist sclerotisiert. Fast jede Sclereide enthält einen wohlaus-

gebildeten Oxalatkristall (*kr*, Fig. 27, oben). Das Gewebe der fünf Rippen ist gleichfalls sclerotisiert (Fig. 26, 4), aber die Zellen sind hier gestreckter. Es sind meist Librosclereiden. Der Streifen schliefst hier die kleinen Gefäfse der Nervenbündel ein (*gf*, Fig. 26). Auf die Schicht 2 folgt ein zartes Parenchym (Fig. 26, 3). Die innersten Schichten (Fig. 23, 5) sind samt den Sekretgängen obliteriert, zusammengedrückt durch Heranwachsen des Samens. Der letztere besteht der Hauptmasse nach aus den plankonvexen Kotyledonen. Die Samenschale ist nur wenige Zellreihen dick und von diesen sind die innersten zudem obliteriert (*Ss*, Fig. 26). Die Samenschalepidermis besteht aus derben, gestreckten Zellen. Der Samenschale liegt innen ein zarter, meist zwei Zellen dicker Endospermrest an (*End*, Fig. 26).

Der Kelch, da bleibend als Pappus zu bezeichnen (*Pa*, Fig. 4), ist nur wenige Zellen dick (Fig. 9) und führt vornehmlich im Mesophyll zahlreiche Sclereiden (*scl*, Fig. 9), die mehr oder weniger gestreckt und verbogen sind (*scl*, Fig. 10) und dem Gewebe die Starrheit verleihen, die für den Pappus charakteristisch ist. Auch im Pappus finden sich die Oxalatkristalle (*kr*, Fig. 10). Der obere, eingebuchtete Rand ist oft durch Spiralfaserzellen gefestigt (*x*, Fig. 10). Die Zellen der inneren Epidermis sind gröfser als die der äufseren (*Epi* und *Epa*, Fig. 9).

Die Korolle ist ungleich dick. In der Höhe der Antherenröhre durchschnitten, ist sie meist zwei Zellen dick (*Pe*, Fig. 7). Sie wird von fünf Nerven durchzogen. An den Nerven (Fig. 7, *gfb*) ist die Korolle dicker. Die Nervenbündel gehen zu den Einschnitten zwischen den Zipfeln und gabeln sich hier. Die Aufsenseite der Korolle ist mit Öldrüsen besetzt (*oed*, Fig. 4 u. 14). Die Epidermiszellen der Aufsenseite sind schwach gestreckt (Fig. 14). Die Aufsenwand ist sehr stark verdickt (Fig. 7, *Epa*), die Kuticula entweder quer- oder längsgefaltet. Die Epidermis der Innenseite gleicht im Grofsen und Ganzen der der Aufsenseite. Die Kuticula zeigt zahlreiche feine Querfalten (Fig. 15). Kalkoxalatkristalle finden sich auch hier allenthalben, ebenso rundliche oder gestreckte Chromatophoren. Den Nervenbündeln angelagert findet man bisweilen gestreckte Sclereiden. In der Höhe der Anheftung des Filamentes ist die Korolle sehr dick und besteht das Mesophyll hier aus einem reichdurchlüfteten Parenchym.

Die Staubfadenröhre hat den typischen Bau (vergl. auch Taf. 2). Das Filament besitzt auf der einen Seite einen epidermalen Beleg verdickter und verholzter Zellen und führt ein Bündel in der Mitte. Die Antheren besitzen eine zwei Zellen dicke Wand. Die innere Schicht ist die „fibröse". Sie besteht aus Zellen mit Leistenverdickungen (Taf. 2, Fig. 17 u. 18). Sie bewirkt das Aufspringen der Antheren. Die äufsere ist eine sehr zarte, frühzeitig obliterierende Parenchymschicht, die die einzelnen Antheren untereinander verbindet (bei *x*, Fig. 7), dort und über der Antherenmitte auch mehrreihig ist, aber sehr leicht reifst. Die Antheren sind also nicht nur mit einander verklebt, sondern miteinander verwachsen. Das kegelförmig nach oben verlängerte Konnektiv (*con*, Fig. 5) besteht besonders am Rande aus sclerenchymatischen Zellen.

Die einzelligen Pollenkörner (Fig. 6) besitzen eine grobstachelige Exine und eine Stäbchenschicht, die die Oberfläche gekörnt erscheinen läfst. Ihr Durchmesser beträgt ca. 28 mik.

Der Griffel und die Narbe (Fig. 8) gleichen im allgemeinen den gleichen Bildungen bei Matricaria (s. Taf. 2). In der Mitte verläuft auch hier ein mit einem gelben Balsam erfüllter Sekretgang.

Der Blütenboden besteht aus einem grofszelligen Parenchym, das von zahlreichen Bündeln durchzogen ist. Die Bündel begleiten Sekretgänge. Gegen die Anheftungsstelle jeder Blüte entsendet dies Bündelsystem einen Ast, der sich dort in fünf Äste gabelt, von denen je einer in je einer Fruchtknotenrippe nach oben verläuft (Fig. 25, *Ne*).

Die Hüllkelchblätter sind etwas verschieden gebaut, je nachdem man die äufseren oder die inneren betrachtet. Der Querschnitt durch ein äufseres Blatt des Involucrums ist in Fig. 16 dargestellt. Das Blatt wird in der Mitte von einem Nervenbündel durchzogen (*gfb*, Fig. 16 u. 17), dessen mechanischer Belag etwa 3—4 Gabeläste nach rechts und links entsendet. Es besteht aus einigen schmalen Gefäfsen (*gf*, Fig. 16) und einem durch zwischengeschobenes mechanisches Gewebe gespaltenen Siebteil, der demnach zwei isolierte Inseln bildet (*sb*.) Gegen die Innenseite des Blattes hin (in der Figur links) sind dem Bündel 1—3 Sekretbehälter angelagert (*scb*), die, nach dem Kranze dünner sezernierender Zellen zu schliefsen, die den Gang umgeben, schizogen zu sein scheinen. An dies Mittelnervenbündel setzt sich entweder direkt oder durch ein dünnwandigeres Zwischengewebe (*x*, Fig. 16) getrennt der mediane, dem Blatte die aufserordentlich derbe Beschaffenheit verleihende Bastzellstreifen beiderseits an (*B*, Fig. 17). Derselbe besteht aus relativ kurzen Bastzellen, Librosclereiden und Sclereiden, mit kegelförmigen oder abgestutzten Enden und Spaltentüpfeln (*B*, Fig. 19 u. 20) oder rundlichen Tüpfeln. An diese Bastzellplatte setzen sich beiderseits rundliche oder gestreckte derbe Zellen an, deren Wand rundliche Tüpfel besitzt (Fig. 16, 4 u. Fig. 20, 4). Die Bastzellplatte ist gegen die Blattmitte hin ziemlich dick, verschmälert sich aber gegen die Blattränder hin und ist an dem Rande nur ein oder zwei Zellen breit (Fig. 16). Die Epidermis der Innenseite (Fig. 16, 1) ist glatt und das Blatt daher dort glänzend. Die Aufsenwand der Epidermiszellen verdickt. Die Zellen selbst sind gestreckt und haben zugespitzte Enden (Fig. 19, 1). Die Epidermis der Aufsenseite des Blattes (Fig. 16, 5) ist aufserordentlich stark verdickt, die Zellen wenig gestreckt oder polyedrisch, die Kuticula grobfaltig mit von den ziemlich zahlreichen, etwas eingesenkten Spaltöffnungen (*st*, Fig. 16 u. 21) ausgehenden kräftigen Falten (Fig. 21). Aufserdem trägt die Epidermis der Aufsenseite, besonders am Blattrande, neben langen Peitschenhaaren eigentümliche T-Haare, die auf einem dünnen, ein- bis mehrzelligen Stiele, dessen Zellen oft gelben Inhalt führen, einen am breitesten Teile 22—30 mik breiten, beiderseits zugespitzten, langen, spindelförmigen, oft verkrümmten Querbalken tragen (*t*, Fig. 21), der bisweilen abfällt und dann

dem Blatte aufsen aufliegt. Auch Öldrüsen findet man hier und da, aber selten.

Die inneren Hüllkelchblätter sind viel länger, gestreckt-lanzettlich, dünner, weniger scharf in der Mitte gekielt (Fig. 18). Ihre Mittelrippe tritt weniger kräftig hervor. Der helle Saum ist, besonders an der Spitze, viel breiter. Im Bau gleichen sie im allgemeinen den inneren, nur erfüllt die mediane Bastzellplatte nahezu das ganze Mesophyll und der hyaline bastzell- und sclereidenfreie, einschichtige Saum (Fig. 22) ist mehr noch als bei den äufseren mit T-Haaren (*t*, Fig. 22), sowie langen Peitschenhaaren (*y*, Fig. 22) besetzt. Öldrüsen fehlen in der Regel. Der Mittelnerv entsendet eine Anzahl Seitenzweige nach rechts und links.

Der Blütenstiel ist hohl (Fig. 2). Die Markhöhle wird von obliteriertem Markparenchym ausgekleidet. Die Blütenstielröhre besitzt meist zwölf deutliche Rippen, die zwischen sich relativ tiefe Furchen lassen. Besonders in diesen Furchen sitzen zahlreiche Haare, sowohl einfache, wie T-Haare. Die Rippen führen ein sie fast ganz erfüllendes Kollenchymbündel. An den Flanken der Rippen und in den Furchen liegt Assimilationsparenchym. Innerhalb desselben liegt je ein Gefäfsbündel mit Bastzellbeleg. Die Bündel begleiten auch hier Sekretschläuche, die, ebenso wie die Sekretschläuche der Blütenorgane, eine gelbliche oder bräunliche ölige Masse enthalten.

Wo ist der Sitz des Körpers, der die bekannte insekticide Wirkung ausübt? Von der Anschauung, dafs die Wirkung des Insektenpulvers eine rein mechanische sei, dürfen wir wohl absehen, da andere gleich fein gepulverte Kompositenkörbchen (mit Ausnahme von Chrysanthemum Parthenium, inodorum und corymbosum, sowie Tanacetum vulgare) keineswegs insekticide Eigenschaften besitzen. Wir sind berechtigt, die Wirkung als eine chemische aufzufassen. Welcher Körper sie ausübt, ist noch nicht bekannt. Wir wissen jedoch, dafs aufser ätherischem Öl, Harz, Cholesterin, einem Paraffin und einem Glykoside, bezw. Phloroglucide — Pyrethrotoxinsäure, Persicin und Persicëin sind fragwürdige Individuen — ein Alkaloid, das Chrysanthemin, in ihnen vorkommt. Wir wissen ferner, dafs der Körper mit insekticiden Eigenschaften nicht flüchtig ist und können daraus, dafs die ganzen Körbchen, sowie die isolierten Teile derselben unzerkleinert keine insekticide Wirkung ausüben, sondern, um diese zu zeigen, gepulvert werden müssen, schliefsen, dafs der fragliche Körper nicht in den peripherischen Öldrüsen der Epidermis, sondern im Innern der Organe vorkommt. Ich bin geneigt, ihn in den öligen, bezw. harzigen Massen der alle Organe durchziehenden Sekretgänge zu suchen. Da der Inhalt von Sekretgängen oft mit fortschreitender Entwicklung der Blüten und Früchte sich verändert (besonders Stoffe daraus verbraucht werden), so liegt hierin vielleicht der Grund, warum unaufgeblühte Körbchen wirksamer sind, als auf- oder abgeblühte.

Das kaukasische Insektenpulver wird von Chrysanthemum roseum Web. et Mohr (Chrysanthemum carneum M. von Bieb. Pyrethrum coronopifolium Willd.) gesammelt. Diese Pflanze weicht von Chr. cinerariaefolium (mir standen von beiden Pflanzen sowohl Material aus dem Kaukasus, bezw. Dalmatien und der Herzegowina, wie aus den Kulturen bei Berlin zur Verfügung) dadurch ab, dafs sie mehr als 20 (bis 30) weibliche, rot gefärbte Randblüten hat, die Hüllkelchblätter nicht gleichmäfsig braun gefärbt, sondern nur braun berandet zu sein pflegen und der etwas kürzere Fruchknoten dadurch, dafs zwischen den fünf Primärcostis Sekundärrippen entstehen, mehr als 5 (bis 10) Rippen besitzt. Die Fahne der Randblüten zeigt — für gewöhnlich wenigstens — einfachere Nervatur, indem von den vier primären Nervenbündeln weniger reichliche Gabelungen abgehen. Der Hauptunterschied scheint mir aber im Kelch (Pappus) zu liegen, der bei Chr. cinerariaefolium sehr lang (ca. 1 mm), bei Chr. roseum dagegen sehr kurz (ca. 0,5 mm), bei letzterer Pflanze zudem viel tiefer zerschlitzt ist.

Der Bau der einzelnen Organe des Blütenkörbchens stimmt im allgemeinen bei beiden Pflanzen überein, nur zeigt natürlich der viel- (meist 9—10)rippige Fruchtknoten von Chr. roseum einen dementsprechend anderen Bau als der fünfrippige von Chr. cinerariaefolium. Reife Achaenen von Chr. roseum standen mir nicht zur Verfügung. Vielleicht sind auch diese abweichend gebaut, wie der Fruchtknoten. Der Pappus von Chr. roseum zeigt ferner keine Spiralfaserzellen am oberen Rande, doch will dies nicht viel bedeuten, da sie auch dem von Chr. cinerariaefolium bisweilen fehlen. Der Pappus ist bei Chr. roseum sclereidenfrei oder sclereidenarm. Der Hauptunterschied scheint mir im Bau der Epidermis der Oberseite der Fahne bei den Randblüten zu liegen. Die Epidermiszellen sind bei Chr. roseum viel stärker papillös vorgestülpt (Fig. 13a) und auch anders gestaltet, wie bei Chr. cinerariaefolium (Fig. 11, *Epo*). Bei Chr. roseum sind zudem die Oxalatkristalle niemals so schön als grofse Einzelkristalle oder mannigfache Zwillingsbildungen ausgebildet, wie bei Chr. cinerariaefolium, wie sie z. B. in der Epidermis des Fruchtknotens der weiblichen Randblüten und der Epidermis der Achaenen der Scheibenblüten schon bei oberflächlicher Betrachtung schön hervortreten. Bei Chr. roseum findet man meist kleine Drusen.

Das Pulver.

Das Pulver besitzt, wenn man es sich selbst aus sicher bestimmten (kultivierten oder wilden) Blütenkörbchen herstellt, stets eine graugelbe nie eine hochgelbe Farbe, wenigstens bei sogenannten Dalmatiner Blüten von Chr. cinerariaefolium. In hochgelbem Pulver fand ich bisher immer Fragmente von kaukasischen Blüten (Chr. roseum). Im Handel sind die Pulver von sogenannten „kultivierten“ Blüten gelber als die von sogenannten „wilden“, aber das Pulver stammt bekanntlich ausschliefslich von kultivierten Blüten. Im Pulver — man be-

obachtet in Chloral — prävalieren die Fragmente der Hüllkelchblätter und der Achaenenwand, deren Bastzellen-, Librosclereiden- und Sclereidengruppen auf den ersten Blick auffallen. Auch die Epidermis der Unterseite der Hüllkelchblätter findet man oft. Fragmente der Zunge der Randblüten und der Korolle der Scheibenblüten mit den zarten Spiralgefäfsen im Innern und der charakteristischen oberen Epidermis sind das nächste Element, das auffällt. Dann in allen guten Sorten zahlreiche Pollenkörner, was darauf deutet, dafs die guten Sorten aus halboffenen oder geschlossenen Körbchen dargestellt werden. In schlechten Sorten findet man sehr wenig Pollenkörner und viel Stielfragmente. Ziemlich reichlich ist auch das Parenchym des Blütenbodens vertreten. Zurücktreten: der Pappus, Filamentreste, wohlerhaltene Querbalken der T-Haare und Narbenfragmente. In selbst dargestellten Pulvern fand ich oft Balsamtropfen und reichlich wohlausgebildete Oxalatkristalle, die der Handelsware — merkwürdigerweise — oft fehlen. In altem Insektenpulver findet man oft Kristallnadeln, die nicht Oxalat sind. (Pyrethrosin?)

Mit dem wässerigen Auszuge und dem in Wasser liegenden Pulver giebt Kaliumquecksilberjodid keine Fällung, Phosphormolybdänsäure färbt tief-orangegelb, Phosphorwolframsäure giebt eine schwache Trübung und Kaliumwismuthjodid einen starken käsigen Niederschlag (Kaliumwismuthjodid fällt das Chrysanthemin), Kalihydrat färbt (besonders stark die Fruchtknoten) orangegelb; die Färbungen mit Schwefelsäure (rotbraun, dann braungrün), Salzsäure und Salpetersäure, sowie Eisenchlorid (grünlichschwarz) sind nicht charakteristisch.

Der Nachweis, ob Blütenkörbe von Chr. roseum vorliegen oder den Körben von Chr. cinerariaefolium beigemengt sind, ist sehr schwer zu erbringen, wenn nur Pulver vorliegt. Nach meinen Erfahrungen bietet hier nur die Epidermis der Oberseite der Zungenblüten einige Anhaltspunkte, da sie bei den beiden Arten durchaus verschieden ausgebildet ist und ihr Bau auch an Pulverfragmenten noch wohl erkennbar ist. Die Farbe der Hüllkelchblätter, die Form des Pappus, sowie alle die anderen unterscheidenden Merkmale, die es so leicht möglich machen, ganze Körbchen der beiden Arten zu unterscheiden, lassen bei Untersuchung des Pulvers ganz im Stich. Am wichtigsten ist übrigens das physiologische Experiment, ob das Pulver starke insekticide Wirkung besitzt oder nicht.

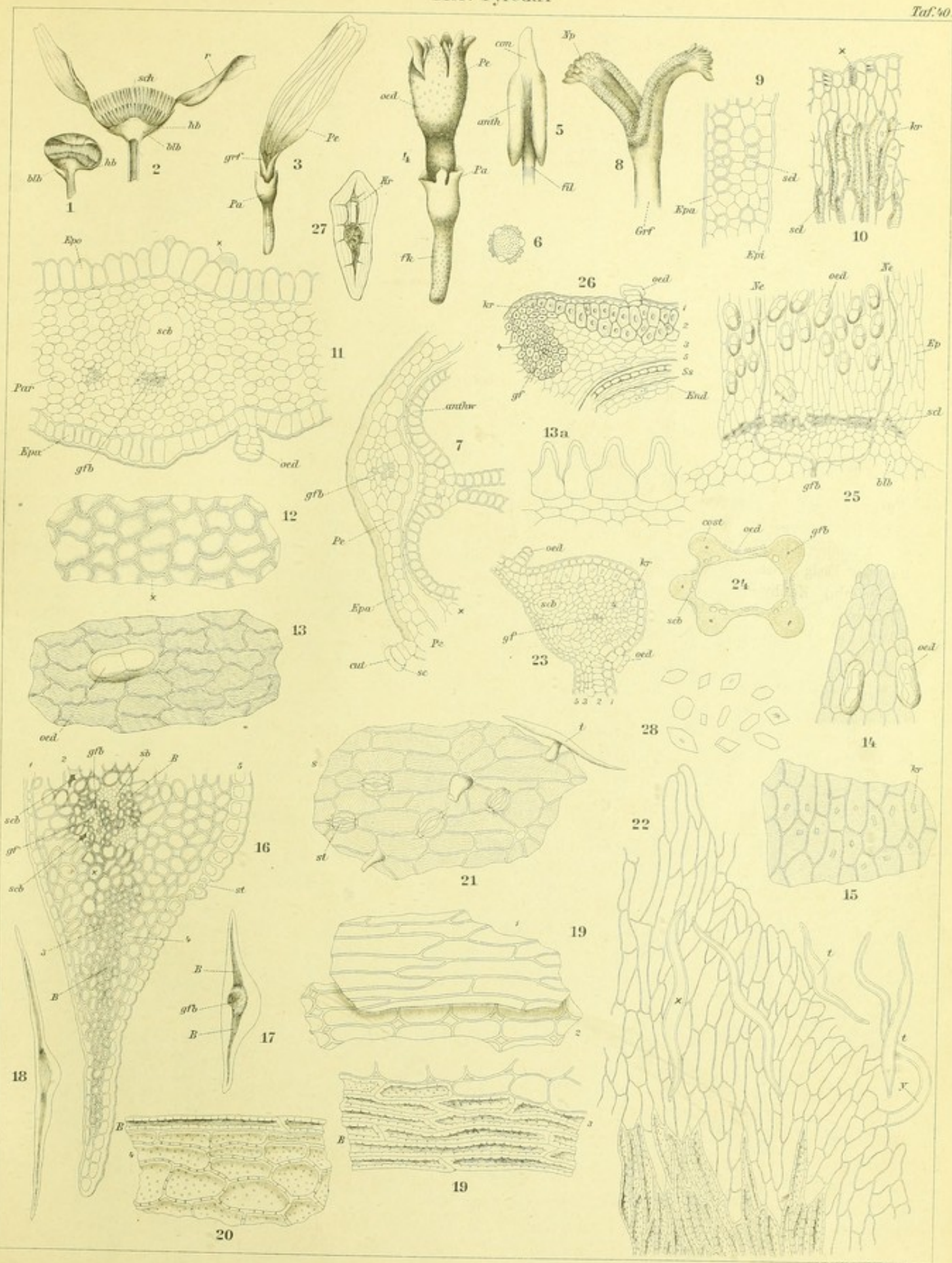
Als Verfälschungen des Pulvers werden zahlreiche Dinge genannt. Die verwandten Kompositen (Chrysanthemum Parthenium, inodorum, corymbosum, leucanthemum, coronarium, Anthemis arvensis, Cotula, tinctoria und nobilis, Inula pulicaria, Tanacetum vulgare, Matricaria, Calendula u. a.) sind im Pulver schwer zu diagnostizieren, sehr leicht die häufig zum Auffärben (der Handel wünscht ganz ungerechtfertigterweise gelbe Pulver!) benutzte Curcuma (s. d.), ebenso Senfkleie (s. d.), und Sägemehl. Die anorganischen Beimengungen (Chromgelb, Baryumchromat, Ocker) lassen sich durch eine Aschenanalyse erkennen. Die Asche des Insektenpulvers beträgt ungefähr 7 Proc. Sie ist manganhaltig. Eine Beimischung des Krautes der Insektenpulverpflanzen, die ich übrigens nie beobachtet habe, würde sich durch reichliches Vorkommen der T-Haare verraten.

Tafel 40.

Erklärung der Abbildungen.

Chrysanthemum cinerariaefolium Benth et Hook
(nur Fig. 13a gehört zu *Chrysanthemum roseum Web. et Mohr*).

Fig. 1. Geschlossenes Blütenkörbchen.
„ 2. Offenes Blütenkörbchen.
„ 3. Weibliche Randblüte.
„ 4. Hermaphrodite Scheibenblüte.
„ 5. Anthere.
„ 6. Pollenkorn.
„ 7. Querschnitt durch die Korolle einer Scheibenblüte und die Antherenwand.
„ 8. Griffel mit den zwei Narbenschenkeln.
„ 9. Querschnitt durch den Pappus.
„ 10. Pappusrand.
„ 11. Querschnitt durch die Zunge der Randblüte.
„ 12. Epidermis der Oberseite der Zunge. Flächenansicht.
„ 13. Epidermis der Unterseite der Zunge. Flächenansicht.
„ 13a. Querschnitt durch die Epidermis der Oberseite der Zunge einer Randblüte von Chr. roseum.
„ 14. Epidermis des Zipfels der Korolle einer Scheibenblüte. Aufsenseite.
„ 15. Epidermis der Korolle einer Scheibenblüte. Innenseite.
„ 16. Querschnitt durch ein äufseres Hüllkelchblatt von der Mitte bis zum Rande.
„ 17. Lupenbild des Querschnittes durch ein äufseres Hüllkelchblatt.
Fig. 18. Lupenbild eines Querschnittes durch ein inneres Hüllkelchblatt.
„ 19. Die Epidermis der Innenseite (1) und die folgenden Schichten (2—3) des äufseren Hüllkelchblattes bis zur Sclerenchymschicht (3). Längsschnitt.
„ 20. Übergangszone am Rande der Sclereiden- bezw. Bastschicht. Längsschnitt.
„ 21. Epidermis der Aufsenseite des Hüllkelchblattes.
Die kleinen Zahlen in Fig. 16, 19—21 bezeichnen die korrespondierenden Gewebe.
„ 22. Rand eines inneren Hüllkelchblattes. Flächenansicht.
„ 23. Rippe des Fruchtknotens. Querschnitt.
„ 24. Querschnitt durch die Fruchtknotenwand. Lupenbild.
„ 25. Ansatzstelle der Blüte am Blütenboden, bei *scl* die Trennungsschicht (Sclereidenring). Die Fruchtknotenwand in Flächenansicht.
„ 26. Querschnitt durch die Wand der Achaene an einer Rippe, sowie die Samenschale und das Endosperm.
„ 27. Sclereide mit Oxalatkristall aus der Schicht 2 (Fig. 26). Im Längsschnitt.
„ 28. Isolierte Kalkoxalatkristalle, besonders aus Fruchtknoten- und Achaenenwand.


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
13a
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
scb
r
hb
blb
Pe
grf
Pa
Er
ovd
fk
com
anth
fil
Xp
Grf
scl
Epa
Epi
kr
Epo
Epu
Par
gfb
anthw
cut
sc
Ep
Xe
End
Ss
cost
st
sb
B
t
s

Hordeum.

Gerste, Orge, Barley.

Von der Saatgerste, Hordeum L., werden vier Unterarten kultiviert: H. hexastichum L., die sechszeilige Gerste, H. tetrastichum Kcke., die vierzeilige Gerste, H. intermedium Kcke., die Mittelgerste und H. distichum L., die zweizeilige Gerste, die ihrerseits wieder, ganz abgesehen von den Sorten, in zahlreiche (ca. 45) Kultur-Varietäten zerfallen. Bei den drei zuerst genannten Unterarten sind alle Ährchen fruchtbar, bei H. hexastichum begrannt, und haben die Ähren sechs gleichartige Reihen, bei H. tetrastichum sind sie ebenfalls alle begrannt und die Ähren zeigen vier ungleichartige Reihen, bei H. intermedium sind nur die Mittelährchen begrannt, bei H. distichum endlich sind nur die Mittelährchen fruchtbar.

Der Beschreibung sei die am häufigsten kultivierte Unterart, die zweizeilige Gerste, zu Grunde gelegt, da sich von ihr leicht die anderen ableiten lassen. (Mir lagen besonders die Varietäten nutans und erectum vor.)

Die Inflorescenz der zweizeiligen Gerste ist eine Ähre, an deren Spindelzähnen je eine Gruppe von drei einblütigen Ährchen sitzt, von denen jedoch nur das mittlere Ährchen fruchtbar ist. Da diese Gruppen der drei einblütigen Ährchen auf einander gegenüberliegenden Seiten der vierkantigen, hin- und hergebogenen, zähen, nicht in Glieder zerfallenden Spindel liegen, den Zähnen derselben frei aufsitzend, und zwar nicht einander opponiert, sondern alternierend, die zwei benachbarten tauben Ährchen jeder Gruppe aber zur Seite gedrückt sind, so wird dadurch der Eindruck hervorgerufen, der in dem Namen distichum zum Ausdrucke kommt: die Ähre erscheint zweizeilig. In Wahrheit ist sie eigentlich sechszeilig wie alle übrigen. Sind alle drei Ährchen der dreizähligen Gruppen auf jeder Seite fruchtbar, so nennt man die Unterart sechszeilig. Die Namen sind also von dem äufseren Aussehn, welches von den fruchtbaren, Samen ausbildenden Ährchen bedingt wird, hergeleitet. Nur diese, nicht die tauben Ährchen, fallen ins Auge. Die Ansicht, dafs man es an den Spindelzähnen mit drei einblütigen, zu einer Partialinflorescenz vereinigten Ährchen und nicht mit einem dreiblütigen zu thun habe, wird dadurch begründet, dafs jede Blüte von zwei Glumae behüllt wird (*gl*, Fig. 5), Glumae aber nur ganze Ährchen behüllen. Die drei einblütigen Ährchen, die die Partialinflorescenz jedes Spindelzahnes bilden, sitzen an einem kleinen Seitenaste der Ährenspindel, dessen blindes Ende auf der gegen die Spindel (*A*, Fig. 5) gekehrten Seite der Ährchengruppe als Spitzchen sichtbar ist und die sogenannte „Basalborste“ bildet (*y*, Fig. 2, 4, 5 u. 11).

Das mittlere, sitzende, fruchtbare Ährchen ist von zwei länglich-lineal-lanzettlichen, fast borstenförmigen, zugespitzten Glumae (valvae, Balgklappen, Hüllspelzen) — Fig. 10 — behüllt (*gl*, und *gl*„ in Fig. 1, 3 u. 5) und besteht aus einer einzigen hermaphroditen Blüte (Fig. 5, I). Die Glumae sitzen an der der Achse (*A*) abgekehrten Seite, der Deckspelze angedrückt. Sie sind kürzer als die letztere. Sie kreuzen sich mit der Deck- und Vorspelze des Ährchens. Die Blüte ist rings umschlossen von den beiden Paleis: der Deckspelze oder Palea inferior und der Vorspelze oder Palea superior. Die Palea inferior (*pi* in Fig. 1, 2, 4, 5) sitzt an der der Achse abgekehrten Seite. Sie ist derb, breit elliptisch (Fig. 8), mit den Rändern umgebogen und läuft an ihrer Spitze in eine lange, scharf gesägte Granne (*ge*, Fig. 1—4 u. 9) aus. Die Palea superior ist dünnhäutig, gegen die Achse hin eingebogen und an beiden Enden umgeschlagen (Fig. 5, *ps*), elliptisch (Fig. 7), an der Spitze nicht ausgerandet und besitzt zwei rauhe, kurzbewimperte Kiele dort wo sich die Ränder nach innen umschlagen. Sie ist aufsen nur an einer schmalen, von der Palea inferior freigelassenen Partie an der Achsenseite sichtbar (Fig. 2 u. 4). Die Blütenhülle ist stark reduziert, die drei Kelchblätter sind ganz abortiert und von den drei Kronenblättern nur zwei, und zwar die beiden äufseren, gegen die Palea inferior gerichteten, als kleine, schief eiförmige, bewimperte Schüppchen (Fig. 13), lodiculae oder squamulae (*lo*, Fig. 5 u. 11), entwickelt. Die drei Stamina alternieren mit den Lodiculis, zwei liegen innen, gegen die Achse hin, eins nach aufsen (*stam*, Fig. 5). Sie tragen auf langem Filamente ×förmige, also stark gespreizte Antheren, die zur Blütezeit bei den normalen Blüten weit aus den letzteren heraushängen. Bei allen kleistogamischen Blüten dagegen, die bei der Gerste nicht selten sind, bleiben sie zwischen den Paleis stecken und sind auch später noch, wenn die Frucht ausgebildet ist, als kleine Hervorragungen an der Spitze der Palea superior und der Grannenbasis sichtbar (×, Fig. 2 u. 4).

Der Fruchtknoten wird von einem Karpell gebildet und enthält ein anatropes Ovulum. Zur Blütezeit ist sein oberes Ende vierhöckerig. Innerhalb der beiden seitlichen Ränder entspringen die zwei Narbenschenkel (*Na*, Fig. 14—17) mit langen Narbenpapillen. Die vier Höcker (*Hö* in Fig. 14 u. 21), sowie der obere Teil des Fruchtknotens sind mit weichen Haaren besetzt (*t*, Fig. 20 u. 21). Dieser behaarte Teil wird während des Reifens in ein Gipfelpolster umgewandelt, welches sich anfangs als terminaler Wulst deutlich von der übrigen Frucht abhebt (Fig. 15 u. 16), endlich aber schrumpft und bei der reifen Frucht nur als behaarter Schopf sichtbar bleibt (*Hö*, Fig. 11 u. 18). Während dieses behaarte Gipfelpolster zur Blütezeit quantitativ den übrigen Fruchtknoten an Mächtigkeit übertrifft (Fig. 20 u. 21), tritt es späterhin immer mehr zurück, wie ein Vergleich der Figuren 14—18 deutlich zeigt.

Die beiden Seitenährchen der Ährchengruppe (II u. III, Fig. 1, 2, 3, 5) sind ebenfalls nur einblütig. Sie sind aber gestielt und eingeschlechtlich, und zwar männlich. Die Stamina sind wenigstens häufig vorhanden, der Fruchtknoten stets verkümmert. Manchmal sind die Ährchen ganz taub. Die einzige Blüte des Ährchens ist als Seitenspross der über die Blütenansatzstelle als kleines steriles Spitzchen (*x*, Fig. 5, Basalborste) fortgesetzten Ährchenachse aufzufassen. Die Glumae (*gl*, III, Fig. 1) der Seitenährchen besitzen fast dieselbe Gestalt wie die des Mittelährchens, sie sind pfriemlich-borstenartig, ungleich lang und ungleich hoch inseriert. Die Deckspelzen (*pi*, III, Fig. 1) sind länglich, oval, kahnartig, übergreifend, unbegrannt, die Vorspelzen (*ps*, III, Fig. 1) von der gewöhnlichen kielförmigen Gestalt, aber kürzer als die Deckspelzen. Diese bei der zweizeiligen Gerste sterilen Seitenährchen sind bei der sechszeiligen fruchtbar.

Während zur Blütezeit die Paleae bereits ihre definitive Gestalt angenommen haben, liegt der kleine Fruchtknoten als zarter, weicher Höcker an der Basis der grofsen Palearhöhlung. Erst nach erfolgter Befruchtung wächst derselbe heran und in die Höhlung hinein. Schliefslich presst er sich so fest an die Paleae an, dafs diese mit ihm verwachsen zu sein scheinen und sich z. B. von der reifen Frucht nur schwer ablösen lassen: das Gerstenkorn ist „bespelzt". So kommt die Gerste für gewöhnlich in Gebrauch. Bei dieser Handelsware (Fig. 4) fehlen die beiden seitlichen tauben Ährchen und das einblütige Mittelährchen läfst nur selten noch die beiden Glumae erkennen, wohl aber findet man an der Furchenseite, d. h. der Seite, die gegen die Inflorescenzachse gerichtet ist, an der Basis die kleine Basalborste (siehe oben), die Frucht ist dicht umschlossen von den Paleis, die Granne der palea inferior abgebrochen.

Die an der der Inflorescenzachse abgekehrten Seite sitzenden, länglich lineal-lanzettlichen, ca. 10 mm langen, bis 90 mik dicken Glumae laufen in eine lange, spitze Borste aus und tragen an den Seiten zahlreiche kurze, derbe, nach oben gerichtete Haare (Fig. 10). Im unteren breiteren Teile wird die Gluma von drei Bündeln durchzogen. Von diesen enden etwa in der Hälfte des Blattes zwei blind, das Mittelbündel tritt auch in die Spitzenborste ein und läuft bis zur äufsersten Spitze (*Ne*, Fig. 10). Im unteren Teile ist die Gluma mehrschichtig. Die äufsere (untere) Epidermis (*Epu*, Fig. 6) trägt an den zwischen den Nervenbündeln liegenden Gewebsstreifen Spaltöffnungen (*st*, Fig. 6) des Gramineen-Typus (Angew. Anat. S. 436), in Längsreihen angeordnet. Die Epidermis der Innen-(Ober-)seite ist spaltöffnungsfrei, trägt aber sehr zahlreiche lange, gegen die Blattspitze gerichtete, dem Blatte anliegende, verhältnismäfsig wenig verdickte Haare. In Fig. 6 sind bei *t* nur ihre Basalpartien dargestellt, da sie bei Querschnitten angeschnitten werden. Am Blattrande finden sich zahlreiche, kurze, derbe, gegen die Blattspitze gerichtete Borsten (*t*, Fig. 10), deren Wand sehr stark verdickt ist (Fig. 9a). Die Epidermiszellen sind gestreckt und liegen (wie bei den Gramineenblättern meist) in Längsreihen. Sie sind schwach gewellt, bezw. an den Seitenwänden getüpfelt. Das Mesophyll ist mit hellen Klumpen erfüllt. Die Glumae der unfruchtbaren Ährchen sind im allgemeinen ebenso gebaut.

Die ca. 220 mik dicke und ca. 3 mm lange Basalborste, die man bei den meisten Früchten noch gut erhalten findet (Fig. 4 u. 11, *y*), führt ein centrales Gefäfsbündel (Fig. 11a), welches von Parenchym umgeben ist. Unter der Epidermis liegt ein dicker Sclerenchympanzer (*B*, Fig. 11a). Die Epidermis der Aufsenseite entwickelt reichlich oft millimeterlange und bis 30 mik. dicke Haare mit kegelförmiger Spitze und bis 7,5 mik. dicker Wand, die steil nach oben gegen die Borstenspitze gerichtet und der Borste mehr oder weniger dicht angelagert sind, so dafs sie bei Querschnitten der Borste gleichfalls quer durchschnitten werden (Fig. 11a, *t*). Diese Basalborste ist als das Ende einer Seitenachse der Inflorescenz zu betrachten, an der die Blüte seitlich ansitzt (Fig. 11), vergl. oben S. 175.

Die schon zur Blütezeit bis auf nachträgliche Membranverdickungen völlig ausgebildete Palea inferior, die Deckspelze (*pi*, Fig. 1, 2, 4, 8, 11, 12), ist etwas tiefer inseriert als die Palea superior. Sie sitzt auf der der Inflorescenzachse abgekehrten Seite (Fig. 5, *pi*), ihre Mittelrippe (*Ml*, Fig. 1) liegt daher genau in der Mitte zwischen den beiden Glumis (Fig. 1, 3, 5). Sie umhüllt die Frucht nicht ganz (Fig. 12, *pi*), sondern läfst auf der Seite der Inflorescenzachse einen breiten Spalt frei (Fig. 2 u. 4). Breitet man sie aus, so sieht man, dafs sie von fünf Nerven durchzogen wird. Der Mittelnerv und die zwei benachbarten Nerven treten auch in die Granne (Fig. 9) ein (Fig. 8, oben), die als die obere Fortsetzung der palea inferior zu betrachten ist.

Diese Granne zeigt folgenden Bau. In der Mitte verläuft ein gröfseres, Spiralgefäfse führendes Gefäfsbündel, an den beiden Seiten je ein zartes Bündel (Fig. 30). Eingebettet sind diese beiden Bündel in mechanisches Gewebe (Bastfasern, Libroscleroiden und Sclereiden, meist sehr gestreckte und reich getüpfelte Formen). Zu beiden Seiten von dem Mittelnerven verlaufen im Querschnitte rundliche Parenchymstreifen (*Par*, Fig. 30), deren Zellen bei Alkoholmaterial helle Klumpen enthalten. Auf der morphologischen Unterseite liegen über diesen Parenchymstreifen Spaltöffnungen (*st*, Fig. 30) in Längsreihen. Am Rande der Granne (Fig. 9) sitzen zahlreiche derbe, nach oben gerichtete zahnartige Haare mit sehr dicker Wand (Fig. 9a).

Die Palea superior, die Vorspelze (*ps*, Fig. 2, 4, 5, 7, 11, 12), ist bei der Blüte doppelt eingeschlagen (Fig. 5). An den beiden Einbiegungsstellen verläuft je ein Nerv (Fig. 12). Wenn die Frucht in die Palearhöhle hineinwächst und sich an die Spelzen andrückt, verschwindet diese anfangs ziemlich starke Einfaltung der Ränder und bei der reifen Frucht ist sie kaum noch zu bemerken (Fig. 12, *ps*). Hier greifen die Ränder der Palea inferior nur wenig noch über die der Palea superior hinüber. Beide zusammen bilden eine feste, die Frucht umschliefsende Hülle, die zwar aufserordentlich fest der Frucht anliegt, aber nie mit ihr verwächst.

Die Form der Frucht ist spindelförmig, von der breiten Mitte nach oben stärker als nach unten verjüngt (Fig. 18 u. 19). Die obere Partie des bespelzten Kornes ist fein gerunzelt, die untere glatt, der Rücken durch die Rippen kantig, die Granne bei der Handelsware abgebrochen (Fig. 4), an der stärker gewölbten Bauchseite läuft eine enge Längsfurche (*fa*, Fig. 19), die sich nach oben ein wenig erweitert.

Der anatomische Bau der Palea inferior gleicht der der Palea superior, nur ist letztere meist etwas dünner. Die Epidermis der Aufsenseite (1, Fig. 26 u. 27) besteht bei beiden aus sehr stark verdickten Zellen, deren Seitenwände, wie ein Flächenschnitt (Fig. 27) lehrt, wellig verbogen sind. Die gröfseren sind 0,1 mm lang, 20 mik breit und 10 mik hoch. Mit diesen Langzellen (*lz*) wechseln Kurzzellen (*kz*) ab, die entweder zu kurzen kegelförmigen oder doch nur wenig gestreckten Trichomen (*t*, Fig. 26 und 27) ausgestülpt sind oder eine Teilung in zwei Zellen zeigen. Letztere (*kz* in Fig. 27) machen den Eindruck, als seien es angelegte, aber nicht ausgebildete Spaltöffnungen. Sie obliterieren bisweilen. Oft ist eine der beiden Zellen gröfser als die andere und die gröfsere umfasst alsdann die kleinere halbmondförmig. An Stelle der Trichome finden sich bisweilen sogenannte Kieselzellen (verkümmerte Trichome). Stomata fehlen.

Unter der Epidermis folgt alsdann ein mehrere Zellreihen dicker mechanischer Beleg, dessen oft bis 0,8 mm, meist 0,3 mm lange und 20 mik breite Zellen sehr stark verdickt sind, in ihrer Verdickung aber, je weiter man nach innen kommt, abnehmen (Fig. 26 und 27, 2). Diese Zellen sind entweder echte Bastfasern mit linksschiefen Tüpfeln oder gestreckte bastzellenartige Fasern mit rundlichen Tüpfeln, in mannigfaltigen Übergängen. Am inneren Rande dieses mechanischen Streifens liegen die Nervenbündel: kleine kollaterale Gefäfsbündel (*gfb*, Fig. 26) mit kleinen Belegen dünnwandiger Bastzellen (*B*, Fig. 26) und einigen Spiralgefäfsen (*gf*, Fig. 27). Dann folgt ein dünnwandiges, reich durchlüftetes Assimilations-Parenchym (Fig. 26 u. 27, 3), dessen Zellen auf dem tangentialen Flächenschnitt eigentümliche Membranfaltungen zeigen (*Par*, Fig. 27) und rundliche Intercellularen zwischen sich lassen. Dies ist der gewöhnliche Fall. Gegen den Rand der Palea inferior hin sind es normale Parenchymzellen, am Rande fehlt das Parenchym. Die innere Epidermis (Fig. 26, 4) ist nicht immer gut zu sehen. Sie besteht aus dünnwandigen, stark gestreckten Zellen, Langzellen (*lz*, Fig. 27), die mit Kurzzellen (*kz*, Fig. 27) alternieren, von denen einige in dünnwandige, kegelförmige kurze oder längere Haare ausgestülpt sind (*t*, Fig. 27), andere durch entsprechende Teilungen in Spaltöffnungen übergehen (*st*, Fig. 26 u. 27). Die häutigen Seitenteile der Palea inferior haben verlängerte, nicht wellig verbogene Zellen, zum Teil mit schiefen Endflächen und tragen oft keulenförmige, obliterierte Haare.

Die Paleae bedecken als fester, nur nach dem Einweichen in Wasser ablösbarer Überzug die Früchte in einfacher Schicht, nur an den Seiten greift auf kurzer Strecke der Rand der Palea inferior über den der Palea superior (Fig. 12). Die Wände der Zellen sind bei den Paleis verkieselt.

In die Furche an der Bauchseite dringt die Palea superior bisweilen etwas ein. Eine Verwachsung der Paleae und der Frucht findet nicht statt. An der Basis der Frucht findet man zwischen Palea und Frucht eingeklemmt die beiden Lodiculae als zarte, häutige Gebilde mit oft 1 mm langen Haaren (Fig. 11, *lo* u. 13), an der Spitze von Früchten aus kleistogamen Blüten, zwischen den Paleis hervorragend, Reste der Staubfäden (Fig. 2 u. 4, ×) mit mehr oder weniger entleerten Antheren und zahlreichen rundlichen Pollenkörnern.

Der Fruchtknoten vor der Befruchtung ist in Fig. 20, zur Zeit der Befruchtung (bei der blühenden Pflanze) in Fig. 21 dargestellt. Das Fruchtblatt entspringt seitlich unterhalb der Spitze der Blütenachse. Anfangs bildet es einen halbringförmigen Wulst auf der Vorderseite, später fliefsen dann die Ränder auf der Hinterseite zusammen. Da der vordere Teil rascher wächst als der hintere, so entsteht eine Einbuchtung. Die seitlichen Ränder erheben sich dann als kleine Kegel und bilden die ersten Anfänge der zwei Narbenschenkel. Späterhin schliefst sich nicht nur die Einbuchtung auf der Hinterseite, sondern der hintere Rand überragt auch den der Vorderseite (Fig. 20). Zur Zeit der Blüte ist aus dem terminalen Fruchtknotenteile ein ziemlich grofses Gipfelpolster entstanden (*Hö*, Fig. 21), das aus parenchymatischem Gewebe besteht, in einer inneren Schicht (×, Fig. 21) grüne Chromatophoren führt und auf der Epidermis Haare (*t*, Fig. 21) in grofser Zahl trägt (vergl. auch Fig. 14). Durchschneidet man die Fruchtknotenwand dort, wo das Ovulum ansitzt, quer (Fig. 22 u. 25), so findet man, dafs sie aus etwa 14 Zellreihen besteht (Fig. 25, 5—8). Die innere Epidermis (Fig. 25, 8) ist deutlich differenziert, an sie schliefst sich nach aufsen eine doppelte Reihe sehr zarter, chlorophyllführender Zellen an (Fig. 22, × u. 25, 7). Dann folgen farblose, stärkeführende Zellen (Fig. 25, 6), und zu äufserst liegt die äufsere Epidermis der Fruchtknotenwand (Fig. 25, 5). In dem mittleren Gewebe verlaufen vier Gefäfsbündel: ein derbes an der Stelle, wo das Ovulum inseriert ist (*gfb*, Fig. 21 u. 22), und drei sehr zarte an den Seiten und gegenüber (*gfb*, Fig. 22). Die Schichten der Fruchtknotenwand entwickeln sich in der Weise weiter, dass die äufsere Epidermis nebst dem darunter liegenden farblosen Parenchym (Fig. 25, 5 u. 6) allmählich obliterieren, da sie durch den heranwachsenden Samen gegen die festen Paleae gedrückt werden. In der reifen Frucht sind sie daher stark zusammengedrückt (Fig. 26, 5 u. 6), doch auf Flächenschnitten noch gut zu erkennen: die Epidermis besteht aus gestreckten, ca. 0,3 mm langen und 15 mik breiten Zellen und

trägt gegen die Spitze der Frucht hin kleine Haare (Fig. 28, 5), das darunter liegende Gewebe zeigt knotige Wandverdickungen (Fig. 28, 6). Die dann folgende doppelte, anfangs chlorophyllführende Schicht (Fig. 25, 7) wird zur Querzellenschicht (Gürtelschicht, Fig. 26 u. 27, 7). Die Zellen strecken sich rechtwinklig zur Längsachse des Organs und erscheinen auf dem Flächenschnitt zu ziemlich regelmäfsigen Reihen verbunden. Ihre Wand ist dünn (1—2 mik, Fig. 28, 7). Die Zellen der äufseren Querzellenreihe schliefsen lückenlos aneinander (Fig. 28, 7), die Zellen der inneren lassen bisweilen Intercellularen zwischen sich. Die Länge der Querzellen schwankt sehr, sie erreicht 100—110 mik., ihre Breite, auf dem Flächenschnitt gemessen, ca. 15 mik. Die Zellen der inneren Epidermis endlich (Fig. 25, 8) bleiben im Breiten-Wachstum zurück, werden daher durch die stark heranwachsende Schicht 7 in ihrem Verbande gelöst und liegen, da sie sich schlauchartig in der Organsachse strecken, bei der reifen Frucht als einzelne isolierte gestreckte Schläuche (Schlauchzellen, Knochenzellen, Knüttelzellen) der Querzellenschicht innen auf (Fig. 28, 8) oder werden gar zwischen die Zellen derselben eingedrückt (Fig. 26, 8). Sie sind sowohl auf Längs- wie auf Querschnitten nur schwer aufzufinden, manchmal fehlen sie ganz. Ihre Länge schwankt (bis 150 mik), ihre Breite beträgt oft 10—15 mik. Ihre Wand ist dünn. So weit reicht die Fruchtschale.

Von den vier Gefäfsbündeln der Fruchtknotenwand (Fig. 22) entwickeln sich die drei zarten überhaupt nicht weiter. Sie sind an der reifen Frucht nicht aufzufinden, da das ganze Gewebe, in dem sie liegen, obliteriert. Nur einmal habe ich Spuren des einen gesehen. Dagegen entwickelt sich das von vornherein derbe Bündel an der Ansatzstelle des Samens weiter und ist bei der reifen Frucht vor der tiefen Furche (nicht in ihr) deutlich sichtbar (Fig. 12 u. 12a, *gfb*). Es führt Ring- und Spiralgefäfse.

An der Spitze der Frucht findet man nun noch den Rest des Gipfelpolsters (Fig. 11, *Hö*) in Form eines obliterierten Läppchens, dessen Epidermis zahlreiche Haare trägt. Diese Haare (Fig. 24, vergl. auch Fig. 11, *Hö*, Fig. 20 u. 21) sind einzellig, scharf zugespitzt, am Grunde bauchig erweitert. Ihre Breite beträgt in der Mitte meist 10—20 mik., bis 25 mik., an der Basis bis 40 mik, die Länge schwankt sehr, meist liegt sie um 150 mik, einige werden 1—1,5 mm lang. Die Dicke der Wand schwankt ebenfalls sehr, meist beträgt sie 3—5 mik, manchmal ist die Wand bis fast zum Verschwinden des Lumens oder unregelmäfsig verdickt. Auch die Reste der zwei federigen Narben sind auf dem Gipfelpolster zu bemerken (Fig. 11, *Na*). Sie erscheinen als zwei zurückgebogene, eingetrocknete Streifchen.

Das Ovulum ist achsenbürtig, der Bauchnaht des Karpells angewachsen, das obere Ende der Blütenachse wird zur Eianlage. Die Basis des Ovulums wird durch einseitig gefördertes Wachstum auf der Hinterseite emporgehoben, so dafs das Ovulum immer deutlicher anatrop wird (Fig. 20). In diesem Entwicklungsstadium sind die Integumente des Ovulums, sowie die Mikropyle bereits deutlich sichtbar (*ia*, *ii*, *Mp*, Fig. 20). Das innere Integument ist an der Mikropylaröffnung verdickt. Ein Nabelstrang fehlt. Zur Zeit der Befruchtung ist das Ovulum deutlich anatrop (Fig. 21, *or*.). Die Integumente schliefsen an der Mikropyle nicht zusammen, besonders das Exostomium ist sehr grofs (Fig. 21). Die äufserste Schicht des Nucellus ist deutlich differenziert (Fig. 21, *z*), der Embryosack (*Ems*) mit dem Eiapparat (*y*, Fig. 21) deutlich. Sowohl das äufsere Integument (Fig. 25, 9_1) wie das innere (Fig. 25, 9) sind zwei Zellen dick (an der Spitze ist das innere dicker). Aber schon frühzeitig (wenige Tage nach der Befruchtung) obliterieren die Zellen des äufseren und gehen schliefslich ganz zu Grunde, so dafs im reifen Samen nicht einmal Reste desselben zu finden sind (Fig. 26). Nur das mit einer Kuticula bedeckte innere Integument bleibt erhalten und ist auch im reifen Samen noch als eine aus zwei Reihen dünnwandiger Zellen bestehende Schicht zu erkennen (Fig. 26, 9), deren Zellen auf dem Flächenschnitt gestreckt erscheinen (Fig. 28, 9). Oft sind sie aber zu einem schmalen gelblichen Streifen zusammengedrückt. Sie enthalten einen eisenbläuenden Gerbstoff. Sie bilden die Samenschale.

Die schon zur Zeit der Befruchtung deutlich hervortretende einreihige Randschicht des Nucellus (Fig. 25, 10) bleibt auch dann noch lange erhalten, wenn der übrige Teil des Nucellus durch den heranwachsenden Embryosack resp. das in ihm sich bildende Endosperm resorbiert ist, ja sie ist sogar noch am reifen Samen als eine schmale helle Zone obliterierten Gewebes (Perisperm) zu erkennen (Fig. 26, 10, *Nuc*).

An der Stelle wo das Ovulum ansitzt ist zur Zeit der Befruchtung ein breiter Nucellarwulst sichtbar (Fig. 22, *z*), der sofort durch die strahlige Anordnung seiner relativ derbwandigen Zellen, sowie deren andersartigen Inhalt auffällt. Aus ihm entwickelt sich das in der Furche der reifen Frucht sichtbare eigentümliche strahlige Gewebe (Fig. 12 u. 12a, *z*), das sich nach aufsen hin an einen Streifen brauner Pigmentzellen (*y*, Fig. 12 u. 12a) ansetzt, der aus der mit *y* bezeichneten Partie der Fig. 22 entsteht, gerade an der inneren Grenze der hier ziemlich dicken Fruchtschale liegt und mit dem dort streichenden Bündel (*gfb*, Fig. 12 u. 12a) durch einen Strang gestreckter Zellen verbunden ist. Diese ganze Partie bleibt im Wachstum zurück und dadurch entsteht durch beiderseitige Überwallung die bei der Gerste schmale Furche der Frucht (Fig. 19) an der gegen die Inflorescenzachse gerichteten Seite, dort wo die Palea superior sitzt. Das „strahlige Gewebe" zeigt in der That Zerrungen nach beiden Seiten hin. Weiter nach innen liegt sogar eine durch Zerreissen der Zellen entstandene Höhlung (*lü*, Fig. 12a).

Das Endosperm wird nach aufsen hin von einer zwei- bis vierreihigen Schicht dickwandiger, meist radial gestreckter, auf dem Flächenschnitt isodiametrischer oder wenig gestreckter Aleuronzellen (Kleberzellen, Ölzellen, Fermentzellen, Pseudoproteinschicht) begrenzt (*kl* u. 11, Fig. 26), die neben fettem Öl einen Zellkern und reichlich Aleuronkörner, aber keinen Kleber enthalten, deren Inhalt sich mit Jod gelbbraun färbt und deren Wand nach Behandlung mit Kalilauge eine Differenzierung in primäre, sekundäre und tertiäre Membran erkennen läfst. Die Zellen stehen untereinander in offener Kommunikation. Ihr längster Durchmesser erreicht, auf dem Flächenschnitt gemessen,

45 mik, ihr kürzester erreicht 35 mik, meist sind sie schmäler, ca. 20 mik. Die Wand ist bis 7,5 mik dick. Die Aleuronkörner sind 0,5—2,5 mik breit. Sie werden leicht durch Wasser und verdünnten Alkohol zerstört und liegen in einem Netze von derbem Ölplasma. Beim Einlegen in Wasser sieht man nur dies Netz mit seinen Höhlen und die Öltropfen sind herausgetreten. Der ganze übrige Teil des Endosperms besteht aus einem dünnwandigen, intercellularenfreien Stärkeparenchym. Dies macht die Hauptmasse des Samens aus. Bisweilen ist die Haut des Embryosackes als feine helle, die Aleuronzellen überziehende Linie sichtbar. Am Scutellum ist das Stärke und Plasma führende Endosperm, dessen Zellen eine radiale Streckung zeigen, leer und bildet dort eine „Quellschicht". Die Stärkekörner sind in Plasma (Kleber) eingebettet, welches besonders reichlich in den äufseren Schichten auftritt.

Bei den Stärkekörnern kann man Grofskörner und Kleinkörner unterscheiden (Fig. 29), die durch Mittelformen fast gar nicht miteinander verbunden sind. Die Grofskörner sind linsenförmig, selten genau kreisrund, von der Fläche gesehen, bisweilen knollenförmig oder schwach nierenförmig und meist 20—25 mik, einige 27—30 mik, ja 35 mik lang, die Kleinkörner kugelig und 1—4 mik lang. Die Mittelformen messen oft 10—15 mik. Die Körner sind also kleiner als beim Weizen und Roggen. Der Kern liegt bei beiden central, Schichtung ist oft deutlich zu sehen, luftführende Centralhöhle und strahlige Risse fehlen oder sind doch selten. Zusammengesetzte Körner, besonders solche mit vielen Teilkörnern, sind selten unter den Kleinkörnern. Bei der „mehligen" Gerste ist in den Endospermzellen Luft enthalten, bei der „glasigen" fehlt diese. Der Querschnitt des Samens in der Höhe des Endosperms (Fig. 12) zeigt eine tiefe Einfaltung (Furche) vor welcher das Fruchtschalbündel und in welcher Pigmentstrang und strahliges Gewebe liegen.

Der Keimling liegt auf der der Inflorescenzachse abgekehrten Seite, der Basis des Samens einseitig angefügt (Fig. 18 u. 11) und besteht aus dem dem Endosperm anliegenden Schildchen oder Scutellum (*scut*, Fig. 11 u. 18), der von dem Kotyledon (*cot*) (der Keimscheide oder Coleoptile) kappenförmig bedeckten Plumula (*pl*, Fig. 11), der Radicula (*rad*) und der Coleorhiza (*co*, Fig. 11). Bei der Keimung entwickeln sich aus der Plumula Stengel und Blätter, aus der Radicula die Wurzel der Pflanze; der Kotyledon wird an der Spitze durchbohrt, ebenso die Coleorhiza. Die dem Stärke-Endosperm anliegende Epidermis des Scutellums besteht aus gegen das Endosperm hin palissadenartig gestreckten Zellen und bildet das charakteristische Saug-Epithel (vergl. Taf. 42, Fig. 17, *p*), die übrigen Zellen des Scutellums sind rundliche Parenchymzellen, alle reich an Plasma, je einen Zellkern führend. Ein Prokambiumstrang tritt von dem Keimling in das Scutellum, das oben mit einem Ligulargebilde über den Kotyledon greift (*scut*, Fig. 11). Nach unten setzt sich das Scutellum in die die Radicula umhüllende Coleorhiza fort (*co*, Fig. 11). Die Plumula besteht aus dem sehr kurzen Stengelchen, welches in einen stumpfkegeligen Vegetationspunkt endet, um den ringsum die jugendlichen Blattanlagen sich orientieren, die von dem kappenförmigen Kotyledon (*cot*, Fig. 11) tutenartig behüllt werden. In den Achseln der Blattanlagen liegen kleine Vegetationskegel. Aus ihnen entwickeln sich die Nebenhalme, denn die keimende und sich bestockende Gerste bildet in der Regel 6—7 Halme. An der Radicula (*rad*) ist die Haube deutlich. Aufser der Hauptwurzel sind meist schon im Keimling mehrere primordiale Nebenwurzeln entwickelt (Fig. 11). Das ganze Gewebe des Keimlings ist reich an Plasma und Öl.

Die gekeimte und dann gedörrte Gerste ist das Malz, dessen Auszug je nach dem Grade der Konzentration Malzextrakt oder Malzzucker heifst. Bei der Keimung wird durch diastatische Fermente die Stärke in Zucker verwandelt.

Der Gerstenkaffee ist geröstete Gerste.

Die Mahlprodukte der Gerste.

Am meisten in Benutzung wird die Rollgerste genommen. Es sind dies die von den Spelzen durch „Schälen" befreite und in Körner verschiedener Gröfse (Gerstel, Gerstelgries, Perlgraupen, Graupen, Hordeum perlatum) geschrotenen, „gerollten", Gerstenfrüchte; an diesen Körnern findet man aber, da die Häute sehr fest anhaften, meist noch Reste der Frucht- und Samenschale, in der Furche sogar da und dort noch Reste der Palea superior. Unter Grütze versteht man die entspelzten und nicht oder nur wenig zerkleinerten Früchte. Die teils als Kleie, teils als Mehl beim Schälen abfallenden Nebenprodukte sind unter dem Namen Gerstenkleie, Gerstenfuttergries, Graupenfutter, Gerstenfuttermehl, Graupenschlamm im Handel und dienen als Futtermittel. Das Gerstenmehl wird aus den mehr oder weniger entspelzten Körnern dargestellt und spielt auch als Bestandteil einiger sog. Kindernährmittel (Timpe's Kraftgries, Köben's Nährpulver, Gehring's Laktin) eine gewisse Rolle. Das präparierte Gerstenmehl, Farina hordei praeparata, — 30 Stunden im Dampfbade erhitztes Gerstenmehl — war, da leicht verdaulich, früher sehr beliebt und ist der Vorläufer der sogenannten Kindermehle.

Gerstenstärke wird fabrikmäfsig wohl nirgends in gröfserem Umfange dargestellt.

Die unzerkleinerte Gerste ist morphologisch und anatomisch leicht zu erkennen, auch bei der Grütze bieten die stets noch anhaftenden Spelzenreste gute Anhaltspunkte; besonders sind die äufsere Epidermis der Paleae (Fig. 27, 1), sowie die prosenchymatische und parenchymatische Mittelschicht (Fig. 27, 2 u. 3) zur Diagnose verwendbar. Auch bei der Rollgerste findet man diese noch bisweilen, stets aber Fruchtschalreste. Die Fruchtschale ist wenig charakteristisch. Schicht 5, 6 u. 8 (Fig. 28) sind zur Diagnose unverwendbar, gut brauchbar die doppelte Querzellenschicht (Fig. 28, 7), die bei Flächenansichten der mehrzelligen Kleberschicht (Fig. 28, 11) direkt aufzuliegen scheint, obwohl vier Schichten dazwischen liegen. Dazu kommen dann noch die Fragmente der stets einzelligen Haare des Gipfelpolsters (Fig. 11, *Hö*, Fig. 21 u. 24), der Basalborste (*y*, Fig. 11), der Lodiculae (*lo*, Fig. 13 u. 11),

der äufseren Epidermis der Spelzen (*t*, Fig. 27, 1), der inneren Epidermis der Spelzen (*t*, Fig. 27, 4, unten) und der Fruchtschale (Fig. 28, 5). Die Haare der Glumae und der Granne pflegen zu fehlen.

Auch im Gerstenmehl sind Reste der Paleae, der Fruchtschale und der Haare aufzufinden, wenn man in Chloral beobachtet. Die Hauptmasse bilden aber die charakteristischen Stärkekörner (Fig. 29).

Tafel 41.

Erklärung der Abbildungen.

Hordeum distichum.

Fig. 1. Drei einblütige, dem Zahne der Spindel inserierte Ährchen, nur das mittlere (*I*) fruchtbar und halbreif, die seitlichen (*II*) und (*III*) taub. *ge* Granne. *Ml* Mittelrippe der Palea inferior. Vom Rücken, d. h. von der der Inflorescenzachse abgekehrten Seite gesehen, die Teile auseinandergebogen.

„ 2. Das gleiche, von der Bauchseite, d. h. von der der Inflorescenzachse zugekehrten Seite gesehen. Bei × Antherenreste, *y* Basalborste.

„ 3. Das gleiche, halb von der Seite gesehen.

„ 4. Reifes Gerstenkorn, von der Bauchseite gesehen, mit den Spelzen behüllt, an der Basis die Basalborste (*y*).

„ 5. Diagramm der drei einblütigen Ährchen in der Stellung der Fig. 1.

„ 6. Querschnitt durch eine Gluma (*gl*, u. *gl*„ in Fig. 1 u. 3).

„ 7. Palea superior ausgebreitet.

„ 8. Palea inferior ausgebreitet, die Granne (*ge*) abgebrochen.

„ 9. Grannenspitze.

„ 9a. Haar vom Grannenrande.

„ 10. Gluma der fruchtbaren Ährchen.

„ 11. Längsschnitt durch die reife Frucht (Lupenbild) in der Richtung *a*—*b*, Fig. 12, mitten durch die Falte (*fa*). Rechts unten der Keimling Basalborste (*y*), Lodicula (*lo*) deutlich, ebenso das Gipfelpolster mit den Narbenresten (*Hö*, *Na*).

„ 11a. Querschnitt durch die Basalborste. Lupenbild.

„ 12. Querschnitt durch die reife Frucht oberhalb der Mitte. Lupenbild.

„ 12a. Die Falte aus Fig. 12 etwas stärker vergröfsert. *gfb* Fruchtschalbündel, *y* Pigmentstrang, *z* strahliges Gewebe, *lü* Lücke — Bezeichnungen wie in Fig. 12.

Fig. 13. Lodicula.

„ 14—17. Entwicklung des Fruchtknotens zur Frucht. *Hö* Gipfelpolster. (14—16 im gleichen Gröfsenverhältnis.)

„ 18. Reife Frucht nach Ablösung der Spelzen von der Rückenseite.

„ 19. Dieselbe von der Bauchseite *fa* Falte. (17—19 im gleichen Gröfsenverhältnis.)

„ 20. Junger Fruchtknoten mit dem Ovulum. Längsschnitt.

„ 21. Fruchtknoten zur Blütezeit. Längsschnitt. *x* Chlorophyllschicht, *y* Keimbläschen, *z* Nucellus an der Keimwarze.

„ 22. Derselbe quer durchschnitten, *z* wird zum strahligen Gewebe, *y* zur Pigmentschicht. (Fig. 20—22 mit Benutzung der Lermer-Holzner'schen Figuren.)

„ 23. Vacat.

„ 24. Haare des Gipfelpolsters der reifen Frucht (*Hö*, Fig. 11).

„ 25. Fruchtknotenwand, Integumente und Nucellus quer durchschnitten.

„ 26. Spelze (*pi*), Fruchtwand (*frs*), Samenschale (*ss*), Nucellarrest (*Nu*) und Endosperm (*End*), quer durchschnitten. Reife Frucht.

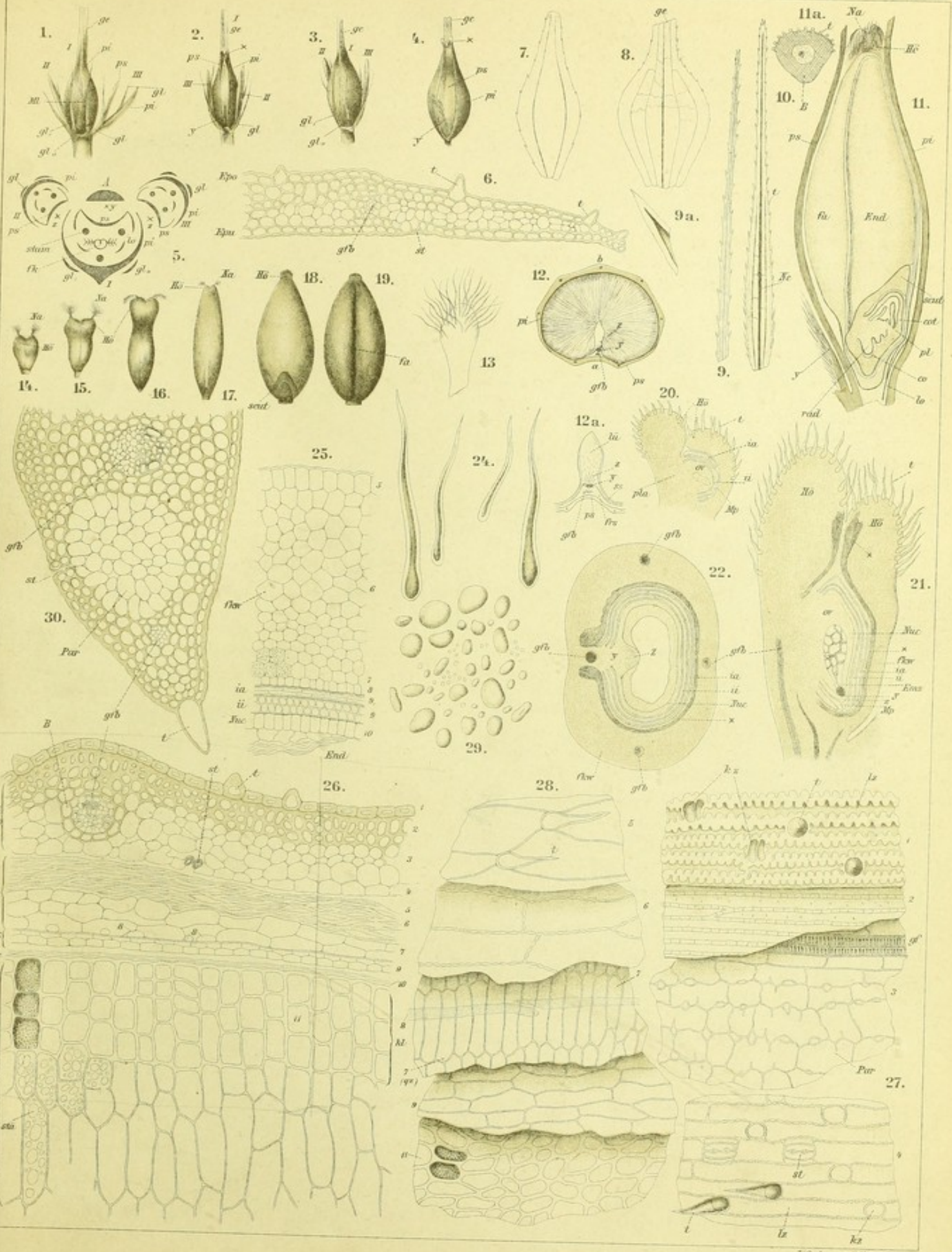
„ 27. Die aufeinander folgenden Schichten der Spelze in Flächenansicht von aufsen nach innen.

„ 28. Die aufeinander folgenden Schichten der Fruchtschale (5—8), der Samenschale (9) und des Endosperms in Flächenansicht.

Die kleinen Zahlen in Fig. 25 — 28 bezeichnen die korrespondierenden Gewebe.

„ 29. Stärkekörner.

„ 30. Grannenrand, quer durchschnitten.


1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
9a.
10.
11.
11a.
12.
12a.
13
14.
15.
16.
17.
18.
19.
20.
21.
22.
24.
25.
26.
27.
28.
29.
30.
Epi
End.
Par
Nuc
Mp
Ko
Ha
Na
Ne
Fa
Ge
Ps
Pi
Gl
St
Ep
Ku
Ku.
Ku.
Ku.

Triticum.

Weizen, Froment, Blé.

Die echten Weizenarten (frumentum Metzger) umfassen vornehmlich die fünf Stammformen Triticum vulgare Vill, Tr. aristatum Schübl., Tr. turgidum L., Tr. durum Desf., Tr. polonicum L. Bei allen diesen ist die Ährenachse zähe, nicht zergliedernd, und die reifen Früchte fallen leicht aus dem Spelzengehäuse heraus. Die Glumae und Paleae sind gedunsen, auf dem Rücken mehr oder weniger breit gewölbt, die Ährchen 2—5 blütig. Bei Triticum vulgare, aristatum und turgidum sind die Glumae eiförmig, bei durum und polonicum ei-lanzettförmig. Tr. vulgare hat keine, resp. eine sehr kurze, aristatum eine mehr oder weniger lange Granne, turgidum sehr gedunsene Früchte, durum sehr lange Grannen, polonicum die gröfsten Glumae.

An den echten Weizen schliefst sich dann der Spelz (Spelta Metzger) mit zerbrechlicher, bei der Reife zergliedernder Ährenspindel und fest vom Spelzengehäuse umschlossenen Früchten. Bei Tr. Spelta L. selbst sind die Glumae gerade abgestutzt, bei Tr. dicoccum Schrank stark gekielt und spitz auslaufend, die Ährchen 2—4 früchtig, bei Tr. monococcum L. sind die Glumae spitz auslaufend, auf dem Rücken weniger stark gekielt, die Ährchen einfrüchtig.

Am häufigsten wird wohl Triticum vulgare, der gemeine Weizen, kultiviert, und dieser sei daher der Beschreibung zu Grunde gelegt.

Die mehr oder weniger vierseitige Ähre trägt an den Zähnen ihrer Spindel nierenförmige Ährchen (Partialinflorescenzen), abwechselnd bald auf der einen, bald auf der anderen Seite, die 4—7 blütig sind und 3—4 Früchte erzeugen.

Das in Fig. 1 u. 2 dargestellte Ährchen ist vierblütig, parallel der Anheftungsstelle (parallel der Spindel) zusammengedrückt, die eine breite Fläche der Achse zugewendet. Das Ährchen wird an der Basis zunächst von zwei grofsen, kahnartigen, derben, einander gegenüberstehenden, parallel genervten, auf dem Rücken scharf gekielten und an der Spitze in eine derbe, kurze und gerade Stachelspitze (Granne) auslaufenden, breit-eiförmigen, gestutzten, mehrnervigen, ungleichseitigen, im unteren Teile des Rückens abgerundeten, bauchigen Glumae (Hüllspelzen, Fig. 1 u. 2, *gl*, *gl*$_{II}$, Fig. 3 u. 4) bescheidet, von denen die eine etwas höher inseriert ist als die andere und die als Involucrum der Partialinflorescenz aufzufassen sind. An der kurzen Seitenachse (*A*, Fig. 2) sitzen hier vier Blüten, von denen aber nur die drei unteren fruchtbar zu sein pflegen (Fig. 1). Jede der vier Einzelblüten ist von zwei Paleis umhüllt. Die untere, die palea inferior, den Glumis nachgebildet und der Regel nach der zweizeiligen Anordnung derselben folgend, also vor der Glumis stehend, ist knorpelig hart und nur oberwärts deutlich nervig, kahnartig bauchig, und umfafst den in ihrer Achsel entspringenden blütentragenden Sprofs vollkommen (*pi* in Fig. 1 u. 2). Sie ist bei den unteren Blüten etwa ebenso lang als die Gluma, unbehaart (es kommen aber auch dort behaarte Weizen vor), nahezu gleichseitig ausgebildet (*pi*, Fig. 7) und an der Spitze mit einer kegelförmigen und spitzen Stachelborste, Granne, versehen (Fig. 5 u. 7). In der Achsel dieser Palea inferior entspringt ein Sprofs, dessen Achse fast auf Null verkürzt ist. Dieselbe beginnt mit einem adossirten, häutigen, mit den Rändern nach innen eingeschlagenen, niemals begrannten Vorblatte, der Palea superior Fig. 1 u. 2, 6 u. 7, *ps*). Dieselbe ist zweikielig (Fig. 7, *ps*) und an der Spitze mehr oder weniger ausgerandet. In der Mitte auf der Rückenseite ist sie infolge des Druckes der nächsthöheren Blüte der ganzen Länge nach kahnartig vertieft (Fig. 7, *ps*).

Das Perigon der Blüte besteht aus zwei kleinen Lodiculis, den beiden vorderen Kronenblättern (*lo*, Fig. 2 u. 8). Die drei Stamina (*stam*, Fig. 2) besitzen in der Knospe nur kurze, dünn-fadenförmige Filamente. Die letzteren strecken sich jedoch zur Zeit der Blüte aufserordentlich rasch lang und ragen alsdann aus den Spelzen hervor, an ihrer Spitze die langen introrsen, dithecischen, auf dem Rücken angehefteten, linealen, × förmigen Antheren tragend. Der einfächerige, oberständige Fruchtknoten trägt auch hier, wie bei Hordeum (vergl. dieses),

ein anatropes Ovulum. Es ist, ähnlich wie bei Hordeum, mit einem behaarten Gipfelpolster versehen und trägt zwei federige Narben (*Na*, Fig. 2).

Die Gluma (Fig. 3 [Fig. 1, *gl*, *gl*„]) ist ungleichseitig (Fig. 4), die kräftig hervortretende Mittelrippe liegt also excentrisch. Auf der einen, der kürzeren Seite, laufen 2—3, auf der längeren 5—7 besonders an der Blattspitze reichlich anastomosierende Bündel im Gewebe. An den dünnen häutigen Rändern ist das Gewebe einschichtig, an der Mittelrippe ziemlich dick. Beiderseits an den Nervenbündeln finden sich stets Streifen reichdurchlüfteten Chlorophyll-Parenchyms, über denen Spaltöffnungen liegen. An den übrigen Stellen findet man unter der derben, in der Flächenansicht welligen Epidermis mechanisches Gewebe. Die innere Epidermis trägt gerade und besonders an der Mittelrippe stachelige Haare (Fig. 4).

Die Palea inferior (Fig. 1 u. 7, *pi* und Fig. 5) ist erheblich dünner als die Gluma, an der dünnsten Stelle z. B. nur 75 mik dick. Gegen den Rand hin verdickt sich das Deckblatt etwas (×, Fig. 7), umsäumt ist es aber von einem sehr dünnen, einschichtigen Rande (Fig. 7, *pi*). Ausser dem in die kurze hakenförmige Granne auslaufenden Mittelrippenbündel finden sich auf jeder Seite desselben je vier kleinere Bündel. Die Epidermis der Oberseite (Innenseite) besteht aus gestreckten Zellen, die mit zu dünnwandigen, in eine feine Spitze auslaufenden Haaren ausgestülpten, kurzen Zellen abwechseln (Fig. 22). Die Spaltöffnungen im Typus der Gramineen (Fig. 22 a) liegen in Vertikalreihen. Die Epidermis der Unterseite (Aufsenseite) besteht aus derben Langzellen mit stark wellig verbogenen Seitenwandungen und Kurzzellen, die entweder einzellig und dann meist in ein sehr kurzes kegeliges Trichom, seltener in längere, derbe Haare ausgestülpt sind oder die bekannte Teilung in zwei Kurzzellen zeigen, von denen die eine zu obliterieren pflegt (vergl. Hordeum). Unter der Epidermis liegt im gröfsten Teile des Blattes eine meist dreireihige Schicht ziemlich dicker, nach innen zu dünner werdender langer Bastfasern, im dickeren Teile des Blattes (×, Fig. 7) reichen dieselben von Epidermis zu Epidermis. Dann folgt ein sehr zartwandiges, reich durchlüftetes Assimilationsparenchym. Die Granne trägt kurze derbe Haare (wie bei Hordeum, s. d.).

Die Palea superior (*ps* in Fig. 1, 2, 6, 7) ist noch viel dünner als die Palea inferior, an den Rändern einschichtig, in der Mitte 2—3schichtig. An den beiden Nerven springt das Gewebe kielartig nach aufsen vor (Fig. 7). Nur dort liegt rings um die Bündel zartwandiges Assimilationsparenchym, nur über diesem finden sich Spaltöffnungen (Fig. 20, *st*). Die Epidermis der Oberseite (Innenseite) und die der Unterseite (Aufsenseite) gleichen im grofsen und ganzen den entsprechenden Bildungen bei der Palea inferior, nur sind die welligen Epidermiszellen der Unterseite, die Langzellen, dünnwandiger und die Kurzzellen in längere Haare ausgestülpt als dort (Fig. 20). Das mechanische Gewebe besteht aus Bastzellen. Der Rand ist mit sehr kurzen Haaren besetzt (Fig. 21 b).

Die Lodiculae haben die typische Form (Fig. 8, vergl. auch Hordeum).

Die Frucht ist länglich-eiförmig (Fig. 9 u. 10), im Querschnitte stumpf-dreikantig, etwas verschieden je nach dem Orte, wo man den Querschnitt macht (Fig. 12—14). Auf der Bauchseite läuft eine Furche, an der Spitze sitzt der „Bart“ (*t*, Fig. 9 u. 10), das stark behaarte Gipfelpolster (s. Hordeum). Die Entwicklungsgeschichte der Frucht gleicht im allgemeinen der von Hordeum (s. dieses).

Bei der reifen Frucht ist die Fruchtschale mit der Samenschale verwachsen. Die Epidermis der Fruchtschale besteht aus in der Längsachse der Frucht gestreckten Zellen (Fig. 16, 1), deren Aufsenwände stark verdickt (Fig. 15, 1), deren Seitenwände getüpfelt sind (Fig. 16, 1). Gegen die Spitze der Frucht hin und ganz besonders an der Spitze selbst führt die Epidermis der Fruchtschale zahlreiche Haare, die den sog. „Bart“ des Weizens bilden (*t*, Fig. 9 u. 10). Diese Haare sind ungewöhnlich dickwandig, an dem Ende ziemlich plötzlich zu einer feinen Spitze zugeschärft (Fig. 18, ×) und werden ziemlich lang — bis über 700 mik — (meist ca. 500 mik.). Ihr Durchmesser beträgt in der Mitte im Maximum 15—30 mik (meist 15—18,5 mik)., an der Basis sogar bis 35 mik und mehr, bei den kleineren dagegen in der Mitte nur 9—10 mik. Sie sind stets einzellig. Sehr bemerkenswert ist die aufserordentliche Dicke der Wand, die 3,5—9,5 mik. beträgt, bei verhältnismäfsig engem Lumen (nur 1,5—3,5 mik.). Diese Haare bilden ein gutes Unterscheidungsmittel zwischen Weizen, Roggen und Gerste. Bei der Gerste ist das Lumen am weitesten und die Wand am dünnsten, beim Weizen ist die Dicke der Wand am gröfsten und das Lumen am engsten, der Roggen hält die Mitte. Wichtig ist hierbei besonders das Verhältnis der Wanddicke zum Durchmesser des Lumens. Zwischen dem Barte findet man auch die Reste der beiden Narben.

Die unter der Epidermis der Fruchtschale folgende Schicht, die sog. Mittelschicht (Fig. 15 u. 16, 2), besteht aus dickwandigen gestreckten Zellen, die denen der Epidermis ziemlich ähnlich, auch zum Teil an den Seitenwänden getüpfelt sind. Es sind von denselben entweder eine oder zwei Reihen vorhanden. Die Wanddicke nimmt nach innen hin ab, die Weite des Lumens zu. Die Wand färbt sich mit Chlorzinkjod gelb und giebt erst nach Behandeln mit Kalilauge die Cellulosereaction. Dann folgt ein dünnwandiges Parenchym (Fig. 15 u. 16, 3), welches entweder aus eng aneinander liegenden Zellen besteht oder lückig ist. In dieser Schicht reifst die Fruchtschale leicht entzwei.

Nun folgt die Querzellenschicht (Fig. 15 u. 16, 5). Die Zellen derselben zeigen, da sie rechtwinklig zur Längsachse des Organs gestreckt sind, auf Querschnitten durch die

Frucht starke Tangentialstreckung, die Tüpfelung der Wand ist auch hier deutlich (Fig. 15, 5), tritt aber auf Flächenschnitten noch viel deutlicher hervor (Fig. 16, 5). Die Querzellen liegen in Reihen, ihre Länge differiert etwas, von 85—200 mik., meist beträgt sie 120—150 mik., die Dicke der Doppelwand 7 bis 8 mik, an den Enden weniger, die lichte Weite des Lumens 11—19, meist 15 mik. Die Form der Querzellen ist eine rechteckige, nur am Scheitel der Frucht sind sie unregelmäfsig gestaltet, ihre Wand quillt in Kali kaum. An den Enden sind sie oft, nicht immer, etwas emporgebogen, die Innenwand ist ein wenig dicker als die Aufsenwand. Die Querzellenschicht ist wegen ihres eigentümlichen Baues auf Flächenschnitten die am meisten ins Auge fallende. Bei der trockenen Frucht liegen oft luftführende Intercellularlinien zwischen den Längswänden benachbarter Querzellen.

Zwischen diese Querzellenschicht und die Parenchymschicht ist da und dort noch eine Zwischenschicht eingeschoben, die inselartig der Querzellenschicht aufliegt und aus sehr unregelmäfsigen, an den Seitenwänden stark getüpfelten Zellen besteht, die ziemlich grofse, meist rundliche Intercellularen zwischen sich lassen (Fig. 16, 4). Auf Querschnitten ist dieselbe kaum, wohl aber auf Flächenschnitten oft sehr deutlich zu sehen.

Unter der Querzellenschicht folgen dann die stark in der Organsachse gestreckten, gekrümmten oder geschlängelten, sehr eigenartigen Schlauchzellen (Fig. 15 u. 16, 6). Dieselben entwickeln sich aus der inneren Epidermis der Fruchtknotenwand (vergl. Hordeum) und sind hier sehr viel deutlicher als bei der Gerste, doch nur selten so gut entwickelt, dafs sie grofse diagnostische Bedeutung besitzen. Ihre Wand ist dünn, freilich dicker als bei der Gerste. Sie schneiden die Querzellenschicht rechtwinklig (Fig. 16).

In die Falte auf der Bauchseite der Frucht (*fa*, Fig. 14) dringt die Fruchtschale ein beträchtliches Stück ein, am wenigsten tief Epidermis und Mittelschicht (Fig. 14, 1 u. 2), am tiefsten die innersten Schichten (Fig. 14, 5), die sich am Grunde der Falte nach Umkrümmung nach aufsen beiderseits an den Pigmentstrang ansetzen; die Parenchymchicht (Fig. 14, 3) pflegt zerrissen zu sein, so dafs beiderseits vor der, den Pigmentstrang mit der Mittelschicht verbindenden Gewebsplatte zwei Lücken liegen. Ein Gefäfsbündel (wie bei Hordeum, s. d.) ist vor der Falte bei Triticum nicht zu sehen.

Die aus dem inneren Integumente (das äufsere geht zu Grunde, vergl. Hordeum) hervorgehende Samenschale („braune Haut“) besteht aus zwei Reihen stark obliterierter Parenchymzellen, die nährschichtartig zusammengefallen sind (Fig. 15, 7 u. 8), und die, wie der Flächenschnitt (Fig. 16, 7 u. 8) lehrt, nicht gleichsinnig gestreckt sind, sondern sich etwa rechtwinklig schneiden. Besonders die innere Reihe enthält oft braune, spindelförmige oder rundliche Inhaltskörper (Chromatophoren), so dafs, da auch die Membran den braunen Farbenton abgestorbener Membranen annimmt, die Samenschale auf dem Querschnitte als eine „braune Haut“ erscheint.

In der Falte, die je nach der Höhe, wo der Schnitt geführt wird, eine etwas verschiedene Gestalt hat, liegt, der Fruchtschale eng angefügt und in eine Mulde derselben eingebettet, der braune, runde Pigmentstrang (×, Fig. 14), dessen Entstehung wohl hier die gleiche ist wie bei Hordeum (s. d) und der aus gelbbraunen Zellen besteht. Von ihm geht ein Strang dickwandiger, gestreckter, heller Zellen nach innen, wo er entweder der Kleberschicht direkt aufsitzt oder — was meist geschieht — von dieser abgerissen ist, so dafs eine Lücke entsteht. Dieser Strang ist zum Nucellargewebe zu rechnen.

Dann folgt der Nucellarrest (das Perisperm, die „helle Haut“, Fig. 15 u. 16, 9, *Nuc*). Derselbe besteht aus einer Reihe sehr eigentümlich verdickter Zellen. Während nämlich die Seitenwände ganz dünn bleiben, verdickt sich Aufsen- und Innenwand so stark, dafs nur ein ganz schmales Lumen übrig bleibt (Fig. 15, *Nuc*). Diese hellen dicken Wände zeigen oft eine deutliche Schichtung. Von der Fläche betrachtet (Fig. 16, 9) zeigen die Zellen natürlich keinerlei Verdickung. Tangential sind sie verhältnismäfsig wenig gestreckt (Fig. 15, 9).

Soweit reicht Fruchtschale, Samenschale und Nucellarrest, das ganze übrige — die Hauptmasse der Frucht — wird von dem Endosperm gebildet.

Dasselbe wird zu äufserst begrenzt von einer einreihigen Aleuronschicht („Kleberschicht“), deren dicke Wände sowohl auf Querschnitten wie auf Flächenschnitten (neben der Querzellenschicht) stark ins Auge fallen (Fig. 15 u. 16, 10). Die Doppelwände sind auf dem Flächenschnitte am im Wasser liegenden Präparate gemessen ca. 8 mik. dick. Diese „Kleberzellen“ enthalten zwar keinen „Kleber“, wohl aber Aleuronkörner, eingebettet in ein Netzwerk von Ölplasma. Die Aleuronkörner sind rundlich oder mannigfach verzogen und verbogen (Fig. 16 a, *al*) und färben sich mit Jod nicht. Sie sind sehr klein (1 bis 3 mik). Sie sind deutlich, wenn man einen Schnitt durch trockenes Material in Alkohol oder Osmiumsäurelösung betrachtet, aber auch beim Einlegen in Wasser oder Jodlösung bleiben sie zunächst in ihrer Form erhalten. Schwefelsäure und Kali lösen sie auf, und es bleibt alsdann ein feines Netzwerk übrig (Fig. 16, *c*), das sich mit Jod gelb und mit Osmiumsäure braun färbt. Legt man den Schnitt statt in Wasser in Olivenöl (Fig. 16 b), so sieht man nur dieses Netzwerk und die Aleuronkörner erscheinen als Hohlräume. In dem Netzwerke erblickt man alsdann rundliche oder verzogene Knoten, namentlich an den Maschenecken. Es scheinen dies Öltröpfchen zu sein. Läfst man auf den im Wasser liegenden Schnitt Schwefelsäure einwirken, so sieht man nach einiger Zeit aus dem Netzwerke sehr kleine Tröpfchen austreten, die nichts anderes als fettes Öl sind.

Die Membran der Aleuronzellen quillt stark in Wasser, Chlorzinkjod, Schwefelsäure und Kali und färbt sich mit Chlor-

zinkjod blau. In einem Stadium dieser Quellung sieht man die Membran zarte Kanälchen durchsetzen (Fig. 16a, ×), die darauf deuten, dafs die Zellen in offener Kommunikation miteinander stehen.

Das ganze übrige Endosperm ist zartwandig und mit Stärke erfüllt, die in Plasma eingebettet ist. Dies Plasma ist als „Kleber" anzusprechen, denn es besitzt die Eigenschaft, mit Wasser in feinen Fäden sich ausziehen zu lassen, ist zähe und duktil. Schiebt man das Präparat im Wasser hin und her, so kann man diese Kleberfäden sich leicht sichtbar machen. Sie verbinden alsdann oft die Stärkekörner als zarte helle fädige Gebilde.

Die Stärkekörner (Fig. 19) sind in zwei Formen vorhanden, als Grofskörner und als Kleinkörner, Mittelformen fehlen fast ganz. Die Grofskörner sind 15—45, meist 28 bis 33 mik breit und von dick-linsenförmiger Gestalt. Von der Fläche gesehen erscheinen sie fast rund, mit etwas unregelmäfsigem Umrifs (Form eines Kartoffelknollen), der Regel nach ohne deutliche Schichtung und deutlichen Kern oder Spalt; von der Seite gesehen sind sie länglich-elliptisch, fast spindelförmig oder halbkugelig, mit dunkler, oft breiter Längsspalte (vergl. auch Fig. 59 der Angewandten Anatomie). Die Oberfläche zeigt bisweilen die Abdrücke der benachbarten Kleinkörner (Angew. Anatomie, Fig. 57). Die Kleinkörner messen 2—8, meist 6—7 mik, sind rundlich oder polyedrisch oder in ein Spitzchen auslaufend und dann meist spindelförmig. Die Teilkörner der zu 2—20 zusammengesetzten Körner sind polyedrisch oder halbkugelig, nicht tiaraförmig. Die zusammengesetzten Körner findet man selten unzertrümmert. Als Nebenform finden sich wenige, zwischen beiden, sonst ziemlich scharf geschiedenen, Formen liegende, rundliche Körner mittlerer Gröfse.

Der Keimling liegt der Basis der Rückenseite seitlich an, wie bei Hordeum (vergl. dieses). Das Scutellum (Schildchen, Fig. 10 u. 11, *scut*) hebt sich schon äufserlich deutlich ab (Fig. 10). Es ist wenig breiter als der Embryo, an dem der Kotyledon, (die Keimscheide oder Coleoptile, *cot*, Fig. 11), der von den jungen Blattanlagen umgebene Vegetationspunkt (*vgl*) und die Radicula (*rad*) deutlich hervortreten. Durchschneidet man die Frucht am oberen Teile des Scutellums (bei 13, Fig. 10), so sieht man die Knospenlage der Blätter und kann konstatieren, dafs der Kotyledon die Knospe rings tutenförmig umhüllt (Fig. 13); durchschneidet man sie ganz unten am Scutellum, so sieht man die Radicula in schiefem Längsschnitte (Fig. 12), etwas höher auch die beiden seitlichen Nebenwürzelchen, von denen das eine links, das andere rechts neben der Radicula liegt. Sie sind also bei einem medianen Schnitte (Fig. 11) nicht sichtbar. Bei medianen Längsschnitten ist sowohl die Wurzelhaube der Radicula (*cal*, Fig. 11), wie die Coleorhiza (*col*, Fig. 11) deutlich zu sehen. Letztere setzt sich unvermittelt in das Scutellargewebe fort.

Das Scutellum grenzt mit seiner Palissadenschicht, dem Saugepithel (*p*, Fig. 17), an die Quellschicht des Endosperms (*Qu*, Fig. 17). Sowohl die Zellen des Scutellums wie des Keimlings im engeren Sinne sind reich an Plasma und fettem Öle, aber stärkefrei. Erst bei der Keimung treten in den Zellen, zunächst in denen des Scutellums, kleine Körnchen transitorischer Stärke auf. Jede Zelle enthält einen sehr deutlichen Kern (Fig. 17).

Der Bau der Frucht, der Samenschale und des Samenkernes der Früchte von Triticum polonicum, turgidum und durum stimmt in allen wesentlichen Punkten mit dem von Tr. vulgare überein.

Die Früchte der Abteilung Spelta (Tr. Spelta, dicoccum und monococcum), die bei der Reife nicht aus den sie fest umschliefsenden Paleis fallen, weichen jedoch in ihrem Baue insofern von Tr. vulgare ab, als sowohl die Epidermis der Fruchtschale (Fig. 23, 1), als namentlich die Mittelschicht (Fig. 23, 2) sehr viel dünnwandiger, letztere sogar in nichts von Schicht 3 unterschieden, also als Parenchym entwickelt ist, die Samenschale (Fig. 23,8) dicker bleibt — bisweilen kaum obliteriert (alsdann sind zwei Reihen brauner Zellen sichtbar) — und der Nucellarrest (Fig. 23, 9) — die Epidermis des Eikernes — aus stark tangential gestreckten Zellen besteht. Die Schleimmembran dieser letzteren Zellen zeigt deutliche Schichtung. Die Grofskörner der Stärke sind bei den Spelten etwas kleiner (20—25 mik), im Baue gleich.

Die Mahlprodukte des Weizens.

Der Weizen wird stets ohne die Spelzen, aus denen die Frucht leicht herausfällt, vermahlen. Die gröberen Mahlprodukte sind: die Graupen, die Grütze, das Schrot, die feineren der Gries, das Griesmehl, der Dunst und der Himmeltau, die Endprodukte: das Mehl und die Kleie. Letztere ist als das Abfallprodukt des Mahlprozesses zu betrachten. Das Mehl besteht vorwiegend aus der Stärke des Endosperms und enthält nur bei den gröberen Sorten erheblichere Mengen Kleie, doch findet man selbst in den feinsten Sorten bis $^1/_3$ Proz. Kleie. Die als Viehfutter benutzte Weizenkleie besteht aus der Frucht- und Samenschale mit anhängender Aleuronschicht („Kleberschicht"), sowie mehr oder weniger Stärkeendosperm, ist also sehr cellulosereich und relativ stärkearm, dabei ziemlich reich an Eiweifssubstanzen. Ein Mehl ist um so eiweifsreicher, je mehr von der Aleuronschicht und dem Kleber selbst darin ist. Die am meisten gereinigten feinen, weifsen Mehle sind am eiweifsärmsten, das zum Graham- oder Kleienbrote verwendete, durch Vermahlen der ganzen Körner gewonnene Mehl am eiweifsreichsten.

Das Weizenmehl wird im gröfsten Stile dargestellt. Mikroskopisch findet man in ihm um so gröfsere Mengen von Frucht- und Samenschalresten, je gröber das Mehl ist, die feinsten Mehle bestehen fast nur aus Stärkekörnern (Fig. 19), doch trifft man selbst in den besten noch Reste der für die Diagnose so wichtigen Haare des Bartes (Fig. 18). Um diese Haare, sowie die Frucht- und Samenschalreste auch dann noch aufzufinden, wenn sie in geringer Menge vorhanden sind, empfiehlt sich das Verkleistern der Stärke durch Erhitzen, durch Kali oder Chloral. Die Fruchtschale ist ganz besonders durch die Querzellenschicht (Fig. 16, *s*) charakterisiert. Keine der anderen Cerealien besitzt eine ebenso gebaute Querzellenschicht: bei Hordeum (s. d.) ist sie zweischichtig und die Zellen sind dünnwandig, bei Avena (s. d.) sind die Querzellen dünnwandig und bilden eine Schicht, bei Zea Mays (s. d.) sind die Querzellen eigentümlich gestreckt, buckeligästig, voneinander gelöst, bei Oryza (s. d.) sind sie polyedrisch, nur der Roggen (s. d.) hat ähnliche Querzellen, doch sind dieselben erstlich an den Längswänden dünnwandiger, an den Querwänden (×, Fig. 18, Taf. 43) dagegen ungewöhnlich verdickt — beim Weizen (×, Fig. 16, Taf. 42) dort dünn — und zeigen ferner an den Schmalseiten Intercellularen (×, Fig. 18, Taf. 43), die der Querzellenschicht des Weizens gänzlich fehlen. Auch die Haare des Schopfes oder Bartes bieten ein gutes Unterscheidungsmittel von Roggen- und Weizenmehl.

Das Weizenmehl bez. die Weizenstärke ist auch Bestandteil einiger Gemische, wie des Nestlé'schen Kindermehls, der Dictamia, dem Corne flour, der Semolina, Semoule d'igname, Neville's Patent flour of lentills, Bullock's Semula, des Baby food und anderer.

Weizenstärke wird gleichfalls fabrikmäfsig im grofsen dargestellt.

Tafel 42.

Erklärung der Abbildungen.

Triticum vulgare Vill.

Fig. 1. Ährchen des Weizens, von aufsen gehen und nach rechts und links auseinandergezogen, so dafs die zwei Glumae und die vier Blüten (1—4), die sonst ineinander geschoben sind, einzeln sichtbar werden.

„ 2. Grundrifs (Diagramm) dieses vierblütigen Ährchens. *gl* Glumae, *pi* Palea inferior, *ps* Palea superior, *lo* Lodiculae. Bezeichnungen mit Fig. 1 korrespondierend.

„ 3. Gluma von der Seite.

„ 4. Gluma quer durchschnitten, Lupenbild.

„ 5. Palea inferior mit der Granne (*ge*) von der Seite.

„ 6. Palea superior, halb von innen gesehen.

„ 7. Querschnitt durch die palea inferior und superior, Lupenbild.

„ 8. Lodicula.

„ 9. Reife Frucht, halb von innen, der Bauchseite, gesehen mit der Falte. *t* Bart, Schopf.

„ 10. Reife Frucht von aufsen, der Rückenseite, gesehen, bei *scut* der Keimling.

„ 11. Keimling, median-längs durchschnitten, Lupenbild. *cot* Kotyledon, *bl* Blattanlagen, *vgt* Vegetationspunkt der Plumula, *p* Saugepithel, *scut* Scutellum, *col* Coleorhiza, *rad* Radicula, *cal* Wurzelhaube.

„ 12—14. Querschnitte durch die Frucht bei den Stellen 12, 13 u. 14 in Fig. 10.

Fig. 15. Querschnitt durch die Fruchtschale, die Samenschale, den Nucellus und das anliegende Endosperm.

„ 16. Succedane Flächenschnitte durch die gleichen Schichten. Die Zahlen 1—10 bezeichnen in beiden Figuren (15 u. 16) die gleichen Gewebe.

„ 16a. Inhalt der Aleuronschicht (Ölschicht) in Alkohol oder Osmiumsäure mit der benachbarten Wand der Zellen.

„ 16b. Das gleiche in fettem Öle liegend.

„ 16c. Das gleiche nach Behandlung mit Schwefelsäure.

„ 17. Grenze des Scutellums, dort wo die Palissadenschicht, das Saugepithel (*p*) an der Quellschicht (*Qu*) des Endosperms angrenzt. *cot* Kotyledonargewebe. Längsschnitt.

„ 18. Haare des Bartes.

„ 19. Stärke des Endosperms.

„ 20. Epidermis der Aufsenseite der Palea superior, Flächenansicht.

„ 21. Haare der Epidermis der Innenseite der Palea superior.

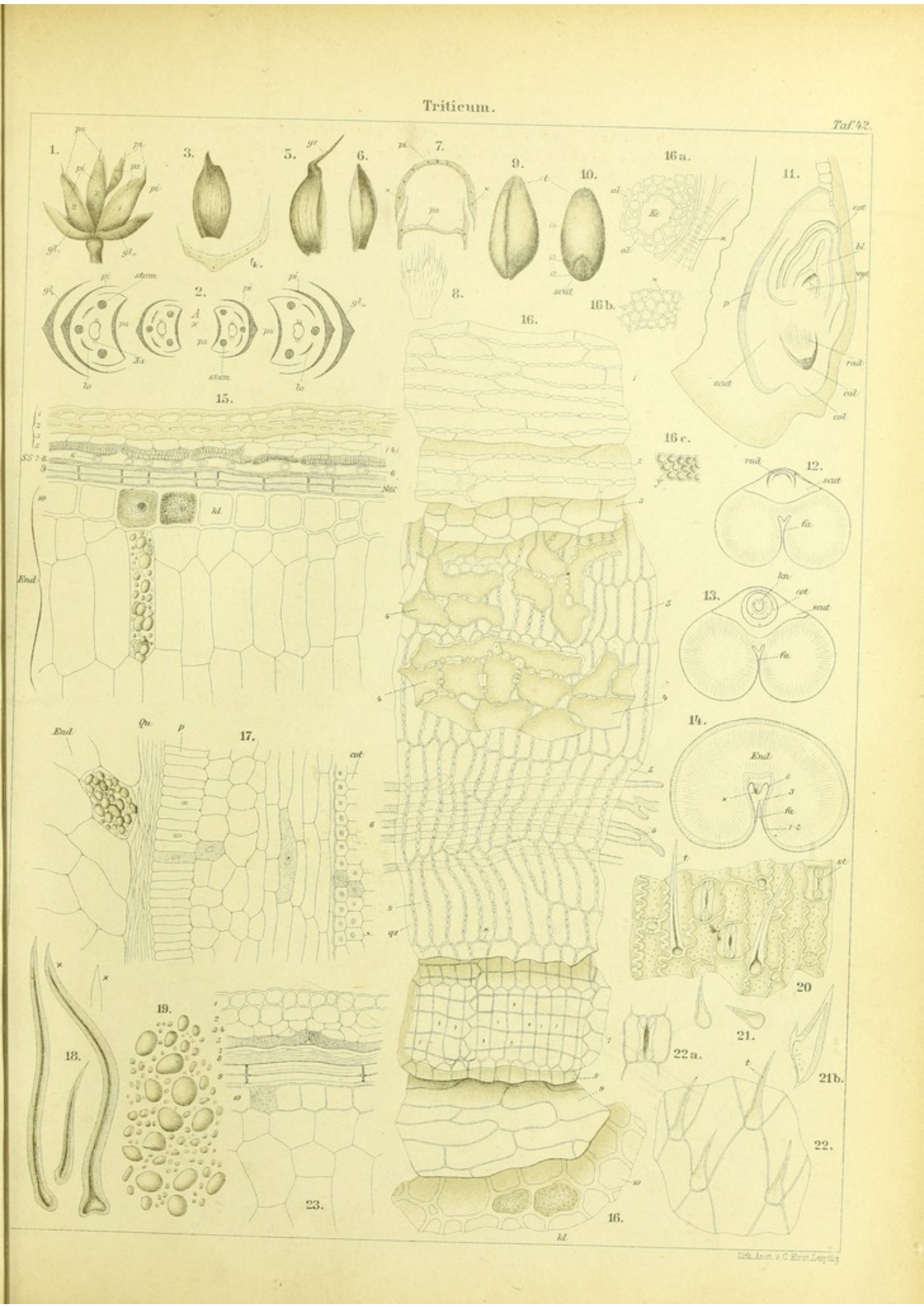
„ 21b. Randhaar der Palea superior.

„ 22. Epidermis der Innenseite der Palea inferior.

„ 22a. Spaltöffnung der Innenseite der Palea inferior.

Triticum Spelta L.

Fig. 23. Querschnitt durch die Randschicht der Frucht, durch Fruchtschale, Samenschale, Nucellus und Endosperm. (Die kleinen Zahlen korrespondieren mit denen der Fig. 15.)


1.
2.
3.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.
12.
13.
14.
15.
16.
16a.
16b.
16c.
17.
18.
19.
20.
21.
21b.
22.
22a.
23.
End
Qu
P
kl
Ep
ep
Mu
Xa
lo
stam
scut
col
rad
fa
kn
cot
bl
vgr
al
Ke
st
qz

Mais.

Türkischer Weizen, Welschkorn, Florentiner Korn, Mais ou Blé de Turquil, Maize, Corn, Indian Corn, Kukuruz.

Der Mais, Zea Mais L., ist bekanntlich diklin-monoecisch. Die hier uns allein interessierenden weiblichen Blüten bilden meist einblütige Ährchen (eine zweite Blüte abortiert), die in regelmäfsiger längszeiliger Anordnung an der fleischigen, später trockenen Spindel sitzen, einen (ährenartigen) Kolben bildend, der von einer grofsen Spatha umschlossen ist. Die Frucht ist eine Caryopse.

Man unterscheidet vier Rassengruppen: Zea Mais tunicata Larr., den Spelzenmais, dessen Früchte von sehr grofsen Spelzen umschlossen sind, Zea Mais americana Mill., den amerikanischen Zahnkorn- oder Pferdezahn-Mais, dessen pferdezahnartige Früchte lang, vom Rücken her beiderseits flach komprimiert sind, Zea Mais rostrata Bonaf., den Hornmais, dessen eiförmige Früchte nach oben spitz auslaufen, und Zea Mais praecox (L.), den gemeinen, europäischen Mais, dessen Früchte etwa so lang als breit und dick, an der Spitze stumpf gerundet und mit einem bemerkbaren Spitzchen nicht versehen sind. Jede dieser Gruppen zerfällt wieder in mehr oder weniger zahlreiche Kulturvarietäten.

Der Beschreibung sei der europäische Mais zu Grunde gelegt, der in verschiedenen Formen, als Zwergmais, gemeiner, breitkolbiger, spitzkolbiger und ästiger Mais in Kultur ist, die sich vorwiegend durch die Form des Kolbens unterscheiden.

Die Frucht dieses Mais ist hart, rundlich, schwach plattgedrückt, nach oben verbreitert (Fig. 1 u. 2), aufsen meist gelb, porzellanartig glänzend, im Querschnitt (Fig. 2a) abgerundet rechteckig. An der Basis trägt sie einen trockenen, lederigen, keilförmig zugespitzten Fruchtnabel (×, Fig. 1). Die Frucht entsteht aus der einzigen zur Reife kommenden Blüte des Ährchens, das von zwei derben, kahnartigen, ovalen Glumis behüllt ist. Innerhalb derselben liegt eine weitere Gluma und die aufserordentlich zarthäutigen Paleae. Diese Blattorgane (Fig. 3a) umschliefsen anfangs die Blüte. Zur Reifezeit bilden sie einen basalen Becher, aus dem sich die Früchte leicht herauslösen. Diese Becher sitzen der dicken, zur Reifezeit markigen Fruchtstandachse fest auf. Jeder Kolben trägt zahlreiche Früchte. Da den Früchten bisweilen Reste des eben erwähnten Bechers ansitzen, sei derselbe kurz analysiert.

Zu äufserst und unterst sitzt eine sehr derbe ovale Gluma (gl_1, Fig. 3a), die breit kahnartig gestaltet und mit einem breiten hyalinen Saum versehen ist und besonders an ihrem oberen Rande zahlreiche, einzellige, dünnwandige Haare trägt. Ein Querschnitt durch dieselbe zeigt, dass sie in ihrem mittleren derben Teile ziemlich dick ist. Unter der äufseren (unteren) Epidermis liegen 4—8 Reihen von mechanischen Zellen, die zu äufserst am dickwandigsten sind, weiter nach innen aber immer dünnwandiger werden und die Nervenbündel auf der äufseren Seite bescheiden. Der ganze übrige Teil des Blattes, sowohl das nun folgende mehrreihige Parenchym, wie die innere (obere) Epidermis sind offenbar infolge des starken Druckes, den die heranwachsende Frucht auf die umhüllenden Blätter ausübt, zu einem breiten hellen Bande obliteriert, in dem die Lumina nur durch zarte Linien angedeutet sind. An den Rändern ist das Blatt sehr dünn und besteht hier nur aus der äufseren Epidermis und wenigen Reihen obliterierten Parenchyms, sowie der gleichfalls obliterierten inneren Epidermis.

Auf diese erste Gluma folgt, etwas höher inseriert, eine zweite gröfsere und dünnere, die gleichfalls mit einem breiten hyalinen Saume versehen ist und besonders am oberen Rande einen Haarkranz trägt (gl_2, Fig. 3a). Sie gleicht im allgemeinen im Bau der ersten Gluma, doch liegen unter der äufseren Epidermis meist nur zwei Reihen mechanischer Zellen, und auch die obliterierte Parenchymzone ist sehr schmal. Der hyaline Rand besteht aus der äufseren Epidermis und einer sehr schmalen obliterierten Partie, die nur aus der inneren Epidermis zu bestehen scheint, bisweilen fehlt selbst diese. Die zahlreichen untereinander anastomosierenden Gefäfsbündel treten bei dieser Gluma kräftig aus dem Blattgewebe heraus und sind daher hier besser als bei der anderen Gluma zu sehen. Die Epidermis der Aufsenseite besteht aus wellig verbogenen, ziemlich dünnwandigen Langzellen, die mit Kurzzellpaaren und Haarzellen abwechseln, die Epidermis der Innenseite aus grofsen dünnwandigen Parenchymzellen. Diese beiden Glumae pflegen der Frucht nicht anzusitzen. Dagegen folgt nun nach innen zu eine Reihe aufserordentlich dünner Blättchen, von denen hie und

da eines den Früchten des Handels an der Basis noch ansitzt. Das erste dieser zarten Blättchen ist als dritte Gluma aufzufassen (gl_3, Fig. 3a), das folgende als Deckspelze, Palea inferior (*pi*, Fig. 3a), die beiden folgenden als Vorspelzen, Paleae superiores (ps_I u. ps_{II}, Fig. 3a). Sie alle sind sehr zart und bestehen fast nur aus der derbwandigen, wohl erhaltenen, geradwandigen, äufseren Epidermis und der obliterierten inneren, die auf dem Flächenschnitt als ein wirres Geflecht zarter Linien erscheint (*Epi*, Fig. 5a). Nur die dritte Gluma zeigt Nervatur und am oberen Rande sowie auf der Fläche Haare (*t*, Fig. 5a). Die Paleae pflegen weder Nerven noch Haare zu besitzen.

Beim Pferdezahn-Mais nehmen auch die äufseren Glumae diese zarte häutige Beschaffenheit an.

Die Frucht zeigt folgenden Bau:

Die Epidermiszellen sind am Fruchtzapfen (×, Fig. 1) von der Fläche gesehen polyedrisch und dünnwandig und zeigen knotige Verdickungen (Fig. 5, 1); je weiter man gegen die Frucht selbst vorrückt um so mehr strecken sich die Zellen und um so mehr verdicken sie sich, so dafs sie bald die Form annehmen, die in Fig. 5, 1 dargestellt ist. Die Seitenwände sind getüpfelt, die Aufsenwand stark verdickt (Fig. 4, 1). Unter der Epidermis folgt die Mittelschicht (Fig. 4, 2). Dieselbe ist knorpelig, vielreihig (oft 8—15 Schichten), überhaupt stets mächtig entwickelt. Sie bildet die Hauptmasse der Fruchtschale. Am Querschnitt sind die Lumina der äufseren Reihen noch gut zu erkennen, nach innen zu werden sie undeutlich; die Zellen der äufseren Reihen (Fig. 5, 2) gleichen, von der Fläche betrachtet, fast ganz den Epidermiszellen, die der inneren sind sowohl auf Quer- wie auf Längsschnitten undeutlich (Fig. 4 u. 5, 2_a), da sie aufserordentlich stark verdickt und verschleimt sind. Das Lumen erscheint spaltenförmig (Fig. 5, 2_a). Alle sind stark gestreckt. Die Wandungen aller Schichten quellen stark in Kali und zeigen Schichtung. Ganz unvermittelt setzt sich an diese breite Mittelschicht die Querzellenschicht an (Fig. 4 u. 5, 3). Die Zellen derselben sind auf Querschnitten kaum zu sehen. Wo sie nach Anwendung von Quellungsmitteln erkennbar werden, erscheinen sie dünnwandig und tangential-gestreckt (Fig. 4, 3). Sehr deutlich sind sie auf Flächenschnitten (Fig. 5, 3). Hier erscheinen sie als eine Schicht eigentümlich knorriger, gestreckter, oft durch Ausstülpungen miteinander verbundener oder durcheinander geschlungener Zellen, die mit den an dieser Stelle bei den übrigen Cerealien liegenden Querzellen nur das gemeinsam haben, dafs sie im allgemeinen die Richtung der Zellen der Mittelschicht rechtwinklig schneiden. Ihnen und Schicht 2 entspricht in dem Fruchtstielzapfen ein aufserordentlich lückiges Gewebe von Sternparenchym (Fig. 5b), das, unter der Epidermis beginnend, fast das ganze Innere desselben erfüllt.

Die innere Epidermis der Fruchtwand besteht auch hier wie bei den übrigen Cerealien aus stark gestreckten isolierten Schlauchzellen, die, 5,5—9,5 mik breit, wieder in der Richtung der Mittelschichtzellen streichen (Fig. 5, 4). Sie sind im Querschnitt deutlich (Fig. 4, 4) und erscheinen hier als eine Reihe zarter Ringe.

Die Samenschale habe ich weder im Quer- noch im Längsschnitte deutlich sehen können. Erst wenn man Kali zum Querschnitt zufliefsen läfst und die Fruchtschale absprengt, sieht man eine sehr zarte Haut, die aus zwei Reihen inhaltführender, aber zusammengefallener Zellen zu bestehen scheint. Aber auch nach Kalibehandlung gelingt es durchaus nicht immer, sie sichtbar zu machen. Sie scheint oft ganz zu Grunde zu gehen.

Der bei den anderen Cerealien so deutliche Nucellusrest (Epidermis des Eikernes) ist entweder gar nicht zu sehen oder nur als ein den Aleuronzellen aufliegender hyaliner Saum erkennbar (×, Fig. 4).

Die äufserste Schicht des Endosperms ist die Aleuron-(Öl-)Schicht (*kl*, Fig. 4 u. 5, 5). Dieselbe ist meist einschichtig. Die Zellen sind fast quadratisch oder wenig radial gestreckt, im Flächenschnitt isodiametrisch. Ihre Cellulosewand quillt stark in Kali und zeigt dann deutliche Schichtung. Ihr Inhalt — Aleuron, Plasma, Öl — gleicht dem der anderen Cerealien (s. Triticum).

Das sehr dünnwandige, aus radial gestreckten Zellen bestehende Stärke-Endosperm ist in den peripherischen Schichten hornartig und durchsichtig: Hornendosperm (*H End*, Fig. 2a, 2b, 2c, 3, 11), hier erfüllen die Stärkekörner die Zelle dicht, sich gegenseitig aneinander abplattend. In den mittleren Partien, die im oberen Theile des Samens ein Spalt durchzieht (Fig. 2a), ist das Endosperm mehlartig und weiss: Mehlendosperm (*M End*, Fig. 2a, 2b, 2c, 3, 11). Hier liegen die runden Körner locker in den auch Luft führenden Zellen (Fig. 8). Luft führende Gewebe erscheinen weifs. Läfst man zum Hornendosperm Kali fliefsen, so lösen sich die Stärkekörner und es bleibt ein zartes Netz von körnigen Plasmafäden übrig (Fig. 10).

Die Stärkekörner sind etwas verschieden, je nachdem sie dem Horn- oder Mehlendosperm angehören. Die Hornendosperm-Stärkekörner (Fig. 6) sind im Typus mehr oder weniger scharfkantig, nahezu isodiametrisch, polyedrisch, meist mit einem centralen Spalt versehen, stets ungeschichtet, im Mehl oft zu mehreren noch zusammenhängend, alle von ziemlich derselben Gröfse, meist 10—18 mik., selten 20—25 oder gar bis 30 mik. Die Mehlendosperm-Stärkekörner (Fig. 7) sind im Typus rundlich, ungeschichtet, stets — auch im Mehl — völlig isoliert, bisweilen ohne Spalt, in der Gröfse variabel, meist 9—15 mik, nie 20 mik. und mehr. Als Nebenform finden sich wenige kleinere rundliche, 5—8 mik. grofse Körner.

Der Keimling ist im Verhältnis zur Gesamtmasse des Samens sehr grofs. Er reicht beim Mais auch ziemlich weit hinauf bis auf drei Viertel der Länge des Samens (Fig. 2, 3, 11). Er liegt an der gegen die Achse gekehrten Seite, im reifen Fruchtstand, wo die Früchte horizontal abstehen an der der Spitze des Fruchtstandes zugekehrten Seite.

Das mächtige, sich bei der Keimung noch vergröfsernde Scutellum (*scut*, Fig. 2, 3 u. 11) grenzt ausschliefslich an Mehlendosperm, ist von einem, Seitenzweige entsendenden Prokambiumstrange durchzogen und besitzt ein sehr schönes

Palissadenepithel. Coleorhiza, Coleoptile (Cotyledon), Plumula und Radicula (mit Calyptra) sind vortrefflich ausgebildet, und eignet sich daher der Mais ganz besonders dazu, den Bau des Gramineensamens im Practicum zu demonstrieren. Das ganze Keimlingsgewebe, das dem der übrigen Gramineen (siehe Triticum und Hordeum) gleicht, ist reich an Eiweifs und Öl. Das Öl desselben (das Maisöl, zu 22 Proz. in den Keimlingen enthalten) ist Nebenprodukt der Maisstärkefabrikation.

Bei der hier wie bei den übrigen Cerealien hypogae erfolgenden Keimung durchbohrt zuerst die Radicula die Coleorhiza (Fig. 11), dann die Plumula die Coleoptile, den Cotyledon (Fig. 13). Das Scutellum fungiert als Saugorgan und bleibt im Samen stecken (Fig. 13). Bei der Keimung werden die Stärkekörner aufgelöst und zeigen eigentümliche Korrosionserscheinungen (Fig. 12).

Die Mahlprodukte des Mais.

Das Maismehl wird besonders in Nordamerika fabrikmäfsig dargestellt und mit oder ohne Zusatz verbacken (Steamed Cornbread). Auch ein Gries wird aus Mais hergestellt (Polenta). Aber auch die Maisstärke selbst ist Gegenstand des Grofsbetriebes und kommt als Maizena, Mondamin, Corn flour, Palamoud, Potage des sultanes und anderen Namen in den Handel.

Im Mehl findet man die Reste der Fruchtschale, die besonders an der Epidermis und der Mittelschicht erkennbar ist (Fig. 5, 1 u. 2). Die Querzellen und Schläuche sind auch aufzufinden, freilich nicht immer deutlich, sehr gut die Aleuronschicht (Kleberschicht). Die Hauptmasse des Mehles besteht aus den mehr oder weniger zertrümmerten Hornendospermzellen, isolierten Mehlendosperm-Stärkekörnern und dem zertrümmerten zartwandigen Gewebe des eiweifsreichen Keimlings.

Secale.

Roggen, Korn, Seigle, Segle de ceres, Mannred Rye.

Vom Roggen, Secale cereale L., sind verhältnismäfsig wenig Varietäten in Kultur, der mehrblütige, der ästige, der Winter- und Sommerroggen.

Bezüglich des allgemeinen Baues der Ährchen sei auf Triticum und Hordeum verwiesen, da alle drei zu den Hordeae gehören und nahe verwandt sind.

Die Ährchen des Roggens sind zu einer dichten, nickenden Ähre ohne Gipfelblüte vereinigt. Die Ährchen selbst (Fig. 14) sind zweiblütig (vergl. auch Taf. 46). Die mittlere, nur selten (bei Var. triflorum) ausgebildete Blüte ist zu einem langen, in der Mitte stehenden Spitzchen verkümmert. Die das Ährchen behüllenden zwei Glumae oder Hüllspelzen (*gl*, und *gl*„, Fig. 14) sind kürzer als das Ährchen, beide gleich lang und gleichseitig, schmal pfriemenförmig, mit starkem Mittelnerven auf dem Rücken, der ganzen Länge nach gekielt und in eine kurze Spitze auslaufend. Die lanzettliche derbe Palea inferior oder Deckspelze (*pi*, Fig. 14) ist sehr ungleichseitig, gekielt, fünfnervig, am Kiele steifborstig und neben dem vom Kiele entfernten Rande gewimpert. Sie läuft in eine sehr lange, beiderseits mit steifen, nach oben gerichteten Borsten kammartig bewehrte Granne (*ge*, Fig. 14) aus. Die Palea superior oder Vorspelze (*ps*, Fig. 14) ist papierartig dünn, zweikielig, beiderseits nach innen geschlagen und kurz und steif bewimpert.

Die länglich schmale Frucht (Fig. 15, 16) ist mit den Spelzen nicht verwachsen, an der Spitze behaart (Schopf, Bart). Die schmale, tief eingreifende Furche an der Bauchseite erweitert sich innen zu einer rundlichen Rinne.

Der Beschreibung sei der Winterroggen, Secale cereale vulgare hybernum L., zu Grunde gelegt.

Die Gluma (siehe oben) ist sehr dünn, im Querschnitt kahnartig. Nur in der Umgebung der zarten Mittelnerven vielschichtig. Hier liegt unter der derben äufseren (unteren) Epidermis ein Bastzellstreifen. Dann folgt das Mittelnervenbündel und dann ein lückiges Parenchym. Die beiden Blattseiten sind gleich gebaut, rechts und links vom Mittelnerven wird das Blatt alsbald dünn. Unter der äufseren Epidermis liegt hier ein ein- bis zweischichtiger Bastzellstreifen. Dann folgt alsbald die innere Epidermis, die Blattränder sind einschichtig, aber aus derben Zellen gebildet. Die Bastzellen sind relativ dünnwandig. Dem Mittelnerven genähert verlaufen rechts und links von ihm noch zwei zarte, in Bastzellen eingebettete Bündel. An der Aufsenseite finden sich über dem Mittelnerven aufserordentlich stark verdickte, steil nach oben gerichtete, steife und dicke, ziemlich lange Haare. Eben solche, nur weniger dicke und kürzere Haare trägt der Rand und die Spitzenborste. Auch die Innenseite des Blattes trägt Haare, dieselben sind aber kurz. Die Epidermiszellen zeigen die charakteristische wellige Verbiegung der Seitenwände. Über dem Parenchymstreifen liegen Stomata.

Die Palea inferior ist gleichfalls dünn und im Querschnitt kahnartig. Unter der derben äufseren Epidermis liegt ein meist zweireihiger Bastzellstreifen, der gegen den Rand hin einreihig wird. Dann folgt eine ein- bis zweireihige Parenchymreihe, die am Rande ganz fehlt, und dann die innere Epidermis, die obliteriert ist. Nur auf drei Seiten des

infolgedessen kielartig hervortretenden Mittelnerven liegt ein relativ mächtiges, reich durchlüftetes Parenchym und beiderseits der vier Seitennerven ein weniger mächtiges Gewebe der gleichen Art. Über diesem Parenchym trägt die Epidermis Spaltöffnungen. Lange, derbe, dickwandige Haare finden sich am Mittelnerven auf der Aufsenseite, hier einen schon mit blofsem Auge sichtbaren Kamm bildend. Auch der Rand trägt dergleichen, ebenso wie die Granne. Auf der Innenseite finden sich kurze, dünnwandigere Härchen mit bauchiger Basis. Die Epidermis der Aufsenseite besteht aus Epidermiszellen mit derben welligen Seitenwänden, nur am Blattrande sind die Seitenwände gerade. Die Epidermis der Innenseite besteht aus mit Haarzellen alternierenden dünnwandigen, polyedrischen Zellen, meist ohne wellige Verbiegung der Seitenwände.

Die Palea superior ist noch dünner als Gluma und Palea inferior. Sie hat die typische Querschnittsform (siehe Triticum). Die beiden Nerven sind wenig hervortretend. Fast das ganze Blatt besteht aus drei Schichten, von denen die eine — die innere Epidermis — zudem völlig obliteriert ist; nämlich aus dieser, der derben äufseren Epidermis und einem medianen Bastzellstreifen. Nur an den Nerven liegt reichdurchlüftetes Parenchym und über diesem Stomata, sowie kurze dünnwandige Haare, die gegen die Blattspitze gröfser und derbwandig werden. Auch sonst finden sich kleine Härchen. Die innere Epidermis ist auf Flächenschnitten nicht deutlich, die äufsere besteht aus den typischen wellig verbogenen, mit Kurzzellen alternierenden Langzellen.

Die Frucht (Fig. 15 u. 16) ist schmal und schmächtig, am Grunde scharf zugespitzt, an der behaarten Spitze abgestutzt, also keilförmig, und besitzt an der Bauchseite eine schmale Furche. Der Querschnitt ist herzförmig, der Rücken schwach gekielt. Das Aeufsere der Handelsware ist runzlig (nie so glatt wie beim Weizen), seidenglänzend.

Die Fruchtschale wird nach aufsen hin von der Epidermis (Fig. 17 u. 18, 1) begrenzt, deren Zellen besonders aufsen ziemlich stark verdickt und in der Längsrichtung gestreckt sind. Die Seitenwände sind relativ dünn und getüpfelt. Dann folgt eine meist nur einreihige Mittelschicht (Fig. 17 u. 18, 2), die aus auch auf der Innenseite stark verdickten Zellen besteht, die in der Längsrichtung stark gestreckt sind und an den Seitenwänden reichliche Tüpfelung zeigen. Bisweilen sind die Zellen dieser Schicht obliteriert. Nun folgt meist eine durch Abreissen der Mittelschicht von der starkes Flächenwachstum zeigenden Querzellenschicht entstehende Lücke. Bisweilen liegen aber in derselben auch vereinzelte oder zu Gruppen vereinigte Zellen (Fig. 17, 2_a), die schlauchartig und in der Richtung der Mittelschichtzellen gestreckt, übrigens oft unregelmäfsig verbogen sind (Fig. 18, 2_a).

Dann folgt die Querzellenschicht (Fig. 17 u. 18, 3, *qz*). Die stark getüpfelten Zellen derselben sind auf der gegen das Endosperm hin liegenden Seite, der Innenseite, ziemlich viel stärker verdickt als an der Aufsenseite und oft merkwürdig verbogen (Fig. 17, 3). Die Zellen dieser Schicht zeigen offenbar ein sehr starkes Flächenwachstum, dem die äufseren und inneren Schichten nicht folgen können. Daher verkrümmen sich die Zellen, reifsen von der Mittelschicht ab, ja schieben sich bisweilen sogar mehr oder weniger übereinander (Fig. 17). Zum mindesten sind sie an den Enden emporgebogen. Sie bedingen das runzelige Aussehn der Oberfläche der Frucht. Von der Fläche betrachtet, geben sie das bekannte Bild der Querzellenschichten (Fig. 18, 3). Sie sind 25—110 mik lang und 15—26 mik breit, oft geteilt; die Dicke der Doppelwand beträgt meist 2—3,5 mik. An den Endwänden sind sie aber stets dicker 7,5—9,5 mik (×, Fig. 18 u. 18a). Dies und die Thatsache, dafs sie dort häufig Intercellularen besitzen, bildet ein wichtiges Unterscheidungsmittel zwischen den Früchten von Triticum und Secale (vergl. Taf. 42, Fig. 16). In der frischen Frucht führen sie reichlich Chromatophoren, die oft zahlreiche kleine Stärkekörner enthalten (Fig. 18a), in der trockenreifen sind sie leer.

Die dann folgenden, der inneren Epidermis der Fruchtschale entsprechenden Schlauchzellen sind bei dem Roggen sehr selten. Auf Querschnitten findet man sie noch eher (Fig. 17, 4), auf Längsschnitten oft auf weiten Strecken nicht (Fig. 18, 4). Sie gehen frühzeitig zu Grunde.

In die sehr enge Bauchfalte tritt die gesamte Fruchtschale ein. Die Schicht 2 bezw. 2a wird hier mehrschichtig und dicht; am Pigmentstrange verläuft in derselben ein kleines Bündelchen.

An der Spitze der Frucht sitzt auch beim Roggen ein Haarschopf. Die Haare sind an der Spitze zugeschärft, dünnwandig, besitzen ein weites Lumen und sind sehr verschieden lang (Fig. 19). Man trifft solche von 60—500 mik Länge. Ihre Breite beträgt in der Mitte im Durchschnitt 9—22,5, meist ca. 13 mik, an der Basis bis 20 mik und mehr. Das Lumen hat eine lichte Weite von 3,75—7,5, selten bis 11,5 mik, die Wanddicke beträgt meistens 3,5 bis 4,5 mik.

Die aus dem inneren Integumente entstehende Samenschale („braune Haut“) besteht aus zwei sehr dünnwandigen Schichten (Fig. 17, *Ss*, 5 u. 6). Jede ist einreihig und die Zellen sind gut erhalten, so dafs man sie sowohl auf Querschnitten (Fig. 17, 5 u. 6), als auch ganz besonders auf Flächenschnitten (Fig. 18, 5 u. 6) vortrefflich erkennen kann. Die äufsere Zellreihe (Fig. 17 u. 18, 5) ist in Membran und Inhalt gebräunt, die innere (Fig. 17 u. 18, 6) oft farblos oder ebenfalls braun. Die äufsere hat eine dicke Aufsenmembran. Der braune Inhalt ist ein vakuoliges Gebilde. Beide Schichten kreuzen sich in stumpfem Winkel (Fig. 18).

Dann folgt der Nucellarrest (das Perisperm, „helle Haut“), eine Reihe von Zellen, deren Aufsen- und Innenwand als Schleimmembran entwickelt, stark verdickt und deutlich geschichtet ist, deren Seitenwände dagegen relativ dünn bleiben (Fig. 17 u. 18, 7).

In der Bauchfalte der Frucht geht die Samenschale, der Fruchtschale folgend, zunächst nach innen, wendet sich dann beiderseits im Bogen nach aufsen und erweitert sich in der Mitte innerhalb des Fruchtschalbündels zum breiten Pigmentstreifen, der aus gebräunten, nicht stark verdickten Zellen

besteht. Innerhalb des Pigmentstreifens liegt das ziemlich mächtige strahlige Gewebe, aus radial gestreckten dickwandigen, plasmareichen Zellen bestehend (vergl. auch Hordeum). Dasselbe ist am Grunde der Falte von der Kleberschicht abgerissen, so dafs hier eine grofse Lücke entsteht, die schmale Falte sich also im Innern stark erweitert.

Die Aleuronschicht (Kleber- oder Ölschicht) (Fig. 17 u. 18, s, *kl*) ist einreihig und führt den gleichen Inhalt wie bei Triticum und Hordeum (s. d.). Aleuronkörner 1—2 mik. Das dünnwandige, aus gestreckten Zellen aufgebaute Stärke-Endosperm (*End*, Fig. 17) ist mit Stärkekörnern erfüllt.

Die Stärkekörner (Fig. 20) sind denen des Weizens (s. d.) sehr ähnlich, doch meist etwas gröfser. Die Grofskörner messen 14—50, meist ca. 40 mik. Oftmals finden sich aber Körner, die das Mittelmafs überschreiten. Sie zeigen nicht gerade selten Schichtung und radiale Risse, und Körner mit sternförmiger Centralspalte sind relativ häufig. Doch wechselt dies sehr, bisweilen ist das Roggenmehl auch recht arm an solchen Körnern. Immer sind sie gute „Leiter", dafs Roggenstärke vorliegt. Zusammengesetzte Stärkekörner sind nicht gerade selten. Die Kleinkörner gleichen denen des Weizens.

Die Mahlprodukte des Roggens.

Das Roggenmehl ist stets etwas gelblich gefärbt. Selbst die feineren Sorten, die aber seltener wie beim Weizen dargestellt werden, zeigen einen Stich ins Gelbliche. Stets findet man im Roggenmehl die Reste der Fruchtschale, deren sehr charakteristische Querzellenschicht sofort auffällt und als Leiter dient. Das Gleiche gilt von den Stärkekörnern mit strahligem Centralspalt. Auch die Samenschale ist leicht aufzufinden. Zur Unterscheidung des Roggen- und Weizenmehles benutzt man die Haare des Bartes (s. d.). Nur diese geben ganz sichere Anhaltspunkte.

Tafel 43.

Erklärung der Abbildungen.

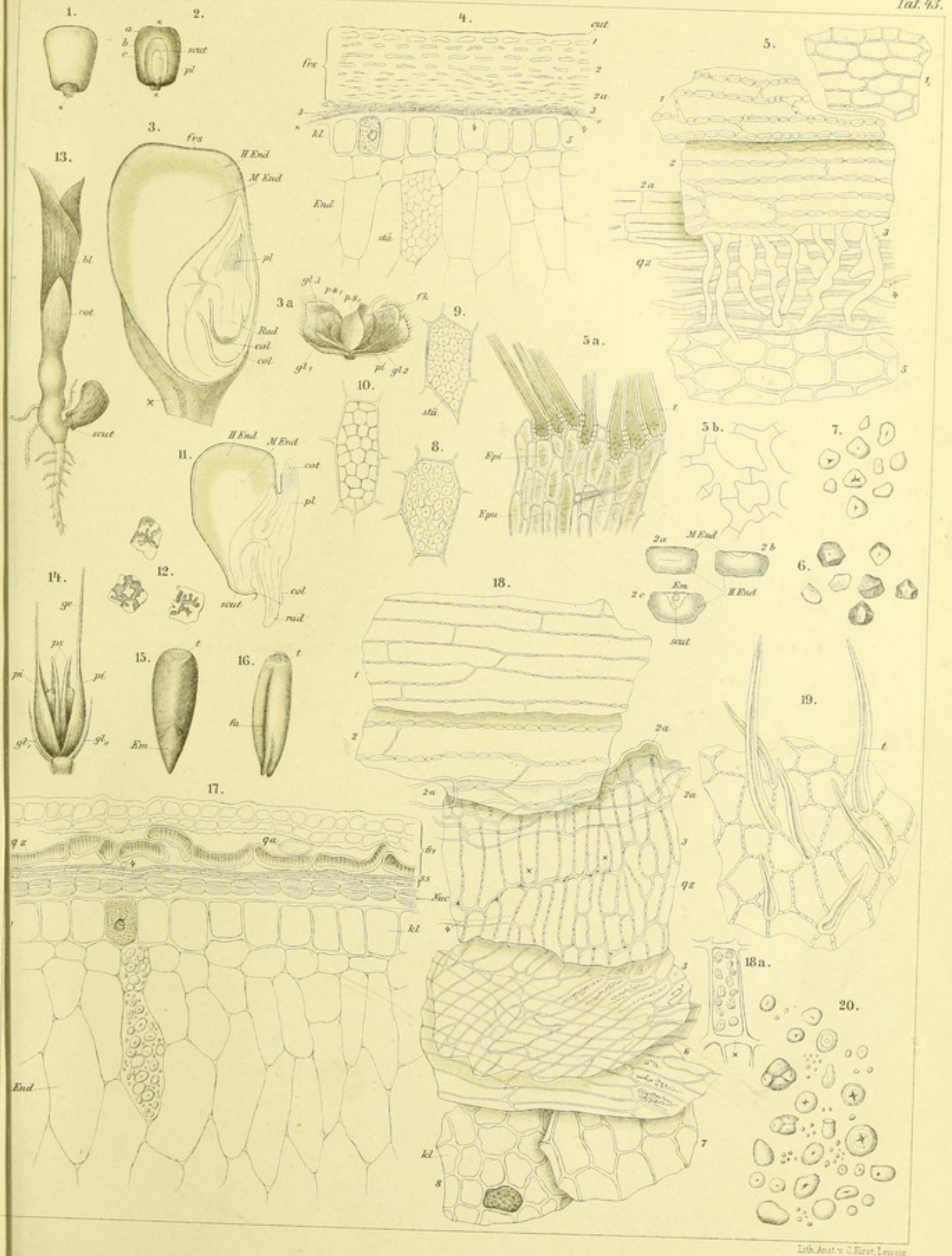
Zea Mais L.

Fig. 1. Frucht vom Rücken gesehen. × Fruchtnabel.
„ 2. Frucht von der Bauchseite gesehen, der grofse Keimling ist sichtbar.
„ 2a, 2b, 2c, rechts. Querschnitte durch die Frucht an den mit *a*, *b*, *c* bezeichneten Stellen der Fig. 2.
„ 3. Medianer Längsschnitt durch die Frucht in der Richtung × - - - ×, Fig. 2.
„ 3a. Einblütiges weibliches Ährchen. Glumae (*gl*) und Paleae (*pi* und *ps*) auseinandergebogen, um ihre Lage zu zeigen.
„ 4. Querschnitt durch Frucht- und Samenschale, sowie das angrenzende Endosperm.
„ 5. Die aufeinanderfolgenden Schichten der Fruchtschale, sowie die Aleuronschicht in Flächenansicht. Die Zahlen bezeichnen in Fig. 4 u. 5 die gleichen Gewebe.
„ 5a. Spitze der dritten Gluma (gl_3, Fig. 3a), Flächenansicht.
„ 5b. Sternparenchym aus dem Gewebe des Fruchtnabels.
„ 6. Stärkekörner aus dem Hornendosperm.
„ 7. Stärkekörner aus dem Mehlendosperm.
„ 8. Mehlendospermzelle.
Fig. 9. Hornendospermzelle.
„ 10. Dieselbe nach Behandeln mit Kali, das Plasmanetz zeigend.
„ 11. Längsschnitt durch ein gekeimtes Korn. Erstes Keimungsstadium.
„ 12. Korrodierte Stärke aus gekeimten Samen.
„ 13. Gekeimtes Korn. Zweites Keimungsstadium.

Secale cereale L.

Fig. 14. Ein Ährchen isoliert.
„ 15. Frucht herausgelöst, Rückenseite.
„ 16. Frucht, Bauchseite.
„ 17. Querschnitt durch die Randschicht der Frucht.
„ 18. Flächenansicht der aufeinanderfolgenden Schichten der Fruchtschale, Samenschale, des Perisperms und der Aleuronschicht. Die kleinen Zahlen bezeichnen in Fig. 17 u. 18 die gleichen Gewebe.
„ 18a. Querzelle mit Chromatophoren.
„ 19. Haare des Bartes.
„ 20. Stärkekörner.

Mais. Secale.



Lith. Anst. v. C. Kirst, Leipzig

Avena.

Hafer, Avoine, Oat.

Die zahlreichen Formen des angebauten Hafer, Avena sativa L., bilden zwei grofse Gruppen. Bei den Setigerae ist die untere Spelze der untersten Frucht des Ährchens an der Basis jederseits borstig-büschelig oder vereinzelt behaart (Avenae sativae genuinae) und bald begrannt, bald unbegrannt, bei den Calvae fehlen am Grunde der untersten unteren Spelze Borsten oder Borstenbüschel (Avenae pseudosativae). Zu den unbegrannten Setigerae gehört der weifse Rispenhafer, der dreikörnige Hafer, der gelbe Rispenhafer und andere, zu den begrannten Setigerae der rotbraune Rispenhafer, zu den Calvae der schwarze begrannte Rispenhafer, der braune begrannte Rispenhafer und andere. Auch der nahe verwandte Fahnenhafer oder tartarische Hafer (Avoine tartare, Tatarian oat), Avena orientalis Schreb., sowie der chinesische Hafer, Avena chinensis Metzg., werden angebaut.

Die ziemlich grofsen, hängenden Ährchen des Rispenhafers sind langgestielt und zu allseitswendigen lockeren Rispen vereinigt. Die Ährchen sind 2- oder 3blütig (Fig. 1). Alle Blüten hermaphrodit. Die zwischen den einzelnen Blüten etwas gestreckte Ährchenachse erscheint wenigstens an ihrer Basis, zwischen den untersten Blüten kurz behaart oder ist ganz kahl. Die Hüllspelzen (Glumae) sind grofs, länger als das Ährchen, weit, das Ährchen behüllend, papierartig dünn, mit weifs-trockenhäutigem Rande und 7—11 Nerven. Die Deckspelze (Palea inferior) ist an der Spitze zweispaltig, kahl, glänzend. Die Deckspelze der untersten Blüte des Ährchens ist zweispitzig, am Rücken mit einer geknieten, unterwärts bis zum Knie braunen, unten gedrehten, an der Spitze nicht verdickten Granne versehen (Fig. 9), die jedoch zahlreichen Kulturvarietäten fehlt. Die Vorspelze (Palea superior) ist dünnhäutig und zweikielig (*ps*, Fig. 5 u. 10). Die Lodiculae sind zweispaltig. Der Fruchtknoten, an der Spitze behaart, besitzt zwei sitzende, federförmige Narben.

Die Spelzen sind bald farblos, bald goldgelb, braun, rot, graublau oder schwarz gefärbt.

Die gestreckte-elliptische Frucht trägt nicht nur an der Spitze, sondern auch sonst lange Haare (Fig. 3 u. 4) und erscheint daher seidenhaarig-silberglänzend. An der Bauchseite zeigt sie eine schmale seichte Furche. Die Frucht ist bei der Handelsware dicht umschlossen von den beiden Paleis (Fig. 5), mit denen sie übrigens nicht verwächst und von denen sie sich daher leicht nach dem Einquellen in Wasser trennen läfst. Die gespelzte Frucht ist gestreckt-elliptisch mit starker terminaler Zuspitzung. Die Rückenseite ist stark gewölbt und glatt, die Bauchseite flach oder schwach gefurcht. Hier wird in der von den Rändern der derben Palea inferior frei gelassenen Furche die zarte, matte Palea superior sichtbar (Fig. 5). Der Keimling (*Em*, Fig. 3) ist klein.

Die Glumae sind zart und papierdünn. Die untere, tiefer inserierte Gluma ist neunnervig (Fig. 8), die obere etwas gröfsere, meist elfnervig. Unter der derben äufseren (unteren) Epidermis, deren Zellen eine stark verdickte Aufsenwand und nicht sehr dicke wellig-verbogene Seitenwände besitzen und die abwechselnd aus Langzellen und gepaarten Kurzzellen besteht, folgt eine Reihe von Parenchym und dann die meist gänzlich obliterierte innere (obere) Epidermis, die nur über den Nerven wohlerhalten ist. An den Rändern und an einigen Stellen der Mitte fehlt die Zwischen-Parenchymschicht ganz, in der Umgebung der scharf hervortretenden, aufsen einen schmalen Bastbeleg führenden, Nervenbündel ist sie vielzellig und wird zu einem reichdurchlüfteten Chlorophyll-Parenchym. Über demselben finden sich auch Spaltöffnungen (in Längsreihen angeordnet) auf der inneren Epidermis, die man auf Flächenschnitten nur in der Nähe der Nerven gut erkennen kann. Es sind dünne, stark gestreckte Zellen. Die Nerven anastomosieren horizontal. Haare fehlen.

Die sehr derbe und feste Palea inferior (*pi* in Fig. 1, 2, 5) ist ziemlich dick (Fig. 12, 1—4). Die Epidermis der Aufsen-(Unter-)Seite besteht aus Zellen, die aufsen und innen stark, an den Seiten weniger stark verdickt sind (Fig. 12,1). Die Seitenwände zeigen starke wellige Verbiegung (Fig. 13, 1). Langzellen wechseln mit Kurzzellen, die bald einfach, bald zweigeteilt (×, Fig. 13) erscheinen. Spaltöffnungen (*st*, Fig. 13) finden sich, in Längsstreifen angeordnet, neben den Nerven, über welchen die Kurzzellen zuweilen in kurze, kegelige, nach oben gerichtete Haare ausgestülpt sind. Gegen die Blattspitze

hin finden sich auch am Blattrande und auf den Internervalpartien diese kurzen Haare. Unter der Epidermis liegt ein mehr-(3—5-)reihiges mechanisches Gewebe (Fig. 12, 2. *B*). Dasselbe besteht aus im Querschnitte radial gestreckten (Unterschied gegenüber der Gerstenspelze), sehr stark, oft bis fast zum Verschwinden des Lumens verdickten, stark in die Länge gestreckten Bastzellen mit kegeligen Enden und linksschiefen Tüpfeln (Fig. 13, 2. *B*), dann folgt ein mehrreihiges, reichdurchlüftetes Sternparenchym (Fig. 12 u. 13, 3 *Par*), und zu innerst liegt die innere (obere) Epidermis der Palea (Fig. 12, 4 u. 14). Die Zellen derselben sind nur über den Nerven gut erhalten, im übrigen fast ganz obliteriert (Fig. 12, 4). Sie sind an der Aufsenwand etwas stärker als an den Seiten- und Innenwänden verdickt und längsgestreckt (Fig. 14). Neben den Nerven führt auch diese Epidermis Stomata der typischen Gramineenform (Taf. 42, Fig. 22a). Die (meist sieben) Nerven führen kollaterale Bündel. Der Siebteil liegt aufsen, der Gefäfsteil führt Spiralgefässe. Die (übrigens oft fehlende) Rückengranne besitzt zahlreiche kurze Haare (Taf. 42, Fig. 21b). Das mittelste Bündel der Palea tritt in die Granne ein.

Die Palea superior (*ps*, Fig. 2, 5, 10) ist sehr viel dünner, gleicht aber im Bau im allgemeinen der Palea inferior. Nur im mittleren Teile ist die Palea superior mäfsig dick. Hier liegt unter der derben, aus gestreckten, teils wellig verbogenen, teils fast gradwandigen Zellen bestehenden, kurze Kegelhaare tragenden Epidermis (Fig. 15) ein 1—2reihiger Bastzellstreifen, dessen Zellen im Querschnitt wiederum die für Avena typische Radialstreckung zeigen. Dann folgt ein schmales Sternparenchym und dann die obliterierte innere Epidermis. An den beiden Nerven ist das Blatt stark gekielt (Fig. 10). Hier sitzen der äufseren Epidermis lange derbe Haare auf (Fig. 10, *t*). Die beiden eingeschlagenen Ränder der Palea superior sind aufserordentlich dünn. Ihnen fehlen Bastzellen fast ganz.

Die Fruchtknotenwand (*fkw*, Fig. 7 u. 11) ist ziemlich dick. Sie besteht aus etwa zwölf Reihen bald mehr, bald weniger dünnwandiger Parenchymzellen, die aufsen ziemlich grofs und isodiametrisch sind, gegen innen hin kleiner und tangential gestreckt werden (Fig. 11, 6). Die äufsere Epidermis (Fig. 11, 5) trägt zahlreiche Haare (*t*), die innere (Fig. 11, *y*) ist schon jetzt fast ganz obliteriert bez. degeneriert, die an sie angrenzende, später zur Querzellenschicht werdende Zellreihe enthält reichliche Chromatophoren und besteht aus quadratischen Zellen (Fig. 11, 7). An der Bauchseite verläuft ein kleines Bündel (*gfb*, Fig. 7).

In der reifen Frucht ist fast das ganze Gewebe obliteriert, ja sogar zum Teil resorbiert, so dafs die Fruchtschale nur aus der Epidermis und wenigen Lagen meist degenerierter Zellen besteht. Bei der reifen Frucht unterscheidet man an der Fruchtschale zu äufserst die Epidermis, im Querschnitte isodiametrische (Fig. 12, 5, *Ep*), in der Flächenansicht stark gestreckte, feingetüpfelte Zellen (Fig. 16, 5, *Ep*). Zahlreiche Haare schieben sich zwischen diese Langzellen ein (Fig. 12 u. 16, *t*). Dieselben sind an der Basis etwas bauchig erweitert und sehr lang, bis mehrere Millimeter. Die kleinen sind etwa 100 mik lang. Ihre Breite beträgt in der Mitte bei der kleinen 7,5 mik, bei der mittleren 15—23, bei der gröfsten 30—34 mik; ihre Wand ist 2—15 mik, bei der grofsen meist 10—12 mik dick, das Lumen 2—4—9 mik weit, je nach der Breite des Haares. Die kleineren sind die relativ dünnwandigeren. Unter der Epidermis der Fruchtschale folgt ein obliteriertes Gewebe (Fig. 12, 6), welches auf dem Querschnitte wenigstens in seiner äufseren Partie noch relativ gut sichtbar ist und dort braune, spindelförmige Chromatophoren führt (*chro*, Fig. 12 u. 16), auf dem Flächenschnitte (Fig. 16, 6) aber nur als ein Gewirr zarter Fäden erscheint. Es ist die breite obliterierte und degenerierte Schicht 6 der Fruchtknotenwand. Dann folgt die Querzellenschicht. Dieselbe, auf Querschnitten kaum zu erkennen (Fig. 12, 7), tritt auf Flächenschnitten manchmal deutlicher hervor (Fig. 16, 7, *qz*). Die Zellen sind dünnwandig und liegen in ziemlich geraden Reihen.

Beim Hafer ist also die Fruchtwand stark resorbiert. Es erscheint dies nur deshalb ohne Beeinträchtigung möglich, da der mechanische Schutz, der sonst der Fruchtschale zukäme, ganz von den Paleis übernommen wird. Ganz etwas Ähnliches finden wir bei Hordeum (s. d.).

In die schmale Falte dringt die Fruchtschale ziemlich tief ein (Fig. 6). Hier verläuft auch das Fruchtschalbündel (*gfb*, Fig. 6). Zu beiden Seiten desselben ist die Fruchtschale zerrissen, so dafs hier zwei Längslücken liegen (*Lü*, Fig. 6).

Das Ovulum hat zwei Integumente, aber schon sehr frühzeitig wird das äufsere (*ia*, Fig. 11) völlig resorbiert, das innere (Fig. 7 u. 11, *ii*) besteht aus zwei sich rechtwinklig kreuzenden Zellreihen. Beim Heranreifen wird auch das zweite Integument für gewöhnlich so stark resorbiert, dafs man nichts mehr davon auffindet, auf Querschnitten wenigstens, auf Flächenschnitten sieht man hie und da einige Reste, in Form zarter gestreckter Zellen. Eine eigentliche Samenschale fehlt also. Auch die Randschicht des Nucellus (Fig. 7 u. 11, *Nuc*), die bei den übrigen Cerealien auch im Samen noch so deutlich erhalten ist, wird hier völlig resorbiert. Bei keiner anderen unserer Cerealien geht die Obliteration und Resorption von Fruchtwand, Samenschale und Nucellus so weit wie beim Hafer. In der Falte entsteht aus der mit *z* bezeichneten Partie in Fig. 7 der beim Hafer nur schwach gefärbte Pigmentstrang. Innerhalb desselben ist schon kurz nach der Befruchtung ein „strahliges Gewebe“ sichtbar (×, Fig. 7). Dasselbe bleibt auch im reifen Samen erhalten (×, Fig. 6) und reifst beim Hafer nicht von der darunter liegenden Aleuronschicht ab.

Die Aleuronschicht (Kleber- oder Ölschicht) (Fig. 12 u. 16, 11, *kl*) ist beim Hafer einreihig. Nur gegenüber der Falte sendet sie einen mehrreihigen Zapfen in das Stärkeendosperm (bei *z*, Fig. 6). Ihr Inhalt ist der gleiche wie bei Hordeum und Triticum (s. d.).

Die Innenwand der Zellen der Aleuronschicht, sowie die Wände der äufsersten Zellreihen des Stärkeendosperms sind dickwandig und quellen schon in Wasser stark. Beim Kochen

lösen sie sich fast ganz. Sie dürften in erster Linie die „Haferschleim“bildung bedingen. In diesen äufsersten Zellen des Stärkeendosperms (×, Fig. 12) finden sich auch reichlich Eiweifssubstanzen. Die Hauptmasse des Endosperms besteht aus radialgestreckten, mit Stärke erfüllten Zellen.

Die Stärke (Fig. 17) läfst zwei Formen erkennen: bis 50 mik grofse, meist ovale oder rundliche und unregelmäfsige, zusammengesetzte Körner, die aus 2—100 und mehr Teilkörnern bestehen, und „Füllstärke“, in welche diese zusammengesetzten Körner eingebettet sind. Die zusammengesetzten Stärkekörner zerfallen leicht, doch schwerer als beim Reis, in die Teilkörner und besitzen, wenn erhalten, rundliche Kontur. Die Teilkörner sind, je nach ihrer Lage im zusammengesetzten Korn, entweder ein- oder mehr- oder allseitig scharfkantig und, wenn vom Rande stammend, mit einer abgerundeten Kante versehen. Bisweilen hängen mehrere noch zusammen. Die Füllstärke besteht aus rundlichen oder runden, einfachen oder zu zweien zusammengesetzten Körnern. Daneben finden sich als „Leiter“ gröfsere und kleinere ei-citronen- oder spindelförmige Körner mit ein- oder beiderseitigem Nabel. Die Teilkörner der Konglomerate sind 5—7 mik grofs. Die rundlichen Füllstärkekörner erreichen eine Gröfse von 10 mik, die kleinen Spindeln sind 5, die grofsen 15 mik lang. Ein Kern fehlt allen, ebenso Schichtung.

Der Keimling des Hafers ist klein, typisch gebaut (s. Triticum), mit einem Würzelchen.

Die Mahlprodukte des Hafers.

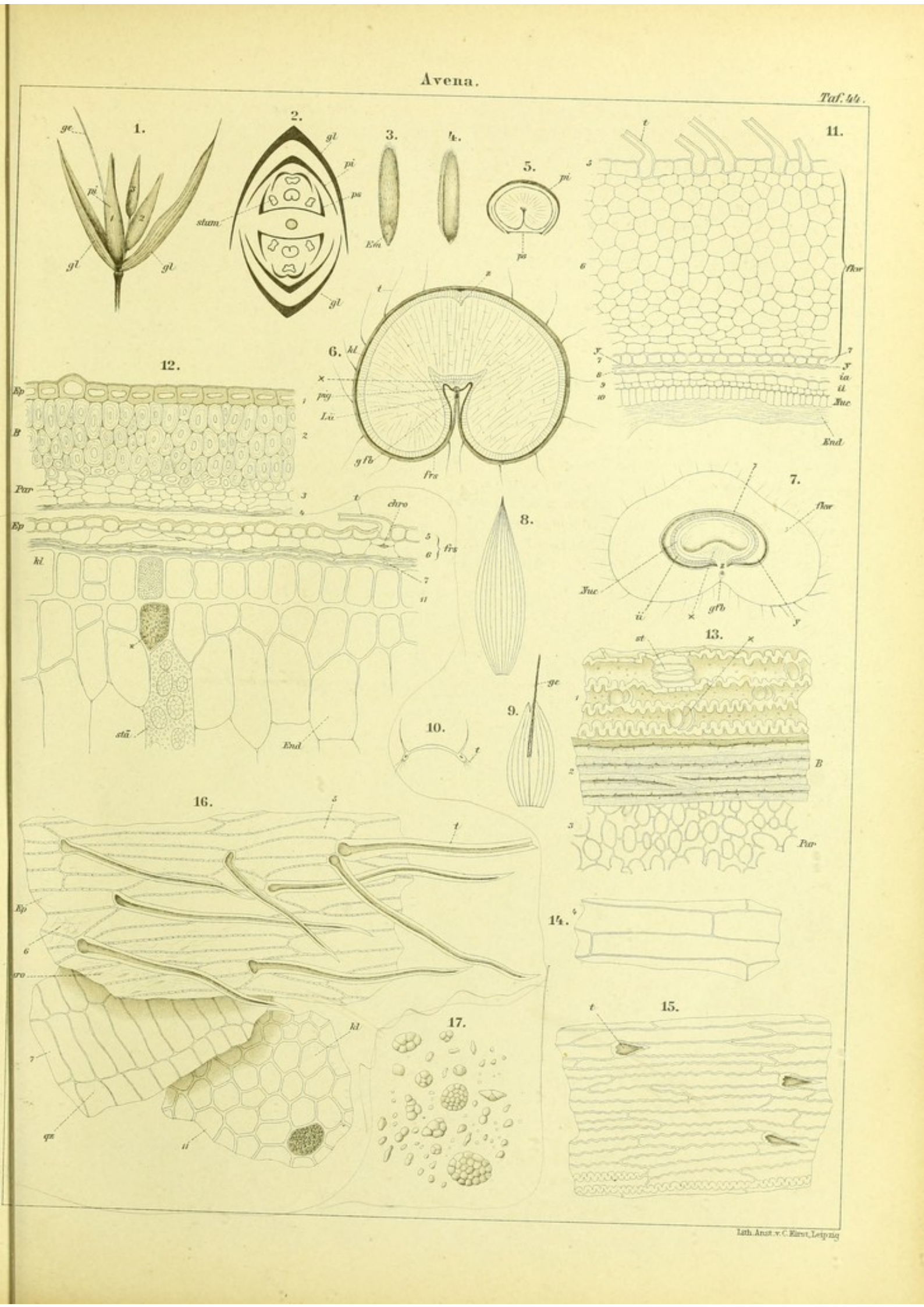
Aufser dem Hafermehl, welches allein oder mit anderen Mehlen vermischt, teils als Nahrungsmittel, teils als Arzneimittel (Knorr's und Weibezahn's Hafermehl) Verwendung findet, werden die mehr oder weniger fein zerkleinerten Körner als Hafergries oder Hafergrütze in den Handel gebracht. Mahlabfallprodukte sind die Haferkleie, das Hafer-Rotmehl und Hafer-Weifsmehl. In letzteren prävalieren die Elemente der Spelzen, in dem Hafermehle die Stärke, deren charakteristische Formen eine Verwechslung höchstens mit dem Reis (und dem Taumellolch) zulassen. Im Hafermehle findet man stets zahlreiche Haare, die schon wegen ihrer ungewöhnlichen Länge sofort auffallen, neben sehr geringen Resten der Fruchtschalepidermis und der Aleuronschicht. Um sich diese geringen Reste besser sichtbar zu machen, erwärmt man das Präparat zur Verkleisterung der Stärke mit Chloral, oder (und das giebt noch bessere Resultate) man verkleistert eine gröfsere Menge des Mehls mit viel Wasser, hebt den obenauf schwimmenden Schaum mit einer breiten Schaufel und den auf den Boden gesunkenen Bodensatz mit einer Glasröhre heraus und untersucht diese in Chloral. In gutem Hafermehle sind Reste der Spelzen selten.

Tafel 44.

Erklärung der Abbildungen.

Avena sativa L.

Fig. 1. Dreiblütiges Ährchen des Hafers.
„ 2. Diagramm eines zweiblütigen Ährchens.
„ 3. Frucht, aus den Spelzen herausgelöst, vom Rücken.
„ 4. Frucht halb von der Bauchseite.
„ 5. Frucht der Handelsware, von den Spelzen behüllt, quer durchschnitten. Lupenbild.
„ 6. Querschnitt durch eine Frucht in mittlerer Höhe. Lupenbild. × Strahlengewebe des Knospenkernes.
„ 7. Querschnitt durch den Fruchtknoten. Zeigt die Anheftung des Ovulums (7 u. *y* wie in Fig. 11). 7 wird zur Querzellenschicht, *y* innere Epidermis der Fruchtschale, in Obliteration begriffen. Nach innen zu das degenerierte äufsere Integument.
„ 8. Gluma.
Fig. 9. Begrannte Palea inferior der untersten Blüte des Ährchens.
„ 10. Palea superior, quer durchschnitten. Lupenbild.
„ 11. Querschnitt durch die Fruchtknotenwand und die Randschicht des Ovulums.
„ 12. Querschnitt durch die die Frucht dicht umhüllende Palea inferior (1—4), die Fruchtschale (5—7) und die Randschicht des Samens.
„ 13. Flächenansichten der Schichten 1—3 (Fig. 12) der Palea inferior.
„ 14. Innere Epidermis der Palea inferior. (4, Fig. 12.)
„ 15. Äufsere Epidermis der Palea superior, Flächenansicht.
„ 16. Flächenansichten der Schichten 5, 6, 7 der Fruchtschale und der Aleuronschicht (11).
„ 17. Stärkekörner.



Lith. Anst. v. C. Kirst, Leipzig

Oryza.

Reis. Rice.

Der Reis, Oryza sativa L., wird in zahlreichen Kulturvarietäten, besonders in den Tropen, gebaut und kommt meist geschält in den Handel.

Die zu zusammengezogenen Rispen vereinigten Ährchen des Reis sind alternierend an den Zähnen der Spindel angeordnet, einblütig und von vier Glumis behüllt, von denen die zwei inneren gröfser sind als die zwei äufseren, tiefer inserierten (*gl* und gl_1, Fig. 1, 2, 6). Letztere fehlen bisweilen ganz oder sind rudimentär. Die inneren (oberen) sind als zwei kleine Schüppchen an der Basis des Ährchens sichtbar (Fig. 1 u. 2, *gl*). Die Blüte besitzt nicht wie die übrigen Cerealien drei, sondern sechs Stamina (Fig. 6). Im übrigen gleicht ihr Bau dem der anderen Cerealien, d. h. es sind eine Palea inferior, eine Palea superior, zwei Lodiculae und zwei federige Narben entwickelt.

Die 6—7 mm lange, 2—2,3 mm breite Frucht ist von der Seite stark zusammengedrückt (Fig. 3), zeigt zwei seitliche Furchen und wird von den miteinander verzahnten (Fig. 3 u. 8) Spelzen (Paleis) dicht und fest umschlossen, die Spelzen sind gross, knorpelig-lederig, 8—9 mm hoch, anliegend rauhhaarig. Die Palea inferior ist fünfrippig (Fig. 3) und trägt eine mehr oder weniger (bis 50 mm) lange Granne (*ge*, Fig. 1). Die Palea superior ist dreirippig. Der Keimling der Frucht ist klein (Fig. 4) und stark gekrümmt (Fig. 5). Er läfst sich, da er etwas vorsteht (Fig. 4), leicht von der Frucht ablösen und fehlt der geschälten, d. h. von den Spelzen befreiten Frucht des Handels meist.

Die Palea inferior oder Deckspelze zeigt einen sehr charakteristischen Bau. Zu äufserst liegt eine Epidermis, deren Zellen sowohl an den Aufsenwänden wie den Innen- und Seitenwänden stark verdickt sind (Fig. 7—11, 1). Durchschneidet man die Palea quer, so erhält man ein verschiedenes Bild, je nachdem der Schnitt die in zwei Richtungen gewellten Seitenwände auf eine gröfsere (Fig. 8 u. 9, 1, *Epa*) oder kleinere (Fig. 7, 1, *Epa*) Strecke getroffen hat. Im ersteren Falle sieht man diese Wände alsdann von der Fläche und die Lumina der Zellen, die im letzteren Falle normal erscheinen (×, Fig. 7), als gestreckte Ovale (×, Fig. 9). Es rührt dies daher, dafs die Seitenwände eine aufserordentlich starke Wellung bezw. Faltung zeigen (Fig. 11, 1, *Epa*), bei der die Wellenberge korrespondierender Wände nahezu aufeinander stofsen. Ist nun der Querschnitt an den Wellenbergen (z. B. bei ×, Fig. 11) geführt, so erhält man das in Fig. 9, 1 dargestellte Bild, ist er an den Wellenthälern geführt (bei *y*, Fig. 11), das in Fig. 7, 1 dargestellte. Im radialen Längsschnitt durch die Palea giebt die Epidermis das in Fig. 10, 1 wiedergegebene Bild. Die Aufsenwand der Epidermiszellen scheint auf den ersten Blick getüpfelt zu sein (Fig. 7, 8, 9). Sie ist es aber thatsächlich nicht — es hätte dies ja auch bei Epidermiszellen keinen Sinn —, der Eindruck der Tüpfelung wird vielmehr dadurch hervorgebracht, dafs die Aufsenwand wellig verbogen ist und die Biegungen sehr dicht nebeneinander liegen. Die Wand der Epidermiszellen ist verkieselt. Besonders von der Fläche gesehen, geben sie ein sehr charakteristisches Bild (Fig. 11).

An zahlreichen Stellen sind zwischen die typischen Epidermiszellen Haarzellen eingefügt (*t*, Fig. 7, 8, 10, 11), deren Wand gleichfalls verkieselt ist. Diese Haare sitzen ganz besonders über den fünf Nerven, woselbst sie kammartige Streifen bilden. Gegen die Blattspitze hin sind sie besonders zahlreich und besonders lang. Sie sind ziemlich lang, bis 500 mik, gegen die Spitze des Blattes gerichtet (*t*, Fig. 11) und mit relativ nicht sehr dicker Wand und weitem Lumen versehen. Ihre Breite beträgt oft bis 40 mik. Unter der Epidermis folgt dann ein 1—4 zelliger breiter Bastzellstreifen (Fig. 7 u. 11, 2 u. 3), dessen äufsere Zellen sehr stark verdickt (Fig. 11, 2), dessen innere (Fig. 11, 3 u. 11 a) nur schwach verdickt sind; alle haben ein relativ weites Lumen und sind verkieselt. Sie streichen in der Längsrichtung des Blattes, sind oft 20 mik breit und oft unter sich und mit der Epidermis verzahnt. Diese Verzahnung kann man sich am besten sichtbar machen, wenn man die Zellen durch Schultzesche Maceration isoliert.

Die auf die Bastzellschicht folgende Partie ist ein ein- oder mehrreihiges Parenchym (Fig. 7, 8, 10, 11, 4), das nicht selten obliteriert ist. Seine Zellen sind in Reihen angeordnet, die gleichsinnig mit den Bastfasern streichen, deren Querwände also (querzellenartig) die Faserschicht rechtwinklig schneiden. Die dünnwandigen Zellen dieser Schicht führen oft je einen kleinen Kristall (Fig. 11, 4). In dieser Schicht verlaufen die fünf Nervenbündel (*gfb*, Fig. 7 u. 8). Die innere Epidermis besteht bei den noch nicht völlig entwickelten

Ährchen aus dünnwandigen, sehr grofsen Zellen (*y*, Fig. 7), die in dieser Form nur selten erhalten bleiben (Fig. 12, 6), meist harmonikaartig zusammengedrückt werden, bei den reifen Ährchen daher für gewöhnlich völlig obliteriert sind (Fig. 7, 8, 10, 5) und, von der Fläche betrachtet, das in Fig. 11, 5 dargestellte Bild geben. Über den Nerven besitzen sie oft die in Fig. 12 dargestellte Form.

Die Palea inferior ist an ihren beiden Rändern infolge einer Umbiegung des Randes (bei ×, Fig. 8) mit der daselbst ausgebuchteten Palea superior fest verzahnt (Fig. 3 u. 8). Diese Palea superior oder Vorspelze besitzt in dem breiteren, mittleren Teile ganz den Bau der Palea inferior. Von der ausgerandeten Stelle an, wo auch ein Bündel verläuft (Fig. 8, *ps*, *gfb*), weicht aber der Bau ab und ist in den beiden häutigen Rändern ein etwas anderer, besonders die äufsere Epidermis (Epa_1, Fig. 8) zeigt nicht die eigentümliche Ausbildung, die oben beschrieben wurde. Der äufserste Rand der beiden eingebogenen häutigen Lappen ist sehr dünn, er besteht nur aus den beiden Epidermen.

Die Fruchtschale entwickelt sich aus dem 10—15 Zellreihen dicken Fruchtblatte in der Weise, dafs die mittleren Schichten obliterieren. Die Epidermis der Fruchtschale (Fig. 7 u. 13, 7) besteht aus ziemlich grofsen, dünnwandigen, an den Seitenwänden wellig verbogenen Zellen (Fig. 13, 7). Das dann folgende obliterierte Parenchym ist auf Flächenschnitten wenig deutlich. Die Querzellenschicht ist dagegen recht gut sichtbar (Fig. 7 u. 13, 8). Sie besteht aus dünnwandigen, nur zu undeutlichen Reihen verbundenen Zellen. Sehr deutlich ist auch die innere Epidermis der Fruchtschale, die zur Schlauchzellenschicht wird (Fig. 7 u. 13, 9). Die Schläuche sind dünnwandig, stark gestreckt und meist 7—8 mik. breit.

Auch beim Reis finden wir wieder das Gleiche, was wir auch bei Hordeum und Avena beobachtet, dafs nämlich die Fruchtschale aus dünnwandigen Elementen aufgebaut ist, da die Spelzen die Kosten der mechanischen Versteifung tragen.

Samenschale und Nucellarrest sind zu einem schmalen, hyalinen Streifen zusammengedrückt, in dem eine Struktur nicht zu erkennen ist (*z*, Fig. 7).

Die Aleuronschicht ist ein- oder zweireihig und namentlich dadurch ausgezeichnet, dafs ihre Zellen relativ dünnwandig sind.

Das strahlig gebaute, dünnwandige Stärke-Endosperm ist oft in ein Hornendosperm und ein Mehlendosperm differenziert. Ersteres prävaliert, so dafs die Körner eine vorwiegend glasig-hornige Beschaffenheit zeigen. In der Nähe des Scutellums ist das Endosperm stets mehlig.

Die Stärkekörner (Fig. 7 u. 14) sind fast ausnahmlos krystallartig scharfkantig-eckig (3-, 4-, 5- und 6eckig), häufig in der Aufsicht fünfeckig. Rundliche Körner sind selten. Sie sind ziemlich gleichartig in Gestalt und Gröfse, meist 4,5—6 mik lang, die gröfseren bis 8,5, nie über 10 mik, die kleinsten 3 mik. Die scharfkantige Form rührt daher, dafs die Zellen des Endosperms dicht mit den Stärkekörnern erfüllt sind.

In die Masse der Stärkekörner eingebettet finden sich, meist allseitig mit der Füllstärke verbunden, gröfsere zusammengesetzte Stärkekörner (*cg*, Fig. 7 u. 14). Dieselben treten aber lange nicht so deutlich hervor, wie die gleichen Bildungen beim Hafer, haben auch keine ganz glatte Umrissform, sondern sind mehr oder weniger eckig. Im Mehl sind sie meist in die Teilkörner zerfallen, doch hängen stets einige Teilkörner noch zusammen. Da das Mehlendosperm quantitativ stark zurücktritt, so sind rundliche Körner selten.

Die Mahlprodukte des Reis.

Der im Handel befindliche geschälte Reis besteht aus den von den Spelzen, der Fruchtschale und oft auch dem Keimling befreiten Früchten. Doch hängt nicht selten noch etwas von der Fruchtschale den Früchten aufsen an. Aus diesen Früchten wird in der gewöhnlichen Weise Reismehl und Reisstärke bereitet. Reismehl oder Reisstärke, die so gut wie ausschliefslich aus Stärke mit wenig Zellresten bestehen, sind auch in der Revalenta arabica (Revalescière du Barry), in Racahout des arabes, in der Kaiffa, dem Palamoud des Turcs, der Palmyrena und anderen Geheimmitteln enthalten. Die bei Schälen des Reis abfallenden Abfallprodukte: die Spelzen und die Fruchtschale, sind gleichfalls Handelsartikel. Die Spelzen werden als Packmaterial (ähnlich wie Häcksel) und Putzmaterial, die Fruchtschale („Silberhaut"), der oft noch Reste der Aleuronschicht anhaften, unter dem Namen Reisfuttermehl als Tierfutter benutzt.

Eine Beimengung gemahlener Spelzen verräth sich leicht. Die stets vortrefflich erhaltene Spelzenepidermis giebt einen guten Anhaltspunkt.

Tabelle.

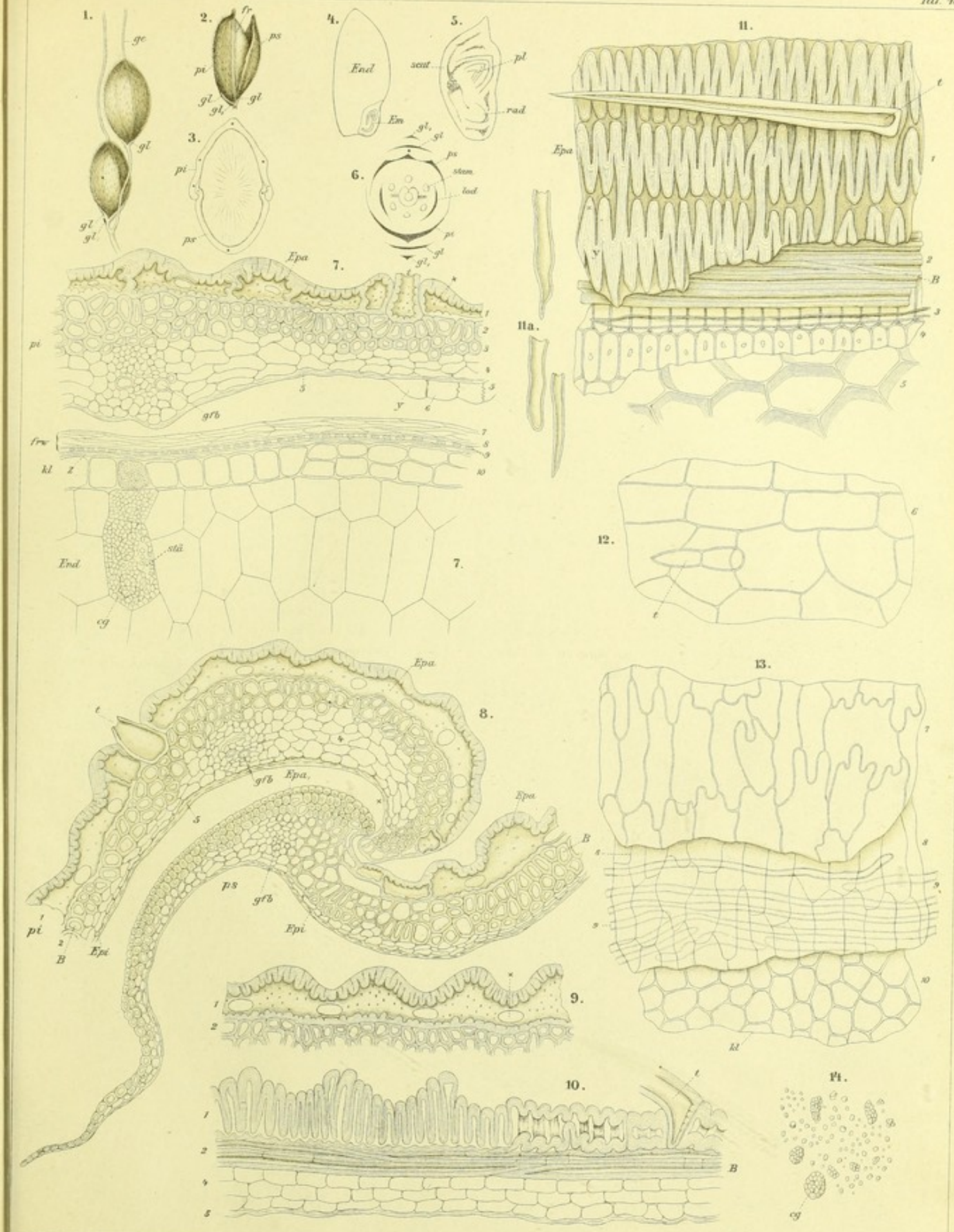
Gewebe	Triticum (Taf. 42)	Secale (Taf. 43)	Hordeum (Taf. 41)	Mais (Taf. 43)	Avena (Taf. 44)	Oryza (Taf. 45)
1) Fruchtschale: Epidermis	Gestreckte getüpfelte Zellen, ziemlich dickwandig (Fig. 15 u. 16, 1).	Stark gestreckte, getüpfelte Zellen, dünnwandig (Fig. 17 u. 18, 1).	Breite, dünnwandige, gestreckte Zellen, im Querschnitt obliteriert. Kurze Haare (Fig. 26 u. 28, 5).	Gestreckte, stark verdickte, getüpfelte Zellen (Fig. 4 u. 5, 1).	Gestreckte, dünnwandige, getüpfelte Zellen (Fig. 12 u. 16, 5). Zahlreiche lange Haare.	Gestreckte, oft wellig verbogene, dünnwandige Zellen (Fig. 7 u. 13, 7).
Mittelschicht	Gestreckte getüpfelte Zellen, dickwandiger als die Epidermis, 1—2 Reihen (Fig. 15 u. 16, 2).	Stark gestreckte, getüpfelte Zellen, dickwandiger als die Epidermis, 1—2 Reihen (Fig. 17 u. 18, 2).	Ziemlich breite, gestreckte und getüpfelte Zellen, im Querschnitt obliteriert, zahlreiche Reihen (Fig. 26 u. 28, 6).	Gestreckte, stark verdickte und getüpfelte Zellen (Fig. 4 u. 5, 2). Die inneren Reihen bis fast zum Verschwinden des Lumens verdickt (Fig. 5, 2a). Zahlreiche Reihen.	Zum gröfsten Teil obliteriert und resorbiert (Fig. 12 u. 16, 6).	Dünnwandiges Parenchym, oft ganz obliteriert oder resorbiert.
Innenschicht (Zwischenschicht)	Nicht überall entwickelt, Zellen kurz, verbogen, schlauchartig, wulstig, getüpfelt (Fig. 15 u. 16, 4). Stets entwickelt ist eine Parenchymschicht (Fig. 15 u. 16, 3).	Nicht überall entwickelt. Zellen gestreckt, schlauchartig (Fig. 17 u. 18, 2a).	Nicht different entwickelt.	Nicht different entwickelt.	Nicht different entwickelt.	Nicht different entwickelt.
Querzellen (rechtwinklig die Mittelschicht schneidend)	Einschichtig, auf der Flächenansicht in Reihen, langgestreckt, dickwandig, reichgetüpfelt, sehr ins Auge fallend (Fig. 15 u. 16, 5). Lichte Weite 11—19, meist 15 mik. Länge 85—200, meist 120—150 mik. Dicke der Doppelwand meist 7—8 mik.	Einschichtig, auf der Flächenansicht in Reihen, gestreckt, dünnwandiger als bei Triticum. Reich getüpfelt, an den Enden dicker, dort Intercellularen (Fig. 17 u. 18, 3). Lichte Weite 11—26 mik. Länge 25—110 mik. Dicke der Doppelwand meist 2 bis 3,5 mik. Dicke an den Enden 7,5—9,5 mik.	Zweischichtig, auf der Flächenansicht in Reihen, dünnwandig, kaum getüpfelt, wenig ins Auge fallend (Fig. 26 u. 28, 7). Lichte Weite meist 15 mik. Länge bis 100 — 110 mik. Dicke der Doppelwand 1 bis 2 mik.	Einschichtig, nicht typisch, d. h. auf der Flächenansicht nicht in Reihen, sondern mehr oder weniger isoliert, verbogen schlauchartig (Fig. 4 u. 5, 3).	Einschichtig, dünnwandige Zellen, in Reihen angeordnet, wenig deutlich (Fig. 12 u. 16, 7).	Dünnwandig, gestreckt, kaum reihenförmig angeordnet, überhaupt nicht typisch (Fig. 7 u. 13, 8).
Schlauchzellen (innere Epidermis)	Langgestreckte Schläuche. Meist leicht aufzufinden. Wand dicker als bei Hordeum (Fig. 15 u. 16, 6).	Oft ganz fehlend. Jedenfalls stets undeutlich. (Fig. 17 u. 18, 4).	Oft nicht ganz leicht aufzufinden, weil sehr isoliert. Wand dünn. Breite 10 bis 15 mik (Fig. 26 u. 28, 8).	Lange schmale Schläuche, leicht aufzufinden. Dünn. Breite 5,5—9,5 mik (Fig. 4 u. 5, 4).	Fehlen. (Resorbiert.)	Typisch und sehr deutlich. Lange 7—8 mik breite Schläuche (Fig. 7 u. 13, 9).
Haare des Bartes	Länge bis 700 mik. Durchmesser der grösseren in der Mitte 15—30, meist 15 bis 18,5 mik, der kleineren 9 bis 10 mik. Durchmesser an der Basis bis 35 mik. Wanddicke 3,5—9,5 mik. Lumen 1,5 bis 3,5 mik (Fig. 18).	Länge bis 500 mik. Durchmesser in der Mitte 9—22,5, meist ca. 13 mik. Durchmesser an der Basis 20 mik und mehr. Wanddicke 3,5 bis 4,5 mik. Lumen meist 3,75—7,5 mik, bis 11,5 mik (Fig. 19).	Länge meist um 150 mik bis 1500 mik. Durchmesser in der Mitte 10—25 mik. Durchmesser an der Basis bis 40 mik. Wanddicke 3 bis 5 mik (Fig. 24).	Haare fehlen.	Haare aufser an der Spitze auch auf der ganzen Fläche reichlich. Länge sehr verschieden, bis mehrere Millimeter. Durchmesser in der Mitte 7,5—34 mik (sehr verschieden). Wanddicke 2 bis 15 mik. Lumen 2 — 9 mik (Fig. 16, *t*).	Fehlen.
2) Samenschale	Zwei sich rechtwinklig kreuzende braune Schichten, undeutlich (Fig. 15 u. 16, 7 u. 8).	Zwei sich schiefwinklig kreuzende braune Schichten, sehr deutlich (Fig. 17 u. 18, 5 u. 6).	1—2 gleichsinnig gerichtete Schichten, schwer aufzufinden (Fig. 26 u. 28, 9).	Sehr undeutlich, oft resorbiert.	Sehr undeutlich, meist ganz resorbiert.	Meist ganz resorbiert oder samt dem Nucellarrest zu einer hyalinen Haut zusammengedrückt.
3) Nucellarrest (Perisperm)	Auf Quer- und Längsschnitten deutlich (Fig. 15 u. 16, 9).	Auf Quer- und Längsschnitten sehr deutlich (Fig. 17 u. 18, 7).	Auf Quer- und Längsschnitten undeutlich.	Weder auf Quer- noch auf Längsschnitten deutlich aufzufinden.	Resorbiert.	

Tafel 45.

Erklärung der Abbildungen.

Oryza sativa L.

Fig. 1. Zwei einblütige, begrannte Ährchen des Reis.
„ 2. Einblütiges, kurz begranntes Ährchen, die Spelzenhülle geöffnet.
„ 3. Querschnitt durch eine von der Palea inferior und Palea superior eng umschlossene Frucht.
„ 4. Längsschnitt durch die Frucht.
„ 5. Längsschnitt durch den Keimling.
„ 6. Diagramm eines einblütigen Ährchens.
„ 7. Querschnitt durch die Palea inferior und den Rand der Frucht.
„ 8. Die Verzahnungsstelle der Palea inferior und superior im Querschnitt. *pi* Palea inferior, *ps* Palea superior.
Fig. 9. Querschnitt durch die Randschicht der Palea inferior, an den Wellenbergen der Epidermiszellen (×, Fig. 11).
„ 10. Radialer Längsschnitt durch die Randschicht der Palea inferior.
„ 11. Succedane Flächenschnitte durch die einzelnen Schichten der Palea inferior. Die kleinen Zahlen korrespondieren mit denen der Fig. 7.
„ 12. Intakte innere Epidermis der Palea.
„ 13. Succedane Flächenschnitte durch die einzelnen Schichten der Fruchtschale und die Aleuronschicht. Die kleinen Zahlen korrespondieren mit denen der Fig. 7.
„ 14. Stärkekörner isoliert. *cg* zusammengesetzte Körner.



Lith. Anst. v. C. Kloss Leipzig

Secale cornutum.

Mutterkorn, Ergot de Seigle, Ergot of Rye.

Das Mutterkorn des Handels ist das Sclerotium von Claviceps purpurea Tulasne, einem Pyrenomyceten.

Die Entwicklungsgeschichte desselben ist folgende. Zur Zeit der Roggenblüte, also im Juni, findet man an den Blüten und besonders am Fruchtknoten eine schleimige, zuckerhaltige Masse, die, unter dem Namen Roggen-Honigtau allgemein bekannt, früher für einen besonderen Pilz gehalten und Sphacelia segetum Léveillé genannt wurde. Die Masse besteht aus einem Geflechte zarter, breiter Hyphen, die an ihren Enden ovale Conidien abschnüren. Diese Conidien sind sehr leicht keimungsfähig. Wird daher ein Tröpfchen des Honigtaus von den die Blüten besuchenden Insekten bei feuchtem Wetter auf eine andere Roggenblüte übertragen, so treiben sie in den an den Narbenpapillen und den Lodiculis anhaftenden Regen- und Tautropfen aus, entwickeln einen Keimschlauch und bald ist aus einer solchen Conidie ein neues Sphaceliagebilde entstanden. So kann ein einziges Tier von einer einzigen, vom Roggenhonigtau befallenen Blüte aus zahlreiche andere Blüten infizieren. Schon nach kurzer Zeit konsolidiert sich das Sphaceliastadium, indem es, den Fruchtknoten umwachsend und verdrängend oder sich zwischen ihn und seine Anheftungsstelle einschiebend, auch wohl in die äufseren Fruchtknotenschichten eindringend, zu einem ziemlich festen Gebilde von der Form des Fruchtknotens wird, das in seinem Innern zahlreiche gewundene Höhlungen besitzt. Die zwischen diesen Höhlen liegenden Partien bestehen aus einem dichten Geflecht breiter Hyphen, die gegen die Höhlung hin eng aneinander grenzende, radial gestellte, basidienartige Fortsätze, Sterigmen, entsenden. Mit diesem palissadenartigen Sterigmenepithel ist die ganze Höhlung austapeziert. Jeder dieser Fortsätze schnürt nun so reichlich Conidien ab, dass die ganze Höhlung mit denselben erfüllt wird. Das ganze lakunöse Gebilde wird nicht selten einige Millimeter lang und tötet den Fruchtknoten völlig ab, dessen Reste sowohl in seinem Innern wie ganz besonders an seiner Spitze sichtbar bleiben. Im Juli geht es alsdann in den Dauerzustand dadurch über, dass die basalen Hyphen des Gebildes sich nicht mehr strecken, auch nicht mehr Conidien abschnüren, sondern an dieser Stelle nunmehr sehr kurze, aber dicht miteinander verbundene Hyphen entstehen, die sich rasch durch Teilung vermehren, so dass nach kurzer Zeit an der Basis der Sphacelia ein derber, dichter und fester Körper entsteht, der die Reste des Sphaceliastadiums an der Spitze trägt und zuerst diese und dann sich selbst aus den Spelzen herausschiebt (Fig. 1). Im Juli pflegt die Bildung dieses Dauerstadiums, des Sclerotiums des Pilzes, beendet zu sein. Auch das Sclerotium hat man früher für einen besonderen Pilz gehalten und ihm die Namen Sclerotium Clavus DC., Spermoedia Clavus Fr., Secale cornutum Bald., Clavaria Clavus Schrank gegeben. Es ist unser Mutterkorn. Es bildet stumpf drei bis vierkantige, gerade oder schwach hornartig gekrümmte, an den Enden verschmälerte, 15—25, selten bis 60 mm lange, 3—5, selten bis 6 mm dicke Körper, die aufsen eine violettschwarze, da und dort grauweifse Farbe besitzen, innen grauweifs oder rötlich sind. Frisch sind sie derb-fleischig, trocken hornartig hart. Oft ist die Randschicht durch tiefe Längsfurchen oder Risse zerklüftet. Die Gröfse des Mutterkorns ist abhängig von der Wirtspflanze, auf der es sich bildet. Es ist kleiner bei den Wiesengräsern, gröfser bei den eigentlichen Cerealien. Hafer und Gerste kommen nicht in Betracht. Bei uns ist es namentlich der Roggen, dessen geöffnete Ährchen seiner Bildung sehr Vorschub leisten, im Süden Triticum, dessen Mutterkorn dicker und kürzer ist, da die Ährchen geschlossener sind als beim Roggen, in Südamerika der Mais, von dem es gesammelt wird. Das Mutterkorn des Mais ist 1 cm lang und breit flaschenförmig. Mutterkorn scheint sich auf den meisten Gräsern bilden zu können, doch werden die kleinen Sclerotien auf Dactylis-, Lolium-, Festuca-, Calamagrostis-, Arrhenatherum-, Phragmites-, Molinia-Arten nicht gesammelt. Das Mutterkorn des Hafers ist sehr schlank. Alle diese scheinen jedoch zu dem gleichen Pilze zu gehören und werden offenbar sämtlich von Claviceps purpurea Tul. erzeugt. Ihre verschiedene Form ist wohl nur durch die verschiedene Gestalt und Gröfse der Ährchen und Fruchtknoten bedingt. Auch die in der Form abweichenden Sclerotien auf dem Reis und Arundo ampelodesma Cir. scheinen zu Claviceps zu gehören. Sie enthalten alle Cornutin.

An seiner Spitze trägt das Sclerotium das „Mützchen“ (Fig. 1 u. 2, ×). Es ist dies der Rest des Sphaceliastadiums. Zerdrückt man das Mützchen in einem Tropfen Wasser, so findet man alsbald zahlreiche, ca. 4 mik lange Conidien im Tropfen, die die charakteristische gestreckt-ovale, stäbchenförmige Gestalt der Claviceps-Conidien zeigen (Fig. 3). Durchschneidet man das Mützchen der Länge nach — nachdem es zuvor durch Einlegen in Wasser und Alkohol schnittgerecht gemacht wurde —, so sieht man noch deutlich die Lakunen im

Innern (Fig. 2, *x*) und findet in allen Höhlungen noch reichliche Mengen von Conidien. An der Spitze aber sieht man ganz regelmäfsig die Reste der dicht mit Haaren besetzten Epidermis des Fruchtknotens des Roggen (Fig. 2, *t*, vergl. auch Taf. 43), bisweilen auch noch die Reste der beiden Narben. Diese Fruchtschalepidermisreste setzen sich nach unten nicht selten ins Innere des Mützchens fort. Ja man sieht sogar bisweilen in der Mitte desselben den Fruchtknoten als obliterierten braunen Schlauch (*y*, Fig. 2).

Die Zellen (Hyphen) des Sclerotiums besitzen im Querschnitt eine rundliche Gestalt (Fig. 8). Das Ganze hat das Aussehen eines Parenchymgewebes. Man hat das Gewebe daher auch als Pseudoparenchym bezeichnet. Doch besitzen die Zellen sehr verschiedene Weite. Mit engen wechseln weite oder gestreckte in unregelmäfsiger Folge ab (Fig. 8). Im Längsschnitt erscheinen die Zellen schwach gestreckt, bisweilen etwas verbogen, in ihrer Form unregelmäfsig (Fig. 7). Niemals ist die Längsstreckung jedoch eine starke, so dass die Zellen eine eigentliche Hyphenform nicht annehmen. Durch Chromsäurelösung lassen sich die Zellen leicht isolieren. Ihre Wand ist dünn, ihr Lumen relativ weit. Die Wand besteht aus Pilzcellulose.

Untersucht man frisches Mutterkorn, so findet man, dass ungefähr die äufsersten zehn Reihen im Bau von den übrigen abweichen. Sie bestehen aus dünnwandigen langen, in der Längsrichtung des Organs gestreckten, gegliederten Hyphen (*z*, Fig. 8 u. 10). Diese ganze äufsere Schicht beginnt, wenn die Farbstoffbildung in der elften Reihe (×, Fig. 8) eingetreten ist, zu obliterieren (*y*, Fig. 8) und löst sich schliesslich als feine graue Haut vom Sclerotium ab, so dass das anfangs silbergraue Sclerotium schliesslich dunkelviolett wird und nach aufsen hin nicht von einer epidermisartigen Randschicht, sondern von obliterierten Zellen bedeckt ist. Doch ist die obliterierte Aufsenschicht, wenigstens teilweise, auch bei altem Material oft noch erhalten und bildet den grauweissen matten „Reif", der die Oberfläche bedeckt. Nach oben hin setzt sich diese äufsere Hyphenschicht in das Mützchengewebe fort. Die Farbstoffbildung erfolgt, wie erwähnt, etwa in der elften Reihe, und zwar sowohl im Inhalt wie in der Membran (×, Fig. 8).

Der Inhalt der Zellen des Sclerotiums besteht aus sehr eigentümlichen Körnern (Fig. 9), die man am besten sieht, wenn man den Schnitt direkt in Osmiumsäurelösung einträgt. Man findet dann, dass in jeder Hyphe mehrere bald kleinere, bald grössere, bald rundliche, bald gestreckte Körner liegen, die einen andersartigen, dunkleren Kern und eine hellere Hülle besitzen (Fig. 9) und die sich mit Osmiumsäure besonders im Innern braun färben, also Fett enthalten (Oleoplasten). Legt man den Schnitt zuerst über Nacht in Alkohol und beobachtet dann in Alkohol, so findet man diese Körner nicht mehr. An ihrer Stelle liegen rundliche oder gestreckte Gebilde, die wie zusammengefallene Schläuche aussehen und sich mit Jod gelb färben. Die Körner bestehen also aus einem Eiweifskörper und Fett. In ihnen wird wohl auch das Cornutin sich bilden. Der Gehalt an Öl ist bei Secale cornutum beträchtlich. Er beträgt im Maximum fast 50 Proz. Durch Einlegen in Schwefelsäure oder Zufliessenlassen derselben zu dem in Wasser liegenden Präparate wird das Öl sofort sichtbar, indem es zu grossen Tropfen zusammenfliesst. Durch Schwefelsäure wird der Schnitt allmählich rot, da Zucker neben Eiweifs vorhanden ist. Weder durch Schwefelsäure, noch durch Eisenchlorid-Schwefelsäure, noch durch Kaliumquecksilberjodid gelingt es, das Cornutin mikrochemisch in den Zellen nachzuweisen.

Die Farbstoffe, Sclererythrin und Scleroxanthin, sind im Inhalt und in den Membranen der meist einreihigen Farbstoffschicht enthalten (×, Fig. 8), dringen aber, in den Membranen wandernd, oftmals sowohl nach aufsen wie nach innen vor, so dass nicht selten mehrere Reihen gefärbt erscheinen, ja bisweilen ist das ganze Innere lichtrosa gefärbt. Ammoniak löst den Farbstoff mit rotvioletter Farbe.

Läfst man das Sclerotium „keimen" — (es keimt in feuchten Sand gebettet schon im gleichen Jahre, im Freien nach der Winterruhe im Frühjahr (März—Juni), nach einem Jahre verliert es die Keimfähigkeit —), so entwickelt es aus den Randschichten unter der Farbstoffschicht unter allmählichem Verbrauch des als Reservestoff im Sclerotium abgelagerten Fettes zahlreiche (bis 30 und mehr) Köpfchen (Fig. 4), die auf rundlichen oder bandartigen, bisweilen gedrehten, violetten, bis 40 mm langen, ca. 1 mm dicken Stielen sitzen. Die Hyphen des Stieles (*Sti*, Fig. 5 u. 6) sind sehr langgestreckt und führen den violetten Farbstoff im Inhalt. Das Köpfchen zeigt zahlreiche Warzen auf der Oberfläche (Fig. 5) und besteht aus einem Hyphengeflecht. In der Mitte jeder Warze liegt die enge Öffnung eines krugförmigen Peritheciums. Die Zahl der Perithecien entspricht also der Zahl der Warzen und ist stets eine hohe. In jedem Perithecium liegen zahlreiche gestreckt lineale Schläuche (asci), die im Reifezustande, der etwa zur Zeit der Roggenblüte eintritt, je acht lineale Ascosporen enthalten. Nach Eintritt der Reife werden dieselben aus den Ascis torpedoartig mit ziemlicher Energie durch den sich alsdann erweiternden Peritheciummund aus den oft mit hervortretenden Ascis herausgeschleudert. Trägt sie der Wind auf eine taubenetzte Roggenblüte, so keimen sie durch Austreiben langer Schläuche und entwickeln eine neue Sphacelia in der Blüte. So schliesst sich der Entwickelungsgang. Auch das die Perithecien tragende Entwickelungsstadium ist früher als ein besonderer Pilz beschrieben und Cordiceps purpurea Fries, Sphaeria purpurea Fries, Sphaeria entomorhiza Schum., Kentrosporium mitratum Wallr., Sphaeropus fungorum Guib. genannt worden, bis Tulasne die Zusammengehörigkeit aller Stadien zu einem Pilze nachwies, den er Claviceps purpurea nannte.

Im Mehl ist beigemengtes Mutterkorn leicht nachzuweisen. Man verkleistert eine nicht zu kleine Partie und bringt sowohl den obenauf schwimmenden, wie die zu Boden sinkenden Fragmente durch Aufsteigenlassen in eine oben mit dem Finger geschlossen eingeführte und dann geöffnete Glasröhre und von dieser auf den Objektträger in Chloral oder

auch nur in einen Tropfen Wasser. Das charakteristische Gewebe des Sclerotiums (Fig. 7 u. 8) ist leicht von allen anderen Fragmenten der Cerealiengewebe zu unterscheiden. Am meisten Ähnlichkeit hat es noch mit dem Gewebe des Scutellums und des Keimlings der Cerealiensamen, doch bildet hier die verschiedene Grösse der Zellen und die Dicke der Wand ein gutes Unterscheidungsmerkmal. Beim Mutterkorn wechseln weitere und engere Hyphen in unregelmäfsiger Folge miteinander ab. Auch giebt die Wand der Hyphen niemals die Cellulosereaction mit Jod-Schwefelsäure.

Brand.

Die Brandpilze (Ustilagineen) sind die Ursache einer beim Getreide ziemlich häufigen Erkrankung der Reproduktionsorgane. Die Krankheit ist daran kenntlich, dass man an Stelle der normalen Organe braune bis schwarze pulverige Massen an den Ährchen oder in den Fruchtknoten findet. Das ganze Organ erscheint in ein schwarzes Pulver umgewandelt. Dies Pulver besteht aus zahllosen Sporen. Die Brandpilze sind endophyte Parasiten. Ihr Mycel durchzieht die ganze befallene Pflanze. Auch die Sporen entstehen meist im Innern der Pflanze, übrigens nicht an distinkten Fruchtträgern, sondern durch Abschnürung oder Zergliederung an den Fadenenden. Sie bilden grosse, unbestimmt geformte Massen. An der Stelle wo der Pilz zur Sporenbildung schreitet vermehren sich die Mycelfäden stark, sie erfüllen hier nicht nur das Innere der Zellen, sondern durchwuchern auch die Membranen derselben und zerstören die letzteren nach und nach, so dafs ein dichtes Gewirr von Pilzfäden an die Stelle des Zellgewebes tritt. An allen Fäden dieser Pilzmasse entstehen dann die sporenbildenden Fäden: zahlreiche von jenen entspringende kurze Zweige, welche an ihren Enden oder auch noch hinter denselben unter Aufquellen der Membran anschwellen. Gleichzeitig tritt Öl in dem dichten Inhalte auf. Bald zeigen die Enden aller Zweige ein perlschnurartiges Aussehen. Der Inhalt jedes der Glieder dieser kugeligen Anschwellungen umgiebt sich dann mit einer neuen Membran und wird zur Spore, die anfangs farblos ist. In diesem Stadium ist die ganze gallertige Pilzmasse noch von der Membran des Organs umgeben. Nun gehen die sporogenen Fäden zu Grunde, während die Chlamydosporen, jetzt gänzlich isoliert, braun bis braunschwarz werden. Das Sporenpulver bleibt entweder zunächst von der Epidermis des Organs umschlossen (Tilletia Caries) oder zersprengt die Epidermis (Ustilago Carbo). Im letzteren Falle erscheint das ganze Organ schwarz bestäubt. Diese Chlamydosporen sind Ruhe- oder Dauersporen. Sie ruhen für gewöhnlich über den Winter (wie das Sclerotium von Claviceps), bleiben aber oft 2—7 Jahre (Ustilago Carbo), 2—8 Jahre (Tilletia Caries und Ustilago Maidis) oder 3—6 Jahre (Ustilago destruens) keimfähig. Bei der Keimung treibt das Endosporium, das Exosporium durchbrechend, einen farblosen Keimschlauch, der zum Promycel wird, an dem alsdann zahlreiche farblose Sporidien entstehen. Diese Sporidien zeigen, wenn sie durch Zufuhr organischer Substanz (besonders Zucker) ernährt werden, eine starke hefeartige Sprossung. Jedes Sporidium ist im stande durch Entwickelung eines Keimschlauches und Eindringen desselben in die Epidermis und das darunter liegende Gewebe ein neues Brandpilzmycel zu entwickeln, also eine Infektion der befallenen Pflanze zu erzeugen.

Ustilago Carbo Tul.

Der Staub-, Flug-, Nagel- oder Rufsbrand wird von Ustilago Carbo Tul. (Uredo segetum Pers., Uredo Carbo DC., Ustilago segetum Ditm., Caeoma segetum Link.) findet sich auf dem Hafer, der Gerste, dem Weizen und auf vielen Wiesengräsern (Arrhenatherum elatius, Festuca, Avena), nicht auf dem Roggen. Er bildet ein schwarzes Pulver in den Inflorescenzen, deren Ährchen meist vollständig durch den Pilz vernichtet werden. Infolgedessen kommt das Sporenpulver rasch zum Vorschein und die Inflorescenz erscheint schwarz.

Die Sporen sind kugelrund oder schwach oval (Fig. 11), braun, mit glattem Exosporium, meist 5—8 mik im Durchmesser (bei Ustilago tritici 5,5—7,5, bei Ustilago hordei 7,5 bis 11,25 mik).

Die Sporen dieses Brandes kommen selten in das Getreide, da die Brandmasse zur Zeit der Ernte bereits fast vollständig von den Halmen verstäubt ist.

Neuerdings ist diese Art in fünf Arten gespalten worden, die wohl aber nur Varietäten sind: Ustilago hordei Bref. (auf Gerste), Ustilago Jensenii Rostr. (auf Hord. distichum), Ustilago perennans Rostr. (auf Avena elatior) und Ustilago tritici Rostr. (auf Weizen).

Ustilago maidis Lév.

Der Mais- oder Beulenbrand wird von Ustilago maidis Lév. an den Seitentrieben der Maispflanze, auf welchen sich die Kolben entwickeln, erzeugt. Dieselben wachsen dadurch zu einer unförmlichen Beule aus, die bisweilen die Gröfse eines Kinderkopfes erreicht.

Die Sporen sind kugelig (Fig. 12), gröfser als der Staubbrand, 9,5—11,5 mik im Durchmesser und mit einem braunen, feinstacheligen Exosporium versehen.

Kommt bisweilen im Maismehl vor.

Andere Brandarten des Getreides aus der Gattung Ustilago sind: der Hirsebrand, Ustilago destruens Schlechtd. auf der Hirse, Panicum miliaceum. Sporen rundlich-eckig, 8—12 mik im Durchmesser, braun, Exosporium undeutlichnetzig. Ustilago Fischeri Passer. auf Mais, U. Reiliana Kühn und U. Tulasnei Kühn auf Sorghum vulg. u. a. m.

Tilletia Caries Tul.

Der Stein-, Schmier-, Faul- oder geschlossene Brand wird vom Tilletia Caries Tul. (Uredo Cariés DC., Ustilago sitophila Ditm., Caeoma sitophilum Link.) erzeugt. Er ist der bei weitem schädlichste Brand des Weizens und auf diesen (mit Einschlufs von Einkorn und Spelz) beschränkt. Die Sporenmasse entsteht im Innern des geschlossen blei-

benden Kornes (Fig. 13a) und bildet ein schwarzbraunes, frisch wie Heringslake (Trimethylamin) riechendes Pulver. Äufserlich sieht man den von dem Steinbrand befallenen Ähren fast nichts an, die kranken Ähren sind daher von den gesunden kaum zu unterscheiden; doch sind bei genauem Hinsehen die brandigen Früchte etwas mehr aufgetrieben als die gesunden, die Spelzen stehen daher etwas spreizend auseinander, auch bleiben die befallenen Ähren länger grün. Meist sind alle Ährchen einer Ähre brandig. Die Schale, welche das Brandpulver umgiebt, ist dünn und leicht zerbrechlich. Die brandigen Körner fallen nicht ab, werden also mit den gesunden zusammen geerntet und daher kommt es denn, dafs das Sporenpulver auch in das Mehl gelangt.

Die Sporen sind ziemlich grofs, 17—22,5 mik im Durchmesser. Das blafsbraune Exosporium zeigt wohlausgebildete netzförmige Verdickungleisten (Fig. 13).

Im Sommerweizen der Alpenländer findet sich die nahe verwandte Tilletia laevis Kühn mit glattem Exosporium.

In den Körnern des Roggens kommt der ebenfalls nahe verwandte Kornbrand Tilletia secalis Kühn (Ustilago secalis Rabenh.) vor, dessen grosse, meist 18 – 23 mik im Durchmesser messende Sporen ebenfalls ein netziges Exosporium besitzen.

In anderen Gräsern sind andere Tilletiaarten beobachtet worden.

* * *

Von anderen Brandpilzen, die hier in Betracht kommen, wäre noch des Roggenstengelbrandes Erwähnung zu thun, der von Urocystis occulta Rabenh. (Uredo occulta Wallr., Polycystis occulta Schlechtend.) erzeugt wird und in den Internodien und Blattscheiden des Roggenhalmes vorkommt und bisweilen bis zu den Spelzen der Ährchen vordringt. Da der befallene Halm entweder bevor er Früchte hervorgebracht oder unter der Last der Ähren bricht, so gelangen die Sporen nur höchst selten in das Getreide und das Mehl. Sie sind leicht von allen anderen zu unterscheiden, da wir hier vielzellige Sporen vor uns haben. Um ein oder mehrere central gelegene, gröfsere und gefärbte liegt ein Kranz kleiner, farbloser, peripherischer Zellen. Doch sind nur die centralen keimfähig, also als eigentliche Sporen anzusprechen. Das ganze Gebilde ist etwa 25 mik breit.

Kornrade.

Die nierenförmigen, reif fast schwarzen, unreif gelbbräunlichen Samen der Kornrade, Agrostemma Githago L. (Fig. 14), eines gemeinen Unkrautes der Getreidefelder, die sich daher leicht in die Getreide verirren, gehen aus campylotropen Ovulis hervor, die mit ziemlich langen Funiculis an der centralen Basalplacenta angeheftet sind (Fig. 18). Das Integument entwickelt sich in der Weise weiter, dafs die Epidermis allein eine weitere Differenzierung erfährt, das darunter liegende Integumentgewebe aber, nachdem es seinen Inhalt, besonders die Stärke, zur Verdickung der Wand der Epidermiszellen hergegeben, obliteriert (*N*, Fig. 19), sich also als „Nährschicht" erweist. Die Epidermis des Integumentes verdickt sich schon frühzeitig an der Aufsenseite und am oberen Teile der Seitenwände (Fig. 20), die Kuticula ist schon jetzt deutlich sichtbar. Später differenzieren sich in der Kuticularschicht feine Stäbchen (Fig. 21, ×) und die ganze Schicht hebt sich nunmehr kräftig gegen die inneren Membranschichten ab. Bei der weiteren Entwicklung verdicken sich die inneren Membranschichten stark, und da gleichzeitig auch ein starkes Flächenwachstum eintritt, so wenden sich die Zellen stark hin und her oder wölben sich stark nach aufsen (Fig. 19 u. 22). Dadurch entstehen zahlreiche Höcker auf der Oberfläche des Samens. Diese Höcker, welche in ziemlich regelmäfsigen Bogenreihen angeordnet sind, geben der Aufsenseite des Samens ein sehr charakteristisches Aussehen (Fig. 14). Die inneren Membranpartien zeigen eine deutliche Schichtung, die ganze Membran, am unreifen Samen graugelb, ist am reifen braun gefärbt. Die Stäbchenschicht hat am reifen Samen insofern eine Veränderung erlitten, als sich die Kuticula nicht mehr glatt über dieselbe spannt, sondern zwischen den einzelnen Stäbchen eingestülpt ist. Dadurch erhält die äufserste Schicht der Aufsenmembran ein grobhöckeriges bez. grobkörniges Aussehen (×, Fig. 19 u. 22). In der Falte des nierenförmigen Samens, also dort, wo der Funiculus ansitzt, sind die Epidermiszellen infolge einer hier erfolgenden Zusammenpressung sehr schmal und sehr hoch. Von der Fläche gesehen, bietet die Samenschalepidermis das in Fig. 23 dargestellte Bild. Die Zellen sind — ebenfalls eine Folge starken Flächenwachstums — an den Seitenwänden wellig verbogen, die Innenkontur undeutlich infolge der buckeligen Ausbauchung der Zellen und nur die Intercellularsubstanz als feine Linie deutlich. Die Kuticularzapfen erscheinen als rundliche Höckerchen (Fig. 23). An der Innenwand und einem sehr kurzen, fast auf Null verkürzten Stücke der Seitenwand bleibt die Membran der Epidermiszellen dünnwandig. Die Nährschicht ist stark obliteriert (*N*, Fig. 19). Auf der Flächenansicht erscheint sie dort, wo die Zellen erhalten sind, aus gestrecktem Parenchym aufgebaut (Fig. 24).

Das Innere des Samens besteht aus dem weifsen, mehligen Endosperm und dem gelblichen oder gelblich-grünen Embryo. Das Endosperm (*End*, Fig. 15 u. 16) liegt central, der Embryo umgiebt dasselbe ringsum, liegt also peripherisch (Fig. 15

u. 16), so dafs derselbe bei einem medianen Längsschnitte (Fig. 16) kreisförmig rings um das Endosperm gelegt ist, bei einem Querschnitte (Fig. 15) an den beiden Polen liegt. Bei *z* (Fig. 16) sitzt der bei den oberen Samen der Frucht sehr lange und derbe, bei den tiefer liegenden kurze Funiculus dem Samen an. Hier verläuft unter der Samenschale ein Pigmentstrang. Daneben liegt das Mikropylarende des Samens, auf welches hin die Radicula weist.

Das Gewebe der Radicula und der Kotyledonen ist ein dünnwandiges Parenchym (Fig. 26), welches dicht mit Aleuron und Ölplasma erfüllt ist. Die Oberseiten der Kotyledonen liegen einander auf. Hier finden sich unter der Epidermis 1—2 Palissadenreihen (Fig. 26). Prokambiumstränge durchziehen Kotyledonen und Radicula.

Das Endosperm besteht aus dünnwandigen gestreckten Zellen (Fig. 19), die auf Flächenschnitten rundliche Form zeigen (Fig. 25). Sie sind dicht erfüllt mit Stärke. In einer aus kleinen rundlichen Körnern bestehenden Grundmasse (Füllstärke) sind zahlreiche bald rundliche, bald gestreckt-spindelförmige zusammengesetzte Körner eingebettet (Fig. 19). Die gestreckten Formen (Fig. 27a) prävalieren. Die zusammengesetzten Körner bestehen aus sehr zahlreichen Teilkörnern. Die Körner, sowohl die Teilkörner als die Füllstärke sind rundlich (Fig. 27) und sehr klein, meist 1—2 mik lang, gehören also zu den kleinsten Reservestärkekörnern. Sie sind im Durchschnitt noch kleiner als die Stärke des Cardamomenperisperms.

Das Sapotoxin, ein Körper der Saponingruppe, das giftige Prinzip der Rade, hat seinen Sitz ausschliefslich im Embryo (der Radicula und den Kotyledonen), und zwar vorwiegend in den beiderseitigen Epidermen. Die Epidermis ist ja überhaupt Sitz zahlreicher differenter Körper (vergl. S. 74 u. 157). Legt man einen Längsschnitt in konzentrierte Schwefelsäure (oder ein Gemisch von gleichen Teilen Alkohol und Schwefelsäure), so wird der Embryo sofort intensiv gelb mit einem Stich ins Grünliche. Erwärmt man den Schnitt, so wird er karminrot, besonders in den Epidermen. Der Farbstoff wird von den Öltropfen aufgenommen. Läfst man einige Zeit liegen, so geht die Farbe in Kirschrot, endlich in Violettbraun über. Setzt man zu dem mit Schwefelsäure und Alkohol erwärmten Schnitte etwas verdünntes Eisenchlorid, so tritt sofort Entfärbung ein. Nach einiger Zeit entsteht in den Öltropfen, besonders an den Epidermen, ein grauer Niederschlag.

Eine Beimischung der Radekörner zum Getreide ist auf den ersten Blick zu erkennen. Eine Beimischung zum Mehl verrät sich sowohl durch die eigenartige Samenschale, wie die Stärkekörner, die erheblich kleiner sind als die Kleinkörner von Gerste, Roggen und Weizen, ja auch kleiner noch als die des Reis und des Hafer (s. d.), ganz besonders aber durch die zusammengesetzten Stärkekörner. An den Embryofetzen erhält man die Sapotoxinreaktion mit Schwefelsäure (s. oben).

Wachtelweizen.

Die Samen des Wachtelweizen, Melampyrum arvense L., eines gemeinen Ackerunkrautes, die sich bisweilen im Getreide finden und dem daraus gebackenen Brote eine intensiv violette Farbe geben, entstehen aus amphitropen Ovulis mit relativ langem Funiculus (Fig. 28). Der Same ist eiförmig mit einem basalen wulstigen Ansatze (Fig. 29 u. 30). Letzterer (*Ah*, Fig. 29 u. 30) ist ein Endospermanhängsel. Der fertige Same ist mit dem Anhängsel bis 6 mm lang, eiförmig-länglich, glatt, glänzend braun-schwarz; das Anhängsel heller und nicht glänzend, deutlich längsgestreift.

Das Ovulum hat ein Integument. Dasselbe geht aber bei der weiteren Entwicklung fast vollständig zu Grunde, so dafs der reife Same entweder ganz nackt, d. h. ohne Samenschale ist oder doch nur von einer dünnen Schicht obliterierter Zellen (Fig. 31, *ff*) bedeckt ist, welche Schicht sich sehr leicht ablöst und dann auch häufig ganz oder teilweise fehlt. Am besten ist sie an der Samenbasis erhalten. Das Endosperm, welches die Hauptmasse des Samens bildet, besteht aus sehr dickwandigen Zellen (*End*, Fig. 31 u. 32), die sehr zahlreiche einfache Tüpfel besitzen und deren Wand aus Reservecellulose besteht. Die Epidermis des Endosperms besteht aus radialpalissadenartig gestreckten dickwandigen, an den Aufsen- und Seitenwänden nicht getüpfelten Zellen (Fig. 31, *Ep*). Sie vertritt die Samenschale. Wir haben also hier einen der Fälle vor uns, wo bei zarter Samenschale das dickwandige Endosperm die mechanische Funktion übernimmt. Im Lumen enthalten die Zellen des Endosperms einen braunen Klumpen kontrahierten Inhaltes, der stachelig erscheint, da der der Wand anliegende solide Inhalt bei der Kontraktion des Plasmaschlauches gelegentlich des Absterbens aus den Tüpfelkanälen herausgezogen wird (×, Fig. 31). Jede der Stacheln entspricht einem Tüpfelkanal. Im Inhalt sind Aleuronkörner nur sehr undeutlich zu erkennen, Stärke fehlt, Öl ist vorhanden. Diese Klumpen sind — besonders stark in den äufseren Schichten des Endosperms — durch braunes Rhinanthogenin, das Spaltungsprodukt des farblosen Rhinanthins gefärbt, welches letztere in den Samen das Rhinanthogenin begleitet. Das Rhinanthogenin bewirkt die Färbung des Samens. Ein alkoholischer Auszug der Samen fluoresciert stark und wird mit etwas Salzsäure erhitzt erst gelb, dann grün. Die Färbung steigert sich

mit der Zeit bis zu tiefblaugrün. Die Lösung zeigt ein breites Absorptionsband im Gelb. Die Membranen der Endospermzellen werden durch Jod gelb, durch Jod-Schwefelsäure blau, sie quellen in allen Mineralsäuren stark.

Die Epidermiszellen des Endosperms erscheinen von der Fläche gesehen polyedrisch (Fig. 34). Die Palissadenepidermis läuft nicht ganz ringsum. Gegen die Anheftungsstelle des Anhängsels hin werden die Zellen quadratisch (*Ep*, Fig. 33) und dort, wo das Anhängsel ansitzt, fehlt sie ganz. Hier verläuft eine braune Trennungsschicht. Gegen den kleinen Embryo hin lockert sich das Gewebe und die Zellen werden dünnwandig. Sie bilden rings um den Embryo ein typisches Quellgewebe (*Qs*, Fig. 32).

Das gerade Embryo besteht aus zarten, plasma- und ölreichen Zellen (*Em*, Fig. 32). Seine Radicula ist gegen die Spitze des Samens gerichtet (Fig. 30).

Am besten erhalten ist die Schale um das basale Gebilde, das ich oben als Endospermanhängsel bezeichnete und das auch aus dem Embryosack hervorgeht. Hier bildet sie mehrere Schichten und ist verschieden gebaut, je nachdem man die schon äufserlich sichtbaren Längsstreifen bez. Rippen oder das zwischen diesen liegende Gewebe betrachtet. An den Rippen sind die Epidermiszellen gestreckt und dickwandig, zwischen denselben polyedrisch und dünnwandig, doch sind auch dort einzelne dieser polyedrischen Zellen verdickt. Die Samenschale führt über dem Anhängsel braune Farbstoffklumpen.

Das Anhängsel besteht aus rundlichen, oft getüpfelten, stark gelockerten Zellen (*Ah*, Fig. 33), die fettes Öl enthalten. An der Basis liegt oft eine Höhlung.

Eine Beimischung von Wachtelweizen zum Getreide ist leicht zu erkennen, eine Beimischung zum Mehl ebenfalls, am besten wohl, abgesehen von der mikroskopischen Diagnose, durch die Salzsäurereaktion eines alkoholischen Auszuges (s. oben).

Aufser Mutterkorn, Kornrade und Wachtelweizen sind noch die Samen hauptsächlich folgender Pflanzen im Getreide gefunden worden:

Lolium temulentum L., Avena fatua L., Bromus secalinus L., Setaria, Vicia, Ervum, Lathyrus, Medicago, Sinapis, Brassica, Raphanistrum, Camelina. Delphinium Consolida L., Papaver Rhoeas L., Polygonum Convolvulus L, Convolvulus arvensis L., Centaurea Cyanus L., Daucus Carota L., Rhinanthus hirsutus Lam., Saponaria, Sherardia arvensis L.

Tafel 46.

Erklärung der Abbildungen.

Claviceps purpurea Tulasne (Fig. 1—10).

Fig. 1. Sclerotium des Mutterkorns mit dem Sphacelia-Mützchen (×) in einem Roggenährchen.
„ 2. Längsschnitt durch die Spitze desselben mit dem Mützchen und den Fruchtknotenresten (*fk. t*).
„ 3. Sphacelia-Conidien des Mützchens (aus der Droge).
„ 4. Ausgetriebenes Sclerotium mit zahlreichen gestielten, die Perithecien enthaltenden Köpfchen.
„ 5. Köpfchen stärker vergröfsert.
„ 6. Köpfchen im Längsschnitt. Die flaschenförmigen Behälter des Randes sind die Perithecien (*Pth*).
„ 7. Längsschnitt durch das Gewebe des Sclerotiums.
„ 8. Querschnitt durch die Randschicht des Sclerotiums.
„ 9. Inhaltskörper (Oleoplasten) der Zellen des Sclerotiums.
„ 10. Hyphen aus der Randschicht des Sclerotiums (*x*, Fig. 8) in Längsansicht.

Brandpilzsporen (Fig. 11—13a).

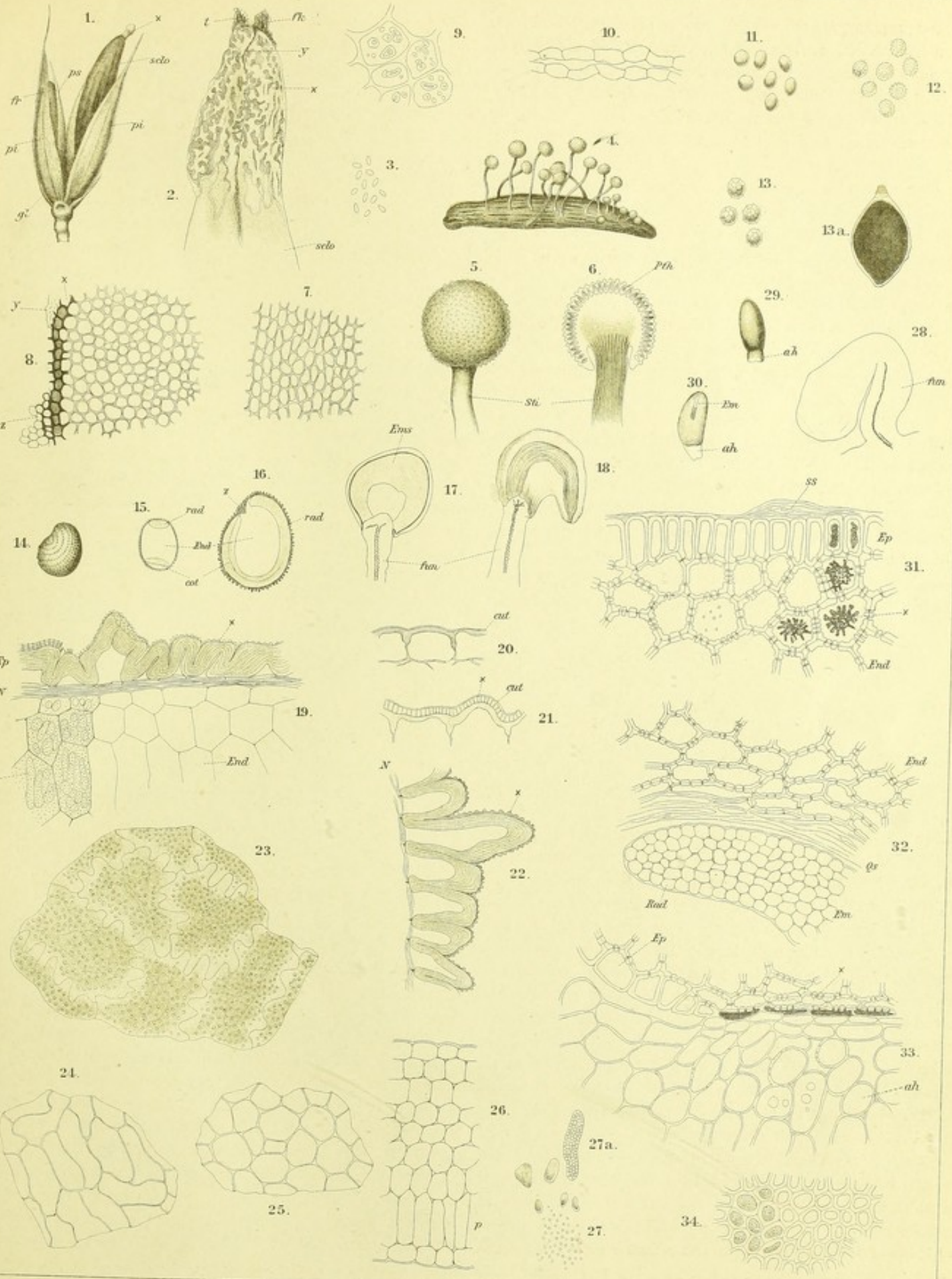
„ 11 Sporen von Ustilago Tritici.
„ 12. Sporen von Ustilago Maidis.
„ 13. Sporen von Tilletia Caries.
„ 13a. Ein Weizenkorn mit Tilletia-Sporen erfüllt, längsdurchschnitten.

Agrostemma Githago L. (Fig. 14—27a).

„ 14. Same von Agrostemma von aufsen.
„ 15. Desgl. Querschnitt.
„ 16. Desgl. Längsschnitt.
Fig. 17. Junge Samenanlage.
„ 18. Ovulum.
„ 19. Randschicht des reifen Samens.
„ 20. Junge Samenschalepidermis.
„ 21. Etwas älteres Stadium, die Stäbchenschicht ist differenziert.
„ 22 Radialer Längsschnitt durch die Samenschalepidermis des reifen Samens.
„ 23. Samenschalepidermis im Flächenschnitt von aufsen.
„ 24. Zellen der Nährschicht in der Flächenansicht.
„ 25. Zellen des Endosperms aus einem Flächenschnitt.
„ 26. Querschnitt durch einen Kotyledon.
„ 27. Stärkekörner des Endosperms.
„ 27a. Zusammengesetzte Stärkekörner des Endosperms.

Melampyrum arvense (Fig. 28—34).

„ 28. Ovulum.
„ 29. Same von aufsen.
„ 30. Same längsdurchschnitten
„ 31. Querschnitt durch die Randschicht des Samens. *ss* Samenschale.
„ 32. Längsschnitt durch die Radicula und das umgebende Gewebe des Endosperms.
„ 33. Längsschnitt durch die Stelle, wo das Endospermanhängsel dem Endosperm ansitzt.
„ 34. Epidermis des Endosperms von der Fläche gesehen.



Agrostemma. Melampyrum.

Pisum.

Erbse, Arbes, Arften, Pois, Pease.

Die Erbse, Pisum sativum L., wird in zahlreichen Abarten, Varietäten, Rassen und Formen angebaut. Zur Subspecies P. s. gullosum Risso (Zuckererbse) gehören die Varietäten: macrocarpum und saccharatum mit zahlreichen Formen, zur Subspecies P. s. pachylobum Dierb. (Kern- oder Pflückerbse) die Varietäten: speciosum, medullare, glaucospermum, humile und vulgare mit sehr zahlreichen Formen.

Die Farbe der mehr oder weniger kugeligen Samen variiert sehr, von gelblich bis rötlichweifs bis grün oder dunkel, ebenso wechselt die Gröfse und demgemäfs das Gewicht. Letzteres variiert per 200 Stück zwischen 23 und 107 g.

Die Frucht der Erbse ist eine Hülse. Sie entsteht aus einem Karpell. An der Verwachsungsnaht der Karpellränder (×, Fig. 22) sitzen die Ovula in einfacher Reihe. Dieselben sind hemitrop-amphitrop (Fig. 5). Der Embryosack (*Ems*) ist gekrümmt. Das Ovulum besitzt nur ein dickes Integument, welches auf der der Raphe abgekehrten Seite 6—12 Zellreihen besitzt; auf der Rapheseite ist es erheblich dicker und entsendet einen Zapfen (*y*) nach oben, um den sich der Embryosack herumkrümmt (Fig. 5). An der Mikropyle (*Mp*) ist das Integument angeschwollen. Das Raphebündel (*Ra*) setzt sich in das Funicularbündel und dieses in das Bündel der Placenta fort. Das Raphebündel (Fig. 5, *Ra*) reicht bis zu der der Anheftungsstelle gegenüber liegenden Partie des Ovulums oder noch darüber hinaus (Fig. 4).

Schon frühzeitig streckt sich der Funiculus, so dafs schon der halbreife Same an einem ziemlich langen, an der Spitze keulenförmig angeschwollenen Samenstrange sitzt. Dieser Funiculus besteht aus einem sehr lückigen, dünnwandigen Parenchym, das reichlich kleine Stärkekörnchen enthält. Das Funicularbündel liegt stark excentrisch (Fig. 4, ×).

Das Integument wächst bei weiterer Entwicklung zunächst hauptsächlich in tangentialer Richtung, und findet bald nach der Befruchtung fast in allen Zellen lebhafte Teilung — Bildung von Radialwänden — statt. Späterhin entstehen auch Tangentialwände und die Zellen vergröfsern sich, so dafs die junge Samenschale alsdann etwa 20 Zellschichten dick wird. Die Epidermis des Integumentes differenziert sich frühzeitig. Die anfangs im Querschnitt quadratischen Zellen strecken sich in radialer Richtung palissadenartig, besonders stark bei ×, Fig. 5. Späterhin entstehen aus der subepidermalen Zellschicht eigentümliche, im Querschnitt der Samenschale I-förmig erscheinende Zellen (*tz*, Fig. 14). In diesem Stadium der Entwicklung enthält das auf diese I-Zellenschicht folgende Parenchym reichlich feinkörnige Stärke. Dieselbe wird jedoch bald wieder verbraucht, und zwar hauptsächlich zur Verdickung der Wände der Palissadenepidermis. Die Schicht 5 (Fig. 14) figuriert also als „Nährschicht“ (Angew. Anatomie S. 459), als ein transitorisches Speichergewebe. Je weiter nämlich die Verdickung der Wände der Palissadenepidermis fortschreitet, um so mehr wird das Parenchym der inneren Samenschale entleert (Fig. 14). Schliefslich wird die ganze Schicht zusammengedrückt. Beim trockenreifen Samen ist Schicht 5 vollständig obliteriert (Fig. 11,5. *N*). Diese Obliteration, die in den innersten Schichten beginnt und dort auch bisweilen von einer schleimigen Degeneration begleitet wird, erfolgt in zwei Phasen. Die erste Phase schliefst mit der Grünreife des Samens. In dieser ist die Obliteration Folge des Heranwachsens des Samenkernes: der Samenkern prefst sich an die Schale an. Die zweite Phase schliefst mit vollendeter Trockenreife. In dieser wird durch das Schrumpfen der Schale diese passiv gegen den Samenkern gedrückt. Fig. 14 zeigt die Samenschale eines unreifen Samens mit entleerter, aber noch nicht obliterierter Nährschicht (vor erlangter Grünreife), Fig. 11 die Samenschale eines trockenreifen Samens mit entleerter und obliterierter Nährschicht. Nur in den äufseren Schichten der Nährschicht erfolgt eine nachträgliche Membranverdickung, die mittleren und inneren bleiben dünnwandig. Von der Fläche betrachtet erscheint das Gewebe der Nährschicht stark lückig (Fig. 12,5), wie ein Schwammparenchym. In der Nährschicht, die übrigens mit der Quellung des Samens gelegentlich der Keimung nichts zu thun hat, verläuft auch das Raphebündel (*Ra*, Fig. 4, 6a, 7, 20 u. 21), welches ziemlich viele Spiralgefäfse führt, um $^2/_3$ des Samenumfanges herum (Fig. 7). Die Nährschicht bildet auch die charakteristische Tasche (*ta*, Fig. 6 a), in welcher die Radicula steckt (Fig. 6a u. 9). Diese Tasche kommt dadurch zu stande, dafs der schon bei dem Ovulum sichtbare Zapfen (*y*, Fig. 5) erhalten bleibt und sich zwischen den nach der Mikropyle gerichteten vorderen Teil des Embryosackes (*z*, Fig. 5), in dem die Radicula sich bildet, und den hinteren, in dem die Kotyledonen entstehen, einschiebt.

In dem mit *ta* (Fig. 9) bezeichneten Teile dieser Tasche obliterieren die Zellen der Nährschicht für gewöhnlich nicht oder doch nur in der inneren Partie.

Die der Nährschicht aufsen aufgelagerte einreihige Zellschicht wird von den I-Zellen (Träger-, Sanduhr-, Säulen-, Spulen-Zellen) gebildet, die sehr frühzeitig ihre definitive Ausbildung erhalten und deren eigenartige Form darauf deutet, dafs sie auf radialen Druck konstruiert sind (Fig. 11, 14, *tz*, 4). (Zu tragen haben sie nichts.) Sie sind auf der Aufsen- und Innenseite verbreitert und in der Mitte eingeschnürt. Diese Form bedingt es, dafs sie mehr oder weniger grofse Intercellularen zwischen sich lassen. Ihre Form ist bald eine regelmäfsige, bald zeigen sie Unregelmäfsigkeiten. Von der Fläche betrachtet, bieten sie das in Fig. 12, 4 dargestellte Bild: Die äquatoriale Einschnürung erscheint wie eine kleinere in der gröfseren eingeschlossene Zelle. Die Innen- und Aufsenwände zeigen bisweilen eine zarte Tüpfelung (×, Fig. 14).

Die äufsere Schicht der Samenschale wird von einer eigenartigen Epidermis palissadenartig gestreckter Zellen gebildet. Diese Palissadenschicht (Malpighi'sche Schicht, Prismenschicht, Carapace, Sclereidenschicht, Hartschicht, Fig. 11 u. 14, *p*) besteht aus stark radialgestreckten Sclereiden, die einen rundlichen Querschnitt besitzen (Fig. 12, 1 u. 3). Die ganze Schicht ist aufsen von einer Kuticula bedeckt (*cut*, Fig. 11). Die Wand der Palissadensclereiden ist bis gegen die Basis hin ziemlich stark verdickt und besteht aus 5—11 nebeneinander laufenden, in sehr steiler, linksschiefer Spirale gedrehten Längsleisten. Betrachtet man daher die Samenschalenepidermis von aufsen, auf einem Flächenschnitt, so erhält man bei Einstellung auf die Mitte der Zellen das in Fig. 12, 2 dargestellte Bild, welches bei wechselnder Einstellung infolge des Umstandes, dafs die Leisten nicht genau vertikal stehen, sondern schwach linksschief gekrümmt sind, etwas wechselt, bei niederer Einstellung nach rechts, bei höherer nach links verschoben wird. Stellt man die Oberfläche ein, so sieht man die Zellgrenzen (Fig. 12, 1), stellt man dagegen auf die Basis ein oder betrachtet die Palissadenepidermis von der Innenfläche, so erhält man das in Fig. 12, 3 dargestellte Bild. An der Basis erweitert sich nämlich das Lumen (Fig. 11, 3), nachdem unmittelbar bevor diese Erweiterung eintritt, eine starke Verengerung erfolgt ist. Das Lichtbrechungsvermögen der Membran der Palissaden ist nicht in der ganzen Kontinuität der Zelle das gleiche, vielmehr sieht man unmittelbar unter der Kuticula eine bedeutend hellere Zone, die das Licht also stärker durchläfst. Diese sog. „Lichtlinie" (*Ll* in Fig. 11), besser wohl „Lichtzone", die übrigens bisweilen auch etwas weiter nach innen zu liegt, grenzt unmittelbar und zwar ziemlich unvermittelt an eine erheblich dunklere Partie, die ebenfalls nicht selten als Querzone erscheint, deren innere Grenze sich aber lange nicht so scharf abhebt, wie die innere Grenze der „Lichtlinie". Diese optische Erscheinung scheint auf Verschiedenheiten in der inneren Struktur zu beruhen, denn es lassen sich in den einzelnen Zonen keine Verschiedenheiten im Wassergehalte nachweisen. Immerhin scheint die Lichtlinie auch mit einer Verschiedenheit im Chemismus der Membran zusammenzuhängen. Läfst man nämlich zu einem Querschnitte Chlorzinkjod zufliefsen, so färben sich zunächst nur die inneren Partien der Palissaden bis etwa zur Hälfte zinnoberrot, die Partie, wo die Lichtlinie liegt, bleibt zunächst ungefärbt. Und auch später noch, wenn die letztere sich gebläut hat, zeigt die innere Hälfte einen mehr violetten Farbenton. Ebenso bleibt die Partie der Lichtlinie nach Zusatz von Jod und Jod-Schwefelsäure zunächst fast ganz ungefärbt. Eine Lichtlinie findet sich bei den Palissadensclereiden sehr vieler Leguminosen.

An der Stelle, wo der an der Anheftungsstelle keulig verbreiterte Funiculus mit der Samenschale verwachsen ist und zwar unmittelbar neben der Eintrittsstelle des Funicular- bez. Raphebündels in die Samenschale (Fig. 4 u. 6, ×), zwischen dieser Stelle und der Spitze der Radicula erfährt die Palissadenepidermis und das darunter liegende Gewebe eine andere Ausbildung. Man findet nämlich hier die Palissadenschicht zweischichtig (Fig. 16 u. 20, *p*, u. $p_{,,}$). An einer ca. 3 mm langen Strecke ist der inneren oder Hauptpalissadenreihe eine zweite Nebenpalissadenreihe aufgelagert (die äufsere Palissadenschicht *p*, geht aus dem Funiculargewebe hervor). Alsdann weichen in der Mediane die beiden Schichten spaltartig auseinander (*x*, Fig. 16), so dafs hier auf der Strecke von ca. 3 mm ein schmaler Längsspalt entsteht (Fig. 1, *nsp*), und endlich bildet sich unterhalb dieses Spaltes durch nachträgliche Veränderung des Gewebes der Nährschicht ein sehr eigenartiges Gewebe spiralig verdickter oder getüpfelter Tracheiden aus (*Tri*, Fig. 16 u. 20). Diese Tracheiden sind kurz und radial gestreckt (Fig. 16, 17 u. 20), ihr Querschnitt, den man natürlich auf Flächenschnitten durch die betreffende Samenschalenpartie sieht, erscheint etwas gestreckt (Fig. 18). Mit dem Raphebündel hat diese Tracheideninsel nichts zu thun. Das Raphebündel tritt vielmehr ganz unabhängig von demselben erst in einiger Entfernung davon in die Samenschale ein (*Ra*, Fig. 20). An der Stelle seines Eintrittes, der sich auch äufserlich am Samen als ein kleiner dunkler Höcker markiert, hängt noch bisweilen ein kleiner Rest des Funiculus dem Samen an (*fun*, Fig. 20). Die oben erwähnte Spalte ist am Samen, besonders dem eingequollenen, auch äufserlich deutlich sichtbar (*z*, Fig. 1), da sie ein gestrecktes Oval in der Mitte halbiert. In diesem Oval ist die Palissadenschicht doppelt. Auf der der Eintrittsstelle des Raphebündels (*y*, Fig. 1) entgegengesetzten Seite der Spalte resp. des Ovals erblickt man ein kleines elliptisches Loch, welches schon am Samen äufserlich sichtbar ist (×, Fig. 1), aber ganz besonders auf Flächenschnitten durch die betreffende Partie klar hervortritt. Es liegt in der direkten Fortsetzung der Spalte und entsteht dadurch, dafs die Palissadenepidermis hier ziemlich weit auseinanderweicht und unter der Öffnung eine Höhlung entsteht. Diese Höhlung (*Lü*, Fig. 16a) reicht ein Stück weit in die Nährschicht hinein. Diese Öffnung (×, Fig. 1, 7 u. 9) als Chalaza anzusprechen liegt kein Grund vor, denn das Raphebündel, welches einen grofsen Teil des Samens umzieht (*Ra*, Fig. 7), reicht niemals bis hierher (Fig. 7). Eine Chalaza ist bei der Erbse überhaupt nie deutlich entwickelt. Das Tracheidengewebe unter dem

Spalt kann man noch weniger als Raphe betrachten, denn es steht ja, wie oben gezeigt, in gar keiner Beziehung zum Funicular- bez. Raphebündel (Fig. 20). Dagegen muss man den kleinen Höcker-, der den Eintritt des Raphebündels markiert (*y*, Fig. 1 u. 7), als Hilum (Nabel) oder richtiger vielleicht noch als Nabelgrund (Omphalodium) bezeichnen.

Als was sind nun der Spalt und das Loch zu betrachten? Es sind Bildungen sui generis. Ich nenne die Spalte „Nabelspalte", da sie am Hilum entsteht. Das Tracheidengewebe unter der Spalte, das ganz an das Gewebe der Luftwurzeln der Orchideen erinnert, deutet auf eine Beziehung zur Wasseraufnahme. Stellt man vergleichende Quellungsversuche mit gewöhnlichen Samen und solchen an, deren Nabelspalte durch einen Lacküberzug verschlossen ist, so zeigt es sich, dafs letztere etwas langsamer quellen und keimen als die normalen Samen. Wenn man den Begriff Hilum so weit fassen will, dafs unter ihm die ganze Stelle des Samens, an der sich derselbe vom Funiculus ablöste, verstanden wird, so wäre die Nabelspalte als ein Teil des Hilums zu betrachten. Fafst man die Lage der Nabelspalte und der oben erwähnten Öffnung näher ins Auge, so sieht man, dafs erstere ihr Tracheidengewebe in der Nährschicht eingebettet zeigt und letztere ebenfalls zur Nährschicht führt, diese aber sich direkt in das Gewebe der Radiculartasche (*ta*, Fig. 9) fortsetzt, die ja, wie oben gezeigt, ebenfalls von der Nährschicht gebildet wird. Daraus scheint hervorzugehen, dass Nabelspalte und Öffnung den Zweck haben, beim Beginn der Keimung in den allerersten Stadien derselben in erster Linie der Radicula rasch Wasser zuzuführen. In der That ist denn auch bei der Erbse die erste Äufserung der Keimungsthätigkeit ein Hervorbrechen der Radicula. Erst wenn diese eine gewisse Länge erreicht und den Samen im Boden befestigt hat, tritt auch die Plumula heraus (Fig. 10). Übrigens sei noch erwähnt, dafs die I-Zellenschicht an der Nabelspalte fehlt (Fig. 16) und auch rings um die Nabelöffnung nicht ausgebildet wird (Fig. 16a). Auch am Hilum im engeren Sinne fehlt sie (Fig. 20). Der Grund, warum unter der Nabelspalte ein derbes Tracheidengewebe und nicht Parenchym liegt, ist wohl darin zu suchen, dafs ersteres ebenso gut, wenn nicht besser wasserleitend ist und dabei eindringenden Pilzen einen viel kräftigeren Widerstand entgegensetzt. Ich habe Pilzhyphen oft in der Spalte gefunden, nie in der Tracheideninsel. Die Öffnung (×, Fig. 1, 7, 9 und Fig. 16a) scheint der Mikropyle zu entsprechen, wäre also als Mundnarbe (Cicatricula) zu bezeichnen. Nicht unerwähnt darf jedoch bleiben, dafs die Samen die Hauptmenge des Wassers durch die übrige Samenschale und nicht durch Nabelspalte und Micropylaröffnung aufnehmen und auch nach Verschlufs dieser Öffnungen keimen. Einen wesentlichen Einflufs auf die Wasseraufnahme besitzen die beiden Öffnungen also nicht.

Das Raphebündel tritt, wie bereits erwähnt, neben der Nabelspalte in die Samenschale ein (Fig. 20) und läuft alsdann in der Nährschicht, dem inneren Rande derselben genähert, um dreiviertel des Samens herum (Fig. 4, 7 u. 6), bis gegen die Anheftungsstelle der Radicula, von der das meist pinselartig auseinander gezogene Bündelende (*Ra*, Fig. 1) etwa 4 mm entfernt ist. Auf Querschnitten tritt das Raphebündel als ziemlich breites Band deutlich hervor (*Ra*, Fig. 21). Noch deutlicher aber läfst es sich verfolgen, wenn man die Samenschale ablöst und mit Chloral aufhellt. Am trocknen Samen ist es deshalb nicht deutlich, weil es gerade an der Berührungsstelle der beiden Kotyledonen liegt.

Der Samenkern besteht fast nur aus den beiden dickfleischigen Kotyledonen (*cot*, Fig. 2 u. 3), der Radicula (*rad*, Fig. 1, 2, 3 u. 9) und Plumula (*pl*, Fig. 2 u. 9).

Die Zellen der äufsersten Reihe des Kotyledonargewebes sind im Querschnitte meist quadratisch (Fig. 11, 6), in der Flächenansicht gestreckt und oft zu Gruppen vereinigt (Fig. 13, 6). Die Aufsenwand der Zellen ist oft verdickt. Sie enthalten reichlich Plasma.

Die Kotyledonen sind dick und fleischig beim frischen oder eingequollenen Samen, hornartig hart beim trockenen. Die Membranen der Zellen sind ziemlich dünnwandig (Fig. 11 u. 19a) und getüpfelt. Die zarten Tüpfel (*Tü*, Fig. 11 u. 19a) sieht man auf dem Querschnitte undeutlich, besser auf der Flächenansicht. Die Ecken sind kaum kollenchymatisch verdickt, beim unreifen Samen stärker sichtbar als beim reifen und in den äufseren Schichten deutlicher als in den inneren; immer liegen dort Intercellularen, die in den äufseren Zellschichten kleiner sind als in den inneren (Fig. 11 u. 19a), wo sie oft erhebliche Dimensionen erreichen und rhombisch werden, sich aber schmal spaltenförmig meist nicht auf die übrige Wand fortsetzen, so dafs zwischen den Zellen an den breiten Membranflächen, mit denen die Zellen aneinander grenzen, keine schmalen luftführenden Intercellularspalten zu liegen pflegen, wie dies bei der Bohne häufig der Fall ist, welche auch dickere und derber getüpfelte Wände besitzt. Die Dicke der Wand beträgt bei der Erbse ca. 4, bei der Bohne bis 8 mik. Wohl aber erreichen die Intercellularen bei der Erbse oft eine sehr erhebliche Gröfse und auch ihre Zahl ist meist sehr grofs. Durchzogen wird das Gewebe von derben Prokambiumsträngen, die auf dem Querschnitt eine sich an die Ecken anlegende gekrümmte Linie bilden (Fig. 3, *proc*).

Der Inhalt der Kotyledonarzellen besteht aus Stärke, Aleuron und Ölplasma. Die äufseren Zellschichten sind reicher an Eiweifssubstanzen und ärmer an Stärke. Die Stärkekörner (Fig. 19 u. 19a) sind im Typus rundlich und oftmals mit zahlreichen wulstigen Austreibungen versehen. Die Schichtung ist entweder gar nicht oder in allen Zonen deutlich zu sehen. Der Spalt fehlt oder erscheint, wenn vorhanden, nicht schwarz (luftführend) oder ist nur schwach entwickelt, nie bizarr verzweigt. Querspalten sind nicht selten, Radialrisse, die Schichten von aufsen durchsetzend, häufig. Als Nebenform kommen Körner mit Längsspalt und mehr gestreckte, auch ganz kleine rundliche Formen vor. Die Form der Stärkekörner ist durchaus charakteristisch und erlaubt es Erbsen- und Bohnenmehl auf das Bestimmteste zu unterscheiden, wie mich hunderte von Beobachtungen lehrten. Der Längsdurchmesser beträgt im Mittel von sehr zahlreichen Messungen bei den gröfseren 30,

40, ja 46 mik, selten bis 55 (oder gar 65) mik, der Querdurchmesser 20—35 mik. Der Längsdurchmesser der gröfsten Körner ist gröfser als der gröfsten der Bohne. Bei der Keimung erfolgt die Auflösung der Stärke entweder durch unregelmäfsiges Abschmelzen von aufsen (der gewöhnliche Fall) oder durch Spalt- und Höhlenbildung im Innern (Taf. 48, Fig. 11).

Die Aleuronkörner sind in ein sich gleichmäfsig mit Osmiumsäure bräunendes Ölplasma eingebettet (Fig. 19 a). Sie sind von sehr verschiedener Gestalt, bald rundlich, bald länglich und etwa 2—3,5 mik grofs. Da sie durch Wasser verändert werden, kann man ihre Form nur an Präparaten studieren, die entweder in Öl oder in Osmiumsäure liegen.

Neben Aleuron, Ölplasma und Stärke enthalten die Zellen auch noch sehr kleine lappige Chromatophoren. Im unreifen Samen sind dieselben grün und enthalten Chlorophyll. Beim Reifungsprozefs werden dieselben allmählich gelb, doch bleiben sie grün bei allen grünen Erbsensorten.

Die schon äufserlich sichtbare Radicula ist kegelförmig (Fig. 1, 2 u. 9), im Querschnitt oval und besteht aus einem zarten Parenchym. Sie führt einen ziemlich im Centrum gelegenen Kranz kleiner Prokambiumstränge (Fig. 15, *proc*), die beim Keimen zu Bündeln werden. Der Inhalt der Zellen besteht aus zahlreichen, sehr kleinen Aleuronkörnern, die in ein Ölplasma eingebettet sind; daneben findet sich ein Zellkern (Fig. 15, *Ke*) und da und dort, besonders in den oberen Teilen, feine transitorische Stärke, die sich beim Keimen rasch vermehrt.

Die Plumula liegt im Innern des Samens versteckt, wird aber sofort sichtbar, sobald man den Samen längs durchschneidet, halbiert (Fig. 2). An ihr sind an der Spitze des kurzen Stengelteiles der Vegetationspunkt (*vgt*, Fig. 8 u. 9) und diesen umgebend eine ziemliche Zahl spiralig angeordneter junger Blattanlagen sichtbar (*bl*, Fig. 8 u. 9). Der Inhalt der Zellen ist der gleiche wie bei der Radicula.

Beim Keimen, welches stets hypogä erfolgt (Fig. 10), streckt sich der Stengelteil stark (Fig. 10).

Erbsenmehl.

Erbsenstärke wird fabrikmäfsig nicht dargestellt, wohl aber Erbsenmehl durch Vermahlen der von den Schalen befreiten Samen. In der That findet man in dem Erbsenmehl des Handels (z. B. in Knorr's Erbsenmehl) so gut wie keine Reste der Samenschale, wohl aber reichlich Membranfetzen der Kotyledonen, sowohl der äufseren als der inneren Schichten neben Aleuron und Stärke, die die Hauptmasse bilden.

Leguminosenmehl bez. Leguminosenstärke (namentlich von Erbse und Bohne) sind auch enthalten in der Revalenta, Warton's Ervalenta, Revalenta arabica, Revalescière du Bary, Nevill's patent flour of Lentill's, Habrosyne, Buttler & M'Collochs prepared Lentil-powder, Gardiner's Alimentary preparation, Perolle's Grains de beauté. Die Stärke ist in diesen bald intakt erhalten, bald verkleistert, letzteres z. B. in Liebe's Leguminose in löslicher Form und Gehe's trockenem Leguminosenextrakt, nicht in Knorr's „gekochtem" Erbsenmehl.

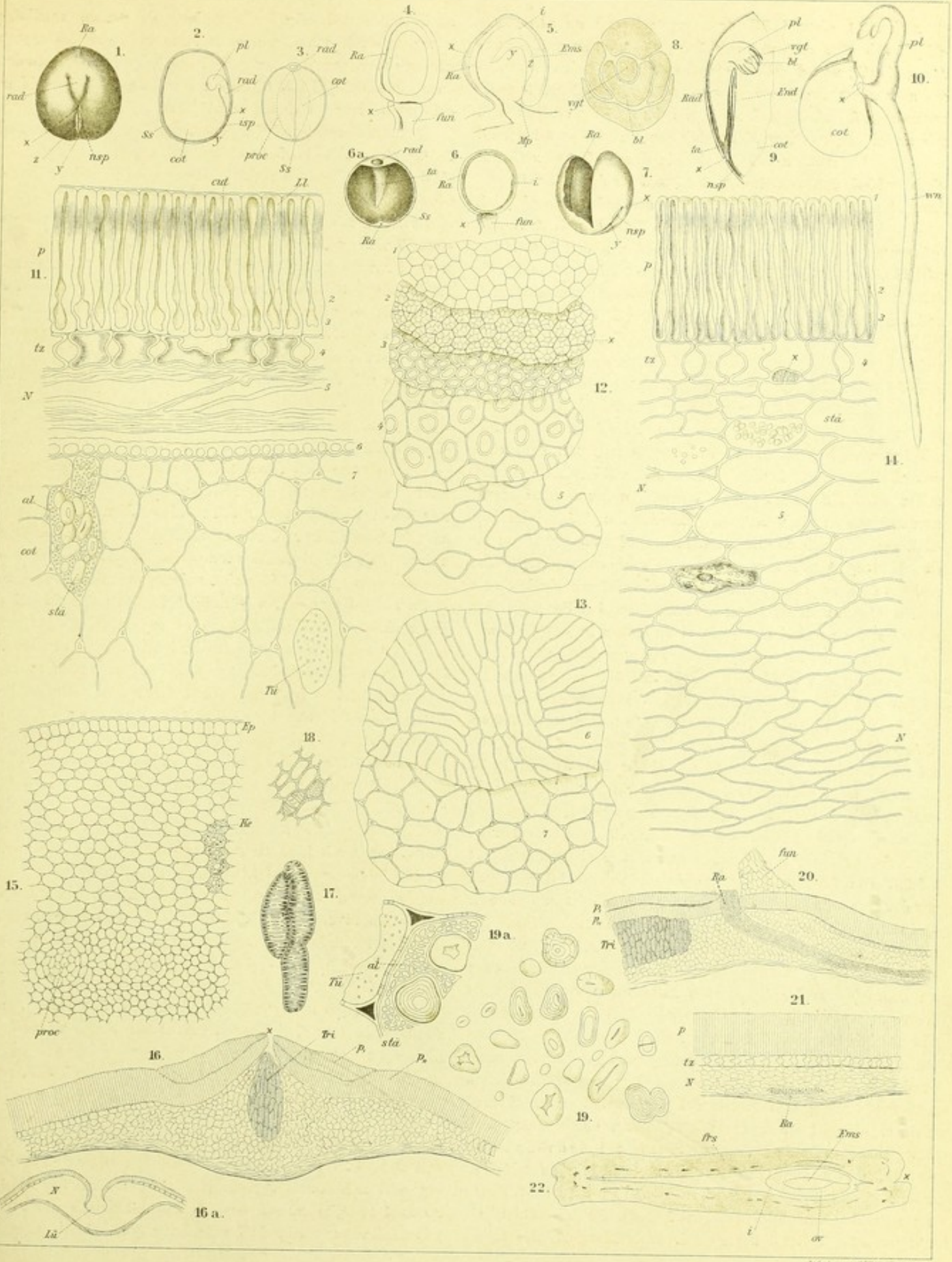
Erbse und Bohne kann leicht an der Stärke unterschieden werden: Wulstige Formen fehlen der Bohne stets so gut wie ganz.

Tafel 47.

Erklärung der Abbildungen.

Pisum sativum L.

Fig. 1. Samen von aufsen betrachtet. *nsp* Nabelspalte, × Mikropylaröffnung, *y* Hilum.
„ 2. Same, längs durchschnitten.
„ 3. Same, quer durchschnitten.
„ 4. Ganz junger Same, längs durchschnitten.
„ 5. Ovulum, längs durchschnitten.
„ 6. Etwas älterer Same als in Fig. 4 dargestellt. Die Abrundung des anfangs oval-gestreckten Samens ist bereits erfolgt.
„ 6a. Samenschale des grünreifen Samens abgezogen und quer durchschnitten, so dafs die eine Hälfte sichtbar ist. *ta* Tasche der Radicula.
„ 7. Samenschale des trockenreifen Samens abgezogen. *Ra*, Raphe. Bezeichnungen wie in Fig. 1.
„ 8. Plumula, quer durchschnitten.
„ 9. Längsschnitt durch den Keimling.
„ 10. Gekeimter Same; der eine Kotyledon ist bei × abgeschnitten.
„ 11. Querschnitt durch die Randschicht des trockenreifen Samens. *p* Palissadenepidermis, *tz* I-Zellen. Die Nährschicht (*N*) ist obliteriert.
Fig. 12. Succedane Flächenschnitte durch die Schichten der Samenschale. Die kleinen Zahlen in Fig. 11, 12, 13 u. 14 bezeichnen die korrespondierenden Gewebe.
„ 13. Flächenschnitte durch die Kotyledonen.
„ 14. Querschnitt durch die Samenschale vor der Grünreife. Die Nährschicht (*N*) ist noch nicht zusammengefallen.
„ 15. Querschnitt durch die Radicula, Segment.
„ 16. Querschnitt durch die Nabelspalte (×) mit der Insel trachealer Zellen (*Tri*).
„ 16a. Querschnitt durch die Micropylaröffnung (×, Fig. 1 u. 7).
„ 17. Einzelne Zellen der Tracheidengruppe (*Tri*, Fig. 16) in der Längsansicht.
„ 18. Dieselben im Querschnitt (aus einem tangentialen Längsschnitt durch die Samenschale).
„ 19. Stärkekörner aus den Kotyledonen.
„ 19a. Randpartie aus einer Kotyledonarzelle. *al* Aleuron, in Ölplasma eingebettet.
„ 20. Längsschnitt durch die Nabelspalte, das Hilum und die Raphe in der Richtung *Ra—y* (Fig. 1).
„ 21. Querschnitt durch die Samenschale mit dem Raphebündel.
„ 22. Querschnitt durch den Fruchtknoten (mit einem Ovulum).



Lith. Anst. v. C. Kirst, Leipzig.

Phaseolus.

Bohne, Beans.

Die echte Bohne gehört zur Gattung Phaseolus L., von der namentlich die zwei Arten Phaseolus vulgaris Metzger (Koch, L.) und Phaseolus multiflorus Willd. (Ph. coccineus Lam.) gebaut werden. Die meisten Varietäten besitzt Ph. vulgaris (die gemeine Garten-, Schneide-, Stangen-, Zucker-, Vits-, Schmink-, Brech-, Busch-, Kriech-, Stock- oder Zwergbohne), von der über 120 gebaut werden. Man unterscheidet von ihr die Rassengruppen: Ph. vulgaris Savi, Ph. compressus Savi, Ph. gonospermus Savi, Ph. carinatus Martens, Ph. oblongus Savi und Ph. ellipticus Martens. Phaseolus multiflorus (die Feuer-, Pracht-, Strahl-, Kapuziner-, Türken- oder arabische Bohne) wird nur in etwa fünf Varietäten gebaut. Geringere Bedeutung besitzen: Phaseolus lunatus L., Ph. inamoenus L., Ph. Mungo L., Ph. Max L., Ph. Roxburghii Wight el Arnott und Ph. aconitifolius L. fil. Auch zu den echten Bohnen gehören die Gattung Soja Mönch, die Sojabohne, Dolichos L., die Langbohne, und Lablab Adans., die Lablabbohne. Alle diese gehören zur Abteilung der Phaseoleae.

Auch die Abteilung der Vicieae liefert einige Pflanzen, die als „Bohne“ im gewöhnlichen Leben bezeichnet werden. So die Gattung Faba Tournef., von der Faba vulgaris Mönch (Vicia Faba L.), die Pferde-, Sau-, Futter-, Puff- oder Ackerbohne in einigen Varietäten gebaut wird.

Der Beschreibung sei Phaseolus multiflorus zu Grunde gelegt.

Die Samen von Phaseolus multiflorus sind sehr grofs und dick, meist deutlich nierenförmig, auf dem Rücken flach gewölbt, an den Enden stumpf abgerundet, an den Seiten zusammengedrückt, die Nabelspalte und ihr Hof sind ziemlich grofs (*nsp*, Fig. 1), 5—6 mm lang, lineal-länglich, die Spalte von einem hellen, schwammigen Gewebe bedeckt, die Mikropylaröffnung (×, Fig. 1) ist deutlich. Am Hilum resp. dem Omphalodium (Nabelgrund) dort wo das Funicularbündel in die Samenschwiele eindringt, sind zwei kleine Höcker (Zwillingshöcker, Fig. 1, *spt*) sichtbar, die man als Spermotylium (Samenschwiele) oder, da sie die Chalaza nicht bedeckt, besser als Strophiolum (Raphewucherung) bezeichnen kann, obwohl sie, wie wir alsbald sehen werden, mit dem Raphebündel nichts zu thun hat. Die Raphe beginnt bei den Zwillingshöckern. Die Spitze der Radicula steckt in einer kurzen Tasche an der Innenseite der Testa.

Die Samen gehen aus hemitropen Ovulis (Fig. 13) hervor. Dieselben haben ein dickes äufseres Integument (Fig. 13, *ia*; Fig. 12, 1—5) und ein aus einer einzigen niedrigen Zellschicht bestehendes inneres, dem eine Schicht hoher Zellen innen aufgelagert ist, die sich ziemlich kräftig gegen die vorhergehende Zellreihe abgrenzt und die ich für die Randschicht des Nucellus halte. Die Entwicklung der Eihüllen zur Samenschale geht in der Weise vor sich, dafs zunächst die Epidermis des äufseren Integumentes (Fig. 12, 1) sich streckt und Radialteilungen erfährt: zur Palissadenschicht (Fig. 7, *p*) wird, die unter der Epidermis liegende Zellreihe (Fig. 12, 2) klein bleibt und zur I-Zellenschicht wird (Fig. 7, 2) und aus den Schichten 3—5 des äufseren Integumentes (Fig. 12) durch fortgesetzte Teilungen, besonders in den inneren Partien, ein dreischichtiges, reichdurchlüftetes Gewebe entsteht (Fig. 7, 3—5). Das einschichtige innere Integument (Fig. 12, 6) obliteriert zu einer braunen Haut (Fig. 7, 6) und auch der Nucellarrest (das Perisperm) obliteriert bez. verschleimt oft, doch keineswegs immer. Vielmehr kann man ihn noch häufig als eine einreihige Schicht gröfserer Zellen an der inneren Grenze der Samenschale wahrnehmen (Fig. 7, 7). Auch auf Flächenschnitten ist er bisweilen noch zu sehen (Fig. 8, 7), für gewöhnlich freilich findet man hier nur ein wirres Geflecht von zarten Fäden: die Zellen sind obliteriert. In der Tasche jedoch, in welcher die Spitze der Radicula beim reifen Samen steckt, ist aus dem Nucellarreste ein mehrschichtiges Gewebe verschleimter Zellen geworden, welches die Tasche auskleidet. Die Zellen sind hier oft gestreckt, fädig und dickwandig. Die ganze, oft vielreihige Schicht, die bisweilen eine ziemliche Mächtigkeit erlangt, setzt sich unmittelbar an die „braune Haut“, das frühere innere Integument an. Diese letztere Zellschicht scheint niemals gut erhalten zu bleiben. Die innerste der drei Parenchymschichten der Samenschale besteht aus kleinzelligem Sternparenchym (Fig. 7 u. 8, 5), die mittlere, in der das Raphebündel verläuft, aus stark tangential gestreckten und obliterierten Zellen — es ist die Nährschicht — (Fig. 7, 4), die äufsere aus grofszelligem Sternparenchym (Fig. 7 u. 8, 3), dessen Zellen oft verdickt sind und da und dort gelbe oder braune Gerbstoffklumpen führen (Fig. 7, ×). Dann folgt nach aufsen die I-Zellenschicht (Fig. 7, 2, *tz*). Die Zellen dieser Schicht sind 18,5—22,5 mik hoch und besitzen aufsen und innen relativ dünne Wände. Die Seitenwände sind jedoch in der Mitte stark verdickt, so dafs hier das Lumen spaltenförmig wird (Fig. 7, 2). In dem Lumen findet man meist ein oder zwei Oxalatkristalle, doch können dieselben auch fehlen. Auch die an die I-Zellenschicht angrenzende Partie des äufseren Sternparenchyms enthält bisweilen Kristalle. Intercellularen liegen zwischen den I-Zellen nicht. Die Palissadenschicht ist ein-

reihig und meist 70—90 mik hoch, doch erreichen die Palissaden an der Bauchseite des Samens gröfsere Höhen, 120 bis 130 mik. Ihre Breite beträgt 7,5—11,5 mik. Das Lumen ist spaltenförmig, nur gegen innen zu erweitert es sich erheblich (Fig. 8a u. 7, 1). Ihre Wand besteht aus einzelnen nebeneinander stehenden Leisten, so dafs sie von oben (aufsen) betrachtet das in Fig. 8, 1 dargestellte Bild geben. Die Wand ist dick, nur im innersten, erweiterten Teile der Zellen dünn (Fig. 8a). Sie ist entweder farblos, dann scheinen die braunen Gerbstoffklumpen der Schicht 3 durch und die Samenschale erscheint hellgelblich, oder sie ist gefärbt, und zwar gelb bis bräunlich — dann erscheint der Same mehr oder weniger bräunlich. An den Stellen, wo die Schale violette Flecke besitzt, enthält der Inhalt neben grofsen bräunlichen Chromatophoren (*chro*, Fig. 8a) einen violetten Farbstoff, der sich z. B. in Chloral mit roter Farbe löst. Die Lichtlinie (*Ll*, Fig. 7 u. 8a) liegt weit draufsen, nicht weit unter der Kuticula, bald derselben genähert, bald etwas von ihr entfernt, dann folgt ein dunkler Schatten und innen ist die Membran wieder heller. An der Mikropylaröffnung, die der Mikropyle entspricht, also als Mundnarbe (Cicatricula stomatis) zu bezeichnen wäre, weicht die Palissadenepidermis auseinander, in dem darunter liegenden Gewebe, dem äufseren Sternparenchym, bildet sich eine Höhlung ganz wie bei der Erbse (Taf. 47, Fig. 16a). Ich halte diese Öffnung für die Mundnarbe, weil ich bei Ervum (s. d.) noch die Mikropylarspalte an dieser Stelle sah. Der Bau der Nabelspalte (*nsp*, Fig. 1 u. 3) ist ganz ähnlich wie bei der Erbse (s. d.). Die Palissadenschicht ist hier doppelt (*p*, u. $p_{,,}$, Fig. 3), die äufsere Schicht geht aus dem Funiculargewebe hervor. Unter der Spalte liegt die reichgetüpfelte, innen und an den Seiten von einer Scheide dünnwandiger, stark gestreckter flacher Parenchymzellen umgebene Tracheideninsel (*Tri*, Fig. 3 u. 4), über der Spalte, und zwar so weit reichend als die Palissaden doppelt sind, liegt, aufsen als weisses Läppchen sichtbar, der Rest des Funiculus als Phoropodium (*fun*, Fig. 3 u. 4). Die äufseren Zellen sind obliteriert, die inneren, gegen die Nabelsspalte gerichteten, oft ziemlich erheblich verdickt und etwas radial gestreckt. An der Nabelspalte ist das äufsere Sternparenchym stark entwickelt und die Zellwände verdickt, das mittlere und innere Samenschalenparenchym stark reduziert. Unter der Doppelpalissadenschicht fehlt die I-Zellenreihe. Über der Nabelspalte aber, noch bedeckt vom Phoropodium, tritt das Raphebündel in die Samenschale ein (Fig. 4). Unmittelbar dahinter folgen dann die Zwillingshöcker (*spt*, Fig 1). Dieselben entstehen dadurch, dafs sich Schicht 3 buckelig vorwölbt und die Palissadenschicht mit emporgehoben wird (Fig. 5). In dem Thälchen zwischen den Zwillingshöckern weichen die Palissaden an einer Stelle auseinander und es entsteht hier ein Spalt (×, Fig. 5). Unterhalb desselben ist das Gewebe farblos und die Zellen sind gegen die Raphe (*Ra*, Fig. 5) hin stark gestreckt (*y*, Fig. 5). Auch das benachbarte Gewebe zeigt starke Radialstreckung seiner Zellen soweit die Zwillingshöcker reichen, und alle Zellen sind aufserordentlich stark verdickt. Die Zellen führen hier reichlich Gerbstoff, und oft sieht man im Lumen einen gelben bis braunen gestreiften Sack liegen, der ganz an die bekannten Bildungen bei Ceratonia Siliqua erinnert. Auch in der nächsten Umgebung des strahligen Höckergewebes finden sich reichlich Gerbstoffzellen. Ganz besonders aber ist das die Raphe umgebende Gewebe reich daran: es erscheint tief braun gefärbt. Auch an dieser Stelle ist die äufsere Sternparenchymschicht sehr stark entwickelt, die innere reduziert. In der Umgebung der Zwillingshöcker beträgt die Dicke der Samenschale ca. 1 mm, während sie sonst 0,5 mm kaum überschreitet. Etwas weiter nach oben markiert sich noch die Stelle, wo die Raphe liegt, durch eine äufsere Erhebung (×, Fig. 6), dann verschwindet auch diese und die Raphe ist äufserlich nicht mehr sichtbar. Sie tritt, da der Innenseite der Testa stark genähert, besonders beim trockenen Samen, auf der Innenfläche der Samenschale deutlich hervor. Sie führt Spiralgefäfse.

Der Samenkern besteht aus den grossen, dickfleischigen Kotyledonen (*cot*, Fig. 2), die besonders auf der Berührungsseite eine glänzende Oberfläche besitzen, im Querschnitt plankonvex sind und oben an der Stelle, wo die Radicula ansitzt, in einen breiten Lappen (*la*, Fig. 2, 14 u. 15) auslaufen, aus dem die Radicula herausragt. Die Radicula ist dick und fleischig. Ihre Spitze steckt in einer Tasche der Samenschale (s. o.). Die Plumula ist sehr grofs (*pl*, Fig. 15), mit deutlich ausgebildetem Stengel und ziemlich grofsen Blättern (*bl*, Fig. 15).

Die Kotyledonen sind von einer einreihigen Epidermis (Fig. 7, 8) bedeckt, deren Zellen aufsen stark verdickte Membranen besitzen und reich an Eiweifssubstanzen sind, deren Natur von der jener Eiweifskörper, die im übrigen Gewebe vorkommen, abweicht. Stärke fehlt ihnen. Von der Fläche gesehen (Fig. 8, 8), erscheinen sie an der Aufsenseite der Kotyledonen polyedrisch-isodiametrisch; an der glänzenden Innenseite, d. h. dort, wo sich die Kotyledonen berühren, sind sie mehr gestreckt und gleichen dort den entsprechenden Zellen der Erbse (s. d.). Auch hier sind sie oft zu Gruppen vereinigt. Das Gewebe der Kotyledonen ist sehr derbwandig (Unterschied von der Erbse), die Membranen der Zellen sind grob getüpfelt (Fig. 7, 9 u. 9). Die grofsen Tüpfel sind sowohl auf Querschnitten durch die Membran wie auf Flächenansichten (Fig. 9, *Tü*) gut zu sehen. In den äufseren Partien sind die Wandungen dünner als in den inneren. Grofse Intercellularen sind nicht eben häufig, kleinere, dreieckige häufig; an den Berührungsflächen der Zellen findet man oft sehr zarte, luftführende Spalten. Erfüllt sind die Zellen, von denen jede einen Zellkern führt, mit Ölplasma, Aleuronkörnern und Stärke (Fig. 7 u. 9), ganz analog wie bei der Erbse (s. d.).

Die Stärkekörner (Fig. 10) sind im Typus bohnenförmig, langgestreckt oder elliptisch. Meist ist ein starker, (weil luftführend) schwarz erscheinender, meist vielfach bizarr verzweigter Längsspalt, selten ein Querspalt vorhanden. Die Schichtung ist meist deutlich. Als Nebenform finden sich runde oder rundlich-eiförmige Körner mit Längsspalt, seltener dreieckige und kleine rundliche. Die Länge der grofsen Körner beträgt meist 20—40 mik, sie steigt aber bis 55 mik. Der

Querdurchmesser beträgt meist 8—30 mik und steigt bis 35 mik.

Durchzogen wird das Kotyledonargewebe von derben Prokambiumsträngen (*proc*, Fig. 9), die ähnlich wie bei der Erbse (s. d.) angeordnet sind, aber bisweilen auch schon vor Eintritt der Keimung Gefäfse führen.

Bei der Keimung, die hypogä erfolgt, werden die Stärkekörner ähnlich wie bei der Erbse aufgelöst (Fig. 11).

Die Samen von Phaseolus vulgaris gleichen im Bau im allgemeinen denen von Phaseolus multiflorus, doch besitzen die Zellen der I-Zellenschicht für gewöhnlich ein gröfseres rechteckiges, in der Mitte kaum eingeschnürtes Lumen und enthalten stets einen oder mehrere gröfsere Kristalle bezw. Zwillinge (bei Phaseolus multiflorus sind die Kristalle meist sehr klein). Auch sind die Schichten 3—5 oft stark (nährschichtartig) obliteriert, die Palissadenschicht pflegt niedriger zu sein (bis 52 mik). Vergl. auch Taf. 49.

Bohnenmehl.

Für das Bohnenmehl sind die Stärkekörner charakteristisch. Auch in ihm findet man Samenschalenreste selten, wohl aber reichlich Membranfetzen des Kotyledonargewebes. Es ist vom Erbsenmehl sowohl durch die Stärkekörner, wie die viel dickeren und reicher getüpfelten Membranen des Kotyledonargewebes zu unterscheiden. (Bezüglich der Leguminosenmehle siehe unter Erbse.)

Ervum.

Linse, Lentils.

Die Samen der Linse, Ervum Lens L. (Lens esculenta Mönch., Cicer Lens Willd., Lathyrus Lens Peterm.), einer mit Vicia nahe verwandten, in wenigen Varietäten gebauten Viciee, sind linsenförmig (Fig. 16 u. 17), mindestens doppelt so lang als dick. Gewöhnlich einfarbig, gelblichbraun, bisweilen auch dunkel oder gefleckt.

Die Epidermis der Samenschale besteht aus den bekannten Palissadensclereiden (Fig. 19, *p*, 1 u. 19a). Dieselben sind 45—55 mik hoch. Bei der Nabelspalte (Fig. 21) ist die Palissadenschicht doppelt. Das oben enge, aber nicht eigentlich spaltenförmige Lumen der Palissaden erweitert sich nach unten (Fig. 19a). Die Wand ist bald farblos, bald führt sie Pigment. Sie besteht wie bei den übrigen Leguminosensamen in ihrem verdickten Teile aus Längsleisten, so dafs die Zellen, von oben betrachtet, das in Fig. 22, 1 dargestellte Bild geben. Im Inhalt findet man Chromatophoren und bei den dunklen Arten einen violetten Farbstoff. Jede Palissadensclereide läuft in eine kegelförmige, oft gelblich gefärbte Spitze aus. Über der Kegelspitze erhebt sich die Kuticula in Zapfenform. Läfst man Schwefelsäure zufliefsen, so löst sich die Kuticula samt den Zapfen ab (Fig. 19a, rechts). Von oben betrachtet erscheinen die Zapfen natürlich als kleine Kreise (Fig. 22, *cut*). Die Lichtlinie (*Ll* in Fig. 19 u. 19a) liegt ziemlich weit draufsen und wird namentlich dadurch sehr deutlich, dafs innerhalb derselben ein dunkles Querband (×, Fig. 19a) läuft, das bisweilen fast wie eine Querspalte aussieht. Läfst man vorsichtig Chlorzinkjod zufliefsen, so färben sich zunächst nur die inneren Partien bis zu diesem Querbande blau.

Die I-Zellenschicht (Fig. 19, 2) ist reich an Intercellularen und führt körnigen Inhalt. Die Zellen sind ziemlich unregelmäfsig, bald breit, bald schmal, bald rechteckig, bald innen oder aufsen erweitert, daher variiert auch die Flächenansicht (Fig. 22, 2). Nur an der Grenze der Nabelspalte nehmen die Zellen I-Form an (Fig. 21, 2 u. ×). Hier sind sie auch ziemlich hoch, oft fast so hoch als die Palissaden. Unter den Doppelpalissaden fehlen sie ganz.

Die dann folgende Schicht ist ein dünnwandiges Parenchym (Fig. 19, 3). Die tangential-gestreckten Zellen zeigen oft Netzleistenverdickungen, führen bei den grünen Varietäten Chlorophyllkörper und sind oft mehr oder weniger obliteriert. Letzteres ist sehr erheblich der Fall bei der innersten Schicht (Fig. 19, 4), deren Zellen sehr stark zusammengefallen sind. Sie bildet die eigentliche Nährschicht (Angew. Anatomie S. 459) und ist keineswegs ein Endospermrest, wie schon die sie nach innen zu abschliefsende Kuticula zeigt. Die sekundären Membranen der Zellen dieser Schicht zeigen oft starke Verschleimung (Schleimmembranen). Am besten ist die Schicht am Nabelspalt erhalten. Dort liegt unter der Spalte die Tracheideninsel (*Tri*, Fig. 21), umgeben von einer Scheide dünnwandiger Zellen. Die Schicht 3 wird hier dickwandig und die Zellen runden sich ab.

Die Radicula steckt auch hier in einer vom Integumente erzeugten Tasche der Testa (Fig. 18), die hier oft reichlich Pigmentzellen führt. Hier war es mir möglich, noch am reifen Samen den Mikropylarspalt zu sehen (*z*, Fig. 18 u. 25), der von der Spitze der Radicula zu der Micropylaröffnung (×, Fig. 18, 24 u. 25) führte, die zwischen Nabelspalt (*nsp*) und Radicula liegt. Die Mikropylaröffnung ist mit blofsem Auge nicht sichtbar, wohl aber kann sie auf tangentialen Flächenschnitten als kleine elliptische Öffnung wahrgenommen werden (Fig. 24, ×). An der anderen Seite der Nabelspalte, aber auch hier ohne Verbindung mit ihr, tritt das Funi-

cularbündel in die Samenschale (Fig. 24, *Hi*) und läuft in der Schicht 3 in mehreren zarten Strängen um $^3/_4$ des Samens als Raphe (*Ra*, Fig. 18) herum.

An der Plumula (*Pl*, Fig. 18) sind zahlreiche Blattanlagen zu sehen.

Die Epidermis der Kotyledonen (Fig. 19 u. 23, 5) gleicht im allgemeinen der der Erbse (s. d.). Das Gewebe der Kotyledonen ist besonders in den äufseren Teilen sehr dünnwandig (Fig. 19 u. 23, 6), nach innen wird es etwas dickwandiger und zarte Tüpfel werden sichtbar (Fig. 23, 7). Die Zellen enthalten die gleichen Bestandteile wie bei der Erbse (s. d.): Ölplasma, Aleuron, Chromatophoren und Stärke.

Die Stärkekörner (Fig. 20) stehen zwischen denen der Erbse und denen der Bohne, nähern sich aber im Typus mehr der Erbse. Es sind zwar auch bohnenförmige mit bizarr verzweigtem Längsspalt vorhanden, aber noch mehr spaltfreie, rundliche Körner. Die Länge der grofsen beträgt 30—38 mik, der Durchschnitt 12—33 mik.

Tafel 48.

Erklärung der Abbildungen.

Phaseolus multiflorus.

Fig. 1—15a.

Fig. 1. Same von der Anheftungsseite betrachtet. *nsp* Nabelspalte, *spt* Zwillingshöcker (Strophiolum), × Micropylaröffnung (Micropyle, Cicatricula), *Ra* Raphe.

„ 2. Von der Samenschale befreiter Same, die Kotyledonen (*cot*) auseinandergespalten. *la* Kotyledonarlappen an der Radicula.

„ 3. Querschnitt durch die Nabelspalte mit der Tracheideninsel *Tri* (in der Richtung *a*–*a*, Fig. 1), *fun* Funicularrest, *p*, *p*„ Doppelpalissadenreihe. Lupenbild.

„ 4. Medianer Längsschnitt, parallel der Spaltrichtung der Nabelspalte (Richtung *b*—*b*, Fig. 1). Eintritt des Raphebündels (*Ra*) in die Samenschale neben der Tracheideninsel der Nabelspalte. Lupenbild.

„ 5. Querschnitt durch die Zwillingshöcker (Schnittrichtung wie in Fig. 3). *pig* Pigment- und Gerbstoffzellen, × Spalte, *y* helles Strahlengewebe, *z* dunkles Strahlengewebe, *Ra* Raphebündel. Lupenbild.

„ 6. Querschnitt durch die Raphe hinter den Zwillingshöckern (Schnittrichtung wie in Fig. 3). Lupenbild.

„ 7. Querschnitt durch die Randschicht des Samens. *Ll* Lichtlinie, 1—6 Samenschale, 7 Nucellarrest (Perisperm), 8—9 Kotyledonargewebe.

„ 8. Flächenschnitte durch die Samenschale und die Kotyledonen. Die Bezeichnungen korrespondieren mit denen der Fig. 7.

„ 8a. Zwei Sclereiden der Palissadenschicht der Samenschale (Fig. 7 *p*, 1—1 a).

„ 9. Querschnitt durch einen Prokambiumstrang mit umgebendem Kotyledonargewebe.

„ 10. Isolierte Stärkekörner der Kotyledonen.

Fig. 11. Stärke aus den Kotyledonen keimender Erbsen (die Korrosionen sind bei der Bohne ganz ähnlich).

„ 12. Querschnitt durch das Integument des Ovulums. *Nuc* Nucellus.

„ 13. Ovulum im Längsschnitt.

„ 14. Anheftung der Radicula am Kotyledonarlappen (*la*), von aufsen.

„ 15. Anheftung der Radicula am Kotyledonarlappen, von innen, × Anheftungsstelle des zweiten, abgelösten Kotyledon. Same längsgespalten.

„ 15a. Radiculartasche der Samenschale, Querschnitt. *Nuc* Perisperm (Nucellarrest), 6 = Schicht 6 der Samenschale (Fig. 7). Lupenbild.

Ervum Lens.

Fig. 16—25.

Fig. 16. Samen von der Seite, von aufsen.

„ 17. Same quer durchschnitten, Lupenbild. *Ta* Radiculartasche.

„ 18. Same längsgespalten. × Mikropyle, *nsp* Nabelspalte, *Hi* Eintrittsstelle des Raphebündels.

„ 19. Querschnitt durch die Randschicht des Samens. 1—4 Samenschale.

„ 19a. Einige Sclereiden der Palissadenschicht (Fig. 19, 1).

„ 20. Isolierte Stärkekörner der Kotyledonen.

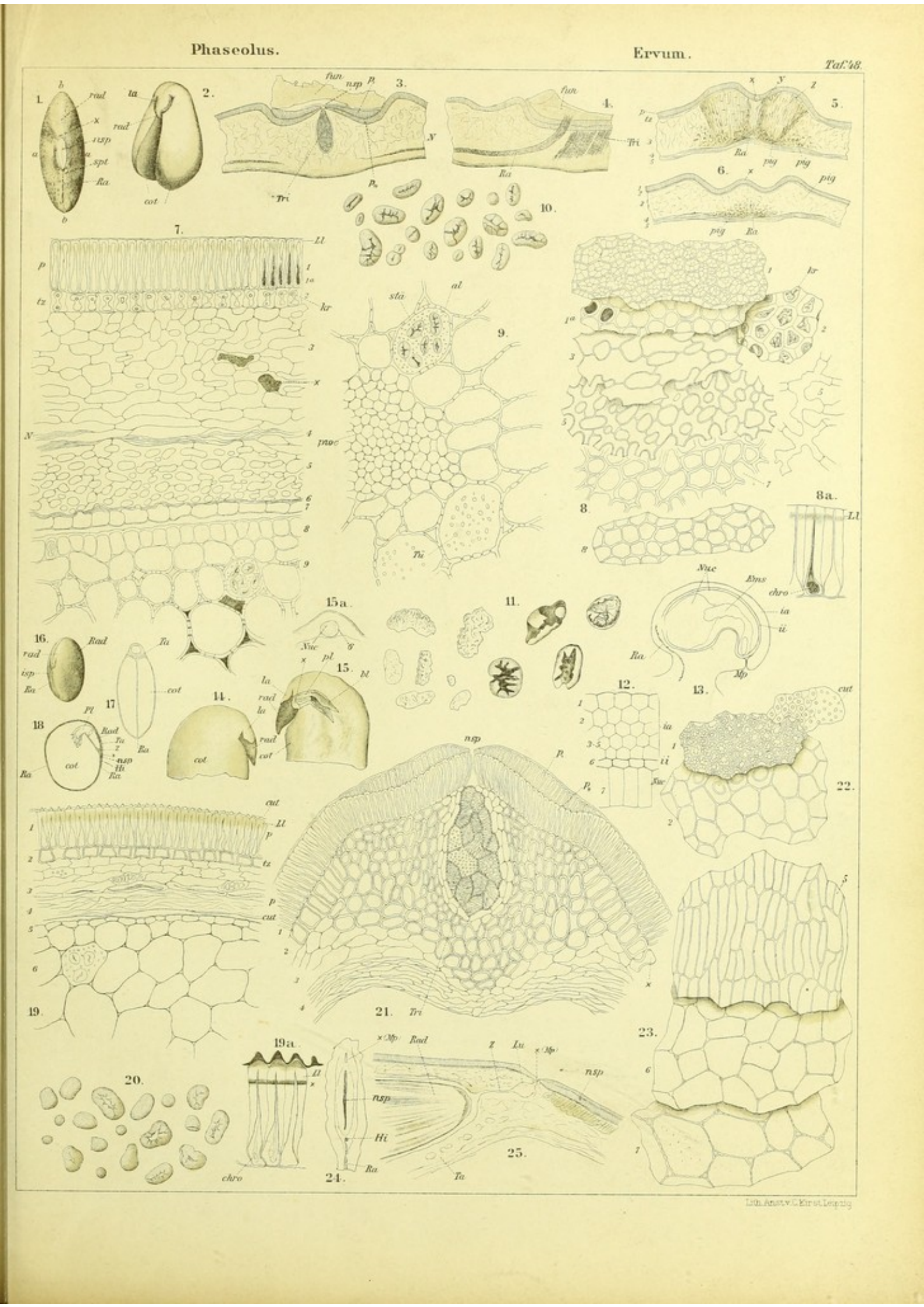
„ 21. Querschnitt durch die Nabelspalte und die darunter liegende Tracheideninsel.

„ 22. Flächenansichten der Schicht 1 u. 2 von Fig. 19.

„ 23. Flächenansichten des Kotyledonargewebes.

„ 24. Flächenansicht der Partie der Nabelspalte. *Mp* Mikropyle, *nsp* Nabelspalte, *Hi* Eintrittsstelle des Raphebündels, *Ra* Raphe. Lupenbild.

„ 25. Medianer Längsschnitt durch die Spitze der Radicula nebst der Tasche (*Ta*) und dem Mikropylarkanal (*z*). Bezeichnungen wie in Fig. 24.



Lith. Anst. v. C. Kirst, Leipzig

Vergleichende Übersicht der wichtigsten Phaseoleen- und Vicieensamenschalen.[1])

I. Phaseoleae.

1. Phaseolus multiflorus.

(var. niger Mart.).

Die Samenschale dieser Pflanze (Fig. 1) ist bereits auf S. 211 beschrieben.

Höhe der Palissaden	. . .	70—90 mik
Breite „ „	. . .	7,5—11,5 „
Höhe „ I-Zellen	. . . .	18—22 „

Die I-Zellen sind in der Mitte deutlich eingeschnürt. Die Stärkekörner sind oben beschrieben (S. 212).

2. Phaseolus vulgaris.

(var. oblong. purpureus).

Die Samenschale dieser Pflanze (Fig. 4) ist bereits auf S. 213 erwähnt.

Höhe der Palissadenschicht	.	48—52 mik
Breite der Palissaden	. . .	7—10 „
Höhe der I-Zellen	. . . .	15 „

In den I-Zellen findet sich ein relativ grofser Kristall. Eine Differenzierung der Schichten 3—5 ist nicht so deutlich, wie bei Phas. multiflorus. Meist sind auch die Schichten 3—5 stärker obliteriert. Farbstoffklumpen fehlen in diesen Schichten der Regel nach.

Die Stärkekörner gleichen denen von Phas. multiflorus.

3. Dolichos sinensis L.

Die Samenschale der chinesischen Langbohne besitzt eine Palissadenschicht, deren Palissadensclereiden (Fig. 6, 1) meist eine Höhe von 56—75 mik besitzen. Die Verdickung der gefärbten Seitenwände nimmt nach innen zu ganz allmählich ab.

Die I-Zellenschicht (Fig. 6, 2) ist meist 13—20 mik hoch. Die Zellen zeigen oft regelmäfsige I-Form, berühren sich meist aufsen und innen und lassen nicht eben sehr grosse Intercellularen zwischen sich.

Schicht 3—5 sind obliteriert, besonders letztere, die auch oft gebräunt erscheint.

Die Stärkekörner der Kotyledonen (*stä*, Fig. 6) gehören zum Bohnentypus, d. h. die meisten sind bohnenförmig oder oval und besitzen einen Längsspalt, doch finden sich auch als Nebenform wulstige Körner, wie sie die Erbsenstärke zeigt.

Die Länge der gröfseren Körner beträgt 22—30 mik, die kleinen messen oft nur 6—12 mik.

4. Lablab vulgaris Savi.

Die Samenschale der gemeinen Lablabbohne ist durch eine sehr hohe Palissadenschicht ausgezeichnet. Die Palissadensclereiden (Fig. 7, 1) erreichen eine Höhe von 125—132 mik. Sie sind schlank, ziemlich stark verdickt und führen in der Mehrzahl kleine gelbe Chromatophoren, einige, die ein weiteres Lumen haben, auch farblose Kristalle.

Die I-Zellen sind ebenfalls sehr grofs und sehr deutlich I-förmig, dabei nicht sehr stark verdickt (Fig. 7, 2). Ihre Höhe beträgt 40—52 mik. Aufsen und innen berühren sie sich. Zwischen sich lassen sie grofse Intercellularen.

Schicht 3 und 4 sind obliteriert, Schicht 5 als sehr zartes Schwammparenchym entwickelt.

Die Stärke der Kotyledonen gleicht der von Dolichos, doch werden die gröfsten Körner 35—40 mik lang.

5. Soja hispida Mönch.

Die in zahlreichen Varietäten gebaute asiatische Sojabohne unterscheidet sich von allen übrigen Vicieen und Phaseoleen dadurch, dass die Kotyledonen ihrer Samen Palissadenzellen führen und keine Stärke, sondern grofse Aleuronkörner enthalten (*al*, Fig. 9). Diese Aleuronkörner, die eine Gröfse von 15—23 mik erreichen, sind in Ölplasma eingebettet, welches als Netz übrig bleibt, wenn man die Körner in verdünntem Kali löst.

Die Palissadenschicht ist etwa 55—60 mik hoch, die I-Zellen erreichen bisweilen die gleiche Höhe von 55 mik, meist sind sie ein wenig niedriger, 45—50 mik. Sie sind von sehr ausgesprochener I-Form, berühren sich aufsen und innen und lassen grofse Intercellularen zwischen sich. Ihre Wand ist dick.

Schicht 3—5 sind stark zusammengefallen.

Eine kuticularisierte Haut trennt Schicht 5 von dem einreihigen Nucellarrest (*Nuc*, Fig. 9), an den sich das stark obliterierte und verschleimte Endosperm ansetzt (*End*, Fig. 9).

1) Das für diese Tafel benutzte authentische Material verdanken wir Herrn Prof. Wittmack, Geh. Regierungsrat in Berlin.

II. Vicieae.

1. Faba vulgaris Mönch

(var. equina Rchb.).

Die Samenschale der grofsen Acker- oder Pferdebohne zeichnet sich durch besonders hohe Palissaden aus (Fig. 2). Dieselben sind 160—170 mik hoch, unten weitlumig, oben mit engem spaltenartigen Lumen. Ihre Breite beträgt 2 bis 15 mik. Sie enthalten mehrere grofse, meist gelb-bräunliche Chromatophoren. Die Wand der Palissaden ist in den inneren Partien gefärbt, in den äufseren farblos.

Die I-Zellenschicht ist 35—45 mik (im Maximum 65 mik) hoch. Die Zellen derselben sind grofs und weit, ihre Wand ist ziemlich dick. Die Schichten 3—5 sind stark zusammengefallen (Fig. 2). In der Schicht 4 findet man oft Farbstoffklumpen. In ihr verlaufen auch die Gefäfsbündel.

Die Kotyledonen sind bedeckt von einer 10—15 mik hohen, eiweifsreichen Epidermis mit dicker Aufsenwand. Palissaden fehlen. Die Zellwände sind ähnlich wie bei der Erbse gebaut (s. d.). Die Stärkekörner gleichen im Typus denen von Phaseolus (Fig. 1 u. 4), d. h. sie haben einen bizarr verzweigten Längsspalt, doch finden sich auch als Nebenform Körner, die nach dem Erbsentypus hinneigen. Ihre Gröfse ist der der Körner von Phaseolus gleich. Die meisten messen 32 bis 45 mik. Die sie begleitenden Aleuronkörner sind durch Wasser leicht zersetzlich.

2. Ervum Lens und Pisum sativum.

Die Samenschalen und Stärkekörner dieser beiden Vicieen sind auf Taf. 47 und 48 beschrieben und abgebildet.

3. Lathyrus sativus L.

Die Samenschale der Platterbse (Fig. 3) besitzt eine Palissadenschicht von 82—95 mik Höhe. Die Palissaden sind ca. 15 mik breit. Die Längsleistenverdickung findet sich nur im obersten Teile der Zelle (bis ×, Fig. 3). Weiter nach innen zu ist die Wand reich getüpfelt. Die Tüpfel (*Tü*, Fig. 3) sind quer gestellt. Im innersten Teile ist das Lumen stark erweitert, die Seitenwände dünn und ungetüpfelt (bei *z*, Fig. 3). Die Innenwand ist wieder stärker verdickt. Die I-Zellenschicht (Fig. 3, 2) ist 18—26 mik hoch. Die Zellen derselben sind meist innen breiter als aufsen, ihre Fufspartieen berühren sich daher, ihre Köpfe nicht. Die mittlere Einschnürung der ziemlich dünnwandigen Zelle ist gering. Die sehr dünnwandigen, übrigens untereinander kaum differenzierten Schichten 3—5 sind meist stark obliteriert, besonders die innerste Schicht. Die Stärkekörner (*stä*) der Kotyledonen folgen dem Erbsentypus (s. Pisum), d. h. sie sind rundlich, bisweilen wulstig aufgetrieben und nur relativ selten mit einem Spalt versehen. Ihre Gröfse ist sehr verschieden. Die gröfsten messen 35—55 mik, einige sogar 70 mik, die mittleren 18 bis 28, die kleinsten 5—12 mik. Die letzteren besitzen oft einen Spalt.

4. Cicer arietinum L.

Die Samenschale der Kichererbse ist dadurch ausgezeichnet, dafs die Palissadenzellen verschieden hoch sind: auf Partien niedriger folgen solche höherer Zellen (Fig. 5, 1). Ihre Höhe schwankt von 60—115 mik. Ferner sind die Zellen gekrümmt, und zwar bald nach der einen, bald nach der anderen Seite. Die Verdickung der Wand ist sehr verschieden. Aufsen und in den äufseren Partien der Seitenwände ist die Verdickung am stärksten, dann folgt, und zwar bei allen Zellen (langen wie kurzen) auf der gleichen Höhe, ziemlich unvermittelt eine starke Verdünnung der Wand, die bis zur Innenwand reicht.

In dieser Partie sind die Wände wellig verbogen. Die I-Zellen treten wenig deutlich hervor (Fig. 5, 2), da ihre Wand dünn ist wie die der folgenden Schichten und sie die I-Form nur selten klar hervortreten lassen. Ihre Höhe beträgt 18 bis 30 mik.

Die Schichten 3—5 sind selten klar differenziert und meist stark obliteriert. In der Schicht 4 laufen auch hier, wie bei den übrigen, die Gefäfsbündel.

Die Stärkekörner der Kotyledonen (*stä*, Fig. 5) stehen zwischen dem Erbsen- und Bohnentypus, nähern sich aber mehr dem ersteren. Sie sind entweder oval oder rundlich, im Typus oval und spaltfrei, doch besitzen einige wenige auch einen Spalt. Die Länge beträgt bei den gröfseren Körnern 22—30 mik, doch finden sich auch kleinere, die nur 7—15 mik im Durchmesser haben.

5. Vicia sativa L.

Die Samenschale der in zahlreichen Varietäten gebauten Futterwicke besitzt eine Palissadenschicht, deren Palissaden eine Höhe von 63—68 mik besitzen. Die Palissadensclereiden (Fig. 8, 1) sind kegelförmig zugespitzt und nur im oberen, d. h. äufseren Teile leistenförmig verdickt. Bis etwa 11 mik, von der Spitze gerechnet, reicht die Lichtlinie, von dort an erscheint die Wand der Palissadenzellen durch einen die Gerbstoffreaktionen gebenden gelben Farbstoff gefärbt. Der innere Teil der Wand ist unverdickt.

Die I-Zellenschicht (Fig. 8, 2) ist wenig deutlich entwickelt, 13—23 mik hoch. Die Zellen sind schwach verdickt und zeigen ziemlich grofse Intercellularen zwischen sich.

Schicht 3 erscheint gelb, Schicht 4 braun, infolge von Farbstoffklumpen, Schicht 5 weifs. Alle, besonders letztere, sind obliteriert.

Die Stärkekörner (*stä*, Fig. 8) nähern sich ziemlich dem Bohnentypus, indem gestreckt-bohnenförmige Körner mit deutlicher Schichtung und Längsspalt prävalieren. Die Körner erfüllen die Zellen ziemlich dicht und findet man im Pulver häufig noch isolierte, mit Stärke angefüllte Zellinhalte. Die Länge der meisten Körner beträgt 26—42 mik, doch finden sich auch kleine von nur 7—10 mik Länge. Das Ölplasma füllt die Zwischenräume der Stärkekörner dicht: Aleuronkörner sind kaum zu sehen. Daher erscheint das ganze Innere hornartig. Erst nach dem Zerdrücken des Inhaltes treten die Aleuronkörner hervor. Dieselben sind grofs und sehr resistent gegen Wasser.

Tabellarische Zusammenstellung der Höhen von Palissaden und I-Zellen.

(Häufigste Werte an den Breitseiten. In Glycerin gemessen.)

	Palissaden-sclereiden	I-Zellen
I. Phaseoleae.		
Phaseolus multiflorus Willd.	70— 90 mik	18—22 mik
Phaseolus vulgaris Metzger	48— 52 „	15—20 „
Dolichos sinensis L.	56— 75 „	13—20 „
Lablab vulgaris Savi	125—132 „	40—52 „
Soja hispida Mönch	55— 60 „	45—55 „
II. Vicieae.		
Cicer arietinum L.	60—115 „	18—30 „
Arachis hypogaea L.	fehlen	fehlen
Pisum sativum L.	75— 98 „	22—38 „
Faba vulgaris Mönch	160—170 „	35—45 „
Vicia sativa L.	63— 68 „	13—23 „
Ervum Lens L.	45— 55 „	9—15 „
Lathyrus sativus L.	82— 95 „	18—26 „

Tafel 49.

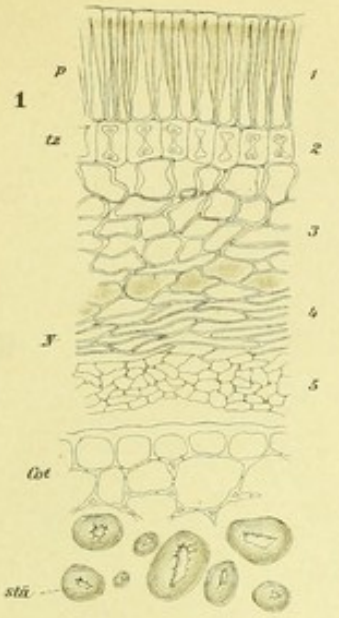
Erklärung der Abbildungen.

(Alle Figuren sind bei einer Vergrösserung von 240 gezeichnet.)

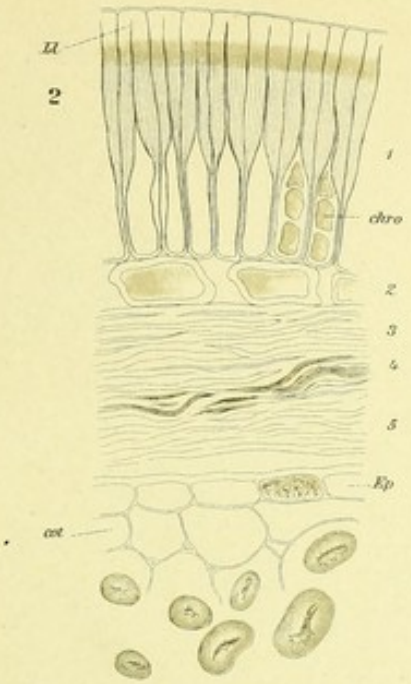
Fig 1. Querschnitt durch die Samenschale von Phaseolus multiflorus var. niger.
„ 2. „ „ „ „ „ Faba vulgaris var. equina Rchb.
„ 3. „ „ „ „ „ Lathyrus sativus L.
„ 4. „ „ „ „ „ Phaseolus vulgar. var. oblongus.
„ 5. „ „ „ „ „ Cicer arietinum L.
„ 6. „ „ „ „ „ Dolichos sinensis L.
„ 7. „ „ „ „ „ Lablab vulgaris Savi.
„ 8. „ „ „ „ „ Vicia sativa L.
„ 9. „ „ „ „ „ Soja hispida Mönch.

Bei allen ist aufser der Samenschale (1—5) auch das anliegende Kotyledonargewebe mit der Stärke bez. dem Aleuron dargestellt.

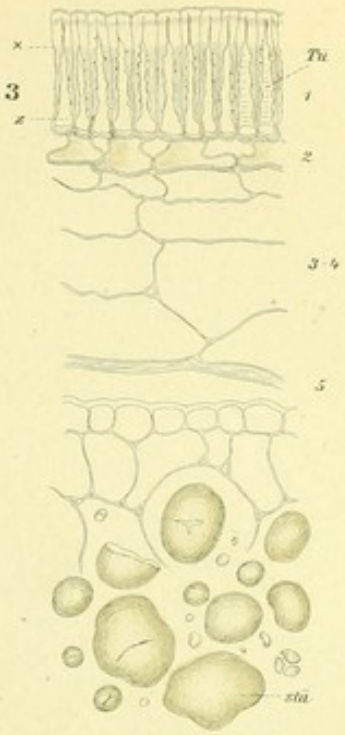
Phaseolus multiflorus var. niger.



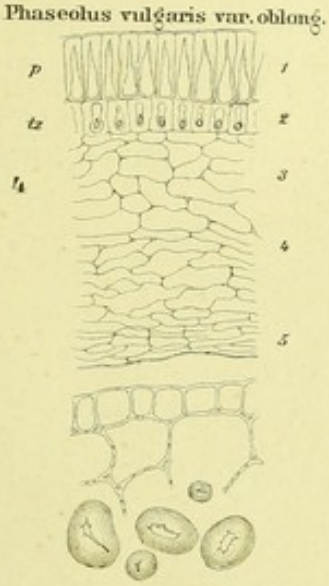
Faba vulgaris var. equina Rchb.



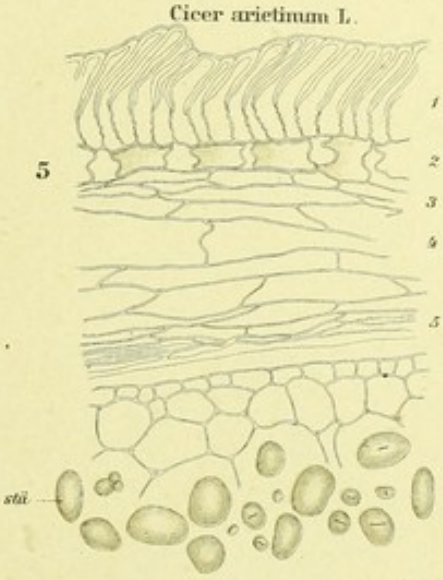
Lathyrus sativus L.



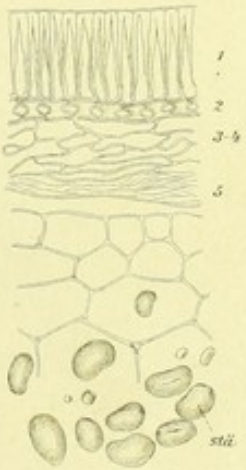
Phaseolus vulgaris var. oblong.



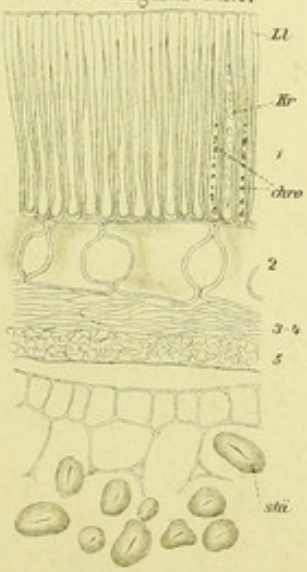
Cicer arietinum L.



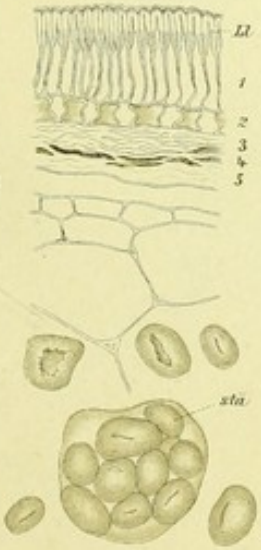
Dolichos sinensis L.



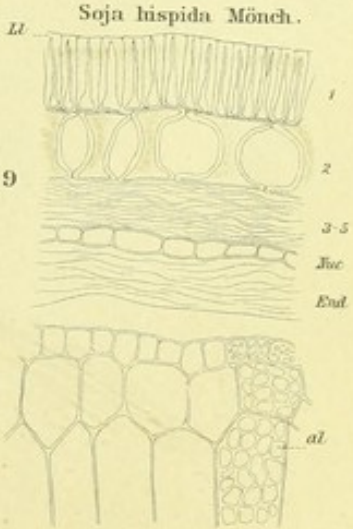
Lablab vulgaris Savi.



Vicia sativa L.



Soja hispida Mönch.



Amylum.

Stärkemehl, Satzmehl, Amidon, Fécule, Starch.

Stärke findet sich in der Pflanze als Assimilationsstärke: als Einschlufs der Chlorophyllkörner der Blätter, als transitorische Stärke: in den Stärkebahnen (im Mark- und Rindenparenchym, in der Stärkescheide, in jungen wachsenden Organen) und als Reservestärke: in den Reservebehältern der Pflanzen. Nur die letztere ist Gegenstand des Handels. Die Assimilationsstärke ist das erste sichtbare Produkt der Assimilationsthätigkeit der Chlorophyllkörner, die unter dem Einflusse des Lichtes bei einer bestimmten Temperatur erfolgt. Sie ist die Muttersubstanz der transitorischen und Reservestärke. Aber auch ohne Licht kann an, den Chlorophyllkörnern gleich gebauten, farblosen Leukoplasten (den Stärkebildnern) Stärke entstehen (Rhizom von Iris, Taf. 29, Fig. 14). In den Chlorophyllkörnern wird fortdauernd Stärke gebildet und wieder aufgelöst. Die aufgelöste Stärke wandert (wahrscheinlich als Zucker) in den Stärkebahnen nach den Orten des Verbrauches, also in erster Linie zu den lebhaft wachsenden Punkten und dorthin wo Wandverdickungen sich bilden. Da nun aber daselbst nicht alles zugeführte Kohlenhydrat-Material verbraucht wird, so schlägt sich ein Teil desselben vorübergehend wieder als Stärke nieder. Dies ist die transitorische Stärke. Wir finden sie in lebhaft wachsenden Organen (jungen Keimpflanzen), im Marke und der Rinde krautiger Stengel, in der Stärkescheide, bevor die Bastfasern ausgebildet sind, in der Parenchymscheide der Bündel und anderwärts. Auch die vor der Reife in einigen Früchten (Olive, Conium, Juniperus) auftretende und dann wieder verschwindende Stärke ist transitorische, sowie die Stärke der Nährschicht der (inneren Schichten der) Samenschalen und der später zu Schleimepidermen werdenden Samenschalepidermen (Cydonia, Linum). Die transitorische Stärke wird nur vorübergehend, nicht dauernd deponiert. Bevor nun die Pflanze ihre Vegetationsperiode abschliefst, entleert sie die Organe, welche absterben, und führt alle Stärke in die überwinternden Organe, in die Reservebehälter. Als solche dienen ihr in erster Linie die Früchte (Banane) und die Samen. Bei den letzteren können sowohl das Endosperm (Cerealien), wie das Perisperm (Pfeffer), wie auch die Kotyledonen (Bohne, Erbse) Reservebehälter werden. In zweiter Linie dienen der Pflanze unterirdische überwinternde Organe als Reservebehälter, Rhizome (Maranta, Iris), Wurzeln (Althaea), Stammknollen (Kartoffel) und Wurzelknollen (Salep, Jalappe, Tapioca). Aber auch der überwinternde Stamm kann Reservebehälter werden (Quercus), und bei tropischen Pflanzen wird oft im Stamm vor der Blüte sogar eine sehr grofse Menge Stärke angehäuft, die alsdann zur Fruchtbildung verbraucht wird (Sagopalme). Auch die übrige Reservestärke wird verbraucht, aufgelöst, und zwar im Frühling beim Austreiben der unterirdischen oder oberirdischen Organe, bei den Samen gelegentlich der Keimung. Sie wird deponiert, damit die Pflanze in den ersten Frühlingswochen, bezw. in den ersten Stadien der Keimung, wo die ernährenden Blätter noch nicht gebildet sind, ein Depot von organischem Material zur Verfügung hat, aus dem sie zur Bildung neuer Organe schöpfen kann. Die Stärke wird in den Reservebehältern stets in grofsen Mengen deponiert und ist für gewöhnlich auch grofskörnig, selten klein (Cardamomen, Reis). Die Assimilations- und transitorische Stärke ist stets kleinkörnig und tritt nie in so grofsen Massen auf, dafs ihre Gewinnung lohnt. Alle Handelsstärke ist daher Reservestärke und entstammt entweder Samen (Cerealien), oder Rhizomen (Maranta), oder Knollen (Kartoffel), oder dem Stamm (Sago).

Die Stärke kommt fast nur in Körnerform in der Pflanze vor. Die bei einigen Drogen (Salep, Jalappe, Curcuma) zu beobachtenden Kleisterballen werden durch die Behandlung der Droge mit siedendem Wasser nachträglich gebildet, denn die Stärke „verkleistert" bekanntlich, wenn sie bei Gegenwart von Wasser erhitzt wird.

Die Bestimmung der Verkleisterungstemperatur giebt oft Anhaltspunkte über die Art der vorliegenden Stärke, wie folgende Tabelle (von Lippmann) zeigt.

	Deutliches Aufquellen °C.	Beginn der Verkleisterung °C.	Vollkommene Verkleisterung °C.
Roggenstärke	45,0	50,0	55,0
Rofskastanienstärke	52,5	56,2	58,7
Reisstärke	53,7	58,7	61,2
Gerstenstärke	37,5	57,5	62,5
Kartoffelstärke	46,2	58,7	62,5
Maisstärke	50,0	55,0	62,5
Kastanienstärke	52,5	58,7	62,5
Arumstärke	50,0	58,7	62,5
Hermodactylonstärke	—	61,2	65,0
Weizenstärke	50,0	65,0	67,5
Tapioca	—	62,5	68,5
Maranta-Arrowroot	66,2	66,2	70,0
Sago	—	66,2	70,0
Buchweizenstärke	55,0	68,7	71,7
Eichelstärke	57,5	77,5	87,5

Man kann daher auf die Bestimmung der Verkleisterungstemperatur eine Unterscheidung der Stärkesorten gründen. Bei 62,5 sind z. B. die Körner der Weizenstärke noch wohl erhalten, Roggenstärke aber schon verkleistert.

Die Gröfse der Körner variiert sehr. Schon mit blofsem Auge sichtbar sind die Körner des Queensland Arrowroot, zur Not auch die gröfsten der Kartoffel, mit schwacher Lupe sichtbar die des Maranta-Arrowroot und des Sago, mit stärkerer Lupe die Leguminosenstärke, auch mit starker Lupe nicht die des Reis und Hafer.

Die Form der Körner ist für jedes Stärkemehl charakteristisch, nur selten kommen hier weitgehende Übereinstimmungen vor (wie bei Gerste, Weizen und Roggen).

Bei der Beurteilung einer Stärke müssen nicht nur Gestalts- und Gröfsenverhältnisse der gröfsten und kleinsten Form, der Grenzformen, sondern — und dies ist die Hauptsache — es mufs Form und Gröfse der am häufigsten vorkommenden Körner festgestellt werden. Auf diese Weise gelangt man einerseits zur Feststellung der typischen Form, des „Typus“, sowie der häufigsten Form, der „Hauptform“, andererseits zu Grenzwerten, welche bei der Mehrzahl der Körner nicht nach oben oder unten überschritten werden. Dabei kann jedoch der freilich seltene Fall eintreten, dafs eine für ein Stärkemehl typische Form nur in verhältnismäfsig geringer Menge vorhanden ist, also Typus und Hauptform sich nicht decken. Solche Formen kann man alsdann als „Leiter“ bezeichnen, da sie geeignet sind, auf die richtige Fährte zu leiten. Meist ist jedoch die typische Form auch die häufigste, die Hauptform.

Bei der Feststellung der Gröfse wählt man meist den Längsdurchmesser. Zu einer vollständigen Angabe gehört jedoch auch die Breitenangabe. Beide kann man dann in der Form eines Bruches miteinander vereinigen, wo der Zähler die Länge, der Nenner die Breite bedeutet. $^6/_3$ würde heifsen 6 mik lang, 3 mik breit. Bei den Gröfsenangaben, die stets in Mikromillimetern (mik, μ) erfolgen, kann man verschieden verfahren. Am besten ist es erstlich die Grenzwerte anzugeben (von den kleinsten bis zu den gröfsten Körnern) und dann anzugeben, welchen Gröfsenverhältnissen die meisten Körner entsprechen. Ein allgemeiner Durchschnittswert hat wenig Nutzen, da der „Hauptwert“ nicht immer dem mittleren Durchschnittswerte entspricht.

Bei der Bestimmung der Gestalt ist zu berücksichtigen, dafs nicht alle runden Stärkearten kugelig sind, sondern auch scheibenförmige vorkommen, diese aber natürlich, je nachdem man sie von der Fläche oder von der Kante betrachtet, ein sehr verschiedenes Aussehen darbieten. So sind z. B. die Grofskörner der Cerealien von der Fläche betrachtet rundlich, von der Kante betrachtet linsenförmig. Ob Körner die Scheibenform besitzen, läfst sich am besten dadurch entscheiden, dafs man sie in Tropfen unter dem Deckglase ins Rollen bringt. Es geschieht dies dadurch, dafs man reichlich Wasser zusetzt und dasselbe an der einen Seite während der Beobachtung absaugt. Die linsenförmigen Körner zeigen alsdann bald ihre Breit-, bald ihre Schmalseite.

Kern und Schichtung, Centralspalte und Form derselben — Vorhandensein oder Fehlen dieser Merkmale — haben in einigen Fällen entscheidendes Gewicht für die Beurteilung eines Stärkemehles, immer sind sie mit in Betracht zu ziehen.

Die Schichtung wird durch einen sprungweisen Wechsel im Wassergehalt hervorgerufen: die wasserarmen Schichten erscheinen in der Durchsicht dunkler als die wasserreichen. Im organischen Centrum des Kornes liegt der stets wasserreiche Kern. Schichtung ist nicht immer deutlich, bei kleinen Körnern sieht man sie meist gar nicht (Reis), aber auch grofsen fehlt sie bisweilen (Triticum). Wo sie fehlt, kann man sie sich oft durch verdünnte Chromsäure sichtbar machen. Auch geröstete Stärke pflegt deutlicher geschichtet zu sein, wie auch die Stärke aus keimenden Samen. Manchmal treten überhaupt erst durch Rösten die Schichten hervor. Bei Betrachten in fettem Öl sieht man Schichten niemals. Auch Quellungsmittel (Kali, Chloral) vernichten die Erscheinung. Denn diese Agentien steigern die Wasseraufnahme des gesamten Kornes weit über die Differenzen im Wassergehalt der Schichten, so dafs diese nun nicht mehr sichtbar sein können.

Der Kern ist stets das organische Centrum des Kornes, um ihn verlaufen alle Schichten. Liegt er im mathematischen Centrum des Kornes, so bilden die Schichten konzentrische Zonen (Secale) und sind ringsum gleich breit, liegt er excentrisch, so sind die Schichten ungleich breit, sehr oft unmefsbar dünn an der Seite des Kornes, wo der Kern liegt, breit an der entgegengesetzten (Kartoffel). Der excentrische Kern liegt entweder am breiten oder am schmalen Ende des Kornes. Die Lage des Kernes ist leicht mit Hilfe des Polarisationsmikroskopes zu ermitteln. Die Arme des schwarzen Kreuzes, welches bei gekreuzten Nicols auf dem Korne sichtbar wird, schneiden sich stets im Kern. Der Kern wird bisweilen resorbiert. Alsdann tritt an seine Stelle eine Höhle oder ein Spalt, der, wenn er Luft führt, schwarz erscheint: der Nabel, der Kernpunkt oder die Centralhöhle. Die Form dieses luftführenden Centralspaltes ist bisweilen von diagnostischer Bedeutung. So ist er klein und rund bei der Kartoffel, zwei- bis dreistrahlig bei Maranta, vielstrahlig beim Mais, gestreckt und bizarr verzweigt bei der Bohne. Die Excentricität des Kernes, bezw. des an seiner Stelle liegenden Centralspaltes ist verschieden. Man drückt sie durch einen Bruch aus, dessen Zähler die Entfernung von dem Kern bis zum nächsten Ende (kleine Achsenlänge) = 1 setzt und dessen Nenner angiebt, wie oft diese kleine Achsenlänge in der grofsen Achsenlänge, d. h. der Entfernung des Kernes von dem entfernten Ende des Kornes enthalten ist. Bei der Kartoffelstärke z. B. beträgt die Excentricität des Kernes ungefähr $^1/_5$, d. h. wenn wir die Längsachse des Kornes in 6 gleiche Teile teilen, so liegt der Kern auf dem Teilstriche 1, das Verhältnis der kleinen Achse zur grofsen ist wie 1 : 5. Bei Triticum ist die Excentricität $^1/_1$, d. h. = 0, beide Achsen sind gleich, der Kern liegt central.

Quetscht man die in ihrer Substanz spröden Stärkekörner, drückt sie z. B. mit dem Deckglase, so entstehen Spalten und

Sprünge, die meist vom Kern aus oder wenigstens auf diesen hin laufen und die meist die Schichten rechtwinklig schneiden (Demolierungssprünge). Ganz ähnliche Sprünge entstehen auch beim Erwärmen trockener Stärkekörner, z. B. beim Rösten der Stärke (Trockenrisse).

Zusammengesetzte Stärkekörner sind oft ziemlich individualisierte Konglomerate (Avena), die aus zahlreichen Teil- oder Bruchkörnern bestehen und in diese bald leicht (Avena), bald schwer (Oryza) zerfallen. Die Zahl der Teilkörner schwankt sehr, von 2 bis über 100 und mehr. Eingebettet sind die zusammengesetzten Stärkekörner in die sogenannte „Füllstärke", d. h. in eine mehr oder weniger dichte Masse von Einzelkörnern.

Im übrigen vergl. die Angew. Anatomie, Abschnitt Stärke, sowie meinen Artikel Amylum in der Realencyklopädie der Pharmacie.

Die fabrikmässige Darstellung der Stärke wird in der Weise durchgeführt, dafs man die stärkehaltigen Materialien ohne Mühle (daher Amylum, von *α* privativum und *μύλη* Mühle) zerquetscht, den Brei ausschlemmt, das Schlemmprodukt, welches sich zu Boden setzt (daher Satzmehl), vom Wasser trennt und die Stärke trocknet. Fabrikmäfsig dargestellt werden verhältnismäfsig wenige Stärkesorten, da trotz des ubiquistischen Vorkommens der Stärke im Pflanzenreiche nur selten alle Bedingungen für lohnende technische Ausbeute (Reichtum des Materiales an Stärke, leichte Zerkleinerung, Abwesenheit störender Beimengungen, billige Gewinnung, gleichmäfsige Beschaffung des Materials) vorhanden sind.

Weizenstärke.

Die Weizenstärke wird aus den Früchten von Triticum vulgare und dessen Varietäten gewonnen (vergl. Taf. 42), sowohl vom Winter- wie vom Sommerweizen, einige auch vom Glasweizen, Tr. durum, und vom englischen Weizen, Tr. turgidum, sowie von Tr. polonicum. Auch die Spelten liefern Weizenstärke, besonders Triticum Spelta selbst. Die Stärke dieser letzteren führt den Namen „Kernenstärke".

Die Weizenstärke ist ausschliefslich im Endosperm der Samen enthalten (vergl. Taf. 42). Die Früchte des Weizens enthalten 58—73 Proz. Stärke.

Die Gewinnung geschieht in der Weise, dafs man entweder die ganzen gequollenen und zerquetschten, oder die geschrotenen oder die gemahlenen Früchte mit Wasser in einen Brei verwandelt und diesen (das „Gut") entweder zur Zerstörung des Klebers gären bezw. faulen läfst oder direkt auswäscht. Im ersteren Falle geht der Kleber fast ganz durch Fäulnis verloren, im zweiten wird der sogenannte „süfse Kleber" als Nebenprodukt gewonnen. Man bereitet nämlich aus den zerquetschten Körnern oder dem mit Wasser angerührten Mehl einen Teig und knetet denselben auf einem feinmaschigen Drahtsieb unter feinen Wasserstrahlen, bis das Wasser klar abläuft. Der Kleber bleibt auf dem Siebe zurück, die ablaufende Flüssigkeit enthält die Stärke suspendiert. Man läfst sie schwach gären, wäscht die Stärke aus, sammelt die Stärkemilch, läfst absetzen, centrifugiert und trocknet.

Die Weizenstärke kommt im Handel in sehr verschiedener Form vor. Entweder findet sie sich in gröfseren oder kleineren unregelmäfsigen Stücken (Bröckelstärke, Schäfchen) oder mannigfach, meist zu Stengeln oder Stäbchen oder scharfkantigen Stücken geformt (Tafelstärke, Strahlen-, Kristall-, Stangen-, Stengel-, Zettelstärke). Die gepulverte Stärke bildet ein zartes, rein weifses Pulver mit zartem, bläulichem Schimmer, dessen einzelne Körner mit bloſsem Auge nicht zu sehen sind. Selbst die reinsten Sorten enthalten Spuren von Kleber.

Mikroskopisch ist Weizenstärke leicht zu erkennen, da sie aus zwei ziemlich scharf, in den Extremen sogar sehr scharf geschiedenen Körnerformen besteht, den Grofskörnern und Kleinkörnern, die durch Mittelformen wenig miteinander verbunden sind. Typus und Hauptform fallen zusammen.

Typus. a) Grofskörner dicklinsenförmig. Die Flächenansicht ist rund, aber niemals streng kreisförmig, oft sogar neigen die Körner zum Oval (Fig. 1). Die Umrifslinie ist meist schwach geschweift. Schichtung niemals deutlich. Kern central ($^1/_1$), undeutlich hervortretend. Die centrale Lage ist durch das Polarisationsinstrument zu ermitteln. Spalt fehlt oder ist doch aufserordentlich selten. Bei gekeimten Samen ist er deutlicher. Die Seitenansicht (× Fig. 1) ist länglich-elliptisch, fast spindelförmig. Eine dunkle, oft breite Längsspalte, die parallel den Flächen streicht — also auf der Flächenansicht nicht hervortritt — ist bei der Seitenansicht meist (nicht immer) deutlich. Die Gröfse der Grofskörner variiert ziemlich. Bei den grofsen beträgt sie meist 30—38 mik und erreicht bisweilen, aber selten, 45 mik, angeblich sogar 50 mik, die kleineren Körner messen meist 15—25 mik. Die Dicke der grofsen Grofskörner beträgt 9—15 mik.

b) Die Kleinkörner sind meist rundlich oder oval, seltener polyedrisch oder in ein Spitzchen auslaufend. Die Gröfse der Kleinkörner beträgt 2—9,5 mik, meist 6—7 mik.

Nebenformen. Zusammengesetzte Körner mit wenig zahlreichen (2—25) Teilkörnern (*y*, Fig. 1), meist in die Teilkörner zerfallen. Teilkörner meist halbkugelig oder abgerundeteckig, nicht tiaraförmig. Spindelförmige Körner selten. Aufserdem einige Zwischenformen zwischen den Grofs- und Kleinkörnern und sackartige oder wulstig verbogene Grofskörner. Selten sind zu zwei zusammengesetzte Grofskörner (ähnlich Fig. 2, *y*), die aber meist in die beiden Teilkörner zerfallen sind.

Die Stärkekörner der Spelten (s. Taf. 42, Fig. 23) sind denen des Weizens ähnlich, die Grofskörner derselben aber im Durchschnitt kleiner (20—25 mik).

Die Geheimmittel Semolina, Semoule d'igname, Neville's Patent flour of lentills, Bullock's Semula, Babyfood u. a., auch Puder, Kraftmehle, Kindermehle und sogenannte Amidons enthalten Weizenstärke (oder auch Weizenmehle) oder bestehen daraus.

Mit Ultramarin gebläute Stärke kommt als Glanzstärke oder Lazulinstärke in den Handel.

Roggenstärke.

Die Stärke des Roggens (Secale cereale) wird nur wenig dargestellt. Sie ist auch im Endosperm der Samen enthalten (vergl. Taf. 43).

Die Stärkekörner gleichen im allgemeinen denen des Weizens, doch sind die Grofskörner im Durchschnitt gröfser.

Typus. a) Grofskörner wie beim Weizen rundlich, aber viel unregelmäfsiger im Umrifs (Fig. 2), auch oft nicht so dick linsenförmig wie die Weizenkörner. Zarte Schichtung ist da und dort zu sehen. Die Gröfse variiert in weiten Grenzen. Die grofsen messen 25—38 mik, ziemlich zahlreiche erreichen aber auch 45—53 mik, sehr selten steigt die Gröfse bis 60 oder gar 70 mik. Die kleineren messen 10—23 mik. Die Grofskörner sind durch relativ viele Mittelformen mit den

b) Kleinkörnern verbunden, die die gleiche Form und Gröfse besitzen, wie die der Weizenstärke, aber ebenfalls in den Formen unregelmäfsiger und eckiger sind. Gröfse 3—10 mik.

Leiter. Grofskörner mit strahligem Centralspalt (Fig. 2). Dieselben sind in der Roggenstärke häufig, so dafs man fast in jedem Gesichtsfelde 1 oder 2 solche Körner findet. Der Spalt erscheint, da er Luft führt, meist schwarz, besonders die grofsen Körner zeigen den Spalt häufig.

Nebenformen. Aus Kleinkörnern zusammengesetzte Stärkekörner und deren Teilkörner. Wulstige und buckelige, sowie bohnenartige Formen und einseitig verdickte Körner (Fig. 2, *z*). Aus 2 zusammengesetzte Grofskörner (Fig. 2, *y* oben), meist in die beiden Teilkörner zerfallen, die dann die Kommissuralfläche deutlich erkennen lassen (Fig. 2, × unten).

Gerstenstärke.

Die Stärke der Gerste (Hordeum vulg.) ist nicht Handelsartikel. Sie ist auch im Endosperm der Samen enthalten (vergl. Taf. 41).

Die Stärkekörner sind denen von Weizen und Roggen ähnlich, nur im Durchschnitt kleiner als beide.

Typus. a) Grofskörner rundlich, aber nicht kreisrund, von der Fläche gesehen oft knollenförmig unregelmäfsig (Fig. 3), an Pisum erinnernd. Schichtung an vielen Körnern deutlich, viel deutlicher als beim Roggen. Auch ein Spalt findet sich da und dort, aber seltener als bei dem Roggen. Die Gröfse der Grofskörner beträgt meist 15—30, am häufigsten um 25 mik, sie steigt nur selten auf 35 und überschreitet 42 mik wohl nie. Sie sind durch wenige Mittelformen mit den

b) Kleinkörnern verbunden, die rundlich zu sein pflegen. Ihre Gröfse differiert nicht von der der Weizen- und Roggenkörner.

Leiter. Wulstig-nierenförmige Körner, an Pisum erinnernd (Fig. 3, *y*).

Nebenformen. Einige Zwischenformen zwischen Grofs- und Kleinkörnern. Teilkörner von zusammengesetzten Grofskörnern mit einseitiger gerader Fläche (Fig. 3, ×) nicht gerade selten. Spindeln selten.

Obwohl, wie aus obigem ersichtlich, jedes der drei Stärkemehle — Weizen, Roggen, Gerste — seine besonderen charakteristischen Eigenschaften besitzt, ist es doch nicht möglich, Gemische von zweien derselben nur an den Stärkekörnern mit Sicherheit zu diagnostizieren. Am leichtesten ist noch eine Beimischung von Roggenstärke zu Weizenstärke nachzuweisen. Bei den Mehlen hat man andere Anhaltspunkte (s. S. 191).

Maisstärke.

Die im Endosperm der Samen von Zea Mais L. (vergl. Taf. 43) enthaltene Stärke wird fabrikmäfsig dargestellt. Der Gehalt der Maisfrüchte daran schwankt von 50—65 Proz.

Bei der Fabrikation werden die eingequollenen Körner zerquetscht oder vermahlen und der Brei in Cylindersieben mit Wasser ausgewaschen. Auf dem Siebe bleiben Frucht- und Samenschale und der Keimling. Aus der „Stärkemilch" setzt sich die Stärke ab, die durch schwache Gärung oder alkalische Lauge (sehr verdünnte Natronlauge) oder schweflige Säure vom Kleber getrennt wird, der bei dieser Behandlung zerstört wird.

In den Handel kommt sie in Pulver- und bisweilen auch in Brockenform. Maizena ist Mehlendospermstärke. Andere Handelsbezeichnungen sind Cornstarch, Patent corn flour, Mondamin, Palamoud, Potage des Sultanes u. a.

Die Stärkekörner (Fig. 4) haben eine verschiedene Gestalt, je nachdem ob sie aus dem Hornendosperm oder dem Mehlendosperm (Taf. 43, Fig. 3, 11, 8, 9) stammen.

Typus. Hornendospermkörner. Körner mehr oder weniger scharfkantig oder abgerundet kantig, selten so scharfkantig, als man dies nach den Durchschnitten durch das Hornendosperm (Taf. 43, Fig. 9) erwarten sollte; isodiametrisch, daher kräftig aus der Fläche heraustretend, oft mit einem centralen Spalt oder einer Centralhöhle versehen, ungeschichtet, oft noch zu mehreren oder zu ganzen Klumpen zusammenhängend (Fig. 4), bisweilen mit zarten Radialrissen versehen (×, Fig. 4). Die Gröfse beträgt meist 10—18—23 mik, steigt aber auch bis 25 mik und darüber.

Mehlendospermkörner. Sehr unregelmäfsige, aber stets abgerundete kugelige Formen, da die Körner locker in den Zellen liegen (Taf. 43, Fig. 8). Der Centralspalt fehlt bisweilen. Regelmäfsige Kugelform ist selten. Schichten fehlen meist. Sehr variabel in der Gröfse. Die Gröfse beträgt 9 bis 23, meist 10—15, steigt aber auch bis 25, einige messen sogar 30 mik. Daher erscheint das Mehlendosperm oft grofskörniger als das Hornendosperm.

Nebenformen. Zu zweien zusammengesetzte gestreckte Körner (Fig. 4, *y*) oder deren Teilkörner. Ganz kleine rundliche Körner von 2—10 mik.

Die eigentümlich korrodierten Körner gekeimten Maises sind auf Taf. 43, Fig. 12 dargestellt.

Da an einer schmalen Zone das Hornendosperm allmählich in Mehlendosperm übergeht, finden sich auch Übergänge von typischen Hornendospermkörnern zu typischen Mehlendospermkörnern, so dafs man bisweilen nicht sagen kann, ob ein Korn zum Horn- oder zum Mehlendosperm gehört.

Haferstärke.

Die Stärke des Hafers (Avena sativa) ist auch im Endosperm der Samen (s. Taf. 44) enthalten, welches jedoch keine Differenzierung in Horn- und Mehlendosperm erkennen läfst. Die Stärke liegt in den Zellen locker gehäuft. Haferstärke wird wenig oder gar nicht dargestellt, in einiger Menge nur Hafermehl (s. Avena).

Die Haferstärke ist sehr charakteristisch. Eingebettet in reichliche Füllstärke finden sich grofse zusammengesetzte Stärkekörner (Fig. 5).

Typus. Grofse ovale oder rundliche, oder mehr oder weniger gestreckte bezw. unregelmäfsige, meist 35—45 oder 50 mik lange zusammengesetzte Stärkekörner (Fig. 5, ×) mit niemals eckigen Umrifslinien (wie beim Reis), die meist aus sehr zahlreichen Teilkörnern bestehen, im einfachsten Falle aus 2, oft aber aus 60 und mehr, bisweilen aus 100, ja aus 200 Körnern. Diese zusammengesetzten Stärkekörner zerfallen relativ leicht in die Teilkörner (bei $\times_1$, Fig. 5), doch findet man in jedem Mehl noch zahlreiche intakt. Die Teilkörner dieser zusammengesetzten Stärkekörner sind polyedrisch-eckig und oft sehr unregelmäfsig eckig (Fig. 5, *z*), wenn sie aus dem Innern, einseitig abgerundet, wenn sie vom Rande stammen. Ein Kern oder eine Kernhöhle bezw. ein Spalt sind an ihnen nicht sichtbar. Ihre Gröfse beträgt 5—12, meist 5,5 bis 7,5 mik.

In der Füllstärke sind die Spindelformen die typischen und meist in grofser Zahl vorhanden (Fig. 5, *y*), doch variiert ihre Zahl bisweilen. Sie sind wichtige „Leiter". Sie sind bald lang, oft 15—28 mik, bald kurz, dann 5—15 mik, für gewöhnlich schlank und beiderseits genabelt, bald gerade, bald gekrümmt. Daneben treten zahlreiche bald mehr rundliche, bald mehr eckige Körner auf, die einen Durchmesser von 3—8 mik besitzen. Liegen die Körner der Füllstärke in den Zellen dicht aufeinander, so prävalieren die eckigen Formen (Fig. 5, *r*), die eine grofse Unregelmäfsigkeit in den Umrifslinien zeigen.

Als Nebenformen finden sich in der Füllstärke genau runde Körner von 10—20 mik Durchmesser, die bisweilen einen Spalt besitzen, ferner rundliche und citronen- bezw. conidienförmige, d. h. einseitig genabelte Körner, sowie ganz kleine, 2—4 mik grofse rundliche.

Reisstärke.

Die Reisstärke ist im Endosperm der Samen von Oryza sativa L. enthalten (Taf. 45). Sie wird in grofsem Stile, besonders in England, aber auch in Deutschland, Tirol, Italien, Amerika und Belgien dargestellt, teils aus den schlechteren indischen Sorten, teils aus den Abfällen des Reisschälprozesses. Man weicht die Körner einen Tag in verdünntes Kali ein (oder Salzsäure oder Ammoniak), wäscht, mahlt, weicht nochmals in Lauge ein, um den Kleber vollends zu lösen, und schlemmt. Auch durch Gärung kann der Kleber zerstört werden. Im Handel ist Reisstärke als Strahlen-(Kristall-) und Brocken-(Luft-)stärke. Pariser Waschpulver und „gummierte" Stärke sind Reismehlprodukte. Reismehl ist fast reine Reisstärke und sehr kleberarm. Royal Anglais ist belgische Reisstärke, Poudre de riz eine besonders feine Sorte, ebenso Corn flour und das Pariser Waschpulver.

Das Endosperm des Reissamens läfst keine Differenzierung in Hornendosperm und Mehlendosperm erkennen. Es besteht sogar nur ausschliefslich aus Hornendosperm. In die demgemäfs die Zellen dicht erfüllende Füllstärke sind jedoch, wie beim Hafer, zusammengesetzte Stärkekörner in grofser Zahl eingebettet. Dieselben zeigen aber nicht, wie beim Hafer, rundlichen Umrifs, sondern sind, da mit der Füllstärke fest verbunden, kantig-eckig (×, Fig. 6).

Die Körner sind fast alle ein Typus und überraschen durch ihre scharfkantige eckige Gestalt. Sie sind 3-, 4-, 5-, 6eckig, besonders oft in der Aufsicht 5eckig, fast kristallartig, meist isodiametrisch, oft spitzwinklig und relativ gleichartig in Gestalt und Gröfse. Rundliche Formen sind sehr selten. Kernhöhle fehlt meist, Kern ist selten sichtbar.

Die zusammengesetzten Stärkekörner sind ziemlich individuenreich und auch im Mehl entweder ganz oder teilweise zertrümmert noch deutlich sichtbar, in den feineren Reisstärkesorten sind sie nicht mehr aufzufinden oder doch nur Bruchstücke derselben in Gestalt mehrerer zusammenhängender Körner.

Die Gröfse der Körner beträgt 2—9, meist 4—6 mik.

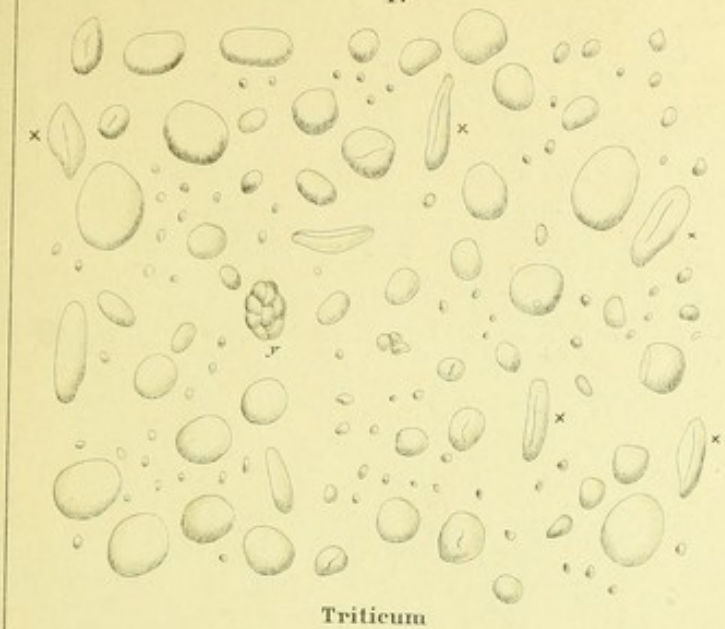
Tafel 50.

Erklärung der Abbildungen.

Vergrößerung: 300.

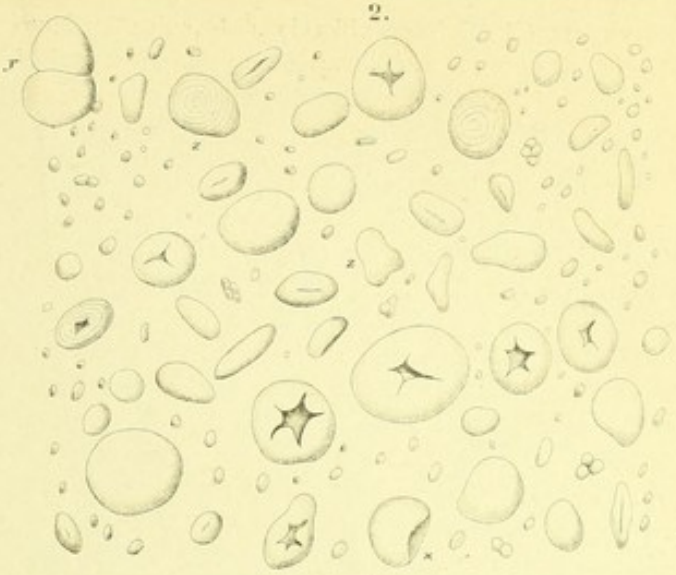
Fig. 1. Weizenstärke.
„ 2. Roggenstärke.
„ 3. Gerstenstärke.
Fig. 4. Maisstärke
„ 5. Haferstärke.
„ 6. Reisstärke.

1.



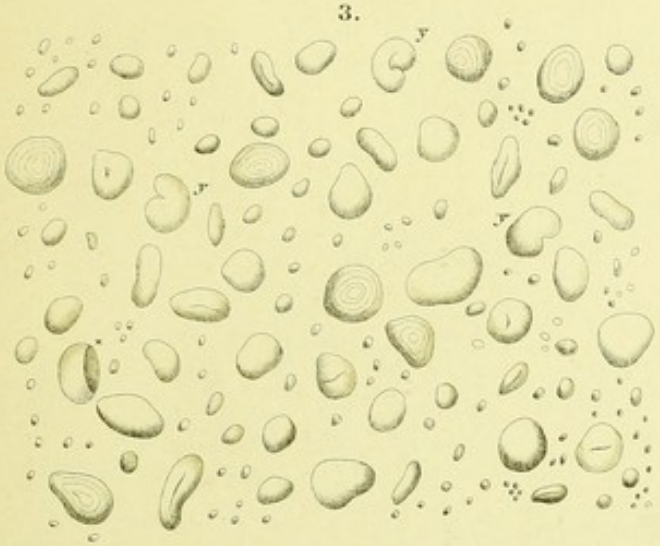
Triticum

2.



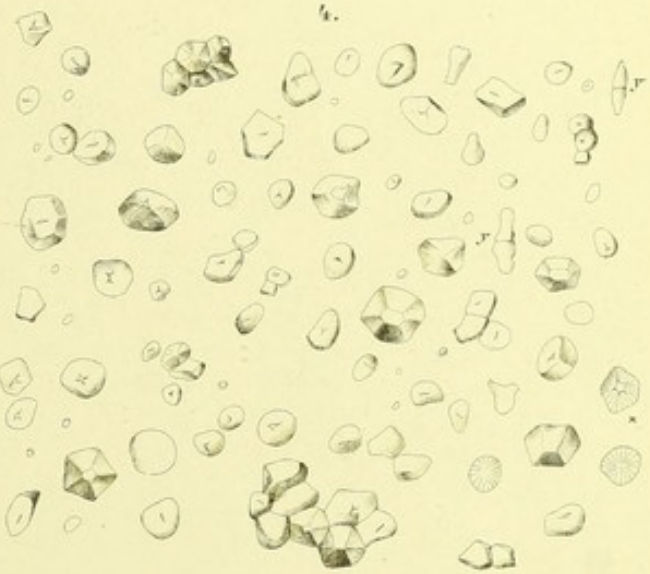
Secale

3.



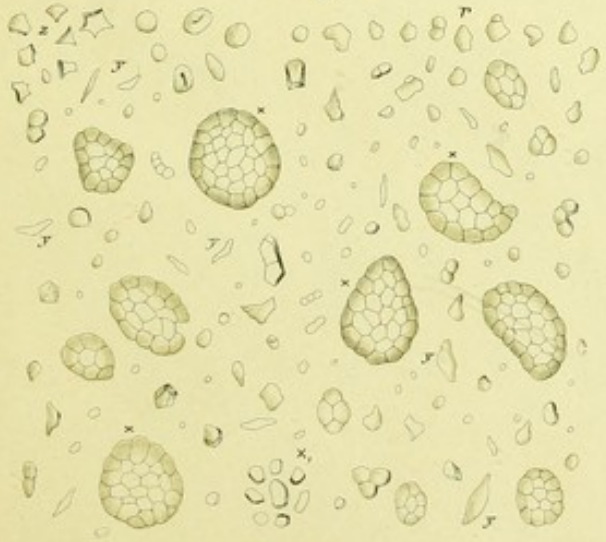
Hordeum

4.



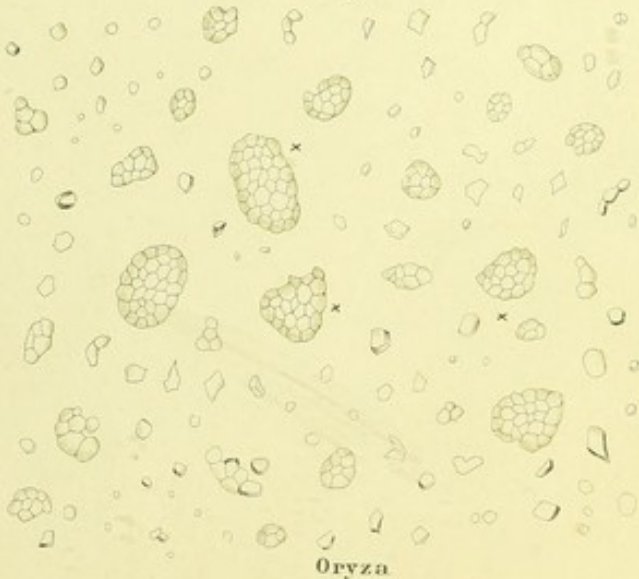
Mais

5.



Avena

6.



Oryza

Lith. Anst. v. C. Kirst, Leipzig.

Arrowroot.

Unter diesem Namen gehen alle tropischen Stärkesorten, gleichviel von welcher Pflanze sie stammen. Arrowroot ist also eine Gruppenbezeichnung, ein Sammelbegriff. Nur die Sagostärke, die auch ein Arrowroot, d. h. eine tropische Stärke ist, wird für gewöhnlich nicht mit diesem Namen bezeichnet. Das Arrowroot par excellence ist das westindische Arrowroot, das „Pfeilwurzelmehl" (Arrow = Pfeil, Root = Wurzel).

Arrowroot ist auch Bestandteil einiger Geheimmittel, so z. B. der Guruma.

Westindisches Arrowroot.

Jamaika-Arrowroot, Bermudas-Arrowroot, St. Vincent-Arrowroot, Natal-Arrowroot, Ararutamehl, Arrowroot par excellence, Marantastärke, Pfeilwurzelmehl, Arrowroot de la Jamaique. Amylum Marantae. Amylum Arrow. Kraftmehl.

Das westindische Arrowroot (Fig. 1) wird aus den Rhizomen von Maranta arundinacea L., M. indica Tuss. und M. nobilis Moore, die in den Tropen allenthalben kultiviert werden, in der Weise dargestellt, dafs die gewaschenen und geschälten Wurzelstöcke auf Mühlen zerquetscht werden, der Brei auf Sieben mit Wasser behandelt und die Stärkemilch in der gewöhnlichen Weise — Absetzenlassen, Trennen vom Wasser, Trocknen des Satzmehls — verarbeitet wird. Die Herstellung erfolgt hauptsächlich auf St. Vincent, in Natal, Queensland und auf den Bermuden (Long Island), aber auch auf Jamaika, Barbados, Tortola, in Brasilien (daher auch brasilianisches Arrowroot), Ostindien, besonders Ceylon und Madras (daher auch ostindisches Arrowroot), Neu-Süd-Wales, Madagaskar, Sierra leone und am Kap der guten Hoffnung (daher auch afrikanisches Arrowroot). Die als Natal-Arrowroot bezeichneten Stärkemehle meiner Sammlung sind sämtlich Marantastärke.

Das Handelsprodukt ist ein mattweisses, knirschendes, mit Brocken durchmischtes Pulver, dessen einzelne Stärkekörner mit der Lupe erkennbar sind.

Die mir vorliegenden zehn Handelsmuster stimmen im allgemeinen überein mit dem einzigen Unterschiede, dafs zwei als Bermudas-Arrowroot bezeichnete Sorten nicht den typischen Spalt, sondern einen runden Kern, bezw. eine runde Kernhöhle besafsen und eine gröfsere Zahl sehr grofser Körner aufwiesen. Sicher von Maranta indica stammendes Material (aus Java) zeigte den Spalt typisch, stimmte überhaupt mit der Handelsware gut überein.

Die Körner sind sehr verschieden gestaltet (Fig. 1); rundliche, ovale, ei- oder birnförmige bilden die Hauptmasse, daneben finden sich dreieckige, spindelige, keulen- oder birnförmige, ja bisweilen sogar viereckige oder rhomboidische. Einige (die „Leiter") sind seitlich genabelt. Viele, manchmal sogar alle Körner zeigen einen deutlichen, bald fast central, bald — und dies bildet die Regel — excentrisch, und alsdann meist am breiteren Ende gelegenen eigentümlichen, luftführenden, zwei-, drei- oder vierstrahligen gekrümmten Spalt, der im typischen Falle die Form eines schwebenden Vogels besitzt (Fig. 1, ×). Die Excentricität des Kerns beträgt meist $^1/_2$—$^1/_3$ ($^1/_1$—$^1/_4$). Die Schichtung ist bei den meisten Körnern deutlich, aber viel zarter als bei der Kartoffel. Die Körner sind meist dick rundlich oder, wenn abgeplattet, doch nur schwach abgeplattet — wie man sich leicht überzeugen kann, wenn man die Körner ins Rollen bringt. Zusammengesetzte Stärkekörner habe ich in keinem Material gefunden.

Die Gröfse der Körner variiert sehr, meist beträgt sie 30—40 mik, die kleinen Körner sind jedoch oft nur 7,5 bis 15 mik, die grofsen erreichen im normalen Falle, z. B. beim St. Vincent-Arrowroot, 45—55, selten 60 mik, und mehr. Beim Bermudas-Arrowroot, dessen Körner überhaupt im allgemeinen etwas gröfser sind als die des St. Vincent-Arrowroot, erreichen die gröfsten Körner 70—75 mik.

Westindisches Arrowroot liefert mit siedendem Wasser einen farb-, geruch- und geschmacklosen, durchsichtigen und schleimigen Kleister, der einen lichtbläulichen Schimmer besitzt.

Manihot.

Manioc, Cassave, brasilianisches Arrowroot, Mandioca, Amylum brasiliense seu Cassavae, Bahia-, Rio-, Para-Arrowroot, Tapiocastärke.

Das Manihot (Fig. 2) wird besonders in Brasilien, aber auch in anderen Tropengegenden (Guayana, Martinique, Guadeloupe, Travancore, Réunion, Senegal, Neukaledonien, im malaischen Archipel, Malacca, Singapore) aus den grofsen, sehr stärkereichen Wurzelknollen der in den Tropen allenthalben kultivierten Manihotpflanzen Manihot utilissima Pohl (Jatropha Manihot), M. Aipi Pohl und M. Janipha dar-

gestellt. Manihot utilissima liefert die höchsten Erträge und wird daher vornehmlich kultiviert und verarbeitet. Das Cassavemehl ist ein ebenso wichtiges Nahrungsmittel wie Reis, Sago und Weizen.

Behufs Gewinnung der Stärke werden die geschälten und zerschnittenen Knollen gewaschen und durch Pressen von dem giftigen Safte befreit. Die getrockneten Stöcke werden vermahlen (Cassave- oder Maniokmehl), das Mehl behufs Gewinnung der Stärke geschlämmt.

Aus dem Cassavemehl wird aufser dem Cassavebrot auch sowohl in den Tropen (z. B. in Brasilien, Singapore), wie in Europa (z. B. in Frankreich) eine Sagoform dargestellt, die echte Tapioca, indem man die feuchte Stärkemasse durch Hindurchpressen durch Siebe „körnt“ und diese Körner über freiem Feuer in flachen Metallschalen erhitzt. Ich besitze in meiner Sammlung Tapioca aus Singapore in runden Körnern im Durchmesser von 1—2 mm, 4—5 mm und 6 mm, die ganz dem Sago gleichen, aber auch Tapioca in Flocken (zusammengeballte Körner).

Die Stärkekörner sind zum weitaus gröfsten Teile zusammengesetzt, und zwar am häufigsten aus zwei Körnern, einem grofsen und einem sehr viel kleineren (Fig. 2, ×). Seltener sind die beiden Teilkörner etwa gleichgrofs, oder mehr wie zwei, z. B. drei Teilkörner (*y*, Fig. 2) zu einem zusammengesetzten Korne vereinigt. Übrigens zerfallen die zusammengesetzten Körner so leicht in ihre Teilkörner, dafs man sie in dem Mehle des Handels nur noch selten beisammen findet (×, Fig. 2). Das Mehl besteht daher vorwiegend aus den Teilkörnern. Dieselben haben, da die aus zwei zusammengesetzten Stärkekörner bei weitem prävalieren, meist die Form einer Kesselpauke, d. h. sie sind auf der einen Seite flach auf der anderen abgerundet. Für gewöhnlich sitzen einem Grofskorn ein (oder mehrere) Kleinkörner seitlich an. Daneben finden sich — als Nebenform — Körner, die mehreckig sind mit einer abgerundeten Seite. Sie stammen aus höher zusammengesetzten Körnern. Einfache Körner fehlen ganz oder sind zum mindesten sehr selten. Die Mehrzahl der Teilkörner besitzt einen rundlichen Umrifs. Namentlich die Grofskörner zeigen diese Gestalt. Sie sind, wenn die Ansatzstelle der Kleinkörner auf der abgekehrten Seite liegt, fast genau rund, ähnlich wie die Grofskörner des Weizens, doch sind sie nicht flach-scheibenförmig, sondern von kugeliger Form. Die Mehrzahl der Körner besitzt einen central gelegenen Spalt, der besonders bei den Grofskörnern sehr deutlich hervortritt und bei diesen eine sternförmige Gestalt annimmt (Fig. 2), aber auch die Kleinkörner führen einen Spalt. Schichten sind wenig deutlich.

Die Gröfse der Grofskörner beträgt im Maximum 25—33, bisweilen bis 36 mik, viele erreichen jedoch nur einen Durchmesser von 15—23 mik. Die Kleinkörner sind sehr verschieden grofs. Sie messen meist 5—15 mik, doch findet man auch kleinere und — seltener — gröfsere.

Sehr bemerkenswerte Unterschiede zeigen die Stärkekörner der nach Sagoart behandelten Manihotstärke, die Tapioca des Handels. Soweit bei dieser Tapioca noch Stärkekörner zu erkennen sind, zeigen dieselben, da ja die feuchte granulierte Stärke erhitzt wird (s. oben), alle Charaktere beginnender Verkleisterung, also in erster Linie eine starke Vergröfserung des Spaltes, bezw. Kerns, der nunmehr keine Luft, sondern Kleister führt (die Verkleisterung beginnt für gewöhnlich beim Kern) und häufig sich gegen die Bruchstelle hin trichterförmig erweitert (Fig. 2, *z* und Angew. Anatomie S. 86) — ferner Risse, Schichtung und Schalenbildung. Daneben sieht man alle Stadien weiter fortgeschrittener Verkleisterung: gequollene Körner mit dünner oder nur einseitiger Hülle, verbogene Körner, Kleisterballen (Fig. 2, *z* oben).

Tapiocamischungen sind die Tapioca Crecy (mit gepulverten Karotten), Tapioca julienne (mit Suppenkräutern), Tapioca au Cacao (mit Kakao).

Ähnlich der Cassavestärke ist die Beantreestärke gebaut, die aus den Samen von Castanospermum australe Cunn. in Australien dargestellt wird.

Queensland-Arrowroot.

Cannastärke, Tous les mois, Fécule de Toloman. Arrowroot von Neu-Südwales.

Das Queensland-Arrowroot (Fig. 3) wird besonders in Queensland, aber auch in anderen Tropengegenden, z. B. auf den kleinen Antillen, aus den Rhizomen von Canna edulis Edw., sowie C. indica L., C. Achiras Gill., C. coccinea Rosc. dargestellt. Es ist von allen Stärkesorten das grobkörnigste und schon mit blofsem Auge kann man einzelne Körner in demselben sehen. (Vergl. auch S. 220.)

Die Stärkekörner differieren in Form und Gröfse ziemlich. Doch prävalieren die grofsen von sackartiger Gestalt. Die Form ist etwas verschieden, je nachdem man die Körner von der Fläche oder von der Seite sieht. Denn obwohl die Körner nicht eigentlich scheibenförmig sind, sind sie doch auch nicht ganz rund. Man kann sie am besten als dicklinsenförmig bezeichnen. Die Flächenansicht ist wenig gestreckt, bisweilen isodiametrisch-rundlich, eiförmig oder breitsackartig, herz-, nieren-, birnförmig, das breitere Ende abgerundet, das schmälere Ende oft eingezogen (×, Fig. 3) oder breit genabelt (*y*, Fig. 3) oder eingezogen und genabelt (*z*, Fig. 3). Dort bisweilen mit einem dreieckigen, den Kern führenden Vorsprunge versehen. Für gewöhnlich liegt der Kern, dessen Excentricität in der Regel aufserordentlich ist: meist $^1/_5$—$^1/_7$ ($^1/_2$—$^1/_8$), an dem schmäleren Ende. Die Seitenansicht der Körner ist breit-elliptisch, keulen- oder birnförmig. Schichtung ist bei kleiner Blende für gewöhnlich an allen Körnern gut wahrzunehmen, oft scharf und grob. Die Körner sind gewöhnlich einfach, nicht zusammengesetzt, doch führen einige einen doppelten Kern (halb zusammengesetzte Körner). Der Kern pflegt spaltfrei zu sein.

In der Regel besitzen die Körner eine Länge von 60—70—95 mik, doch steigt die Länge nicht selten auf 110, ja 130 mik. Körner von 145 mik gehören jedoch zu den gröfsten Seltenheiten. Kleinere Körner sind dagegen nicht selten.

Körner von 18—27 mik findet man z. B. oft. Diese kleineren Körner sind meist oval.

Unter dem Namen Queensland-Arrowroot geht auch die Stärke von Zamia spiralis (siehe unter Sago).

Ostindisches Arrowroot.

Tikmehl, Tikur, Tikormehl, Curcumastärke, Travancorastärke, Amylum indicum, Farina Tik, Bombay-Arrowroot, Malabar- oder Tillichery-Arrowroot.

Das ostindische Arrowroot (Fig. 4) wird aus den Rhizomen der in Ostindien (besonders an der Malabarküste) gebauten Curcumaarten: Curcuma angustifolia Roxb. (Tikor, Madras, Benares), C. leucorhiza Roxb. (Berar), C. rubescens Roxb. (Travancore), die ein wichtiges, die Cerealien daselbst zum Teil vertretendes ostindisches Nahrungsmittel sind, dargestellt.

Die Stärkekörner (Fig. 4) sind ausgesprochen flachscheibenförmig, bieten daher ein durchaus verschiedenes Bild, je nachdem man sie von der Fläche oder von der Seite betrachtet. Von der Fläche betrachtet sind sie im allgemeinen von eiförmigem Umrifs, also an der einen Seite etwas breiter als an der anderen. An der schmäleren Seite besitzen sie der Regel nach einen Nabel oder einen dreieckigen Ansatz, der sogar bisweilen in einen ziemlich langen Fortsatz auslaufen kann und in dem stets der sehr excentrische Kern liegt. Die Excentricität des Kerns, der einen Spalt nicht zu führen pflegt, beträgt $^1/_5$—$^1/_{17}$, meist $^1/_7$—$^1/_{15}$. Seine Lage ist ohne weiteres nicht leicht festzustellen, da er der Regel nach hyalin ist. Mit Hilfe des Polarisationsmikroskopes gelingt es jedoch leicht, ihn aufzufinden und seine Lage festzustellen. Auch die Schichtung ist nicht immer gut zu sehen. Wo sie deutlich ist, ist sie sehr zart. Neben den eiförmigen Körnern finden sich als Nebenformen ovale, elliptische, gestreckt-dreieckige, länglich-viereckige, spatelförmige. Spalten und Risse fehlen.

Die typischen Körner messen 35—60 mik Länge, 25 bis 35 mik Breite und 7—8 mik Dicke. Die Länge steigt bisweilen auf 65—70, selten sogar bis 85 mik, die Breite auf 45 mik, die Dicke aber nur auf 10 mik. Die kleinen Körner, die man überhaupt, da bei ihnen am häufigsten die selteneren Formen gefunden werden, als Nebenform betrachten kann, messen in der Länge oft nur 15—25 mik, bei einer Breite von 15—20 mik. Unter den Stärkekörnern von Curcuma leucorhiza findet man bisweilen sehr grofse Körner von einer Länge von 100, ja 140 mik.

Mit Sappanholzauszug gefärbt liefert Curcumastärke ein Färbemittel, den Gelâl der indischen Bazare. Gefärbte Curcumastärke habe ich auch einmal als Verfälschungsmittel der Kamala beobachtet.

Als „ostindisches Arrowroot“ bezeichnet man auch bisweilen in Ostindien gewonnene Stärkesorten anderer Provenienz (Maranta-, Cassave-, Canna-, Cycadeen-, Palmenstärke).

Tahiti-Arrowroot.

Fécule de pia, Williams Arrowroot, Taccastärke.

Die Taccastärke (Fig. 5) wird auf Tahiti, aber auch in anderen tropischen Ländern (Indien, Brasilien) aus den Knollen von Tacca pinnatifida dargestellt.

Die Stärkekörner (Fig. 5) sind ziemlich unregelmäfsig von Gestalt. Die meisten — der Typus — sind rundlich-eiförmig dick, nicht linsenförmig. Einzelne sind rundlich-dreieckig, abgerundet-rhombisch, gestreckt-elliptisch. Die kleinen Körner — Nebenform — sind oval. Die Schichtung ist fast bei allen Körnern sehr schön zu sehen. Die Schichtung ist relativ grob, die Schichten sind breit. Der Kern ist entweder rundlich oder von einem mehrstrahligen, luftführenden Spalte durchsetzt. Er liegt entweder nahezu in der Mitte — der seltenere Fall — oder etwas excentrisch, meist $^1/_2$—$^1/_3$, bald dem breiteren, bald dem schmäleren Ende genähert. Auch bei den kleinsten Körnern liegt der Kern excentrisch. Bisweilen finden sich zwei Kerne.

Die gröfseren Körner messen 38—50, einige 60—70, die gröfsten bis 85 mik, die kleineren Körner, die die Nebenform bilden, messen meist 15—25 mik.

Portland-Arrowroot.

Die Knollen von Arum maculatum L. werden in Südeuropa und Nordafrika hier und da auf Stärke verarbeitet. Ebenso bisweilen die Knollen von A. italicum Lam. und esculentum L.

Die Arumstärke (Fig. 6) ist relativ klein, die gröfsten Körner messen nur 21 mik, viele 7—15, die kleinsten gar nur 3—7 mik. Die meisten isolierten Körner der Handelsware sind Teilkörner zusammengesetzter Stärkekörner. Sie besitzen daher eine abgerundete Seite und eine oder mehrere Bruchflächen. Die Zahl der Teilkörner, die die zusammengesetzten bilden, ist, nach den Bruchkörnern zu schliefsen, nie eine sehr hohe, oft 2—8. Neben den Teilkörnern finden sich dann noch kleine rundliche Füllstärkekörner.

Die meisten Körner und wohl alle gröfseren besitzen einen Spalt, der central gelegen ist und oft mehrstrahlig erscheint.

Nicht selten findet man zwischen den Körnern Raphiden oder deren Bruchstücke (*kr*, Fig. 6).

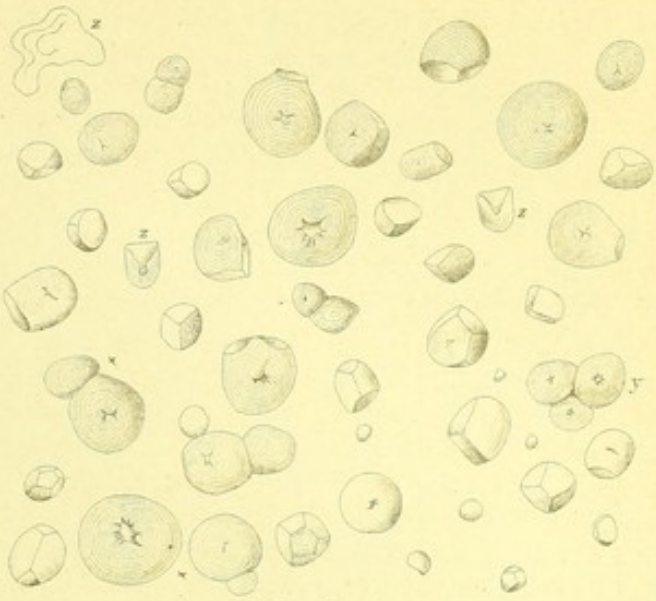
Tafel 51.

Erklärung der Abbildungen.

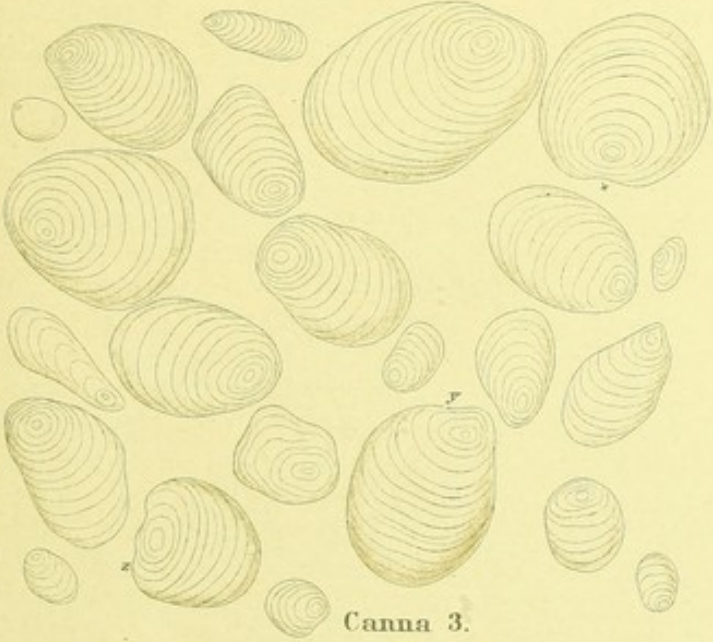
(Vergrößerung 300.)

Fig. 1. Westindisches Arrowroot (Marantastärke).
„ 2. Maniot (Manihotstärke).
„ 3. Queensland-Arrowroot (Cannastärke).
Fig. 4. Ostindisches Arrowroot (Curcumastärke).
„ 5. Tahiti-Arrowroot (Taccastärke).
„ 6. Portland-Arrowroot (Arumstärke).

1. Maranta



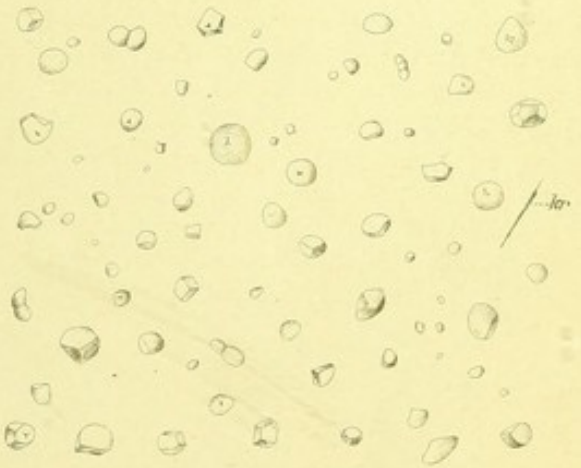
2. Manihot



Canna 3.

4. Curcuma

5. Tacca



6. Arum

Lith. Inst. v. C. Kreer, Leipzig.

Arrowroot.

(Fortsetzung.)

Brasilianisches Arrowroot.

Batatenstärke, Fécule de batate.

Das brasilianische Arrowroot (Fig. 1) wird aus den Knollen der in den Tropen (z. B. in Indien) allenthalben angebauten Batatas edulis Chois. dargestellt.

Die Stärkekörner der Batate sind zum gröfsten Teile zusammengesetzte Stärkekörner, die aber sehr leicht in die Teilkörner zerfallen, so dass in dem Batatenmehle des Handels nur sehr selten noch zusammengesetzte Körner zu finden sind. Die Körner, die man in ihm findet, zeigen entweder eine oder mehrere Bruchflächen, meist zwei bis drei, so dass man schon hieraus schliefsen kann, dafs zu zwei oder drei zusammengesetzte Körner im Mehle prävalieren. Die höchste von mir sicher beobachtete Zahl der Teilkörner betrug sechs, doch scheinen auch höher zusammengesetzte vorzukommen. Die Teilkörner sind meist 25—35 mik grofs, bisweilen erreichen sie eine Gröfse von 38—45 mik, ja sogar 55 mik, die kleinen besitzen einen Durchmesser von 15—22 mik. Schichtung ist nur bei einigen deutlich, ein rundlicher Kern oder ein luftführender, zwei oder mehrstrahliger Spalt häufig. Die Bruchfläche ist, besonders bei den zu zweien zusammengesetzten Körnern, oft gewölbt (×, Fig. 1). Die Excentricität des Kernes beträgt meist $^1/_2$ bis $^2/_5$. Die Form der Körner ist sehr mannigfaltig. Je nachdem dieselben die Teilkörner von aus zwei oder mehr zusammengesetzten Körnern sind, wechselt ihre Form natürlich sehr. Sehr viele sind konisch, bisweilen sitzt einem grofsen Korn ein sehr viel kleineres an, dann liegt neben einem grofsen Korne mit kleiner einseitiger Bruchfläche ein kleines halbkugeliges Korn. Es kommt aber auch öfter vor, dafs einem grofsen Korne mehrere kleinere ansitzen. Überhaupt dürfte es Regel sein, dafs die Teilkörner eines zusammengesetzten Kornes nicht gleich grofs sind. Jedenfalls gehört es zu den Seltenheiten, dafs die Körner gar nicht zusammengesetzt sind. Doch findet man stets neben den Teilkörnern hie und da einige rein rundliche Körner (z, Fig. 1), „Kugeln“, woraus hervorgeht, dafs auch nicht zusammengesetzte Körner vorkommen. Diese gehören ihrer Gröfse nach zu den Formen mit gröfstem Durchmesser. Oft sind es geradezu die gröfsten. Ihr Spalt liegt central.

Zwei andere mit „brasilianischem Arrowroot“ bezeichnete Muster meiner Sammlung stimmten ganz mit der obigen Beschreibung überein. Bei dem einen mafsen die „Kugeln“ meist 20—30, beim anderen 20—40 mik im Durchmesser. Der Kern war rundlich. Auf der südamerikanischen Ausstellung in Berlin fand ich unter der Bezeichnung Gomma de batata ein Stärkemehl, das dem oben beschriebenen in allen Punkten glich, nur zeigten die grofsen Körner mit ein oder mehreren Ansatzstellen auffallend unregelmäfsige Formen. Sie zeigten oft deutliche Einbuchtungen.

Aus der Martiusschen Sammlung stammend, liegt mir eine Batatenstärke (Gomma de batata) vor, die in den Formen ganz mit der oben beschriebenen übereinstimmt, besonders auch neben den zahlreichen Teilkörnern grofse, nicht zusammengesetzte rundliche Körner aufweist, die gröfser sind als die Teilkörner. Doch ist bei dieser Stärke ein Spalt nur selten zu beobachten und die Gröfse differiert sehr stark. Die Mehrzahl der Körner mifst nur 7—15 mik im Durchmesser und die gröfsten rundlichen nur 18—26 mik.

Guyana-Arrowroot.

Yamswurzel-Stärke, Dioscorea-Stärke.

Das Guyana-Arrowroot ist die Reservestärke der Wurzelknollen zahlreicher, in den Tropen kultivierter Dioscorea-Arten, wie Dioscorea alata, D. sativa L., D. villosa, D. bulbifera L., D. glabra Roxb., D. aculeata L., D. tomentosa Koenig, D. nummularia Lam., D. japonica Thbg. u. a.

Von dieser Stärke liegen mir zwei ganz verschiedene Muster vor. Das eine besteht aus kleinen Stärkekörnern, das andere vorwiegend aus grofsen. Auch die Formen differieren. Das erstere ist in der Mitte, das zweite am Rande der Fig. 2 dargestellt.

Das kleinkörnige Stärkemehl besteht aus Körnern, die meist eine Länge von 15—19 mik haben, doch steigt die Gröfse bis auf 22—30 mik. Die Körner sind sehr unregelmäfsig von Form, bald gestreckt, bald dreieckig, eirund oder rhombisch, bald gekrümmt, bald buckelig, oft mit einem Längsspalt versehen (Fig. 2 in der Mitte). Da und dort zeigt ein Korn eine halbkugelige Einbuchtung oder auch deren zwei (×, Fig. 2). Die Körner sind dicklinsenförmig.

Das grofskörnige Stärkemehl besteht aus Körnern, die meist eine Länge von 30—38 mik (bisweilen bis 42 mik) haben, doch ist dasselbe durchmischt mit sehr viel kleineren, rundlichen oder eckigen, bisweilen sogar scharfkantigen Körnern, die nur einen Durchmesser von 7,5—15 mik haben

und die oft die Teilkörner zusammengesetzter sind. Die grofsen Körner, die den Typus bilden, sind unregelmäfsig von Form, doch regelmäfsiger als die oben beschriebenen. Die Eiform dominiert und die abgerundet dreieckigen Körner. Daneben finden sich gekrümmte Formen und abgerundet-rhombische. Die Körner sind dicklinsenförmig (*y*, Fig. 2). Ein Kern oder ein Spalt sind oft zu sehen, auch Schichtung ist bisweilen deutlich, freilich nicht immer; wenn vorhanden, dann erscheint sie dicht und scharf. Der Kern pflegt am schmalen Ende des Kornes stark excentrisch zu liegen.

Bananenstärke.

Auch die Bananenstärke geht bisweilen unter dem Namen Guyana-Arrowroot, obwohl sie keineswegs nur in Guyana, sondern auch in anderen tropischen Gebieten dargestellt wird. Mir liegen z. B. Muster aus Porto Rico und Bermudas vor.

Sie ist die in ziemlich beträchtlicher Menge im Fruchtfleische der Hauptobstfrucht der Tropen, besonders des tropischen Asiens, der Banane oder des Pisang, Musa paradisiaca L., abgelagerte Reservestärke, die durch Ausschlämmen des Fruchtfleischbreies mittelst Wasser isoliert werden kann.

Die Stärkekörner sind im Durchschnitt ziemlich grofs und sehr unregelmäfsig gestaltet (Fig. 3), bald sind sie breit rundlich-viereckig, bald gestreckt eiförmig oder oblong oder gar wurst-, flaschen- oder keulenförmig. Auch stark verbogene Formen sind häufig. Am bemerkenswertesten aber erscheinen die aus zwei oft ziemlich gleichgrofsen Teilkörnern bestehenden zusammengesetzten Stärkekörner (×, Fig. 3), deren beide Teilkörner meist gleichsinnig gebogen zu sein pflegen, so dafs das Ganze oft die Gestalt einer Sichel besitzt. Die Körner sind ziemlich dick-linsenförmig, so dafs sie, von der Seite betrachtet, wie in *y*, Fig. 3, dargestellt erscheinen. Schichtung ist oft deutlich. Der rundliche, stark excentrische Kern liegt oft am breiteren Ende, manchmal aber auch am schmäleren.

Die gröfsten Körner messen meist 45—65 mik, die mittleren 22—34 mik, die kleinsten rundlichen Körner, die in geringer Menge beigemischt sind, nur 4—12 mik. Bei einer Bananenstärke des Handels, die ich Oberdörffer verdanke, mafsen die grofsen Stärkekörner 60—75 mik. Die Form der Körner war die gleiche.

Bei einer aus Bermudas stammenden Bananenstärke bestand das Mehl fast ausschliefslich aus scharf- und dichtgeschichteten (ich zählte bisweilen fast 100 Schichten), gestreckt-wurstförmigen oder finger- bezw. flaschenförmigen Körnern, die oft stark gebogen und nicht selten bis 100 mik lang waren, bei nur relativ geringer Breite. Sie sehen oft aus wie Fig. 3, *z*.

Diese erhebliche Gröfsendifferenz der Körner ist offenbar darauf zurückzuführen, dafs verschiedene Varietäten des Pisang zur Darstellung der Stärke herangezogen wurden. Vom Pisang sind gegen 100 Varietäten in Kultur.

Sago.

Im Grundparenchym ihres Stammes speichern die Sagopalmen, Arten der Gattung Metroxylon Rottb., besonders M. Sagus, Rumphii, laevis, Koenigii, reichlich Stärke, um sie zur Zeit der Blüte und Fruchtreife wieder zu verbrauchen. Diese Reservestärke des Stammes ist es, die als Sago gewonnen wird, und zwar durch das ganze Verbreitungsgebiet der Sagopalmen von Malacca und Sumatra im Westen bis zu den Fijiinseln im Osten, von Siam und Mindanao im Norden bis zu den kleinen Sunda-Inseln und Neu-Guinea im Süden. Hauptsächlich ist jedoch der Osten des Gebietes Sago produzierend. Die Gewinnung (vergl. Tschirch, Indische Heil- und Nutzpflanzen, S. 163) erfolgt durch Ausschlämmen des ausgekratzten Rohmehles mittelst Wasser in ziemlich primitiver Weise. Das Mehl enthält, in dieser Form gewonnen, noch reichlich Pflanzenreste. Durch abermaliges Schlämmen wird es von denselben getrennt und dann entweder als Sago Flour in den Handel gebracht oder (meist in Singapore) granuliert (Pearl Sago). Um aus dem geschlämmten Sagomehl Perlsago zu machen, wird das Schlemmwasser abgelassen, der feuchte, am Boden sitzende Kuchen herausgenommen und an der Sonne bis zur krümeligen Trockne gebracht; darauf in Stücke zerschlagen und gesiebt; die auf dem Siebe liegenden Stücke werden weiter zerklopft, das Durchfallende in einen gespreizten Sack geschüttet und in diesem so lange gerüttelt, bis sich die Körner rundlich gescheuert haben. Man nennt diese Prozedur „Perlen". Darauf wird das beim Perlen sich stets ergebende Mehl abgesiebt, der geperlte Sago durch verschiedene grobmaschige Siebe in feinkörnigen und grobkörnigen sortiert, nochmals in Säcken gerüttelt und endlich auf flachen, eisernen, schwach erwärmten Pfannen so lange „gerollt", d. h. geröstet, bis die Körner oberflächlich verkleistert sind. Manche Fabriken perlen nur ohne zu rollen. Die ungerollten Körner sind weifs, die gerollten partiell glasig. Die mir vorliegenden Muster geperlten Sagos haben drei Gröfsen, die kleineren messen 1 mm, die gröfseren 1,5—2 mm, die gröfsten 2,5—3 mm im Durchmesser, alle zeigen an ihren Stärkekörnern alle Stadien der Verkleisterung, während die Körner des Sago Flour, von dem mir ebenfalls mehrere Muster vorliegen, die ich, ebenso wie den Perlsago, aus Singapore mitgebracht, keine Verkleisterungserscheinungen darbieten. Wohl aber zeigen einzelne Körner der Muster Veränderungen, wie sie bei der Stärke gekeimter Samen (vergl. z. B. Fig. 5 und Taf. 48, Fig. 11) oder ausgetriebener Kartoffeln zu beobachten sind, sie sind korrodiert, oder zeigen grofse Centralhöhlen oder zahlreiche Radialrisse oder andere Erscheinungen, die Zeichen beginnender Auflösung sind. Wodurch diese Veränderungen hervorgerufen wurden, ist nicht mehr zu ermitteln. Ob die Stärke zu einer Zeit aus der Pflanze gewonnen wurde, wo sie schon in der Auflösung begriffen war, d. h. also zu einer Zeit kurz vor der Blüte, oder ob die Stärke durch beginnende Fermentierung während des Schlämmens angegriffen wurde, kann durch den Befund an dem fertigen Materiale nicht mehr entschieden werden. An eine Dextrinierung der Körner in-

folge von gelinder Röstung kann nicht wohl gedacht werden, da sie in Öl betrachtet das gleiche Bild bieten als in Wasser. Andere mir vorliegende Sagostärke zeigte diese Erscheinungen nicht. Sagostärke, bezw. Sagomehl, mit Zellfragmenten, Haaren, Sclereiden u. dergl. untermischt, also ungeschlämmt, ist im Handel jetzt selten zu finden. Keineswegs ist das Fehlen von Zellfragmenten ein Zeichen, dafs Sagostärke, bezw. eine andere Palmenstärke nicht vorliegt, wie das Vorkommen von dergleichen Bildungen nicht unbedingt auf Palmenstärke deutet.

Die Stärkekörner des Sago-Flour, der ein weifses oder grauweifses, bezw. rötlichweifses Pulver bildet, besitzen zwei verschiedene Formen, die einen sind einfach, die anderen zusammengesetzt. Die einfachen Körner (die Nebenform) sind meist sehr grofs, 50—65 mik, oft eirund oder nahezu eirund oder etwas gestreckt oval-länglich. Sie besitzen meist am breiteren Ende des Kornes einen ziemlich stark excentrischen Kern, bezw. an seiner Stelle eine zwei- bis mehrstrahlige Kernspalte.

Den Typus bilden jedoch zusammengesetzte Körner sehr eigentümlichen Baues (Fig. 4). Es gruppieren sich nämlich um ein auffallend grofses Hauptkorn, welches eine Länge von 52—68 (selten bis 80) mik besitzt, aber auch kleiner — 30—45 mik — sein kann, ein oder mehrere (bis 5, meist 2—3) Nebenkörner, die für gewöhnlich nur einen Durchmesser von 10—20 mik besitzen. Die Kleinkörner sitzen meist kurzen Vorstülpungen des Grofskornes mit flacher Ansatzstelle oder dem verschmälerten Ende desselben an. Wenn mehrere Nebenkörner vorhanden sind, so sitzen sie der Regel nach nicht weit voneinander (Fig. 4, ×). Im Sago-Flour sowohl wie im geperlten Sago sind jedoch der Regel nach die Nebenkörner vom Hauptkorn abgefallen, da sie sich sehr leicht von demselben abtrennen. Das Hauptkorn zeigt alsdann, besonders deutlich wenn mehrere Nebenkörner vorhanden waren, die vorgestülpten kurz- und breitästigen Ansatzstellen (Fig. 4) und erscheint dadurch höckerig.

Das Hauptkorn ist länglich, trapezförmig oder dreieckig-rhombisch oder zuckerhutförmig, überhaupt sehr mannigfach in Gestalt, kaum je abgeplattet, meist beim Rollen rundlich. Schichtung ist bisweilen zu sehen. Der Kern liegt excentrisch, $^1/_2$—$^1/_4$, selten bis $^1/_7$, und ist meist von einem ein- oder mehrstrahligen Spalt durchzogen. Die Nebenkörner sind halbkugelig, mützen- oder tiaraförmig, erheblich kleiner als das Hauptkorn (im äufsersten Falle $^1/_6$ desselben lang), stets mit einer mehr oder weniger runden, meist ebenen, selten gekrümmten Ansatzstelle versehen.

Im geperlten Sago findet man natürlich ganz die gleichen Formen, daneben aber beobachtet man alle Stadien der Verkleisterung der Körner (Fig. 4, *a*, *b*, *c*). Die Verkleisterung beginnt in den inneren, weicheren, wasserreichen Schichten. In den ersten Stadien der Verkleisterung (*a*) zeigen die Körner eine grofse Centralhöhle, die sich oft durch einen Kanal nach aufsen öffnet, in den späteren (*b*) ist die Höhle stets ganz offen, in den letzten (*c*) ist das ganze Korn in einen Kleisterballen von unregelmäfsigem Umrisse und zarter Kontur übergegangen.

Der Grad der Verkleisterung ist keineswegs bei den einzelnen Sagosorten und den Körnern einer Sorte gleich. Er hängt begreiflicherweise von dem Grade der Erhitzung ab.

Ein (als von Saguerus Rumpfii stammend bezeichnetes) Sagomehl aus Java stimmte im allgemeinen mit der obigen Beschreibung überein, namentlich fehlten auch ihm jegliche Zellreste. Die Hauptkörner hatten selten einen Spalt, meist einen rundlichen Kern, und zeigten bisweilen eigentümliche, meist gekrümmte Zapfen oder hornartige Ansätze, die oft bizarr verbogen waren. Die Nebenkörner waren oft sehr flach.

Auch von anderen Palmen wird Stärke gewonnen, so besonders von Borassus flabelliformis L. (der Palmyrapalme) in Ostindien, wenig von Arenga saccharifera Labill. (der Zuckerpalme) auf den Sangir-Inseln, auf Celebes und Java, wenig auch von Caryota urens L. (in Indien), und den Chamaeropsarten in Nordamerika. Mehr werden die Cycadeen zur Stärkegewinnung herangezogen, so z. B. Zamia spiralis in Australien, Zamia pumila, angustifolia und tenuis in Westindien, Zamia media Jaqu. in Ostindien und Cycas revoluta und Cycas circinalis in Japan und China.

Die Stärke der Palmyrapalme ist der echten Sagostärke ähnlich, weicht aber doch in einigen Punkten davon ab. Namentlich sind hoch zusammengesetzte Stärkekörner hier häufiger.

Auch andere Stärkesorten werden zur Bereitung von Sago herangezogen, so pflegt der deutsche und französische Sago aus Kartoffelstärke (manchmal auch aus Weizenstärke), der brasilianische Sago aus Batatenstärke, der Portlandsago aus Arumstärke bereitet zu werden. Auch die Tapioca (S. 226) ist als eine Sagoart zu betrachten.

Stärke aus gekeimtem Weizen.

Wie schon oben (S. 219) erwähnt, wird die in den Reservebehältern der Samen aufgespeicherte Stärke bei der Keimung aufgelöst. Die Auflösung erfolgt vornehmlich nach zwei Typen. Die eine dieser Typen findet sich z. B. bei der Bohne. Hier erfolgt die Auflösung vieler Stärkekörner durch Abschmelzen von aufsen (Taf. 48, Fig. 11). Der andere Typus findet sich z. B. beim Weizen (Fig. 5). Hier geht der Prozefs in folgender Weise vor sich. Zuerst entsteht ein Spalt, resp. der parallel zur Kornfläche streichende erweitert sich. Es treten Radialrisse auf und die anfangs gar nicht oder nur schwach sichtbare Schichtung wird deutlich (Fig. 5*a*). Hierauf beginnt in den inneren Schichten des Kornes, und zwar in den wasserreicheren, die Auflösung, so dafs zunächst koncentrisch ineinander geschachtelte Schalen entstehen, die durch mehr oder weniger breite Zwischenräume voneinander getrennt sind (Fig. 5*b*). Dann verbreitert sich der Spalt und sendet neue Strahlen durch die Schichten (Fig. 5*c*). Nunmehr beginnt auch die Korrosion in allen Schichten, besonders in den äufsersten, so dafs der Umrifs des Kornes jetzt ein

sehr unregelmäfsiger wird (Fig. 5 *d*). Schliefslich zerfällt dann das Korn in einzelne Fragmente (Fig. 5 *e*), die sich allmählich vollständig auflösen.

In keimendem Getreide findet man alle diese Stadien nebeneinander. Da die Auflösungserscheinungen sehr charakteristisch sind (Fig. 5), so ist es leicht, eine Beimengung gekeimten Getreides zu dem Mehle mikroskopisch festzustellen.

Dextrin.

Das Dextrin wird entweder durch Rösten der Stärke — meist wird Kartoffelstärke benutzt — bei 180—200° oder durch Behandeln der Stärke mit verdünnten Säuren (Salzsäure, Schwefelsäure, Salpetersäure, Oxalsäure) oder endlich, wenn schon sehr selten in praxi, durch Einwirkung von Diastase auf Stärke dargestellt. Stets ist das Produkt, das man bei diesen Prozessen erhält, ein Gemenge erstlich von noch unveränderter Stärke, sodann von verschiedenen Zwischenprodukten: Amylogen, Amylodextrin, Erythrodextrin und Achroodextrin, und endlich von Dextrin selbst (Maltodextrin) und Zucker.

Äufserlich sind die Kartoffelstärkekörner fast gar nicht verändert, und wenn man das Dextrin in Öl betrachtet, so findet man an den Stärkekörnern kaum eine Veränderung. Nur die Kernhöhle erscheint gröfser und enthält stets eine Gasblase (Fig. 6 *a*), bisweilen ist wohl auch ein grofser Spalt sichtbar. Niemals aber ist der Umrifs des Kornes verändert. Äufserlich macht sich daher die tiefgreifende Veränderung, die das Korn erlitten, nicht bemerkbar. Selbst das schwarze Kreuz ist bei Betrachtung mit dem Polarisationsmikroskope noch unverändert zu erkennen. Trägt man jedoch das Dextrin in einen Tropfen Wasser ein, so sieht man alsbald, welche Veränderungen vorgegangen (Fig. 6). In den ersten Stadien der Dextrinierung hat sich der Spalt erweitert und die innersten Schichten sind gelöst, die Schichtung ist deutlich geworden. In den ferneren Stadien hat eine Schalenbildung parallel den Schichten Platz gegriffen und die Dextrinierung ist besonders in den äufseren Schichten und hier in den wasserreicheren erfolgt. Das als Einlegeflüssigkeit dienende Wasser bringt denn auch in diesen Schichten die gröfsten Veränderungen hervor. Das Dextrin und der Zucker lösen sich und die wasserarmen Schichten bleiben als zarte Häute zurück, die den noch solid gebliebenen, mit Jod sich blau oder violett färbenden Rest allseitig oder einseitig wie Schalen umgeben.

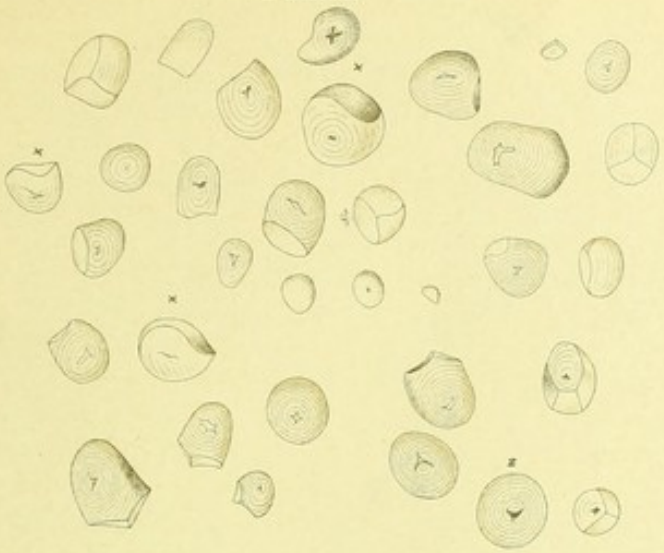
Tafel 52.

Erklärung der Abbildungen.

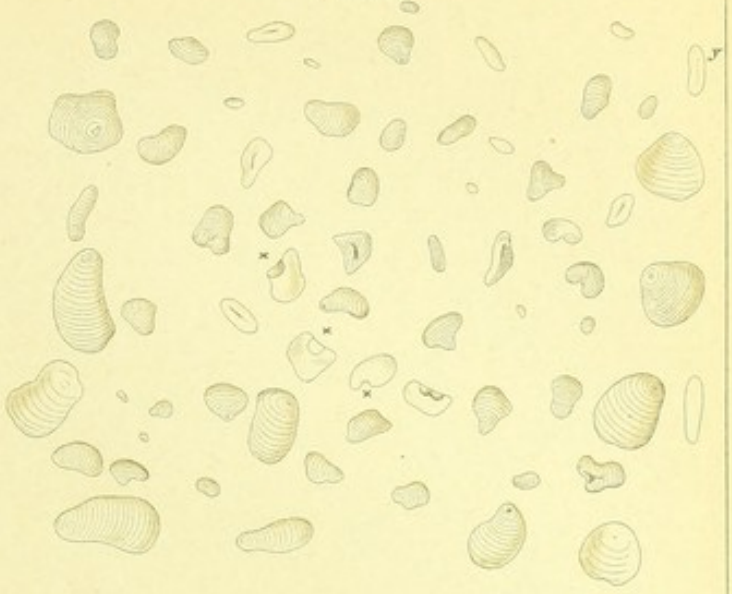
(Vergröfserung 300.)

Fig. 1. Brasilianisches Arrowroot (Batatenstärke).
„ 2. Guyana-Arrowroot (Dioscoreastärke).
„ 3. Bananenstärke.
Fig. 4. Palmen-Sago.
„ 5. Stärke aus gekeimtem Weizen.
„ 6. Dextrinierte Stärke.

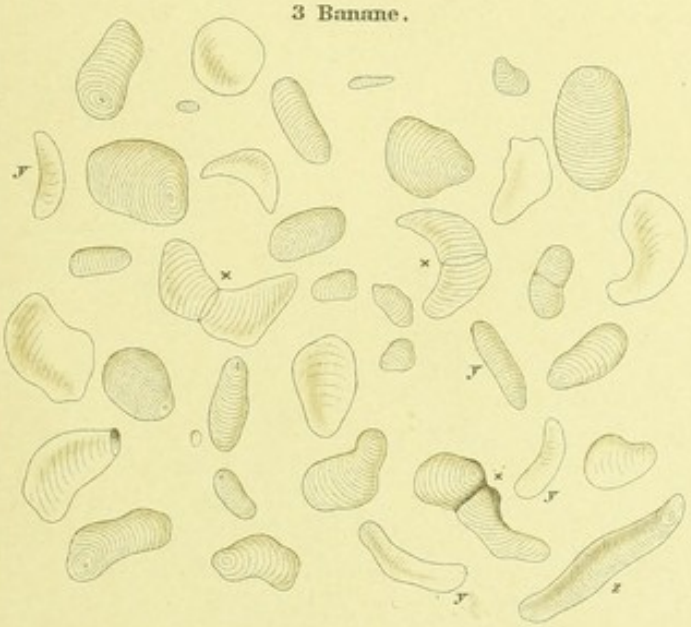
1 Batate



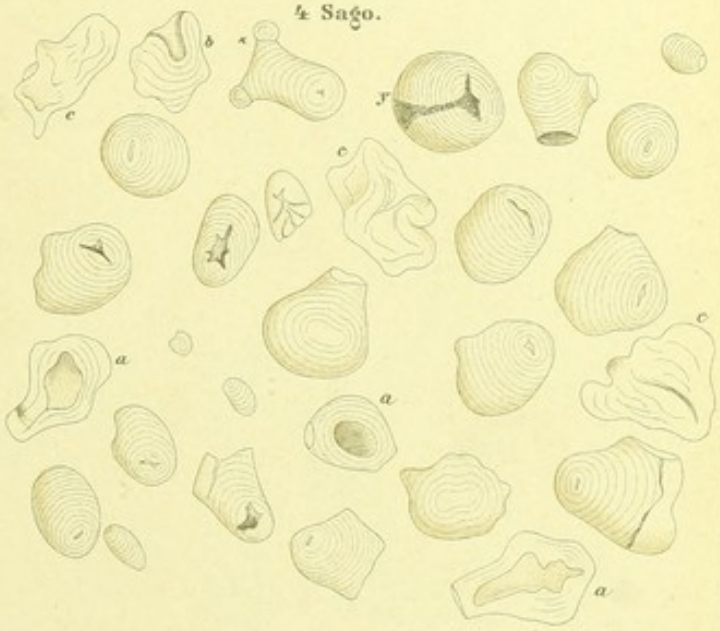
2 Dioscorea.



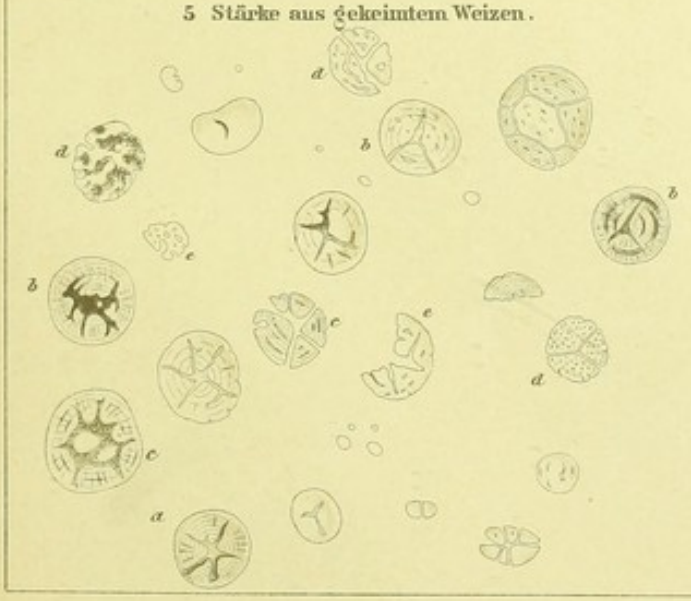
3 Banane.



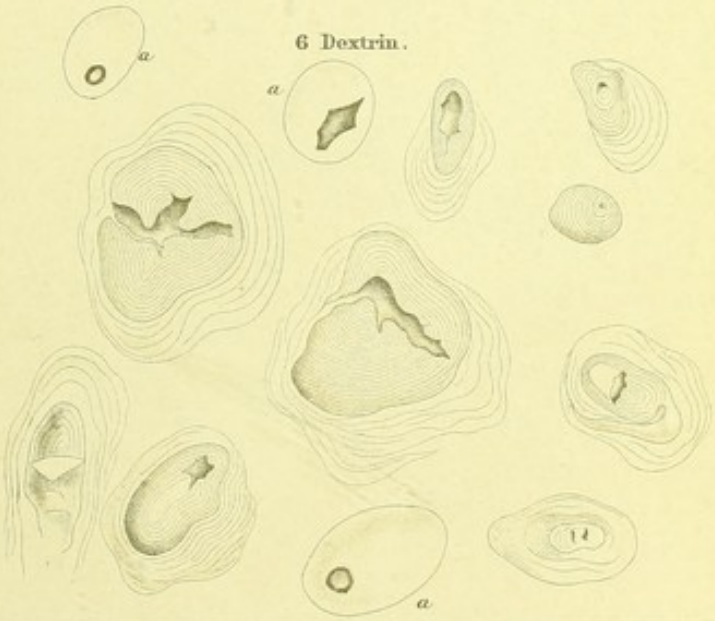
4 Sago.



5 Stärke aus gekeimtem Weizen.



6 Dextrin.



Lith. Anst. v. C. Kirst, Leipzig.

Kartoffelstärke.

Amylum Solani, Fécule de pomme de terre, Potato starch.

Der Knollen der Kartoffel, Solanum tuberosum L., ist ein Stammknollen. Er ist aufsen von einer mehrreihigen Korkzellschicht bedeckt (Angew. Anatomie S. 273), innerhalb welcher ein relativ stärkearmes Parenchym folgt. Je weiter man nach Innen zu vorschreitet, um so gröfser werden die Zellen und um so stärkereicher das Gewebe. Zarte, in einen lockeren Kreis gestellte Bündel durchziehen das zartwandige Gewebe, das vornehmlich als eine hypertrophische Erweiterung des Markkörpers betrachtet werden mufs. Das Gewebe enthält bei den meisten Sorten farblosen Zellsaft, bei den rotschaligen Varietäten in den subcorticalen Schichten roten Zellsaft, bei der roten Sorte solchen auch in den Zellen der inneren Gewebe. Bisweilen finden sich in den Zellen der äufseren Schichten auch Proteïnkristalloide in Rhomboëderform.

Kartoffelstärke wird in grofser Menge fabrikmäfsig dargestellt, namentlich in Frankreich, dann in Deutschland, Österreich, Italien und Nordamerika. Die gewaschenen und zerriebenen Knollen werden ausgewaschen, die Stärke aus dem Breie abgeschieden, gereinigt und getrocknet. Das Waschen geschieht in Trommeln, das Zerreiben in eigenartigen Zerkleinerungsmaschinen, die so konstruiert sind, dafs die Zellen zwar geöffnet, die Membranen aber nicht allzusehr zerrissen oder gar die Stärkekörner verletzt werden. Beim Völckerschen Verfahren werden die in Scheiben zerschnittenen Knollen einer Gärung unterworfen und dann ausgewaschen. Auch zum Abscheiden der Zellhäute und dem Auswaschen (Sieben) der Stärke aus dem gewonnenen Breie mittelst fliefsenden Wassers werden Maschinen verwendet: Siebe mit und ohne Bürsten, Flachsiebe, Cylindersiebe, Rüttelsiebe von verschiedener Maschenweite u. s. w. Das Absüfsen und Reinigen der Stärke geschieht durch Absetzen (im Sedimenteur) und Waschen (im Laveur). Das so erhaltene Produkt (Schlemm-, Schabe- und Hinterstärke) geht dann in die Schlämmapparate oder Schleudermaschinen und wird nach dem Abtropfen des Wassers in Trockenkammmern bei höchstens 40° getrocknet („erstes Produkt"). Der Rückstand vom Auswaschen des Reibsels in den Sieben, die Pulpe oder Kartoffelfaser (vornehmlich Zellwand- und Korkreste, daneben kleine Mengen Zucker, Eiweifs, Pektin enthaltend) liefert das „zweite Produkt" oder wird verfüttert oder zu Düngezwecken benutzt oder in den Brennereibetrieb eingeführt, oder der Maische des Bieres zugesetzt, oder zu Stärkesirup verarbeitet, oder als Mehlsurrogat verwendet. In der Kartoffelfaser sind höchstens 10 Proz. Stärke enthalten. Mehr als 80 Proz. der Stärke der Kartoffel werden als Stärkemehl nicht gewonnen.

Kartoffelmehl und Kartoffelstärke werden im Handel nicht unterschieden. Das Kartoffelmehl pflegt auch Kartoffelstärke zu sein.

Im Handel findet sich die Kartoffelstärke entweder in Pulverform oder in unregelmäfsigen Stücken, Brocken (Brockenstücke, Schäfchen) oder in Form runder, gepreſster Stengelchen (Stengel- oder Kristallstärke). Sie ist glänzend, selten ganz rein weifs, meist schwach gelblich und besitzt meist einen schwachen, krautartigen Geruch, besonders beim Behandeln mit Schwefelsäure oder Salzsäure. Die „grüne" Stärke des Handels enthält 35—40 Proz., die „fliefsende" Stärke 16 bis 18 Proz., die trockene 8—15 Proz. (meist 12 Proz.) Wasser.

Die Stärkekörner (Fig. 1) sind sehr charakteristisch. Ihre Gröfse variiert aufserordentlich. Von ganz kleinen, nur wenige Mikromillimeter grofsen, findet man alle Übergänge bis zu Körnern von 70, 90 ja 100 mik und mehr Längsdurchmesser.

Die typische Form der Kartoffelstärke ist sehr charakteristisch. Es sind einfache, grofse Körner, die sehr deutlich geschichtet sind und deren Kern excentrisch liegt, Excentricität $^1/_3$, $^1/_4$ bis $^1/_6$. Der Kern liegt am schmäleren Ende. Ein Spalt fehlt meist, wo vorhanden, ist er zweistrahlig. Ihre Form ist unregelmäfsig, drei- oder viereckig abgerundet, oft rhombisch, keil-, ja sogar beilförmig oder eirund, ellipsoidisch, nie abgeplattet oder zerklüftet, bisweilen mit eingebogener Begrenzungslinie. Als Nebenform findet man kleine rundliche und mittelgrofse, halb- oder ganz (zu zwei oder drei) zusammengesetzte Körner (Fig. 1, *x* und *y*) mit oft tiaraförmigen Teilkörnern und weniger deutlicher Schichtung, ferner eirund-muschelförmige, abgerundet drei- oder mehreckige Körner.

Der Kern liegt aber selbst bei den kleinsten Körnern excentrisch, wie das Polarisationsmikroskop lehrt.

Der Längsdurchmesser der gröfsten Körner beträgt meist 75—110 mik, der der mittleren 45—65 mik, der der kleinen meist 15—25 mik, die kleinsten sind nur wenige Mikromillimeter lang. Die gröfsten Körner erkennt man schon mit blofsem Auge als helle Pünktchen.

Die Schichtung der grofsen Körner ist so deutlich, wie kaum bei einem anderen Stärkemehl aufser einigen Arrowroots. Besonders charakteristisch für die Kartoffelstärke ist zudem, dafs neben zahlreichen sehr feinen Schichten stets eine oder mehrere kräftiger hervortreten (Fig. 1).

Kartoffelstärke wird in der Papierfabrikation, zum Stärken der Wäsche (allein und mit Zusatz von Stearinsäure, Walrat, Gummi, Borax und Berlinerblau, bezw. Smalte oder Ultramarin: Glanzstärke, Lazulin), zum Appretieren feiner Gewebe, zur Weberschlichte, beim Zeugdruck, zur Kleisterdarstellung, zur Darstellung von Stärkezucker, Stärkesirup und Dextrin (s. d.), zur Herstellung von Nahrungsmitteln (Nudeln, geringwertige Maccaroni, Vermicelli, falschen Sago), sowie auch selbst als Nahrungsmittel oder Nährmittel allein oder in Ge-

misch mit anderen Stärkesorten (Kraftmehl, Amidon, Solanta, Semoule d'Igname), zu Puder (Poudre de riz, Blanc végétal, Poudre de Serail) und zur Celluloidbereitung benutzt. Fast alle weifsen Schreibpapiere geben die Stärkereaktion. Sie enthalten 2—8 Proz. Stärke. Der Kartoffelsago oder die Kartoffeltapioka (imitierte oder deutsche Tapioka, deutscher Sago) kommt in kleinen weifsen oder durchscheinenden oder rötlichgelben Kügelchen in den Handel, die ganz dem echten Sago gleichen. Die Stärkekörner dieses Sago sind auch partiell verkleistert, aber meist nicht so stark als beim echten Sago.

In Gemischen ist Kartoffelstärke, die bisweilen zur Verfälschung anderer, aber nur feiner Mehle benutzt wird (die beste Kartoffelstärke ist teurer als die feinsten Weizenmehle), leicht mikroskopisch zu erkennen; hauptsächlich an den grofsen Körnern, dann aber vornehmlich daran, dafs nicht nur die grofsen, sondern auch die kleinen Körner einen excentrischen Kern besitzen, was am besten mittelst des Polarisationsmikroskopes festgestellt wird: die Balken des Kreuzes (Angew. Anatomie S. 89) schneiden sich stets im Kern. Andererseits kommt es vor, dafs der Kartoffelstärke Cerealienmehle oder Cerealienstärke als Verfälschungsmittel zugesetzt werden. Diese Beimengungen sind ebenfalls leicht zu ermitteln (vergl. Taf. 50 u. Taf. 41—45), vorausgesetzt, dafs nicht nur sehr geringe Mengen zugesetzt wurden. Denn die Stärke von Weizen, Gerste und Roggen besitzt einen centralen Kern oder Spalt und nie sind in der Kartoffelstärke scheibenförmige Körner mit rundlichem Umriss zu finden, die, von der Seite betrachtet, linsenförmig erscheinen. Auch hoch zusammengesetzte Körner (Taf. 50, Fig. 1, *y*) und deren Teilkörner fehlen der Kartoffelstärke ganz. Selbstverständlich ist eine Beimischung von Reis-, Hafer-, Buchweizen- oder Maisstärke zu Kartoffelstärke noch viel leichter zu ermitteln (vergl. Taf. 50, Fig. 4—6, Taf. 53, Fig. 5). Auch zur Verfälschung von Würsten und Seifen wird Kartoffelstärke benutzt. In Wurstmasse ist oft 50 Proz. Stärkekleister verarbeitet, in Seifen 25 Proz. Stärke, ohne dafs man es äufserlich wahrnimmt.

Die „Feuersicherheitsstärke, Feuerschutzstärke", die zum Stärken der Wäsche benutzt werden, um diese gegen Entflammbarkeit zu schützen, sind Gemische von Stärke (Kartoffel-, Weizenstärke) mit Bariumsulfat und Natriumwolframat, Borax und Natriumwolframat oder Ammonsalzen in Anwendung.

Kastanienstärke.

Amylum Hippocastani, Fécule de Marronnier d'Inde.

Die dicken, fleischigen Kotyledonen der Samen von Aesculus Hippocastanum L. sind dicht erfüllt mit Stärkemehl, welches, obwohl ihm ein bitterer, bezw. herber Geschmack anhaftet, in einigen Gegenden (z. B. in Frankreich) in der Weise dargestellt wird, dafs man die enthülsten und vermahlenen Samen ausschlämmt. Die dabei abfallende Faser oder Pulpe dient als Viehfutter. Das schön reinweifse Stärkemehl kann durch Behandeln mit sehr verdünnter Sodalösung entbittert werden.

Die Stärkekörner (Fig. 2) sind sehr charakteristisch und folgen dem Leguminosentypus (Fig. 3 u. 4). Sie sind aber höchstens mit denen der Eicheln zu verwechseln, denn sie sind kleiner als die ihr nächst verwandte Bohnenstärke.

Als Typus können folgende Formen gelten. Gestreckte, finger- oder keulen-, bezw. birnförmige, seltener drei- oder viereckige, gerade oder gekrümmte Körner mit einem hellen, selten lufterfüllten, centralen Längsspalt, sowie buckelige Formen. Schichtung ist meist nicht deutlich (in Wasser betrachtet), da und dort aber zu erkennen. Die Länge dieser typischen Körner, die stets die gröfsten des Mehles sind, beträgt meist 25—30 mik. Hier und da bemerkt man tangentiale Spalten und radiale Risse.

Als Nebenform finden sich kleinere ovale oder rundliche oder unregelmäfsig gestaltete Körner, die nur eine Gröfse von 10—20 mik erreichen, sowie ganz kleine rundliche von nur wenigen Mikromillimetern Durchmesser. Da und dort finden sich auch (meist zu dreien) zusammengesetzte Körner (×, Fig. 2), auch wohl einmal ein halb zusammengesetztes Korn. Bei den zusammengesetzten Körnern ist manchmal, nicht immer, das eine Korn gröfser als die beiden anderen (*y*, Fig. 2).

Bei der Eichelstärke, der Reservestärke der Kotyledonen von Quercus Robur L., die in der Länge der Körner der Kastanienstärke sehr nahekommt (die gröfsten Körner sind etwas gröfser als die gröfsten der Kastanienstärke, bis 38 mik), prävalieren die gekrümmten Stäbchen und buckelige, unregelmäfsige, aber fast stets gestreckte Formen derart, dafs neben ihnen kaum eine andere Form zur Geltung kommt. Keulige Körner fehlen.

Bohnenstärke.

Amylum phaseoli.

Aus Bohnen wird Stärkemehl (Fig. 3) in geringer Menge dargestellt. Die Hauptmasse aber wird als Bohnenmehl in den Handel gebracht. Das Bohnenmehl und die Bohnenstärke sind bereits oben beschrieben worden (Taf. 48 und S. 212 und 213). Bohnenstärke verkleistert sehr leicht.

Behufs Gewinnung der Bohnenstärke werden die Bohnen, nachdem man sie hat quellen lassen, zerquetscht und der Brei ausgeschlämmt. Auf den schiefen Ebenen, über die man die Milch laufen läfst, setzen sich die gröfseren Körner ab, die kleineren gehen mit den Aleuronkörnern gemischt in die

Klärbassins und werden nicht gewonnen. Die Bohnenstärke besteht daher fast nur aus den grofsen Körnern (Fig. 3).

Der Typus der Bohnenstärke (Fig. 3 und Taf. 48, Fig. 10) ist bohnenförmig, längsgestreckt oder elliptisch, in einigen Fällen selbst zum Rhombus neigend. Stets ist ein starker, schwarz erscheinender, meist vielfach bizarr verzweigter Längsspalt, selten ein Querspalt vorhanden. Schichtung ist meist deutlich. Die gröfsten Körner sind kleiner als die gröfsten der Erbse (vergl. S. 212).

Als Nebenform der Bohnenstärke kommen in erster Linie, und zwar zahlreich, runde und rundlich-eiförmige Körner vor, die jedoch auch einen dunklen Längsspalt besitzen, ferner dreieckige und ganz kleine rundliche Körner.

Ähnlich wie die Stärke von Phaseolus vulgaris, multiflorus u. a., die sich nicht voneinander unterscheiden läfst, ist auch die Stärke der Faba-, Lablab- und Vicia-Arten gestaltet. Etwas abweichend ist die Dolichosstärke: oval, klein, mit starkem, dunklen Längsspalt.

Die Stärke von Phaseolus multiflorus var. niger, Phaseolus vulg. var. oblongus, Faba vulg. var. equina, Dolichos sinensis, Lablab vulg. und Vicia sativa ist auf Taf. 49 abgebildet. Diese Tafel ist zu vergleichen.

Erbsenstärke.

Amylum Pisi.

Die Stärke der Pisumvarietäten wird nur in beschränktem Mafse in gleicher Weise wie Bohnenstärke (s. d.) dargestellt. In den Handel gelangt meist nur Erbsenmehl. Dieses, sowie die Erbsenstärke, sind bereits oben beschrieben und abgebildet (Taf. 47, S. 209 und 210).

Der Typus der Erbsenstärke (Fig. 4 und Taf. 47, Fig. 19) ist vorwiegend rundlich. Die Körner sind oft mit wulstigen Austreibungen versehen. Die Schichtung ist oft in allen Zonen deutlich zu sehen oder fehlt ganz. Der Spalt fehlt oder erscheint, wenn vorhanden, nicht so dunkel wie bei der Bohnenstärke. Querspalten sind nicht selten, Radialrisse häufig. Der Längsdurchmesser der gröfsten Körner ist gröfser als der der gröfsten der Bohne (vergl. S. 210).

Als Nebenform kommen Körner mit Längsspalt, ähnlich denen der Bohne, ferner wenige gestreckte und ganz kleine rundliche Formen vor.

Die Auflösungserscheinungen, die die Erbsenstärke beim Keimen der Samen zeigt, sind auf Taf. 48, Fig. 11, dargestellt.

Dem Typus der Erbsenstärke folgt die Stärke der Kotyledonen von Lathyrus sativus. Sie ist auf Taf. 49, Fig. 3, dargestellt.

Zwischen Erbsen- und Bohnenstärke liegt die Stärke von Cicer arietinum (Taf. 49, Fig. 5), und Ervum lens (Taf. 48, Fig. 20). Beide nähern sich jedoch meist dem Erbsentypus mehr als dem Bohnentypus.

Hirsenstärke.

Amylum panici, Fécule de Millet.

Die Früchte der Hirse, Panicum miliaceum L., werden für gewöhnlich nur entspelzt, nicht gemahlen, in den Handel gebracht. Hirsenstärke wird nur in geringer Menge in England dargestellt. Neben der gemeinen oder Rispenhirse werden auch Kolbenhirsen (Setaria germanica und italica) gebaut und verwendet. Die Samen der Hirsefrucht, die von festen glatten Spelzen umgeben ist, besitzen, wie die anderer Cerealien, ein sehr stärkereiches Endosperm, bei dem man ein peripherisches, helles, glasiges Hornendosperm und ein centrales, lockeres, weifses Mehlendosperm unterscheiden kann (vergl. z. B. den Mais S. 222). Im Hornendosperm liegen die Körner so dicht aneinander, dafs sie sich polyedrisch abplatten (Fig. 5, *y*), und demgemäfs vieleckige, kristallartige Körner bilden, im Mehlendosperm liegen sie locker gehäuft in den Zellen und sind daher rundlich (Fig. 5, *z*), nicht abgeplattet. Demgemäfs wird man denn auch in dem Mehle (Fig. 5) zwei Formen auffinden: rundliche, fast genau kugelige Körner und scharfkantig-eckige, fast krystallartige Körner. Da jedoch das Hornendosperm bei weitem überwiegt, so findet man im Mehle vorwiegend scharfkantige Körner und die rundlichen treten zurück. Beide zeigen oft einen Centralspalt. Beide haben etwa die gleiche Gröfse. Die meisten messen 7—12 mik, einige 13 und nur sehr wenige 15—23 mik. Schon dieser Umstand unterscheidet die Hirsenstärke auf das bestimmteste von der viel gröfseren Maisstärke (Taf. 50, Fig. 4), mit der sie sonst das gemeinsam hat, dafs Mehl- und Hornendospermkörner nebeneinander gefunden werden und dafs die Hornendospermkörner oft auch im Mehle noch zu mehreren zusammenhängen (Fig. 5, *y*).

Aufser dem typischen Hornendosperm, bei dem die eckigen Körner eng aufeinander liegen, und dem typischen Mehlendosperm, bei dem die Körner locker in den Zellen liegen, giebt es nun hier noch eine Mittelform, wo abgerundet eckige Körner durch zwischengelagerte, sehr kleine, oft nur 2—3 mik grofse Körnchen voneinander getrennt sind (Fig. 5, ×). Diese kleinen Körnchen sind nicht Stärke. Sie färben sich mit Jod gelb, gehören also wohl zu den Aleuronkörnern, jedenfalls sind es Eiweifskörper. Sie liegen den Stärkekörnern oft so fest auf, dafs sie Eindrücke auf diesen hervorbringen. Daher erscheint die Oberfläche einiger Körner bei der Hirse warzig-grubig (Fig. 5, *u*).

Dies ist bei der Reisstärke (Taf. 50, Fig. 6), mit der die Hirsenstärke ebenfalls einige Ähnlichkeit hat, nicht der Fall. Abgesehen davon, dafs die Reisstärke nur in ihren gröfsten Körnern die Gröfse der Durchschnittskörner der Hirse erreicht, fehlen ihr so gut wie ganz Mehlendospermkörner und der Hirse andererseits zusammengesetzte Körner (Taf. 50, Fig. 5, ×).

In der Gröfse liegt die Hirsenstärke zwischen Mais und Reis.

Buchweizenstärke.

Amylum fagopyri, Haidekornstärke, Fécule de Sarrasin ou blé noir.

Die dreikantige, schwarzbraune Frucht des Buchweizen, Polygonum Fagopyrum L., wird in steigendem Mafse, nachdem sie zuvor geschält, auf Stärke und auch auf Mehl verarbeitet. In geringerer Menge wird auch Polygonum tartaricum L. und Polygonum emarginatum gebaut und verwendet.

Durchschneidet man die Frucht quer, so findet man, dafs der eiweifsreiche Embryo, der stark S-förmig gekrümmt ist, in reichliches Stärkeendosperm eingebettet ist. Das letztere läfst ein Horn- und ein Mehlendosperm erkennen. Das Hornendosperm nimmt die Peripherie des Samens ein, während das Mehlendosperm im Innern (also dem Embryo an-)liegt. Auch anderwärts (beim Mais, bei der Hirse u. a.) liegt das Mehlendosperm in der Nähe des Keimlings bezw. Scutellums, das Hornendosperm aufsen. Im Hornendosperm liegen die Stärkekörner so dicht aufeinander, dafs sie sich gegenseitig abplatten und polyedrisch, kantig, krystallartig erscheinen. Neben ziemlich grofsen Körnern, die bisweilen eine Gröfse von 15 mik erreichen, liegen hier ziemlich kleine, die nur etwa halb so grofs sind. Die Körner des Mehl- und Hornendosperms besitzen oft eine centrale Kernhöhle.

Im Mehle findet man die Körner des Hornendosperms und die des Mehlendosperms etwa zu gleichen Teilen. Die Hornendospermkörner sind verschieden grofse, meist 6—10 mik, selten bis 15 mik im Durchmesser messende, polyedrische, aber nicht sehr scharfkantige Körner, die bisweilen Radialrisse besitzen. Die Mehlendospermkörner sind rundliche Körner von 4—8 mik Durchmesser. Daneben finden sich Körner, rundliche und eckige, die nur 1,5—3 mik messen.

Die Buchweizenstärke ist also im Durchschnitt viel kleiner als die Maisstärke, etwas kleiner als die Hirsestärke und nur in den Extremen gröfser als die Reisstärke, von der sie sich aber erstlich dadurch unterscheidet, dafs sie runde Körner führt, und ferner dadurch, dafs sich in der Buchweizenstärke sehr eigentümlich zusammengesetzte Körner als „Leiter" finden. Diese letzteren (Fig. 6, ×) bilden entweder einfache Reihen oder mannigfach verbogene oder gelappte Gebilde; am häufigsten sind gekrümmte Stäbchen. Die Einzelkörner dieser eigentümlich zusammengesetzten Körner sind bisweilen so innig miteinander verschmolzen, dafs eine Begrenzungslinie zwischen ihnen kaum wahrzunehmen ist. Auch Reihen von 3—6 Körnern (Fig. 6, *y*) finden sich da und dort, dagegen fehlen rundliche oder eckige Konglomerate, wie sie der Reis und der Hafer besitzt, im Buchweizen vollkommen.

Taumellolchstärke.

Da der giftige Taumellolch, Lolium temulentum L., ein Getreideunkraut ist, so können seine Früchte in das Getreide und die Fruchtschalfragmente und die Stärke (Fig. 7) in das Mehl gelangen. Sie sind in demselben sehr schwer zu diagnostizieren, denn die Stärke stimmt fast ganz mit der Haferstärke überein und auch der Bau der Spelzen ist ähnlich dem der Haferspelzen. Doch ist beim Lolch alles zartwandiger. Die Sclerenchymschichten fehlen oft ganz. Die Schlauchzellen sind deutlicher als beim Hafer. Jedenfalls ist es nur unter Heranziehung der Kleiebestandteile möglich, Hafer und Lolch zu unterscheiden. Die Stärke stimmt bei beiden überein (vergl. Taf. 50).

In eine Grundmasse kleiner Füllstärkekörner sind zahlreiche zusammengesetzte Stärkekörner von ovaler Form (Fig. 7, ×) eingebettet, die im einfachsten Falle aus zwei, im kompliziertesten aus sehr zahlreichen Teilkörnern bestehen und meist einen Längendurchmesser von 25—65 mik besitzen. Die Füllstärkekörner, sowie die Teilkörner der zusammengesetzten (Fig. 7) sind meist 2—5 mik grofs, die gröfsten 7,5 mik. Sie sind also etwas kleiner als die entsprechenden Körner der Haferstärke. Auch sind die charakteristischen „Spindeln" der Haferstärke (S. 223) beim Lolch sehr selten oder fehlen ganz.

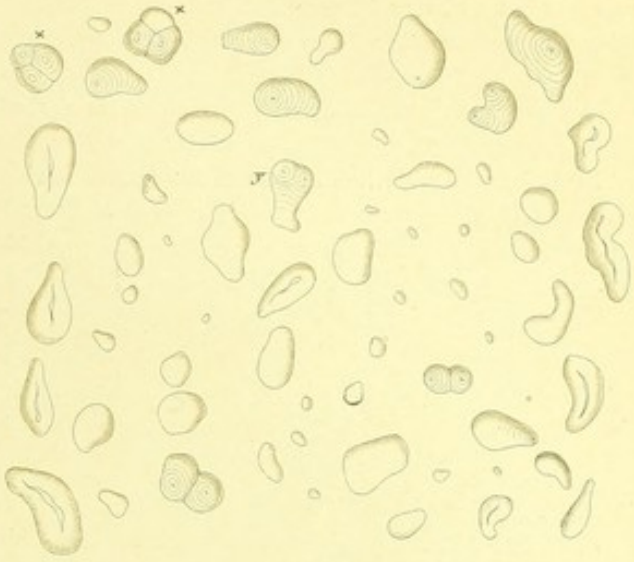
Tafel 53.

Erklärung der Abbildungen.

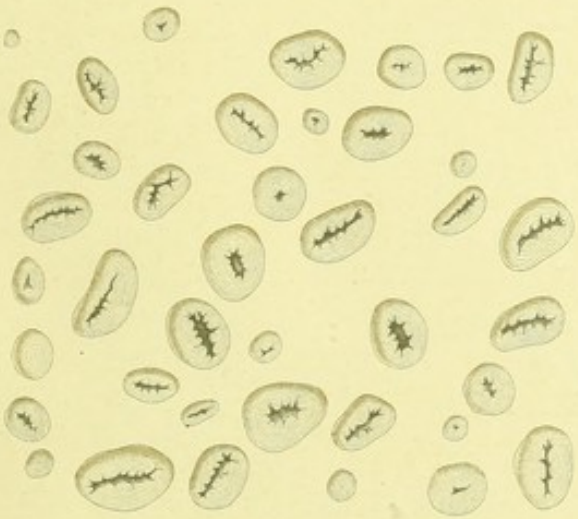
(Vergröfserung 300.)

Fig. 1. Kartoffelstärke.
„ 2. Kastanienstärke.
„ 3. Bohnenstärke.
„ 4. Erbsenstärke.
Fig. 5. Hirsestärke.
„ 6. Buchweizenstärke.
„ 7. Taumellolchstärke.

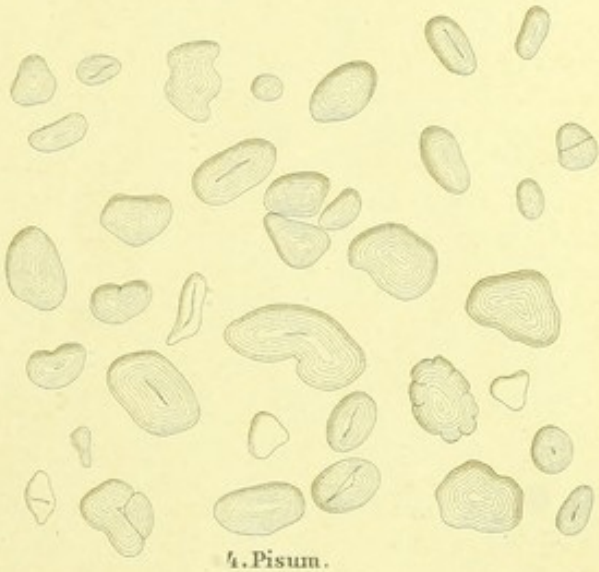
1. Solanum.



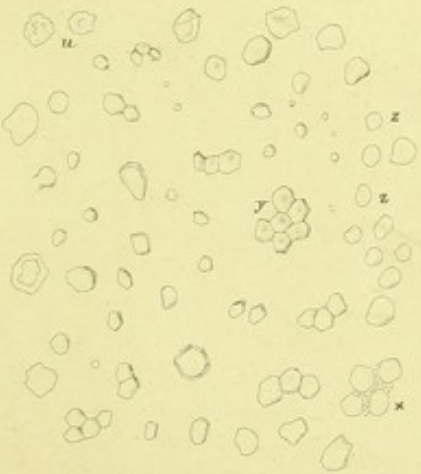
2. Aesculus.



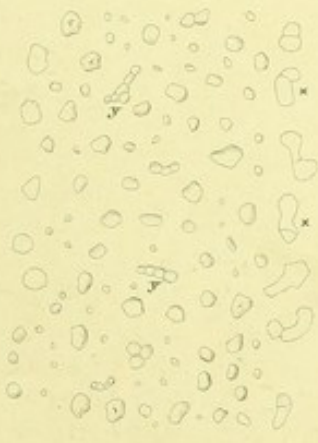
3. Phaseolus.



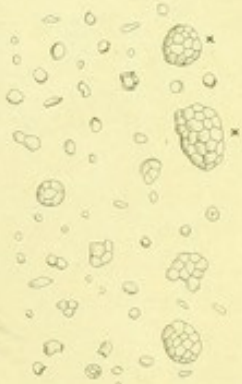
4. Pisum.



5. Panicum



6. Fagopyrum



7. Lolium temulent.

Lith. Anst. v. C. Ehrt, Leipzig

Rhizoma galangae.

Galgant, Rhizome de Galanga, Galangal.

Die Rhizome des Galgant Alpinia officinarum Hance sind Sympodien (Fig. 1 u. 2). Die Speichersprofsregion ist im typischen Falle sieben Internodien lang. Sie läuft an der Spitze in die die Blätter und die Inflorescenz tragende vegetative Region aus. Betrachten wir aus der Droge ausgelesene Stücke, so finden wir folgendes: Die älteste Speichersprofsregion (Sprofs I, Fig. 1 u. 2), die am hinteren Ende (bei ×) im Absterben begriffen ist, ist 7 bis 9 Internodien lang. An den Knoten sitzen manschettenförmig ringsum laufende Niederblätter (*Nbl*). In der Achsel des Blattes 6 entspringt nun ein Seitensprofs (II, Fig. 1 u. 2) und in der Achsel des Blattes 7 ebenfalls ein solcher (II,). Letzterer ist jedoch stets dünner und schmächtiger als der vorhergehende. Dann folgt in der Achsel des Blattes 8, welches an der Grenze der Speicherregion steht, eine kleine Knospe (*Kn*, Fig. 1 u. 2). Diese Knospe, die ziemlich über dem Sprosse II liegt, kann im Knospenzustande verharren (Fig. 1 u. 2). Sie kann aber auch austreiben und dies geschieht gar nicht selten, ja man findet sogar in jedem Drogenmuster Stücke, wo diese Knospe ausgetrieben ist. Alsdann entspringt daselbst ein verhältnismäfsig schmächtiger Seitensprofs (Fig. 2, II,,). Im typischen Falle folgt nun ohne weitere Blattorgane der vegetative Sprofs, der sich über den Boden erhebt. Bisweilen jedoch, und zwar besonders häufig bei schmächtigen Rhizomen, aber auch bei dickeren, folgt noch ein Niederblatt und in der Achsel desselben wieder eine Knospe. Auch diese Knospe kann austreiben und treibt in der That bisweilen aus. Wenigstens fand ich sie bei in Java gegrabenen Rhizomen ausgetrieben und zu einem kurzen Speichersprofs entwickelt. Bei der Droge sah ich sie nie ausgetrieben, und auch die Knospe war nur selten zu finden, ob auch diese fehlt, ist hier nicht ganz sicher zu ermitteln, da der vegetative Sprofs bei der Droge ziemlich tief unten abgeschnitten wird. Je mehr dieser Knospen austreiben, um so dichter und verfilzter erscheinen natürlich die Rhizome. Die Insertion der Sprosse erfolgt, wie es scheint, in $^2/_5$ Spirale. Im einfachsten Falle sind also beim Galgant zwei Seitensprosse vorhanden, ein dickerer und ein dünnerer, und der Stuppen des vegetativen Sprosses liegt „in der Gabel", im äufsersten Falle sind vier Seitensprosse vorhanden und der vegetative Sprofs ist beiseite gedrückt. Jeder der beiden Seitensprosse II und II, verhält sich nun genau wie der relative Hauptsprofs I und dadurch kommt das Sympodium zu stande. Es entwickelt aus der Achsel seines sechsten (oder siebenten) Blattes einen stärkeren (III) und aus der Achsel seines siebenten (oder achten) Blattes einen schmächtigeren Seitensprofs (III,), zeigt in der Achsel des achten (oder neunten) Blattes eine Knospe (*kn,*) und läuft dann in den vegetativen Sprofs II bez. II, aus. Das gleiche Spiel setzt sich dann an den Sprossen III fort. Mehr als vier Speichersprossregionen habe ich an ein und demselben Exemplare nie gefunden, bei weiterer Fortsetzung der Verzweigung stirbt die älteste Sprofsregion ab. Bei der Droge findet man selten drei völlig ausgebildete Sprofsregionen. Meist entsprechen die Stücke der Fig. 1 u. 2, d. h. die Sprofsregion III endet mit breiter Schnittnarbe. In der Entwicklung ist der stärkere Sprofs (II bez. III), der übrigens bisweilen (z. B. bei Fig. 1) nur wenig stärker ist als der andere (II, bez. III,), meist gefördert (Fig. 2). Dort, wo er den andern nur wenig übertrifft, ist auch eine entsprechende Förderung nur wenig zu bemerken und nur wenige Verzweigungen sind gebildet. Gegen die Spitze hin nimmt die Speichersprofsregion für gewöhnlich an Dicke zu, sie erscheint keulig, das fünfte oder sechste Internodium pflegt das dickste zu sein, doch verjüngt sich bisweilen oberhalb dieser die Speichersprofsregion wieder ein wenig.

Die Niederblätter sind für gewöhnlich nur als ganz schmale Manschetten sichtbar, doch sind sie bisweilen auch wirklich blattartig und einige Millimeter lang, besonders in den oberen Regionen. Sie laufen entweder in geschlossenem Kreise ringsum — der gewöhnliche Fall — oder der Kreis schliesst sich nicht und die Enden laufen ein Stück aneinander vorbei. Stets sind die Niederblätter heller von Farbe als das dunkel zimmtbraune Rhizom, meist gelblich, oft kraus und runzlig. Das Rhizom zeigt die zimmtbraune Farbe auch auf dem Querschnitte.

Die Speicherregion ist bald erheblich dicker als der Rest der vegetativen Region, bald beträgt der Querdurchmesser nur wenig mehr als diese. Im Querschnitte zeigt die Speichersprofsregion daher bald eine Dicke von 20 mm und mehr, bald nur eine solche von 5—6 mm. Wurzeln entspringen vor-

wiegend auf der Unterseite des schief-horizontal kriechenden Rhizoms, doch auch oberseits (Fig. 1 u. 2, *wu*). Sie sind wenig zahlreich, aber auch noch an der Droge meist ein Stück weit erhalten.

Auf dem Lupenbilde des Rhizoms (Fig. 3) sieht man stets eine verhältnismäfsig breite Rindenschicht (*Rs*) und einen verhältnismäfsig schmalen Kern (*Cx*). Es ist dies für den Galgant charakteristisch. Die Rindenschicht ist bei einem 20 mm im Durchmesser messenden Rhizomstück oft 8 mm dick und der Centralkern hat nur einen Durchmesser von 5 mm. Der radiale Durchmesser der Rinde beträgt also dreimal so viel als der radiale Durchmesser des Centralkernes. Letzterer ist von der Rindenschicht durch eine Endodermis getrennt. Sowohl im Centralkern wie in der Rindenschicht liegen Gefäfsbündel, in letzterer wenige gröfsere und diese lockerer, in ersterem zahlreiche kleinere dicht gedrängt (Fig. 3). Bei dünneren Rhizomstücken ist das Verhältnis der Rinde zum Centralkerne ein etwas anderes: die Rindenschicht ist nicht so viel dicker als der Centralkern, und je weiter man gegen die vegetative Sprofsregion vorrückt, um so mehr ändert sich das Verhältnis. In der vegetativen Sprofsregion (Fig. 1 u. 2, *y*, 3^a) ist die Rindenschicht circa 1 mm dick und der Centralkern hat einen Durchmesser von 3 mm. Hier ist der Centralcylinder durch eine dicke mehrschichtige Sclerenchymscheide (*ed*, Fig. 3^a) von der Rindenschicht getrennt und die Gefäfsbündel sind ziemlich gleichmäfsig über die Fläche verteilt, doch auch hier in der Rindenschicht etwas gröfser als im Centralcylinder.

Die Rindenschicht ist in der Speichersprofsregion von dem Centralcylinder durch eine einreihige Endodermis (Kernscheide) getrennt (*ed*, Fig. 3 u. 6). Die Zellen derselben sind meist dünnwandig, bisweilen aber auch verdickt. Letzteres findet besonders gegen die vegetative Sprofsregion hin statt. Dort ist die Schicht auch bisweilen mehrreihig, stets ist sie dies in der vegetativen Sprofsregion (*ed*, Fig. 3^a). Die Zellen sind stets stärkefrei und verkorkt. Innerhalb der Endodermis folgt das einreihige, aus stark tangential gestreckten Zellen bestehende Perikambium (*pc*, Fig. 6). In ihm entspringen die Wurzeln, in welche ein subperikambialer Bündelstamm eintritt. Unter dem Perikambium liegt meist eine Zone obliterierten Gewebes.

Das Grundgewebe besteht aus einem normalen Parenchym, dessen Zellen bald dünnwandig bleiben, bald sich nicht unerheblich verdicken. Die einfachen, rundlichen Tüpfel sind, besonders im letzteren Falle, gut sichtbar (Fig. 5, 6, 8, *Par*). An den Ecken liegen kleine Intercellularen. Die Wände sind bei der Droge mit einem Phlobaphen durchtränkt und dadurch braun gefärbt. Sie färben sich mit Eisenchlorid schwarz. Bei der frischen Pflanze sind sie ungefärbt. Die Färbung erfolgt beim Absterben, indem von den Sekretbehältern aus eine Durchtränkung der Membranen stattfindet. In das Parenchym eingesprengt, finden sich nämlich zahlreiche Sekretzellen, deren Wand eine zarte Korklamelle besitzt, wie die der meisten Sekretzellen (Angew. Anatomie, S. 475). Bei der Droge enthalten einige Öl (*scb*, Fig. 5) in hellen gelben Tropfen, andere einen vakuoligen braunen Inhalt (*scb*$_{,}$, Fig. 5), noch andere zahlreiche braune, der Membran ansitzende bucklige Bildungen (*scb*$_{,,}$, Fig. 5), noch andere einen braunen, rundlichen oder eckigen Klumpen (*scb*$_{,,,}$, Fig. 5), der nicht selten die ganze Zelle erfüllt. Alle diese Inhaltskörper — mit Ausnahme des Öles — färben sich mit Eisenchlorid schwarz, lösen sich nicht in Wasser, Alkohol, Alkalien oder Säuren, werden durch Schultzesche Maceration hellgelb, aber auch jetzt nicht in Alkohol oder Schwefelsäure löslich. Sie enthalten phlobaphenartige Umbildungsprodukte des Sekretes, die nicht mehr zu den Harzen, wohl aber wahrscheinlich zu den Resinotannolen (Spaltungsprodukten der Harze) zu rechnen sind, eingebettet in eine wie es scheint gummiartige Grundmasse, die wir wohl als den Rest der resinogenen Schicht aufzufassen haben. Denn nicht selten ist eine der resinogenen Schicht anderer Ölzellen ganz analoge Bildung noch deutlich (*scb*, Fig. 6, auch *scb*$_{,,}$, Fig. 6). Die Sekretzellen unterscheiden sich in ihrer Gröfse nicht von den umgebenden Parenchymzellen oder sind doch nur wenig kleiner.

Das aus im Querschnitt rundlichen, in der Organsachse etwas gestreckten Zellen bestehende Grundparenchym enthält reichlich Stärkekörner sehr eigentümlicher Form (Fig. 10). Dieselben sind keulenförmig oder stäbchenförmig oder gekrümmt. Den kleinen, luftführenden Kernspalt führen sie für gewöhnlich am dickeren Ende. Die Lage des Kerns ist mittelst des Polarisationsmikroskopes zu ermitteln. Schichtung ist undeutlich. Als Nebenform kommen rundliche oder ovale oder breit abgerundet rhombische, oder zu 2, 3 oder 4 zusammengesetzte Körner vor. Die Länge der Körner beträgt meist 18—28 mik und steigt bis 35 mik, die Breite am dickeren Ende 7 bis 15 mik, bisweilen sogar 18,5 und mehr. Es wechselt dies sehr. So sind mir Stücke vorgekommen, bei denen die Länge der Stärkekörner 50, 60, ja 87 mik und die Breite 22,5 bis 35 mik erreichte.

Ziemlich häufig finden sich im Handel jetzt stärkefreie Rhizome, ohne dafs dieselben als besondere Sorte unterschieden werden können. Dieselben sind ziemlich harzreich und holziger als die mehligen prallen Stücke. Das Fehlen oder Vorhandensein von Stärke ist offenbar abhängig von der Zeit der Einsammlung.

Aufser den Sekretzellen finden sich auch — freilich keineswegs überall — Zellen, die mit einem wirren Haufwerk feiner, nicht sehr langer Kristallnadeln erfüllt sind.

Das Grundgewebe der Rhizome setzt sich in das Gewebe der Niederblattmanschetten direkt fort (Fig. 9). Nervenbündel treten in letztere nicht ein, doch läuft hier und da ein Bündelast der peripherischen Rindenbündel schräg gegen das Niederblatt hin.

Bedeckt ist das Rhizom von einer Epidermis mit dicker Aufsenwand (Fig. 4 u. 9, *Ep*). Kork fehlt, selbst an den ältesten Teilen des Rhizoms. Die Epidermiszellen führen auch bei dem Rhizom der frischen Pflanze, dessen innere Gewebe hell und noch nicht gebräunt sind, ein gelb-braunes Sekret, daher erscheint die Oberfläche braun. Die Epidermiszellen sind, von der Fläche gesehen, polyedrisch (Fig. 7). Da und dort bemerkt man eine Spaltöffnung (*st*, Fig. 7).

Die Gefäfsbündel sind kollateral (*gfb*, Fig. 5 u. 6). Sie sind von breitem Durchmesser in der Rindenschicht (Fig. 5), schmäler im Centralcylinder (Fig. 6). In letzterem liegen sie dicht gedrängt, in ersterer lockerer und ganz besonders in einer mittleren Zone vereinigt. Die äufsere und die innere Partie der Rindenschicht ist bündelfrei (Fig. 3). Bisweilen scheint es, als ob die Bündel der Rinde aus drei Zonen hervorgegangen sind. Die Bündel streichen ziemlich vertikal und anastomosieren verhältnismäfsig wenig, am stärksten noch an der Endodermis und in den äufseren Rindenschichten. In der Rindenschicht anastomosieren die Bündel sowohl in tangentialer wie in radialer Richtung, da und dort tritt ein Bündel durch eine grofse Lücke der Endodermis in den Centralcylinder ein und von den Randbündeln laufen Zweige gegen die Insertionsstellen der Niederblätter. Da sich die in den Centralcylinder eintretenden Bündel in tieferen Lagen an Bündel des Centralcylinders anlegen, die im inneren Teile des letzteren streichen, so findet man hier im inneren Teile des Centralcylinders oft merkwürdige Bündelkombinationen. Entweder berühren sich nur die Bastscheiden oder eine gemeinsame Scheide umgiebt die vereinigten Bündel, bei denen bald die Siebteile, bald die Gefäfsteile einander berühren. So entstehen bald scheinbar konzentrische Bündel, bald scheinbar Bündel mit mehreren isolierten Siebteilen oder Gefäfsteilen u. a. m.

Umgeben sind die Bündel stets von einer Scheide von Bastzellen (*B*, Fig. 5, 6 u. 8). Dieselbe ist bei den zarteren Bündeln des Centralcylinders oft nur einschichtig (Fig. 6), läuft aber auch dort ringsum. Bei den grofsen Rindenbündeln ist sie vielreihig und bildet hier besonders an den Polen einen dicken Panzer: zwei starke Gurtungen. Nur den der Endodermis anliegenden Bündeln fehlt die mechanische Scheide an der Seite der Endodermis ganz (Fig. 6). Die Bastzellen sind typisch, besitzen eine sehr dicke Wand — Dicke der Wand oft 3—11,5 mik — und linksschiefe, spaltenförmige Tüpfel (Fig. 8, *B*).

Der Gefäfsteil (*gth*, Fig. 5) der Bündel besteht aus grofsen Gefäfsen und weist bisweilen alle Gefäfsformen auf: Ring-, Spiral-, Leiter- und Tüpfelgefäfse, doch darf das Tüpfel- und Leitergefäfs als für den Galgant typisch betrachtet werden (Fig. 8, *gf*). Zartes Holzparenchym (*hp*, Fig. 8) begleitet die Gefäfse. In ihm finden sich bisweilen gestreckte Sekretzellen (×, Fig. 5), wie solche bei der Curcuma beschrieben wurden (S. 101).

Im Siebteil (*sb*, Fig. 5) sind Siebröhren oft sehr deutlich zu finden (*s*, Fig. 8).

Bei zahlreichen Stücken der Droge sind sowohl die Gefäfse wie der Siebteil von (bisweilen violetten) gegliederten Pilzhyphen durchwuchert, die Pilzen angehören, die wohl erst post mortem während des langsamen Trocknens von den Schnittflächen her einwandern.

In der vegetativen Sprofsregion (*y*, Fig. 1 u. 2), die als ein mehr oder weniger langer Stumpf den Stücken der Droge noch ansitzt, ist der Bau ein ganz ähnlicher wie in dem Rhizom (s. oben). In der Rindenschicht liegen grofse Bündel mit dicken Bastscheiden, in dem Centralcylinder zahlreiche zartere mit dünnen Scheiden (Fig. 3ª). An der Stelle der Endodermis findet sich ein mehrzelliger Sclerenchymring, der meist 3 Zellenreihen dick ist (*ed*, Fig. 3ª). Im Grundparenchym liegen die gleichen Sekretzellen wie im Rhizom.

Die Wurzeln sind bei der Droge meist bis auf kleine Stuppen entfernt (*wu*, Fig. 1 u. 2). Die breite, sekretzellenreiche Rindenschicht (*R*, Fig. 3ᵇ) wird nach innen zu von einer einreihigen Endodermis abgeschlossen (*ed*, Fig. 3ᵇ). Die Zellen derselben sind innen und an den Seiten stark ververdickt, aufsen dünnwandig. Dann folgt das einreihige Perikambium und dann ein Kranz zahlreicher radialer Gefäfsbündel: Gefäfsgruppen (*gth*) wechseln mit Siebinseln (*sb*) ab. Eingebettet ist der Gefäfsteil in einen dicken Libriformpanzer (*lf*, Fig. 3ᵇ). Zu innerst liegt ein oft partiell geschwundenes Mark (*M*).

Das Pulver.

Das braune Pulver besteht vorwiegend aus den Stärkekörnern. Im Chloralpräparat findet man leicht reichlich Fragmente der Gefäfswände und der Bastbelege, braunwandiges Parenchym und die oft zertrümmerten Inhaltskörper der Sekretzellen.

Rhizoma zedoariae.

Zitwerwurzel, Zédoaire, Zedoary Root.

Der morphologische Aufbau des Rhizoms von Curcuma Zedoaria Rosc. ist dem des Curcumarhizoms ähnlich (siehe die Taf. 24). Die Handelsware besteht fast ausschliefslich aus Querscheiben der Centralknollen, denen nur da und dort Reste der Nebenwurzelstöcke ansitzen. Zahlreiche Wurzelreste sind am Rande der Scheiben sichtbar.

Das Lupenbild ist dadurch charakteristisch, dafs eine verhältnismäfsig schmale Rindenschicht einen sehr breiten Centralcylinder umgiebt und im Grundgewebe relativ wenige schmale Gefäfsbündel liegen, die besonders an der Endodermis anastomosieren.

Auch der innere Bau des Zitwerrhizoms ist dem der Curcuma longa ähnlich. Das Periderm ist breiter als bei der Curcuma: 15—20 Reihen dünnwandiger Tafelkorkzellen sind keine Seltenheit. Diese Korkschicht ist oft noch an cirkumskripten Stellen von einer zweiten leicht abschülfernden bedeckt, die aus stark radial gestreckten Zellen mit oftmals welligen Seitenwandungen besteht. Diese lokalen Korkwucherungen bilden die eigentümlichen Warzen, die man häufig auf der Oberfläche beobachtet. Über dieselben läuft die meist noch erhaltene primäre Epidermis hinweg. Sowohl Korkwarzen als Kork lassen sich leicht ablösen (das Curcumaperiderm

schülfert sich schwerer ab). Das Grundparenchym ist gleichfalls parenchymatisch und dünnwandig, die Zellen sind auch hier rundlich isodiametrisch und nicht gestreckt. Sie lassen aber sehr viel gröfsere, dreieckige oder rundlich-viereckige Intercellularen zwischen sich als das Grundparenchym der Curcuma.

Auch hier sind, freilich nicht in der grofsen Menge wie bei der Curcuma, runde Sekretzellen in das Grundparenchym eingestreut. Dieselben besitzen etwa die Gröfse der Stärkeparenchymzellen oder sind etwas kleiner als diese, ihre Wand zeigt eine Suberinlamelle, innerhalb welcher noch eine zarte Celluloselamelle liegt. Sie enthalten einen durch Curcumin lichtgelb gefärbten Öltropfen oder einen Harzklumpen.

Die Zone des gröfsten Wachstums der Sekretzellen liegt bei Curcuma Zedoaria dem Vegetationspunkte sehr nahe und die Sekretzellen übertreffen daher dort, wo sie schon in grofser Zahl gebildet werden, die umgebenden Parenchymzellen bedeutend an Gröfse, die Wachstumsintensität der Parenchymzellen erreicht erst tiefer ihr Maximum und überholt dann die jetzt schwächer wachsenden Sekretzellen, so dafs im ausgebildeten Internodium Parenchymzellen und Sekretbehälter von fast gleicher Gröfse sind oder die letzteren etwas kleiner bleiben.

Neben diesen Öl-Curcuminbehältern finden sich nun, wie es scheint jedoch nicht regelmäfsig, noch andere schmalere und mehr oder weniger in die Länge gestreckte Sekretzellen, die einen braunen, sowohl in Alkohol wie in Kali unlöslichen und gegen Schwefelsäure resistenten Klumpen enthalten. Diese Sekretzellen, die meist schmal sind und eine ziemliche Länge erreichen können, begleiten vornehmlich die Gefäfsbündel.

Die Endodermis ist wie bei Curcuma longa gebaut, ebenso die zarten Bündel, die hier deutlich kollateralen Bau zeigen und der Regel nach etwa ebensoviel Gefäfse enthalten als die Curcumabündel, gegen die Endodermis aber nicht so dicht gedrängt stehen wie dort, auch an Zahl geringer sind. Ihr Verlauf ist ein sehr unregelmäfsiger, so dafs man auf Querschnitten durch den Centralknollen oft zahlreiche Längsansichten der Bündel erhält. Mechanische Elemente (Bastfasern) mit sehr dünner Wand begleiten bisweilen die Gefäfsbündel einseitig oder beiderseits. Sie fallen schon auf dem Querschnitte durch die gelbliche Färbung ihrer Wand auf.

Die Stärkekörner (Fig. 11) besitzen die Form der typischen Curcumastärke, d. h. sie besitzen Scheibenform und sackartigen Umriss (s. Taf. 24 u. 51), doch ist bei der Zitwerstärke die Spitze des Sackes mehr abgerundet, auch findet sich hier ganz regelmäfsig an den typischen Körnern an einer der Längsseiten ein Nabel oder die Andeutung desselben (ähnlich wie bei Maranta, Taf. 51). Die Gröfse der Stärkekörner übertrifft die der Curcuma erheblich. Für gewöhnlich sind die Körner 20 bis 70 mik lang, die gröfseren meist 40 – 63, die kleineren meist 30 – 35 mik. Die Breite der gröfseren beträgt meist 25 bis 30 mik, die Dicke 7—12 mik. Die Körner sind also flachscheibenförmig (Fig. 11). Schichtung ist bisweilen zu sehen, aber nicht immer. Der wenig deutliche Kern liegt so stark excentrisch (bis $^1/_{11}$), dafs bei Betrachtung mit dem Polarisationsmikroskope meist nur ein dunkler Kreuzbalken, über die ganze Länge des Kornes streichend, sichtbar ist. Die drei anderen sind stark verkürzt. Oxalate fehlen.

Das Pulver.

Das graue Pulver besteht hauptsächlich aus den charakteristischen Stärkekörnern. Besonders im Chloralpräparat sind alsdann leicht Gewebstrümmer aufzufinden, die Fragmente von Gefäfsbündeln mit leiterförmig getüpfelten Gefäfsen, dünnwandigen Bastfasern und gestreckten Sekretzellen, dünnwandiges Parenchym und Korkgewebe erkennen lassen.

Rundliche Sekretzellen und deren Trümmer sind selten.

Tafel 54.

Erklärung der Abbildungen.

Alpinia officinarum Hance.

Fig. 1 u. 2. Aus der Droge ausgelesene Rhizomstücke, die die Art der Verzweigung zeigen.

„ 3. Querschnitt durch die Speichersprofsregion des Rhizoms. Lupenbild.

„ 3a. Querschnitt durch die vegetative Sprofsregion (*y*, Fig. 1 u. 2). Lupenbild.

„ 3b. Querschnitt durch die Wurzel. Lupenbild.

„ 4. Epidermis und darunter liegendes Gewebe des Rhizoms. Querschnitt.

„ 5. Querschnitt durch die Rindenschicht des Rhizoms mit zwei Bündeln.

Fig. 6. Querschnitt durch die der Endodermis benachbarte Partie des Rhizoms. *Rs* Rindenschicht. *Cx* Centralcylinder.

„ 7. Epidermis des Rhizoms. Flächenansicht.

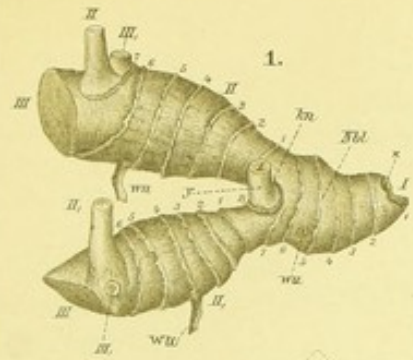
„ 8. Längsschnitt durch ein Gefäfsbündel.

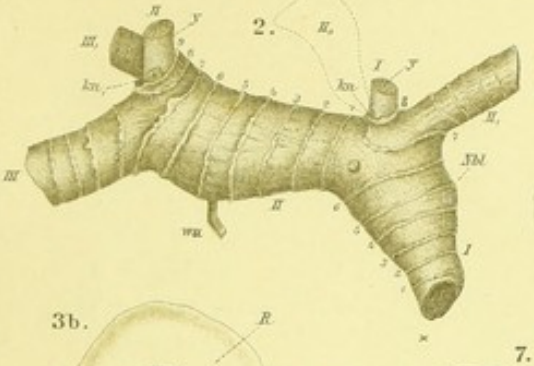
„ 9. Längsschnitt durch die Ansatzstelle einer Niederblattmanschette (*Nbl*).

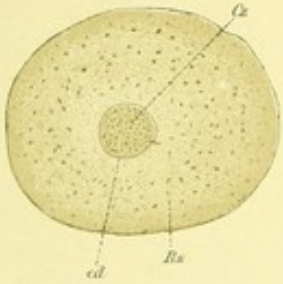
„ 10. Stärkekörner des Galgantrhizoms.

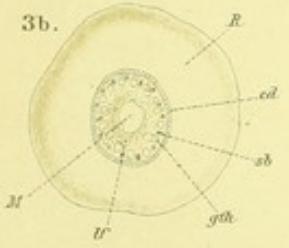
Curcuma Zedoaria Rosc.

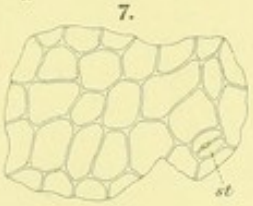
„ 11. Stärkekörner des Zedoariarhizoms.

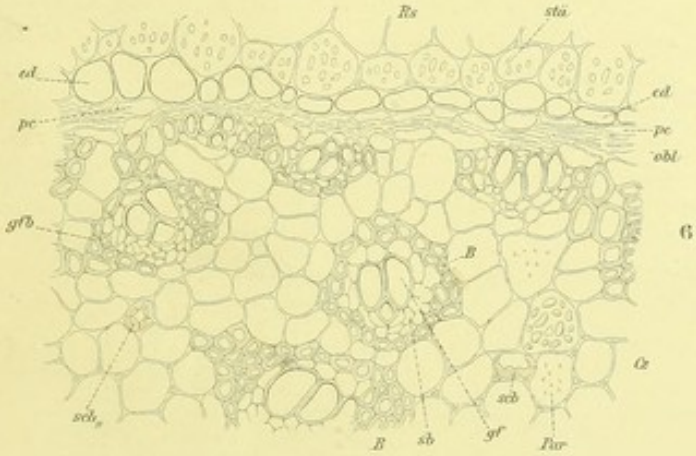




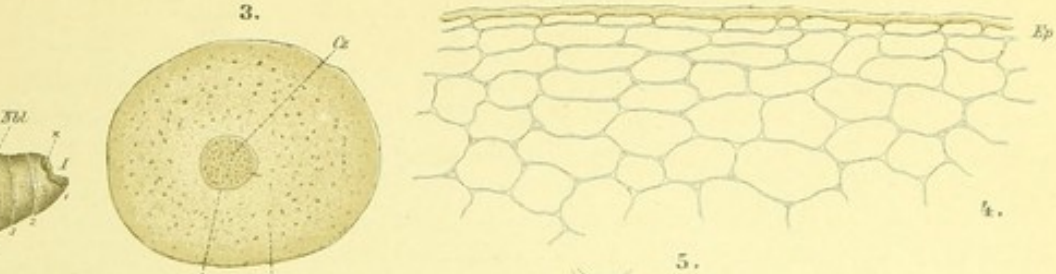




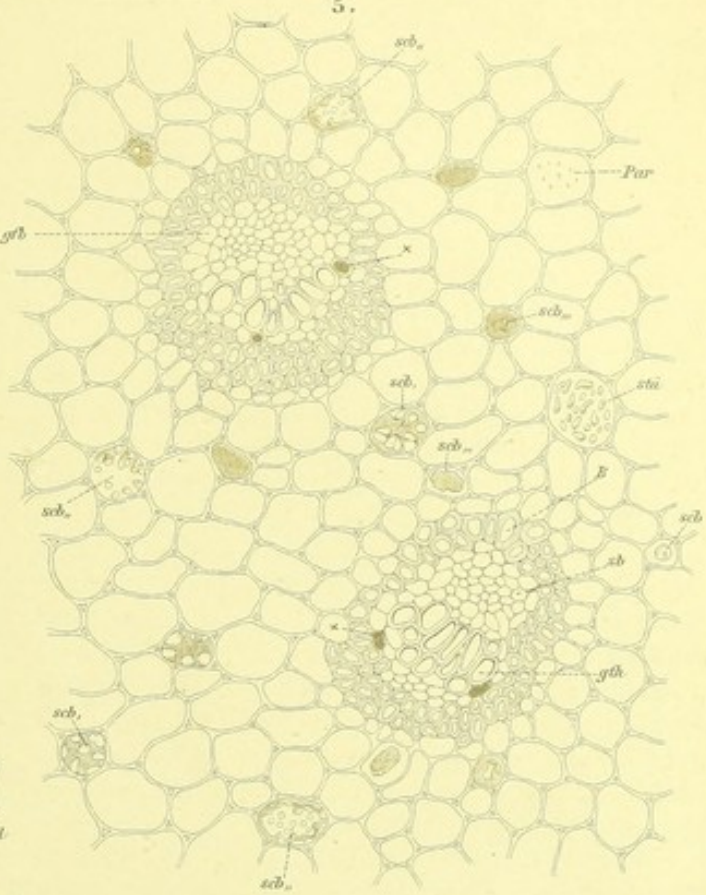


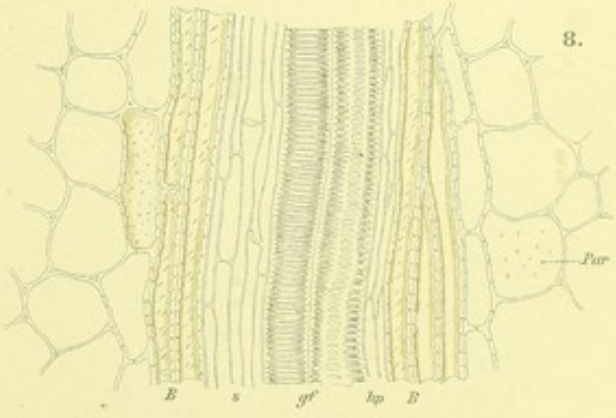


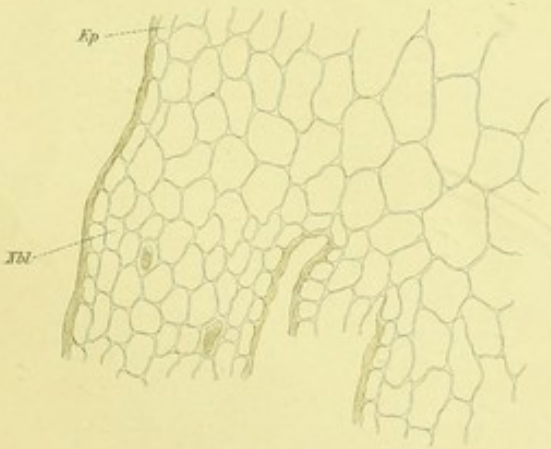
6.



4.







Lith. Anst. v. C. Ernst, Leipzig

Fruct. anisi stellati.

Sternanis, Badian, Anis étoilé, Badiane de Chine, Star-Anise.

Die Früchte des Sternanis, Illicium verum Hook. fil. (I. anisatum Loureiro) sind sogenannte Sammelfrüchte, also eigentlich Fruchtstände. Die Einzelfrüchte sind Balgfrüchte. In der Blüte sind die einzelnen freien, aufrecht gestellten Fruchtknoten in einem Kreise rings um die (über die Anheftungsstelle der Fruchtknoten diskusartig emporragende) Centralsäule angeordnet und neigen in der Mitte zusammen (Fig. 6). Je weiter die Reife vorschreitet, um so mehr senken sich die Einzelfrüchte. Zur Zeit der Fruchtreife stehen die Einzelfrüchte von der Centralsäule horizontal ab, einen Kranz um dieselbe bildend (Fig. 1). Das centrale Spitzchen, welches in der Blüte zwischen den Fruchtknoten sichtbar ist (Fig. 7, ×), ist auch bei den reifen Sammelfrüchten noch oftmals als kleines, dunkles Zäpfchen zu sehen (×, Fig. 1). Der Fruchtstand sitzt an einem gekrümmten Stiele.

Die Fruchtknoten laufen nach oben in hakenförmig nach aufsen umgekrümmte Griffel aus (Fig. 6 u. 7), die auf der Oberseite einen dichten Filz kurzer Narbenpapillen (*Np*, Fig. 7) tragen. Zwischen den Narbenpapillen findet man häufig Pollenkörner, die auf ihrer Oberfläche in der Exine drei Inseln von Höckern zeigen. Die Fruchtknotenwand besteht aus einem Karpell und enthält so reichlich ätherisches Öl führende Ölzellen (*oez*, Fig. 9) von 55—75 mik Weite, dafs fast das ganze Gewebe aus Ölzellen besteht. Die Wand dieser Ölzellen führt eine Suberinlamelle. Vornehmlich an der Aufsenseite (*a*, Fig. 8) ist das Gewebe des Karpells von einem zweischichtigen Epithel bedeckt (×, Fig. 9). Durchzogen ist das Gewebe an der der Mittelrippe entsprechenden Partie des Fruchtblattes von einem Nerven (*gfb*, Fig. 8), der sich nach oben in drei Äste gabelt (Fig. 8), und an der Basis des Fruchtknotens einen Ast in den Funiculus des Ovulums entsendet (*gfb*, Fig. 7).

Jeder Fruchtknoten führt ein Ovulum (Fig. 7 u. 8). Dasselbe ist auf der Innenseite des Karpells (*i*, Fig. 8) inseriert und ist anatrop (Fig. 7). Es besitzt zwei Integumente, ein breites äufseres und ein schmales inneres. Das äufsere ist etwa acht Zellen breit (Fig. 9, 1—3). Über die Zahl der Zellreihen des inneren bin ich mir nicht ganz im Klaren. Es scheint ganz allmählich in das Nucellar- oder Endospermalgewebe überzugehen. Jedenfalls ist es mehrreihig.

Der reife Fruchtstand besteht aus 7—12, im Kreise um eine Mittelsäule rosettenartig angeordneten Früchten, von denen nicht immer alle gleichmässig entwickelt sind (Fig. 1). Vielmehr pflegen neben einigen grofsen, vollständig entwickelten Früchten auch stets einige kleinere oder ganz zurückgebliebene zu sitzen. Dem Fruchtstande sitzt noch oft der längsrunzelige Stiel an. Derselbe ist ziemlich lang (oft 30—50 mm) und dick (im Durchschnitt 2 mm), stark gekrümmt, an der Spitze, d. h. der Ansatzstelle des Fruchtstandes, keulig angeschwollen. Die Länge des Stieles beträgt bis 5 cm, die Dicke im Durchschnitt 2 mm. Die Einzelfrüchte sind 10—20 mm lang, 7—10 mm hoch und 2—5 mm dick, an den Seiten kahnartig zusammengedrückt, rotbraun, holzig-korkig, aufsen grobrunzelig, an den Berührungsflächen der Früchte relativ glatt, an der nach oben gerichteten Bauchnaht meist nur wenig klaffend (Fig. 1), in eine kurze, nur wenig gekrümmte, oft fast gerade Spitze auslaufend (Fig. 4). An den klaffenden Dehiscenzflächen ist die Fruchtschale glatt, glänzend orangegelb bis gelbbraun, in den inneren, ausgehöhlten Partien braun bis dunkelrotbraun, ebenfalls glänzend. In dieser Höhlung liegt ein flach-eiförmiger, 8—9 mm langer Same (Fig. 2, 3, 4), der von einer glatten, glänzenden, gelbbraunen bis rotbraunen, leicht zerbrechlichen Schale bedeckt ist.

Der Bau der Fruchtknotenwand (Fig. 9, *fkw*) ist schon oben kurz charakterisiert worden. Bemerkenswert erscheint, dafs das Gewebe ganz aufserordentlich reich an Ölzellen ist, deren Gröfse meist die der umgebenden Parenchymzellen übertrifft, die also zuerst von allen Zellen ihre definitive Ausbildung erlangen. Auch dies spricht wieder dafür, dafs das Öl nicht als nutzloses Sekret betrachtet werden kann, sondern offenbar zu biologischen Zwecken gebildet wird. Die Entwickelung der Fruchtknotenwand zur Fruchtschale geht in der Weise vor sich, dafs in dem Mesophyll des Fruchtblattes verhältnismäfsig geringe Veränderungen vor sich gehen, die innere Epidermis desselben (*epi*, Fig. 9) dagegen erhebliche und in den einzelnen Partien ungleichartige Veränderungen erleidet.

Bedeckt ist die Fruchtschale nämlich auf der inneren Seite von einer eigentümlichen sclerenchymatischen Epidermis, die an den Stellen, wo der Same liegt, d. h. also in der ganzen, muldenförmig ausgehöhlten Partie, aus palissadenartigen Librosclereiden (*p*, Fig. 5, Fig. 10, 5), an der klaffenden Spalte dagegen (×, Fig. 5) aus dickwandigen, kurzen, reich getüpfelten Zellen (Fig. 10, 4) besteht. Die Librosclereiden, welche die Mulde auskleiden, sind gerade Palissaden (Fig. 10, 5) mit rundlichem Querschnitt (Fig. 13) von 440—600 mik Höhe und 60—[illegible] mik Breite. Ihre Wand zeigt gekreuzte Spaltentüpfel. Da sie verhältnismäfsig dünn sind, lässt sich diese Partie gut schneiden. Die Schnitte zeigen in dieser ganzen Schicht Seidenglanz. Gegen die klaffende Spalte hin werden die Palissaden kleiner und dickwandiger und gehen allmählich in eine ganz anders gebaute Sclereidenepidermis über. An der Spalte (bei ×, Fig. 5) sind nämlich die Epidermiszellen verhältnismäfsig niedrig und aufsen, sowie an den Seiten mit sehr stark verdickter, reich getüpfelter Wand versehen (Fig. 10, 4). Die Tüpfel sind meist spaltenförmig, oft gegabelt. Innen, gegen das Gewebe hin, ist die Wand dünn. Von der Fläche betrachtet (Fig. 12, 4) erscheinen die Zellen kurz, schwach

gekrümmt, die Tüpfelung tritt nicht minder deutlich hervor. Gegen die ziemlich zugeschärfte Spitze (*y*, Fig. 5) hin werden die Zellen dieser eigenartigen Sclereidenepidermis niedriger und dünnwandiger und gehen am äufsersten Rande allmählich in die normale Epidermis über. Das zwischen der inneren und der äusseren Epidermis liegende Gewebe ist zum grössten Teile ein dünnwandiges Parenchym. Am stärksten ist es an der Unterseite der Frucht (*b*, Fig. 4 u. *z*, Fig. 5) entwickelt, an den Seiten ist es oft infolge des gegenseitigen Druckes, den die einzelnen Früchte aufeinander üben, stark zusammengedrückt, an der Spaltenseite ist es dann wieder mächtiger entwickelt und partiell durch einen Bastzellstreifen ersetzt. Die Wände der Parenchymzellen sind infolge reichlicher Infiltration mit Phlobaphenen (Illiciumrot) braunrot gefärbt, bisweilen sind einige Parenchymzellen sclerotisiert. Eingestreut in das Parenchym findet man ziemlich zahlreiche Ölzellen, die, da sie meist leer, nicht eben leicht aufzufinden sind (am besten noch auf Flächenschnitten). Ihre Wand ist verkorkt (*oez*, Fig. 10), bisweilen sind sie grösser als das umgebende Parenchym. Einige führen noch gelbliches Öl, alle lassen die resinogene Schicht erkennen. Bei der lebenden Pflanze ist in ihnen das Anethol enthalten, das beim Absterben in das ganze umgebende Gewebe gelangt. An der Spalte (×, Fig. 5) ist das Parenchym auf der Innenseite etwa zur Hälfte durch ein sehr hartes Bastgewebe ersetzt (*B*, Fig. 5), das sich fest an die Innenepidermis (×, Fig. 5) anlegt, am mächtigsten dort ist, wo die Spalte beginnt (Fig. 10) und allmählich gegen die Kante hin schmäler und dünnwandiger wird, genau wie die Epidermis darüber. Die Zellen dieses Bastzellstreifens sind im Querschnitt (Fig. 10, 3) rundlich oder wenig gestreckt, im Längsschnitt (Fig. 12, 3) stark gestreckt und an den Enden zugespitzt; die Wand ist dick und reich getüpfelt, die Tüpfel spaltenförmig. Es sind echte Bastzellen. Halb oder ganz eingebettet in diesen Bastzellstreifen laufen an der Stelle, wo derselbe an das Parenchym grenzt, eine Anzahl (circa 6) kleine Gefäfsbündelchen (*gfb*, Fig. 10 rechts). Auch in dem übrigen Gewebe des Mesophylls laufen eine Anzahl Gefäfsbündel, aufser dem Mittelrippenbündel (bei *z*, Fig. 5) beiderseits davon bis je 9, meist der Innenseite genähert. Das Hauptbündel tritt von der Centralsäule in einem dicken Strange (bei ×, Fig. 4) in die Fruchtschale ein, welcher Strang sich alsbald in einen unteren, mittleren und oberen Ast gabelt. Der mittlere führt zum Funiculus des Samens, der untere verzweigt sich reich (Fig. 5, *r*—*z*), der obere gabelt sich sofort in zwei Stränge, die zahlreiche Äste in die obere, auseinander klaffende Partie entsenden. Es sind dies die kleinen, den Bastzellpanzer (Fig. 10, 3) begleitenden Bündelchen (Fig. 10, *gfb* rechts). Die derben Gefäfse dieser Bündel sind entweder getüpfelt oder leistenförmig verdickt oder Spiralgefäfse. Bisweilen werden die Bündel von Bastzellen begleitet.

Die äussere Epidermis der Fruchtwand (Fig. 10, 1) besteht aus grossen, eisengrünenden Gerbstoff enthaltenden Zellen mit oftmals wellig verbogenen Seitenwänden (Fig. 11, 1). Die Kuticula zeigt eine sehr kräftige wellige Faltung (Fig. 11, 1). Diese Falten laufen wie starke, gegabelte Rippen über die Epidermisaufsenwand hin. Im Querschnitt der Zellen erscheinen sie wie Zapfen (Fig. 10, *cut*). An einigen Stellen finden sich Spaltöffnungen von ziemlicher Gröfse zwischen den Epidermiszellen. Die Stomata sind oft 56 mik lang und 38 mik breit (*st*, Fig. 11). In der Umgebung derselben sind die Epidermiszellen reichlich getüpfelt.

Der Same geht (vergl. oben) aus einem anatropen Ovulum mit zwei Integumenten hervor. Wahrscheinlich reicht das äufsere Integument bis zur Schicht 3a (Fig. 14), und die inneren Schichten 4—5 gehen aus dem inneren Integumente hervor. Sicher ist dies jedoch nicht. Da mir nur Blüten und reife Samen, nicht aber die Zwischenstadien zur Verfügung standen, konnte ich eine vollständige Entwickelungsgeschichte nicht machen, namentlich nicht feststellen, ob eine oder einige der Schichten, die ich zum inneren Integumente rechne, etwa zum Nucellus gehören.

Die Samenschale (Fig. 14 u. 15, 1—5) besteht aus folgenden Schichten. Zu äufserst findet sich eine Epidermis sehr charakteristischer Librosclereiden (Fig. 14, 1). Dieselben sind aufsen und an den Seiten sehr stark verdickt, die Wand ist sehr deutlich geschichtet und gelb gefärbt. An den Seitenwänden finden sich eine Anzahl gerader Tüpfel, an der Aufsenwand zahlreiche, oft stark gegabelte Tüpfel, die Tüpfel der Seitenwände sind linksschief-spaltenförmig. Betrachtet man die Sclereidenepidermis von der Fläche, so erhält man natürlich ein verschiedenes Bild je nach der Einstellung (Fig. 15, 1, 1^a, 1^b). Stellt man die äufserste Partie ein, so tritt besonders die aufserordentlich mannigfaltige Gabeltüpfelung hervor (Fig. 15, 1^b), bei mittlerer Einstellung bieten die Zellen ein regelmäfsiges Bild (Fig. 15, 1^a) und die Intercellularsubstanz wird deutlich, bei Einstellung der innersten Schicht ist das Lumen am gröfsten (Fig. 15, 1). Das Lumen führt einen braunen, körnigen Inhalt. Die Höhe der Sclereidenepidermis beträgt 175—195 mik, die Breite der einzelnen Zellen 40—80 mik. Unter dieser aufserordentlich harten und festen Epidermis liegt, sie verstärkend, eine einfache Schicht merkwürdiger Sclereiden, die auf dem Querschnitte durch die Samenschale eine starke tangentiale Streckung zeigen und besonders auf der Aufsenseite stark verdickt sind (Fig. 14, 2). Von der Fläche betrachtet (Fig. 15, 2) sind sie unregelmäfsig verbogen, rundlich oder gestreckt, sehr formenmannigfaltig, reich getüpfelt und besonders dadurch ausgezeichnet, dafs sie durch Membranzapfen, die wir als centrifugale Wandverdickungen auffassen müssen, miteinander in Verbindung treten (Fig. 15, 2). Auf diese Schicht folgt eine breite Zone gestreckten Parenchyms (Fig. 14 u. 15, 3), dessen Wände stark gebräunt sind („braune Haut"). In dieser Schicht verläuft das Raphebündel (Fig. 14, *gfb*, Fig. 2 u. 3, *Ra*), welches bisweilen von Sclereiden begleitet wird. Auch sonst finden sich in der Umgebung des Raphebündels sclerotisierte Zellen (*scl*, Fig. 14), die bisweilen unregelmässig verbogen sind. Die innerste Schicht der braunen Haut besteht aus stark gestreckten Zellen, deren Membran gebräunt ist (Fig. 15, 3^a). An die „braune Haut" schliefst sich die „helle Haut", wie die inneren Schichten der Samenschale gemeinhin genannt werden. Sie

besteht meist nur aus wenigen, stark zusammengefallenen Zellschichten, die sehr schön ausgebildete, prismatische Kalkoxalatkristalle (*kr*, Fig. 15) des quadratischen Systems, bisweilen auch, wenn schon sehr selten, eine Druse enthalten. Bisweilen — so z. B. in der Nähe der Raphe — sind die Zellen der äufseren Schicht (Fig. 14, 4) noch wohlerhalten. Immer aber sind die Membranen der Zellen dieser Schicht farblos. Der innersten, stets stark obliterierten Schicht der Samenschale liegt das Endosperm dicht an. Dasselbe besteht aus einem dünnwandigen Parenchym, welches dicht erfüllt ist mit Ölplasma und Aleuronkörnern. In das grofse Endosperm ist ein sehr kleiner Embryo eingebettet.

Die Aleuronkörner (Fig. 18) messen 10—22 (selten bis 26 mik), meist 13—17 mik im Durchmesser, die kleinsten 3 bis 5 mik, sie sind rund oder rundlich, selten gestreckt, grobbuckelig oder gar lappig oder doch wenigstens mit rauher warziger Oberfläche versehen, nie glatt. Sie haben oft das Aussehen von Drusen. Sie quellen mit Wasser wenig und enthalten selten ein grofses, das ganze Korn erfüllendes Kristalloid, dagegen stets zahlreiche kleine, rundliche Globoide, die zurückbleiben, wenn das Korn in Kali gelöst wird. Solitäre fehlen ganz. Begleitet werden die Aleuronkörner von zahlreichen kleinen, der Wand angelagerten Körnchen und Stäbchen.

Die Fruchtstandstiele, die der Droge stets in mehr oder weniger grofser Menge beigemengt sind und oft noch den Fruchtständen ansitzen (Fig. 1), sind ziemlich charakteristisch für den Sternanis. Sie sind oben (S. 241) beschrieben. Anatomisch bieten sie folgende Eigentümlichkeiten. Unter der grofszelligen, an der Aufsenwand stark verdickten und mit einer grobstreifigen Kuticula versehenen Epidermis (Fig. 16, *ep*) liegen einige Reihen eines dünnen und braunwandigen Parenchyms, in welches Ölzellen nicht eben reichlich, viel reichlicher dagegen grofse Astrosclereiden (*scl*, Fig. 16) mit zahlreichen Ausstülpungen (Fig. 17) eingebettet sind, deren dicke Wand sehr deutliche Schichtung und reichliche Tüpfelung zeigt. Dann folgt ein ziemlich breiter Ring von Librosclereiden (*lB*, Fig. 16), dessen einzelne Elemente an den Enden gerade abgestutzt und deren Wand reichlich getüpfelt ist. Sie sind ziemlich schmal, nicht sehr lang, die Tüpfel sind spaltenförmig und meist horizontal gestellt. Daneben finden sich Übergangsformen zu echten Bastzellen und solche selbst mit kegelförmigen Enden und linksschiefen Spaltentüpfeln. Innerhalb dieses mechanischen Ringes liegt der bei der Droge stark obliterierte Siebteil (*sb*), dann folgt der sehr schmale Gefäfsteil, dessen Elemente radial-strahlig angeordnet sind und der reich ist an Spiralgefäfsen. Gegen das Mark hin ist derselbe oftmals durch einzelne Librosclereiden abgeschlossen. Im Mark (*m*) sind einige Zellen sclerotisiert. In ihm finden sich auch stets vereinzelte Sclereiden (*scl*) gleichen Baues wie die der Rinde sind. Am meisten charakteristisch für die Fruchtstandstiele sind die Astrosclereiden der Rinde (Fig. 17).

Die giftigen Sikkimifrüchte, der japanische Sternanis, die Früchte von Illicium religiosum Siebold, sind den Früchten des echten Sternanis sehr ähnlich. Sieht man jedoch eine gröfsere Menge derselben neben einer gröfseren Menge echten Sternanis, so wird man sie leicht voneinander unterscheiden können, denn die Sikkimifrüchte sind im ganzen kleiner als der echte Sternanis und die Karpelle klaffen — meist wenigstens — stärker. Zudem riechen die falschen nicht nach Anethol, bezw. anisartig und enthalten überhaupt kein Anethol oder einen ähnlichen Körper. Ihr Geruch ist eigentümlich, etwas an Kardamomen erinnernd. Schwierig wird die Sache jedoch, wenn nur ein oder einige Fruchtstände von Illicium religiosum der Droge beigemengt sind. Diese herauszufinden, dürfte sehr schwer sein. Denn alle Merkmale, die man angeführt findet, sind so wenig durchgreifend charakteristisch, dafs man auf sie kaum eine Diagnose gründen kann. Für gewöhnlich findet man angegeben, dafs die Sikkimifruchtstände im Durchschnitt nur 25 mm im Durchmesser messen, der echte Sternanis dagegen 32 mm. Aber es giebt auch Früchte des Sternanis, die kleiner sind. Die Sikkimifrüchte sollen ferner leichter und weniger holzig sein, die Mitte der Unterseite der ganzen Sammelfrucht soll vorspringend erscheinen oder in gleicher Ebene mit dem Rücken der Karpelle liegen, die Fruchtstielnarbe soll glatt, flach und kreisrund und von einem hellen, schmalen, fast häutigen, vorspringenden Korksaume umgeben sein, die längsrunzeligen, graubräunlichen oder rötlichbraunen Fruchtstiele sollen abgelöst 10—30 mm lang und circa 1 mm dick, dabei nicht gekrümmt, sondern gerade und gleich dick — nicht keulenförmig — erscheinen und an beiden Enden einen hellen, ringförmigen Korkwulst tragen. Die Karpelle ferner werden als weniger stark zusammengedrückt und bauchiger geschildert und in eine dünne, schnabelförmig nach aufwärts gekrümmte oder gar in eine hakenförmig umgebogene Spitze vorgezogen. Man findet endlich die Angabe, dass die Dehiscenzflächen schmäler und hellgelbbraun, die Samen gerundeter, voller, weniger zusammengedrückt als die des Sternanis, heller und bräunlichgelb seien und die Samenleiste häufig eine warzen- oder knopfförmige Endverdickung besitze. Allen diesen Angaben, besonders den gesperrt gedruckten, liegen thatsächliche Unterschiede zu Grunde, aber dieselben sind doch so gering und bei Durchmusterung eines gröfseren Materiales wird man doch stets so viele Übergänge finden, dafs es nicht möglich ist, auf Grund morphologischer Kennzeichen, mit absoluter Sicherheit die Diagnose zu stellen — vorausgesetzt, wie gesagt, dafs es sich nur um kleine Beimengungen handelt. Bei gröfseren Mengen wird man schon äufserlich leicht den echten vom giftigen Sternanis unterscheiden können.

Da nun die morphologischen Merkmale im Stiche lassen, lag es nahe, die anatomischen heranzuziehen. Die vergleichend anatomische Untersuchung zeigt jedoch, dafs auch in anatomischer Beziehung zwischen den beiden Früchten eine grofse Übereinstimmung herrscht. Doch lassen sich folgende Unterschiede aufstellen.

Beim echten Sternanis gehen die Palissaden des Endocarps an der Samenmulde allmählich und nicht unvermittelt in die Sclereidenepidermis der Spaltflächen über (Fig. 10 bei ×) und an der Grenze liegt bisweilen statt einer Zelle

ein Paar (bei ×). Bei den Sikkimifrüchten geht die dünnwandige Palissadenepidermis ziemlich unvermittelt in die dickwandige Epidermis der Spaltflächen über. Diese letztere ist gewöhnlich beim echten Sternanis dickwandiger als bei den Sikkimifrüchten. Auch in der Anordnung der Bastzellgruppen an den Spaltflächen finden sich einige Unterschiede. Der Bastbeleg ist beim echten Sternanis breiter und die Lumina der Zellen sind enger als bei den Sikkimifrüchten.

Eines der besten Unterscheidungsmittel liegt in den Palissaden, sowohl was ihre absolute Höhe betrifft, wie den Ort, wo die höchsten liegen. Die meisten Palissaden sind beim echten Sternanis 440—550, oft 490 mik, bei den Sikkimifrüchten 325—400, oft 375 mik hoch, also bei letzteren erheblich niedriger. Ferner liegen beim echten Sternanis die höchsten in der Nähe der Stelle, wo die Palissaden in die Epidermis der Spaltflächen übergehen (*y*, Fig. 10), bei den Sikkimifrüchten an der entgegengesetzt gelegenen Seite in der abgerundeten Partie (*Ho*, Fig. 5). Ich habe allein schon an diesem einen Merkmale ohne Schwierigkeit in zahlreichen Fällen eine sichere Diagnose stellen können, z. B. einzelne verdächtige Früchte im Sternanis als Sikkimi erkannt.

Endlich bieten die Aleuronkörner gute Anhaltspunkte zur Unterscheidung. Die Aleuronkörner des echten Sternanis sind lange nicht so zahlreich, als die der Sikkimifrüchte. Sie sind rundlich und grobbuckelig (siehe oben und Fig. 18). Sie quellen wenig mit Wasser und enthalten selten Kristalloide, stets zahlreiche Globoide. Die Einschlüsse sind schlecht zu sehen, das ganze Korn selbst mit guten Objektiven schwer aufzulösen. Ihr Durchmesser beträgt 10—22 mik, meist 13—17 mik. Die Aleuronkörner der Sikkimifrüchte treten sehr viel deutlicher hervor und sind leicht zu diagnostizieren und aufzulösen. Sie sind meist gestreckt-oval oder kugelig-elliptisch, glatt, nicht grob buckelig, quellen mit Wasser leichter und lassen, wenn man den mittelst Einlegen in Alkohol von Fett befreiten Schnitt in Alkohol betrachtet und langsam Wasser zufliefsen läfst, sehr deutlich ein oder mehrere (1—3) Kristalloide und zahlreiche kleine Globoide (Fig. 19, ×) erkennen, die dem Kristalloid seitlich an- und übergelagert zu sein pflegen (Fig. 19). Ihr Durchmesser beträgt 7—15, meist 10—13 mik, der Solitär 20—26 mik. Eine weitere Eigentümlichkeit der Sikkimifrüchte ist es ferner, dafs in den Aleuronzellen oft ein Solitär (Angew. Anatomie S. 44) gefunden wird, der an Gröfse die übrigen Aleuronkörner weit übertrifft und meist zahlreiche Kristalloide führt (*sol*, Fig. 19).

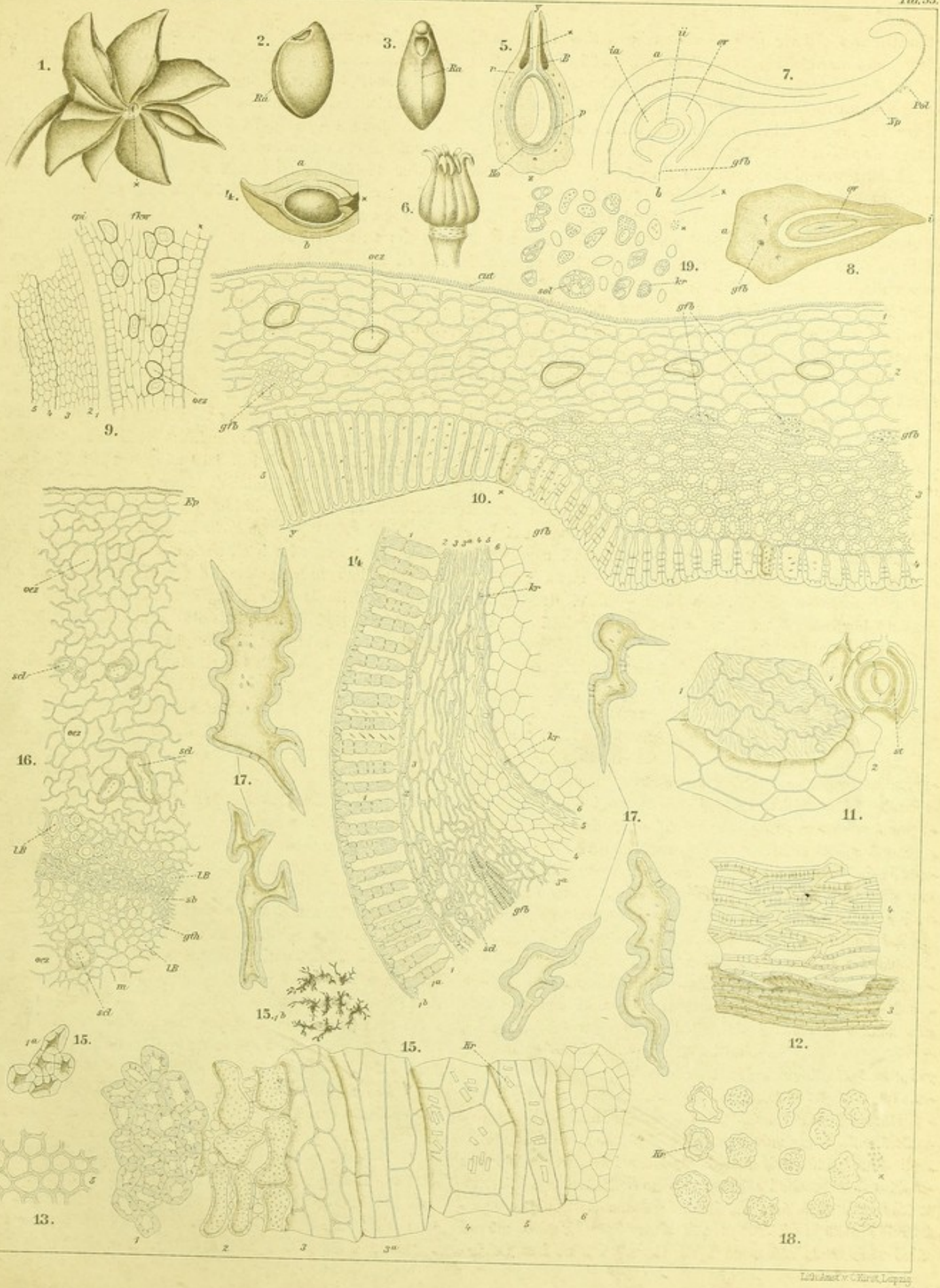
Die Aleuronkörner der beiden Arten sind so gut voneinander zu unterscheiden, dafs man keiner weiteren diagnostischen Hilfsmittel bedürfte, wenn der Samenkern stets ausgebildet wäre. Leider trifft man aber in der Handelsware oft unter zehn Samen nur bei einem einen ausgebildeten Samenkern, bei allen übrigen ist er zusammengeschrumpft oder verkümmert. Dieser Umstand setzt die Bedeutung der Aleuronkörner für die Diagnose etwas herab.

Eine sehr sichere und einfache Methode zur Unterscheidung des Sternanis von den Sikkimifrüchten ist die folgende, die man mit einem einzigen Carpell, ja mit einem halben in wenigen Minuten machen kann und die sich darauf gründet, dafs Sikimi kein Anethol enthält. Man zerbricht die zu untersuchenden Carpelle in kleine Stückchen, entfernt die Samen, bringt die zerkleinerten Carpelle in ein Probiergläschen und kocht mit 1—2 cm Alkohol einige Minuten. Dann dekantiert man in ein anderes Probierglas und verdünnt mit Wasser. Die Sikkimifrüchte geben hierbei eine klare Flüssigkeit, während der alkoholische Auszug des echten Sternanis von ausfallendem Anethol milchig trübe ist. Läfst man die alkoholischen Auszüge auf zwei Uhrgläsern verdampfen, so giebt Sikkimi schön ausgebildete Kristalle (von Sikkiminsäure?) in grofser Menge, der echte Sternanis dagegen nur sehr kleine undeutliche Kristalle oder gar keine.

Tafel 55.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Ganzer Fruchtstand (Sammelfrucht) von oben.
„ 2. Same von der Seite.
„ 3. Same von vorn.
„ 4. Einzelfrucht, längs durchschnitten, bei *a* die Fläche der klaffenden Spalte, bei × die Stelle, wo die Frucht dem Fruchtstiel angewachsen ist.
„ 5. Frucht durchschnitten, und zwar in der Richtung *a*—*b* der Fig. 4, also bei *x* die Unterseite (Lupenbild). *B* Bastzellbeleg, *y* klaffende Spalte, *p* Palissaden des Endocarps.
„ 6. Die zu einer Säule vereinigten Fruchtknoten der Blüte, noch aufrecht.
„ 7. Längsschnitt durch einen solchen Fruchtknoten; auch das Ovulum ist längs durchschnitten (Lupenbild).
„ 8. Fruchtknoten, quer durchschnitten, und zwar in der Richtung *a*—*b* der Fig. 7 (Lupenbild).
„ 9. Details aus diesem Schnitt. *Fkw* Fruchtknotenwand, 1—5 Integumente des Ovulums. *oez* Olzellen.
„ 10. Querschnitt durch die Fruchtknotenwand, Richtung *a*—*b* in Fig. 4 (analog Fig. 5), an der Stelle geführt, wo die Palissadenepidermis des Endocarps (5) in die Epidermis der Spaltflächen (4) übergeht. Die Zahlen 1—5 in Fig. 10 bis 13 korrespondieren miteinander und bezeichnen die gleichen Gewebe.
Fig. 11. Epidermis (1) und Parenchym (2) der Fruchtschale, von der Fläche gesehen.
„ 12. Innenepidermis der Fruchtschale an der Spaltfläche (bei ×, Fig. 5), und die darunter liegenden Bastzellen (*B*, Fig. 5) von der Fläche gesehen.
„ 13. Palissaden des Endocarps (*p*, Fig. 5), von der Fläche gesehen.
„ 14. Querschnitt durch die Samenschale (1—5) und das Endosperm (6), die Zahlen 1—6 in Fig. 14 u. 15 bezeichnen die gleichen Gewebe.
„ 15. Flächenansichten der einzelnen Schichten der Samenschale. 1, 1^a, 1^b Epidermis, 2 supepidermale Schicht, 3 u. 3^a Parenchym, 4 und 5 kristallführende Schichten, 6 Endosperm.
„ 16. Querschnitt durch den Fruchtstandstiel, *scl* die grofsen Astrosclereiden in Mark und Rinde.
„ 17. Astrosclereiden isoliert.
„ 18. Aleuronkörner des Sternanis. × Globoide isoliert.
„ 19. Aleuronkörner der Sikkimifrüchte. × Globoide isoliert.



Lith. Anst. v. C. Kirst, Leipzig

Sem. myristicae.

Muskatnuss, Nux moschata, Noix muscade, Nutmeg.

Die Muskatnüsse sind die Samenkerne von Myristica fragrans Houttuyn (M. moschata Thunb., M. aromatica Lam., M. officinalis L. f.), welche Pflanze im tropischen Asien allenthalben kultiviert wird. Die Pflanze ist diklin-diözisch. Ihre kleinen, hellgelben, wie Orangenblüten riechenden, zu Rispen vereinigten (♂) oder einzeln stehenden (♀) Blüten, die denen unserer Maiblume etwas ähnlich sind, besitzen drei Perigonblätter, die zu einem glockenförmigen, unterständigen Perigon verwachsen sind. Einer der Perigonzipfel steht medianrückwärts. Die männlichen Blüten haben zu einer Staminalsäule verwachsene, monadelphische Staubfäden und keinen Stempelrest, die weiblichen Blüten keine Staminalreste, sondern nur einen freien, oberständigen Stempel, der aus der Basis der Blüte herausragt und aus dem gestreckt ei-kegelförmigen Fruchtknoten und einer sitzenden, zweizipfeligen Narbe (Fig. 4) besteht. Der Fruchtknoten besteht aus einem Karpell, ist einfächerig, im Durchschnitt 2—3 mm dick und etwa 5 mm lang und an der von dem Blütendeckblatt abgewandten Seite mit einer Längsnaht versehen (Fig. 2).

Die Korolle besteht aus einem dünnwandigen Parenchym, in dem aufser den Nervenbündeln unregelmäfsig streichende, milchröhrenartige Sekretbehälter, runde Ölzellen mit verkorkter Wand und Astrosclereiden (Angew. Anatomie, S. 302) einzeln oder zu Gruppen vereinigt sich finden.

Der Blütenstiel enthält die gleichen Elemente wie die Korolle, doch sind die Sclereiden stärker verdickt. Kalkoxalat findet sich in einigen Zellen.

Der Fruchtknoten besitzt eine ziemlich dicke Wand aus parenchymatischem Gewebe, in welches sehr zahlreiche verkorkte Ölzellen eingebettet sind, die gröfser sind als die Elemente des umgebenden Gewebes und sehr frühzeitig schon angelegt werden. An der Basis ist ein einziges anatropes Ovulum, das am Chalazaende etwas zugespitzt ist, fast basal inseriert (Fig. 1 u. 4). Dasselbe erfüllt die Fruchtknotenhöhlung ganz, zeigt einen Durchmesser von 0,8 mm und besitzt zwei Integumente, die ungefähr gleich dick sind (Fig. 1). Die beiden Integumente sind verschieden ausgebildet. Das innere reicht nicht bis zur Chalaza, ist an der Spitze etwas angeschwollen und bildet allein den Mikropyleverschluss. Das äufsere umschliefst das Ovulum unten vollkommen (bis auf die Chalazastelle) und geht in der Umgebung der Chalaza direkt in das Nucellargewebe über, weiter oben (gegen die Mikropyle hin) liegt es scharf abgegrenzt dem Nucellus an und nur in dem gegen die Mikropyle zu liegenden obersten Teile des Ovulums grenzt es an das innere Integument. Die Insertion des inneren Integumentes (Fig. 1, *ii*) befindet sich also etwa in halber Höhe zwischen Chalaza und Mikropyle. Der Embryosack (*Ems*) liegt im oberen Teile des Nucellus und schliefst nach unten etwa in der Höhe der Insertion des inneren Integumentes ab. Das ihn umgebende Nucellargewebe ist etwa ebenso dick wie das innere Integument. Der untere Teil des Nucellus von der Chalaza an bis unterhalb der Insertion des inneren Integumentes wird mit Ausnahme einer äufseren Dauergewebsschicht von der Dicke des inneren Integumentes aus meristematischem Gewebe gebildet. Ein derartiges Meristem findet sich auch sowohl an der Innenseite des inneren Integumentes als auch an der Aufsenseite des Oberteiles des Nucellus in Form einer dünnen Schicht, die mit dem Meristem des Nucellusunterteiles in Verbindung steht und sich nach oben gegen das Mikropyle hin allmählich verjüngt (Fig. 9). Das Raphebündel ist unverzweigt und wird von milchröhrenartigen Sekretbehältern begleitet. Die Mikropyle des Ovulums ist nicht genau abwärts gerichtet, sondern etwas nach vorn gewendet (Fig. 1). Die Mediane des Ovulums, die Symmetrieebene desselben, bildet mit der durch die Karpellnaht gelegten Ebene einen Winkel.

Die Entwickelungsgeschichte des Samens ist nun folgende. Als leitender Grundsatz ist zunächst zu bemerken, dafs der Teil des Ovulums, in dem das innere Integument liegt, d. h. also der obere, gegen die Mikropyle gelegene, im Längenwachstum stark gegen den übrigen unteren Teil zurückbleibt. Der letztere streckt sich so stark, dafs er schon in einer jungen Samenanlage von 2—2,5 mm Durchmesser bei weitem die Hauptmasse einnimmt (Fig. 9). Da nun aber der obere Teil bei fast ganz unterbleibendem Längenwachstum etwas Breitenwachstum zeigt, so ist die Folge die, dafs er gegen die Spitze der Samenanlage gedrückt und der Teil des Ovulums, der auch vom zweiten Integumente bedeckt ist, verschwindend klein wird (Fig. 9). Die Nucellusspitze nimmt in diesem Stadium zunächt eine kegelförmige Gestalt an, später erscheint sie fast eingeschnürt, einer Anschwellung des inneren Integumentes entsprechend (Fig. 10).

Die weitere Entwickelung in dem inneren Gewebe der Samenlage ist vorwiegend an die Thätigkeit des oben erwähnten

vorwiegend im Nucellus gelegenen Meristems geknüpft, welches sehr frühzeitig sowohl nach aufsen wie nach innen Dauergewebe bildet. Bei einem 1,5 mm dicken Ovulum (Fig. 9) streicht die Meristemzone etwa in der Mitte des Nucellusgewebes, rückt aber, da im Anfange besonders nach aufsen reichlich Dauergewebe gebildet wird, rasch nach der Innenseite hin, so dafs sie im weiteren Verlaufe mehr der Innen- wie der Aufsenseite des Nucellus genähert bleibt (Fig. 10). Diese Meristemschicht (Fig. 11, *Me*), die auch wennschon als viel schmälere Zone und nur ein Stück weit an der Innenseite des inneren Integumentes gefunden wird und der Nucellusspitze gänzlich fehlt, ist in ungleicher Weise thätig. Im ganzen Nucellusunterteile, d. h. in dem gröfsten Teile der Samenknospe bildet sie sowohl nach aufsen wie nach innen reichlich Dauergewebe, an der Innenseite des inneren Integumentes dagegen nur wenig und da sie der Nucellusspitze fehlt, entsteht hier überhaupt kein Dauergewebe. Dieser Dauergewebsbildung, die zur Entstehung eines sekundären Nucellar- oder Perispermalgewebes führt, wie es im Pflanzenreiche bisher sonst wohl nirgends beobachtet wurde, wirkt nun aber von innen her die resorbierende Thätigkeit des Endosperms entgegen. Der Embryosack vergröfsert sich nämlich frühzeitig und resorbiert allmählich die von dem Meristem nach innen gebildeten Dauergewebsschichten des Hüllperisperms (*Da*, in Fig. 10, 11, 12, 14) nahezu vollständig. Im reifen Samen sind sie fast ganz aufgezehrt (Fig. 27), aber auch im halbreifen Samen ist die Innenschicht des Dauergewebes nie sehr breit. Sie besteht stets aus farblosem Parenchym vom Charakter transitorischer Gewebe. Die Aufsenschicht dagegen trägt ganz den Charakter eines typischen Dauergewebes. Sie wird, je weiter sich die Samenanlage entwickelt, immer breiter und immer reicher differenziert. Einige Zellen bilden sich zu Sekretzellen um, in anderen entstehen bräunliche Stoffwechselprodukte. Endlich werden auch Prokambiumstränge angelegt, die später zu zarten Gefäfsbündeln sich entwickeln. Dafs in einem Perisperm Bündel entstehen, ist ein ganz seltener Fall, und wohl auch nur verständlich, wenn man berücksichtigt, dafs die Randschicht des Nucellus im Unter- und Hauptteile, des Nucellus wenigstens, d. h. dort, wo das innere Integument nicht mehr wahrzunehmen ist, eigentlich das letztere vertritt und durch das Perispermalmeristem ein neues eigenartiges sekundäres Gewebe erzeugt wird, welches nicht mehr ganz als Perisperm betrachtet werden kann. Denn nur in dem neugebildeten Gewebe, dem Sekundärperisperm, entstehen diese Prokambiumstränge (Fig. 11, *proc*), nicht im primären Perisperm.

Das Perispermalmeristem ist aber auch der Sitz einer weiteren eigenartigen Veränderung. Es zeigt nämlich an bestimmten Punkten ein lokalisiert verstärktes Wachstum. Die ersten Anzeichen dieser Erscheinung sind schon sehr frühzeitig bei nur wenige Millimeter dicken Ovulis sichtbar (Fig. 11). Etwa zu gleicher Zeit, wenn in dem Randperisperm Prokambiumstränge differenziert sind, wölbt sich an bestimmten Stellen das Gewebe gegen den Embryosack vor (Fig. 11) und es entstehen zuerst niedrige, dann immer länger werdende Zapfen resp. Platten (Fig. 10, 12, 14). Die ersten Stadien dieser Zapfenbildung sind in Fig. 11, die späteren in Fig. 10 (hier im Längsschnitt) wiedergegeben. Bei einem 6 mm im Durchmesser messenden Samen besitzen diese Zapfen den in Fig. 12 dargestellten Bau. Sie sind umgeben vom inneren hellen Dauergewebe (*Da,*), dann folgt das Meristem (*Me*) und zu innerst liegt ein zweites Dauergewebe (*Da,,*), welches direkt in das Randgewebe übergeht und in dem schon jetzt Gefäfsbündel (*gfb*) oder wenigstens Prokambiumstränge (*proc*) sichtbar sind. Einige Zellen dieses Gewebes sind bereits in diesem Stadium zu Ölzellen umgebildet. Diese Zapfen entstehen nur an den Stellen, wo das Perisperm direkt an das äufsere Integument grenzt und nicht aus dem Meristem am Rande des inneren Integumentes, welches letztere überhaupt schon in diesem Stadium quantitativ stark zurücktritt (Fig. 10). Besonders an der Spitze zeigen die plattenartigen Zapfen lebhaftes Wachstum, auch wohl Verbindungen und Gabelungen (Fig. 14). Sie werden zu den braunen Ruminationsfalten (Fig. 26, *Ruf* u. 27), die dem Querschnitte des reifen Samens sein charakteristisches Aussehen verleihen und den Charakter des Albumen ruminatum bedingen (Fig. 21 u. 22). Bei einer Frucht von 3,5 cm Durchmesser (Samenanlage 1 cm) sind diese Sekundärperispermzapfen noch farblos, führen aber bereits typische Ölzellen (Fig. 25) und enthalten reichlich Gerbstoff im Inhalte der die Ölzellen begleitenden Zellen, wie man durch $Fe_2 Cl_6$ und $K_2 Cr_2 O_7$ feststellen kann. Beim nahezu reifen Samen entsteht in den Zapfen mit chromsaurem Kali kaum noch eine Gerbstoffreaktion im Zellinhalte, dagegen hat die Phlobaphenbildung begonnen und die Speicherung des Phlobaphens in den Wandungen, die dadurch eine braune Farbe angenommen haben. Beim reifen Samen sind gerbstoffartige Körper fast nur in den braunen Wänden nachzuweisen, die meist ganz von Phlobaphenen durchtränkt und dadurch braun gefärbt sind.

Besonders am reifen Samen tritt aber auch der Unterschied zwischem dem Primärperisperm und dem Sekundärperisperm (*p Psp* und *s Psp*, Fig. 11) deutlich hervor (Fig. 27). Das äufsere Primärperisperm ist heller, bündelfrei und besteht aus gröfseren Zellen, die nicht alle Phlobaphen führen, das Sekundärperisperm führt die Bündel, ist kleinzelliger, aber dicht mit Phlobaphenen erfüllt. Es läuft als schmale Zone rings um den Samen herum und entsendet die Zapfen ins innere des Samens. Das Primärperisperm wird durch Zellteilung besonders in den äufseren Zellschichten vermehrt.

Der Innenraum des Embryosackes ist sehr lange mit einer milchigen Flüssigkeit erfüllt. Erst verhältnismäfsig spät beginnt die eigentliche Endospermbildung im Embryosacke. Das Endosperm resorbiert zunächst alles aufserhalb der Meristemzone liegende Dauergewebe (*Da*, Fig. 12) bis auf geringe, im reifen Samen am Rande der braunen Ruminationsfalten sichtbar bleibende Reste (Fig. 25 u. 27, *obl*). Dann entsteht in dem durch die Zapfen reich gekammerten Raume vom Rande der Zapfen her, nach innen fortschreitend, das dünnwandige Endosperm (*End*), welches im reifen Samen das ganze Innere erfüllt. Die Teilungen der Zellen sind am Rande, d. h. an den

Zapfen, besonders in den ersten Stadien, noch sehr gut zu sehen: die Zellen bilden Radialreihen, die rechtwinklig auf der Zapfenoberfläche stehen. Später verwischt sich dies. Anfangs enthalten die Endospermzellen nur Plasma, aber auch noch in ganz ausgewachsenen Samen, bei denen die Zellbildung im Endosperm nahezu ganz abgeschlossen ist, findet man in ihnen nur Plasma und Zellkern und das Ganze erscheint noch hyalin. Erst wenn die Frucht aufgesprungen ist, beginnt auch der Endosperminhalt sich zu differenzieren. Das Endosperm erscheint nunmehr weifs. In seinen Zellen findet man neben den sehr deutlichen Zellkernen viel Stärke und die Aleuronkörner, besonders die Kristalloide derselben, beginnen sich zu differenzieren. Sie treten, da sie zudem meist gelblich gefärbt sind, besonders in diesem Stadium sehr deutlich hervor. Doch auch jetzt noch ist nur wenig Fett zu bemerken. Der Keimling ist ebenfalls noch stark in der Entwickelung zurück. Er wird von zwei kleinen rundlichen, durch einen kurzen Zapfen zusammengehaltenen Läppchen gebildet. Erst bei der völlig reifen, aufgesprungenen Frucht zeigt auch das Endosperm seine definitive Ausbildung: Die Zellen sind mit Fett erfüllt, in welches reichlich Stärkekörner eingebettet sind (Fig. 27). Jede Zelle enthält meist auch ein Aleuronkorn. Da das Endosperm vom äufseren Rande her nach innen und von dem Rande der Zapfen aus nach innen, den Seiten, nach oben und unten zu sich entwickelt, so stofsen schliefslich die gegeneinander wachsenden Endospermmassen ungefähr in der Mitte zwischen den Zapfen zusammen. Hier sieht man noch lange einen Spalt, der erst im ganz reifen Samen durch Verwachsung der beiden innersten Zelllagen verschwindet. Diese innersten Zelllagen bleiben aber auch im reifen Samen von dem übrigen Endosperm dadurch verschieden, dafs sie nur Stärke und kein Fett oder Aleuron enthalten. Diese innersten, different ausgebildeten Endospermschichten habe ich bei anderen Samen als „Quellgewebe“ unterschieden, da sie bei der Keimung quellen und die Nahrungsaufnahme des Keimlings aus dem Endosperm vermitteln. Auch hier stehen sie zum Keimling in Beziehung. Denn in ihnen wandern die Reservestoffe zum Keimling und sie bilden die Leitbahnen (*Le* in Fig. 21 u. 22), auf denen die Kotyledonarzapfen bei der Keimung ins Endosperm vordringen (siehe unten). Der Geschmack des fertigen Endosperms ist nicht aromatisch, sondern nufsartig. Nur beim getrockneten Samen nimmt er durch Infiltration von den Ruminationszapfen her Aroma an.

Der Keimling ist bei dem völlig reifen Samen an der Mikropylarseite desselben und — gemäfs der etwas seitlichen Lage der Mikropyle — auch etwas seitlich inseriert (Fig. 22, *Em*). Er besteht aus zartem, stärkereichem Parenchym, das von zahlreichen gestreckten, milchröhrenartigen Sekretschläuchen durchzogen ist, die mit einem braunen Inhalte erfüllt sind.

Schon oben wurde erwähnt, dafs das zweite, innere Integument in den weiteren Entwickelungsstadien kaum in Betracht kommt, da es sich nur wenig weiter entwickelt und gegen die obere Seite des Samens geschoben wird (Fig. 10). In der That ist die Stelle, welche dem inneren Integumente entspricht, beim reifen Samen auf ein ganz kleines Gebiet an der Spitze beschränkt. Immerhin kann man sie doch auch dort noch erkennen. Es ist nämlich die an das Endosperm daselbst angrenzende Schicht, soweit das innere Integument reicht, palissadenartig gestreckt und das ganze Gewebe ist mehr gleichartig und zeigt nicht die ziemlich scharf hervortretende Sonderung wie beim Primär- und Sekundärperisperm (siehe oben), in die das Gewebe allmählich übergeht. An der Spitze des Nucellusoberteiles erfolgt die Resorption des Nucellusgewebes seitens des Embryosackes nur langsam. Da sie aber stetig fortschreitet und hier ein Meristem nicht für Erneuerung sorgt, so wird das Nucellusgewebe, das den Embryosack von dem Gewebe des inneren Integumentes in der Nähe des Endostoms trennt, bis auf geringe Reste gänzlich resorbiert. Hier wächst also das Nucellargewebe nicht nur nicht weiter, wie im übrigen zapfenbildenden Teile, sondern geht vollständig zu Grunde. Dadurch wird es möglich, dafs sich der Embryosack und der an seiner Spitze aus der Eizelle hervorgehende Embryo bis an die Endostomspalte und sogar in diese hineinschieben kann (Fig. 29).

Die Samenschale besitzt folgende Entwickelungsgeschichte. Zunächst ist zu bemerken, dafs sich an der Bildung derselben vorwiegend das äufsere Integument des Ovulums beteiligt, das innere bildet nur an der Spitze des Samens auf einer kleinen Strecke hin die innere Samenschale, im ganzen übrigen Teile wird die letztere von dem Hüllperisperm gebildet, bei dem deutlich das grofszellige Primärperisperm (Fig. 11, 26 u. 27, *p Psp*) und das durch Meristem (siehe oben) gebildete, die „Samenhautfalten“ bezw. Zapfen bildende Sekundärperisperm (Fig. 11, 26 u. 27, *s Psp*) zu unterscheiden ist. Die Entwickelungsgeschichte der inneren Samenschale aus dem Hüllperisperm ist oben beschrieben. Die äufsere, aus dem äufseren Integumente hervorgehende Samenschale läfst zwei Schichten erkennen: Die zarte Aufsenschicht (Fig. 20, 1—3) und eine zweite harte Schicht (Fig. 20, 4—5), die als Mittelschicht der Samenschale bezeichnet werden mag.

Die zarte Aufsenschicht geht aus dem äufseren Integumente hervor mit einziger Ausnahme der inneren Epidermis desselben und der subepidermalen Zellreihe, also aus den Schichten 1—3, Fig. 16. Die innerste Zellreihe, die sich im Ovulum kaum different abhebt, wird im weiteren Verlaufe der Entwickelung etwas radial gestreckt. Die Epidermis (Fig. 20, 1) führt oft noch im reifen Samen viel Stärke. Ihre Zellen sind, von der Fläche betrachtet, polyedrisch. Die Schicht 2 besteht aus anfangs polyedrischen, später sich tangential streckenden Zellen, die anfangs Stärke, später bisweilen einen braunen Inhaltskörper führen. Auch Oxalat kommt in den Zellen vor. Diese Schicht ist im reifen Samen von milchröhrenartigen Sekretschläuchen (Kinoschläuchen) durchzogen. Aufser dem Raphebündel, welches, da der Funiculus mit dem äufseren Integumente verwachsen ist, ebenfalls in dieser Schicht verläuft, sind in den jüngeren Stadien der Entwickelung des Samens nur einige Prokambiumstränge wahrzunehmen. Dieselben werden aber zu normalen Bündeln, so dafs beim reifen Samen in dieser Schicht zahlreiche anastomosierende Gefäfsbündel (*gfb*, Fig. 20) liegen, die, wenn man den Samen von

aufsen betrachtet, als ein Netzwerk erscheinen. Sie alle stehen mit dem Raphebündel in Verbindung.

Die harte Mittelschicht der Samenschale (Fig. 20, 4—5) bildet zwei Reihen von Zellen: eine Reihe von relativ kurzen Aufsenpalissaden (Nebenpalissaden) (*Ap*, Fig. 19 u. 20) und eine Reihe von hohen Innenpalissaden (Hauptpalissaden) (*Ip*, Fig. 19 u. 20). An diese legt sich dann nach Innen zu eine Reihe von Querfasern (Faserlage) (*gfs*, Fig. 19 u. 20) an. Im bei weitem gröfsten Teile des Samens gehen die Querfasern aus der Epidermis des Nucellus bezw. Perisperms, die Innenpalissaden aus der inneren Epidermis des äufseren Integumentes und die Aufsenpalissaden aus der unter der inneren Epidermis liegenden subepidermalen Zellreihe des äufseren Integumentes hervor. Nur dort, wo das innere Integument liegt, geht die Querfaserschicht aus der äufseren Epidermis dieses Integumentes hervor (Fig. 30) und nur in einem ebenfalls kleinen Gebiete um die Chalaza beteiligt sich auch die subepidermale Zelllage des Nucellus an der Bildung der Mittelschicht (Fig. 28).

Die Entwickelung der drei Lagen geht aus dem Vergleiche der Figuren 16—20 hervor. Die zu den Querfasern werdende Nucellar-Epidermis bleibt frühzeitig (Fig. 17, 6) im Querwachstum zurück und entwickelt sich nur wenig in die Breite und Höhe. Dagegen strecken sich die Zellen meist in der Richtung zur Samenoberfläche, rechtwinkelig zur Richtung der Palissaden und verdicken sich (Fig. 20, 6). Im reifen Samen bilden sie sehr mannigfaltige Formen: längsgestreckte Bastfasern, unregelmäfsige, sogar bisweilen polygonale Formen mit linksschiefen Tüpfeln. In einer begrenzten, die Chalaza unmittelbar umgebenden Zone (Fig. 28) werden die epidermalen Elemente des Nucellus nicht in der eben beschriebenen Weise entwickelt, sondern bilden den Innenpalissaden ähnliche Zellen (Fig. 28, *Ip*,), während die subepidermale Zellschicht des Nucellus im vollständig entwickelten Zustande (Fig. 28, *sepd*) eine grofse Ähnlichkeit mit den Aufsenpalissaden hat. Gegen die Spitze des Samens hin werden diese Zellen kürzer. Die erstgenannten gehen ziemlich rasch in die Querfaserschicht, die letzteren in das subepidermale Parenchym des Perisperms über. Die innere Epidermis des äufseren Integumentes streckt sich in radialer Richtung, so dafs frühzeitig Palissaden entstehen (Fig. 17, 5), die sich rasch enorm strecken, und anfangs scheinbar knotige Verdickungen der Wand zeigen (Fig. 18, 5). Es sind dies die Anlagen der spiraligen Wandverdickungen. Schon in diesem Stadium treten Oxalatkristalle in den Zellen auf. Dann verdickt sich bei fortschreitender Radialstreckung die Wand (Fig. 19, 5), und beim fertigen Samen sind die nunmehr ausgebildeten Innenpalissaden, mit Ausnahme der beiden Enden, wo sie dünnwandig bleiben, stark verdickt, oft fast bis zum Schwinden des Lumens. Die Verdickung ist eine unregelmäfsige, meist sind Spiralleisten zu bemerken (Fig. 20, *Ip*). Das Lumen ist daher auch spiralig gewunden. Die Zellwände sind stark verholzt und oft gelbbraun. In dem verdünnten Ende liegen oft grofse Kalkoxalatkristalle, ebenso in den erweiterten Teilen der mittleren Partie (*Kr*, Fig. 20). Die Höhe der Zellen wechselt in ziemlich regelmäfsiger Weise, so dafs die Aufsenseite dieser Schicht Berge und Thäler bildet. In diese greifen mit gleicher Regelmäfsigkeit die Aufsenpalissaden ein (Fig. 19 u. 20). Die Aufsenpalissaden, die subepidermalen Zellen des äufseren Integumentes, strecken sich auch frühzeitig, bleiben aber hinter den Innenpalissaden zurück (Fig. 17—19, 4). Auch verdicken sie ihre Wand nicht. Beim reifen Samen sind sie nur ein Viertel so hoch als die Innenpalissaden. Bisweilen tritt Tangentialteilung ein, so dafs dann zwei kürzere Zellen übereinander liegen. An den Stellen, wo die Wellenberge der Innenpalissadenschicht liegen, führen die dort kurzen Aufsenpalissaden gewöhnlich braunen Inhalt, im unreifen Samen Gerbstoff. Die Innenpalissaden sind meist 850—950 mik hoch und 15 bis 19 mik breit.

Die Entwickelung dieser epidermalen und subepidermalen Zellen beginnt nicht an allen Stellen des Samens gleichmäfsig und schreitet auch nicht gleichmäfsig fort. Am frühesten beginnt sie an der Chalaza, am spätesten an der Samenspitze. Am frühesten sind die Aufsenpalissaden fertig, zuletzt erreichen die Bastzellen der Querfaserschicht ihre definitive Form. An der Spitze des Samens ist ein beide Integumente durchsetzender Kanal zu bemerken (Fig. 29 u. 30, *Ka*). Derselbe entspricht im inneren Integumente der Mikropyle. Im äufseren entsteht er dadurch, dafs das anfangs (Fig. 1) nicht bis zur Mikropyle reichende Integument zwar später an der Spitze zusammenwächst, aber die Verwachsung keine vollständige ist (Fig. 29). Die Innenpalissaden sind an dem schmalen Kanale schräg gegen den letzteren gestellt (Fig. 30), übrigens, besonders im äufseren Teile, oft verbogen und unregelmäfsig gestaltet. Auch die Verdickungen der Wand sind hier sehr viel unregelmäfsiger wie bei den übrigen Innenpalissaden. Man findet hier Netzleisten, Querleisten und Spiralleisten (Fig. 30). Dieser Kanal dient dem Keimling als Austrittsgang bei der Keimung.

An der Basis des Samens liegt die Chalaza. Hier tritt das Raphebündel (*Ra*) durch eine ovale Öffnung in das innere des Samens ein (Fig. 28). Es steht sowohl mit den Bündeln der Aufsenschicht der Samenschale wie mit denen des Sekundärperisperms in Verbindung.

Die Keimung erfolgt in folgender Weise. Während der Keimling in dem unreifen Samen die in Fig. 29, *Em* dargestellte Gestalt hat, später dann die in Fig. 31 u. 22, *Em* dargestellte annimmt, sieht er im völlig reifen Samen oft so wie in Fig. 32 dargestellt ist aus, d. h. die ursprünglich becherförmig gestalteten Kotyledonen haben sich in ihrer Spitze zerschlitzt, sind bereits in das Endosperm eingedrungen und brechen daher, da das Gewebe des Endosperms äufserst zart ist, an den Stellen, wo sie dem Endosperm eingefügt sind, leicht ab (×, Fig. 32). Da das Embryogewebe zudem sehr leicht schrumpft, so findet man in der Handelsware für gewöhnlich an der Stelle des Embryos nur ein total geschrumpftes Gebilde. Wenn die Keimung beginnt, so dringen die Zipfel der Kotyledonen in das Endosperm ein, und zwar wandern sie, an der Spitze fortwachsend, auf den oben erwähnten vorgebildeten „Leitbahnen“ (*Le* in Fig. 33 u. 35) vorwärts. Diese Leitbahnen, die auch bei der trockenen Muskatnufs als zarte, die Zapfen in regelmäfsigen Abständen umziehende weifse Linien gut zu

sehen sind (*Le*, Fig. 21 u. 22) enthalten nur Stärke und meist weder Fett noch Aleuron wie das übrige Endosperm. Ihr Inhalt dient zur Ernährung der eindringenden Kotyledonarlappen. Sie selbst werden nebst ihrem Inhalte von diesen aufgezehrt (Fig. 36). In den so gebildeten Spalten dringen nun die Kotyledonarlappen, die Zapfen des Sekundärperisperms umziehend, bis zum anderen Ende des Samens vor (Fig. 35). Sie funktionieren wie Saugorgane, indem sie allmählich das ganze Endosperm entleeren. Das Eindringen der Kotyledonarzipfel in die Leitbahnen scheint sehr frühzeitig zu erfolgen, bisweilen wohl schon im reifen, noch am Baume hängenden Samen. Wenigstens fand ich sie bei der Handelsware schon bisweilen ein ziemliches Stück weit ins Endosperm vorgedrungen. Der Keimling wird bei der Keimung durch die oben erwähnte Spalte am Mikropylarende (Fig. 29 u. 30) herausgeschoben und nur die Kotyledonarlappen bleiben im Samen stecken (Fig. 33). Im herausgeschobenen Teile des Keimlings differenzieren sich nun zunächst Plumula und Radicula (Fig. 34), die Radicula dringt in den Boden, die Plumula wendet sich nach oben. Fig. 35 stellt ein vorgerücktes Keimungsstadium dar und zeigt deutlich, wie die im Samen stecken bleibenden und ihn durchwuchernden Kotyledonarzapfen als Saugorgan fungieren, sie zeigt aber auch, dafs die Austrittsöffnung nur soweit erweitert wird, dafs der Keimling gerade austreten kann. Dies dient zur Abhaltung von Fäulniskeimen. Auch die Phlobaphene der Perispermzapfen wirken antiseptisch — beides sind also Einrichtungen, die für einen tropischen Samen zur Sicherung des Verlaufes des Keimungsprozesses wichtig sind.

Die Entwickelung und der Bau des Arillus des Samens, der die Samenschale bedeckt, wird weiter unten unter „Macis" beschrieben werden.

Über die Fruchtschale der zweiklappig aufspringenden Frucht ist nicht viel hinzuzufügen. Der Bau der Fruchtknotenwand ist oben (S. 245) beschrieben worden. Durch lebhafte Teilungen in dem Grundgewebe wird dieselbe erheblich vergröfsert (Fig. 16, *frs*), so dafs die Dicke der Fruchtschale bei der reifen Frucht circa 10 mm beträgt. Aufser zahlreichen Ölzellen, bei denen die resinogene Schicht deutlich wahrzunehmen ist (*rsg*, Fig. 47), finden sich reichlich verzweigte, milchröhrenartige, einen braunen Inhalt führende Sekretbehälter (Kinoschläuche), das Gewebe durchziehend. In den äufsersten Partien entstehen durch Sclerotisierung einzelner Parenchymzellen Sclereiden, die sich stark verdicken, meist zahlreiche Fortsätze bilden und so zu Astrosclereiden werden. Dieselben verzahnen sich und verwachsen oft untereinander und bilden sehr harte Sclereiden-Nester, die den äufseren Schichten der Fruchtschale eine grofse Härte verleihen.

Die Haarbildungen, die schon beim Fruchtknoten deutlich ausgebildet sind (*t*, Fig. 1) und die der reifen Frucht das sammetartige Aussehn verleihen (*t*, Fig. 15) sind sehr merkwürdig gebaut. Es scheinen Sternhaare zu sein (Fig. 16 *t* u. 16[a]), sind es aber doch nicht eigentlich. Die übereinander liegenden Zellen zeigen in der Stielregion Reihenanordnung, in der Sternregion ist jede Zelle beiderseits ausgezogen, und da die Lage der Ausstülpungsstelle wechselt, so kommt bei Betrachtung von oben (Fig. 16[a]) das Bild eines Sternhaares zu Stande. Bei der reifen Frucht sind die Haare ziemlich lang. Oft stehen zehn Zellen und mehr übereinander und es entsteht dann oft ein Bild, wie es Fig. 16[b] veranschaulicht.

Die Samen von Myristica argentea Warb. (long nutmeg, lange Muskatnüsse, Makassar oder Papuanüsse), der einzigen Art, die aufser Fragrans in bemerkenswerter Menge „Muskatnüsse" in den Handel liefert, sind denen der echten Muskatnuss ähnlich, doch meist schmäler und länger, 20 bis 45 mm lang und 13—25 mm breit. Die im Handel befindlichen Samenkerne sind anatomisch nicht wesentlich von den echten verschieden und auch nur wenig geringer an Wert. Die Samen sind cylindrisch-konisch, an der Basis am breitesten, in der Schale (frisch) glänzend-rotbraun mit seichten Arillusfurchen. Die Aufsenseite der Samenschale ist feinhöckerig infolge verschiedener Länge der Innenpalissaden. Die Samenschale ist sehr hart. Die Epidermis bildet dünne, polygonale Zellen mit stark verdickter Aufsenwand. Sie trägt Spaltöffnungen. Das unter der Epidermis gelegene Gewebe wird von Gefäfsbündeln und Kinoschläuchen durchzogen, führt Phlobaphen. Die dünnwandigen Aufsenpalissaden gleichen denen der echten Muskatnufs. Da und dort kommen in dieser Schicht Lücken vor, die durch Auseinanderweichen benachbarter Zellen entstanden sind. Die stark verdickten Innenpalissaden bestehen aus ungleich langen Zellen. Einzelne Gruppen derselben bilden stellenweise spitze Erhebungen, die der Aufsenseite des getrockneten Samens das schon erwähnte höckerige Aussehn verleihen. Durch das Fehlen der Querfaserschicht, deren Bau ein vorzüglich brauchbares diagnostisches Hilfsmittel bei den Myristicaarten ist, unterscheiden sich die Samen von M. argentea von allen bisher untersuchten Myristicasamen. Unter den Innenpalissaden folgt nämlich direkt eine aus 2—3 Reihen bestehende Lage weitlumiger, parenchymatischer Zellen, die die Querfaserschicht vertritt, dann folgen dünnwandige, mit hellgelbem Inhalte erfüllte, zusammengefallene Zellen.

Das Endosperm ist dem von M. fragrans ähnlich und wie dieses von braunen, das ätherische Öl führenden Ruminationsplatten gekammert. Bisweilen sind diese Platten hier breiter und liegen zerstreuter, wie bei der echten Muskatnufs. Die Stärke fand ich hier nicht nur in Form von 5—40 mik grofsen Körnern, sondern auch als Kleister — wohl infolge unsorgfältigen Trocknens über dem Feuer. Die Aleuronkörner sind wenig deutlich, rundlich, länglich, birnenförmig. Globoide sind bisweilen wahrzunehmen, aber auch hier nicht regelmäfsig, immerhin besser als bei M. fragrans.

Was ist nun die Muskatnufs des Handels? Sie besteht nur aus dem 10—33 mm (meist 20—30) langen und 15—28 mm (meist 15—20) breiten Samenkerne. Sowohl die Fruchtschale wie der Arillus, wie auch die Samenschale bis zum Primärperisperm sind abgelöst. Die braune Hülle, die

den Samenkern bedeckt (Fig. 21 u. 22), ist die innere Schicht des Primärperisperms (Fig. 27, *pPsp*) und die vom Meristem nach aufsen erzeugte Schicht des Sekundärperisperms (Fig. 27, *s Psp*), von dem auch die braunen Zapfen gebildet werden, die dem Quer- und Längsschnitte durch den Samenkern ein so charakteristisches Aussehen verleihen (Fig. 21 u. 22). An den Stellen wo die Zapfen resp. Platten sich an das übrige Perisperm ansetzen, welche Stellen, von aufsen betrachtet, den vertieften Stellen der Furchen der runzeligen Aufsenfläche entsprechen, läuft stets ein Bündel. Diese Bündel anastomosieren untereinander und bilden, da sich der Kalk, mit dem die Muskatnüsse behandelt werden, hauptsächlich in den vertieften Stellen absetzt, das helle Netzwerk, welches der Oberfläche der Muskatnüsse das eigenartige Ansehn giebt.

Die Stelle wo beim Ovulum die Mikropyle liegt, ist auch am Samenkerne deutlich sichtbar. Kurz vor der, wie oben bereits betont, etwas seitlich gelegenen Samenbasis endigen die Perispermalbündel blind. Es folgt nun eine ovale Rinne und dann ein breiter heller Buckel, der die Lage des zweiten Integumentes markiert (Fig. 24). Ungefähr in der Mitte dieses Buckels ist ein kleines, rundes, dunkles Loch oder Spitzchen wahrzunehmen (*Mp*, Fig. 24): die Mikropyle und die Austrittsstelle des Keimlings bei der Keimung (siehe oben). Von diesem, dem Hilum entsprechenden Buckel geht eine seichte, dem Raphebündel entsprechende Furche zu der Stelle, die der Chalaza des Samens entspricht. Dieselbe liegt am entgegengesetzten Ende des Samens, gleichfalls excentrisch, aber auf der anderen Seite und ist durch eine dunklere Vertiefung markiert, in der ein Spitzchen (Fig. 23, ×) sichtbar wird: das Ende des hier abgelösten Raphebündels, der Ast des Raphebündels, der die Verbindung der äufseren Bündel der Samenschale mit den Hüllperispermbündeln vermittelt. So ist die Sache bei der Muskatnufs des Handels, die, wenn man den Kalk mit einer Säure entfernt, rehbraun erscheint.

Betrachtet man dagegen die Muskatnüsse in der Schale, wie solche bisweilen im Handel auftreten, so findet man den Samen mit einer harten, rotbraunen Schale bedeckt, die die flachen und breiten Eindrücke des Arillus zeigt. Da nämlich der Arillus (siehe Macis) schon sehr frühzeitig angelegt wird (Fig. 9, *Ar*), lange bevor die Innenpalissaden sich verdicken, und der Same in dem engen Fruchtfach eingeschlossen ist, so erzeugen die Arilluslappen auf der Oberseite der weichen Samenschale Abdrücke wie in Wachs. Bei der Muskatnufs in der Schale erscheint die Chalaza als ein breiter, etwas excentrisch gelegener Buckel an der Samenspitze. Von ihr läuft die Raphe als deutliche Linie zur Samenbasis.

Hier, wo der Arillus entspringt und wo der Same an der Basis des Fruchtfaches angewachsen ist, liegt ein gestreckt ovaler, hellerer Fleck: das Hilum, in dessen schmälerem Ende ein dunkler Punkt, ein kleines Loch, die Austrittsstelle des Keimlings, den der Mikropyle entsprechenden Samenmund, bezeichnet.

Der Keimling ist bei der Droge meist vollständig geschrumpft. In den Hüllperispermplatten sind alle Zellwände durch Phlobaphen gebräunt, die Ölzellen enthalten für gewöhnlich keine Öltropfen mehr (Fig. 27). In dem rings den Samenkern umgebenden Primär- und Sekundärperisperm, besonders in letzterem, sind reichlich rotbraune Phlobaphenmassen, die sich mit Eisenchlorid schwärzen, und in Kali langsam lösen, zu bemerken, die die braune Farbe der Aufsenseite der Handelswaare bedingen; besonders das Sekundärperisperm ist reich daran, so dafs die rehbraune Farbe des Samens beim Abscheuern der Primärperispermschicht dunkelbraun wird.

Die Zellwände des Primärperisperms sind verholzt, die des Sekundärperisperms nicht, die Zellen der ersteren sind gröfser und tangential gestreckt (Fig. 27) und besitzen reichlich Interzellularen, was man besonders gut auf dem tangentialen Flächenschnitte durch die äufserste Schicht der Muskatnüsse des Handels sehen kann. In den Zellen findet man stets eigentümliche Kristalle (*kr*, Fig. 27). Dieselben treten schon in frühen Entwickelungsstadien des Samens, wenn die Palissaden noch kaum angelegt sind, auf und sind auch für den reifen Samen ein sehr charakteristisches Merkmal. Sie bilden bald Prismen, Säulen, abgestumpfte oder schiefe Plättchen, bald Wetzstein- oder Schwalbenschwanzformen (Fig. 8 u. 27). Beim reifen Samen zeigen sie oft Korrosionserscheinungen. Sie lösen sich in konzentrierter Salzsäure und verdünnter Schwefelsäure, langsam in Alkalien, nicht in Wasser und Alkohol oder Äther, auch nicht in Essigsäure, konzentrierte Schwefelsäure bildet im ersten Moment reichlich Nadeln und dendritisch verzweigte Büschel, die sich aber bei Zufliefsenlassen von Wasser leicht lösen. Sie schmelzen, in Wasser bis 100° erhitzt, nicht. Aus diesen Reaktionen geht hervor, dafs sie weder ein Fett oder eine Fettsäure, noch ein Kalksalz sein können. Die vorübergehende Bildung von Sulfatnadeln bei Behandeln mit konzentrierter Schwefelsäure legt die Vermutung nahe, dafs wir ein schwer lösliches Kalisalz vor uns haben. In der That stimmen ihre Reaktionen am ersten noch auf Weinstein.

Die äufsersten Zellen des Primärperisperms enthalten bei der gekalkten Handelsware reichlich kleine Körnchen von kohlensaurem Kalk. Die Zellwände der Ruminationszapfen sind resistent gegen Schwefelsäure. Das zwischen den braunen Platten liegende Endosperm ist bald weifs bei stärkereichen Sorten, bald hornartig bei den fettreichen. Die dünnwandigen Zellen enthalten neben einem Zellkerne reichlich Stärkekörner (Fig. 27, *st* u. Fig. 37). Dieselben sind entweder einfach und alsdann fast genau rund, oder zu 2—6—10—12 (selten bis 20) zusammengesetzt, oft überwiegen die zusammengesetzten. Die Gröfse variiert zwischen 3 und 18 mik, die meisten messen circa 10 mik. Die gröfsten sind einfach und rundlich. Jedes Korn zeigt einen Spalt (Fig. 37).

Neben der Stärke findet man helle Fettmassen und in jeder Zelle ein nicht gerade sehr deutliches Aleuronkorn (Fig. 38), welches aber nach Jodzusatz besser hervortritt. Es färbt sich gelb. Diese Aleuronkörner, die ich in schöner Ausbildung in dem von mir aus Asien mitgebrachten Alkoholmaterial fand (sie sind in demselben lichtgelb gefärbt), bestehen fast ausschliefslich aus einem wohlausgebildeten Kristalloid

des hexagonalen Systems, das, wie bei allen nicht keimungsfähigen Samen, sehr resistent ist gegen Reagentien und meist vortreffliche Ausbildung zeigt (Fig. 38). Man findet bald Oktaeder, bald Rhomboeder, bald sechsseitige Tafeln (Fig. 38, *y*), die, von der Seite betrachtet, wie Nadeln aussehen (Fig. 38, ×). Nicht selten zeigen die Kristalloide auch bei der Droge eigenartige Abschmelzungen und Korrosionen der Oberfläche, so dafs man den Eindruck erhält, als seien sie schon in Lösung begriffen (Fig. 38). Mehr wie ein grofses Aleuronkorn pflegen die Zellen nicht zu enthalten. Doch finden sich bisweilen aufser dem Solitär, entweder diesem aufsitzend oder isoliert, kleinere Proteinkristalloide in der Ein- oder Mehrzahl. Globoide sind neben den Kristalloiden nur sehr selten zu finden, nie in so prächtiger Ausbildung wie bei Myristica surinamensis (Angew. Anatomie, Fig. 37), deren Aleuronkörner auch ganz vorzüglich ausgebildete Kristalloide besitzen. Grundmasse sieht man häufiger. In der Randschicht des Endosperms fehlt ebenso wie in den Leitbahnen in der Regel das Aleuron. Stärkearme und fettreiche Muskatnufssorten besitzen meist besser ausgebildete Aleuronkörner. Stärke und Aleuron sind in festes, farbloses Ölplasma eingebettet. Das Fett kann man sich durch Erwärmen des Schnittes deutlich machen: Es fliefst zu Tropfen zusammen, die in Schwefelsäure unlöslich sind. Bisweilen ist es in den Zellen kristallisiert (Nadeln, Blättchen). Aus siedendem Alkohol kristallisiert es in feinen verzweigten Nadelbüscheln am Schnitte aus.

Die Zellen der Leitbahnen (*Le*, Fig. 21 u. 22), die in einiger Entfernung von den braunen Platten das Endosperm durchziehen und zwischen denen demgemäfs meist noch eine Partie normalen Endosperms (×, Fig. 21 u. 22) liegt, enthalten fast nur Stärkekörner, die zudem oft kleiner sind, als die des übrigen Endosperms. Besonders in den äufseren Partien des Endosperms findet man bisweilen einzelne Zellen gebräunt (×, Fig. 27). Diese enthielten im unreifen Samen Gerbstoff.

Das Pulver der Muskatnüsse bietet wenig Charakteristisches. Es besteht vorwiegend aus den aus den Zellen herausgelösten Zellinhalten der farblosen Endospermzellen, d. h. aus Stärkekörnern (Fig. 37) und Fragmenten von Fett bezw. Fettplasma. Selten findet man Aleuronkörner. Erhitzt man das Pulver in Chloral, so ist nunmehr das ganze Präparat mit Öltropfen übersät, die beim Erkalten kristallisch erstarren. Zwischen den Endospermfragmenten findet man auch Fragmente des rotbraunen Perisperms, des äufseren und des inneren und der Zapfen, selten auch Gefäfsbündelfragmente. In dem Primärperisperm sind Kristalle (Fig. 8) bemerkbar.

Macis.

Banda-Macis.

Die Macis- oder Muscatblüte ist der Arillus des Samens von Myristica fragrans. Die Bildung dieses Samenmantels erfolgt sehr frühzeitig. Schon in der noch ungeöffneten Blüte bemerkt man sowohl am Hilum, wie am äufseren Integumente, rings um das Exostom, eine kleine Anschwellung. Der Arillus von Myristica ist also eine eigenartige Zwischenform zwischen Arillus und Arillodium, denn er entspringt sowohl vom Funiculus wie vom Exostomrande. Die erste Anlage erfolgt am Funiculus. Diese verbreitet sich dann sowohl um das Hilum wie um den Exostomrand herum. In einem Ovulum von 2 mm Dicke (Fig. 9) ist der Rand des jungen Samenmantels, der nunmehr schon einen Basalbecher bildet, in Lappen zerschlitzt, die jeder mit einem Spitzenmeristem versehen sind und in einem wenig gröfseren Ovulum (Fig. 10) stofsen die Lappen bereits an der Chalaza zusammen. Von nun an wächst Arillus und Same gemeinsam. Schon in dem ein Ovulum von 3,5 mm Durchmesser umgebenden Arillus sind sowohl die Ölzellen als die Gefäfsbündel fertig angelegt. In einem etwas späteren Entwickelungsstadium waren Kristalle sichtbar, die später dann verschwanden. Die Exostomöffnung, die anfangs (Fig. 10) deutlich sichtbar ist und die Basis des Arillusbechers als rundliche Öffnung durchbohrt, verwächst allmählich, indem sich der Becher unten schliefst. Beim reifen Samen ist an der Basis des Bechers, wenn man denselben, während er noch am Samen ansitzt, betrachtet, ein vertieftes ovales Feld mit den Eintrittsstellen der Gefäfsbündel sichtbar.

Der fertige Arillus legt sich um den ganzen Samen herum (Fig. 15). An der Spitze schieben sich seine Lappen sogar übereinander, doch niemals zu einem so festen Knäuel wie bei der Bombay-Macis, wo an der Spitze des Samens ein fester Kegel dicht übereinander und durcheinander geschobener Arillarlappen liegt. Etwas unter den Stellen wo die Lappen sich zerschlitzen, zeigt der Arillus schon tiefe Längsfurchen.

Auf der festen Samenschale findet man die Abdrücke des weichen Arillus, da der letztere früher sich entwickelt, als sich die Sclereiden der Samenschale verdicken.

Der fertige Samenmantel, die Macis des Handels, ist beiderseits von einer Epidermis bedeckt, deren Zellen an der Innen- und Seitenwand nicht sehr stark, an der Aufsenwand aufserordentlich stark verdickt sind (Fig. 39, *Ep*). Die Wand besteht (bis auf die Kuticula) aus Cellulose. Die dicke Aufsenwandung zeigt oftmals schöne Schichtung, quillt besonders in heifsem Wasser stark, ja scheint sogar bei längerem Kochen sich darin zu einem Celluloseschleim partiell zu lösen. Von der Fläche gesehen, sind die Epidermiszellen aufserordentlich lang, parallelwandig, durch horizontale oder schiefe Querwände voneinander geschieden (Fig. 40, *Ep*), an den Seitenwänden hie und da getüpfelt. Bisweilen sind mehrere Schichten hypodermatisch ausgebildet, ohne dafs man jedoch von einem eigentlichen Hypoderm sprechen kann. Diese bisweilen auf bestimmte Stellen lokalisierte Verstärkung der Epidermis ist besonders an der Basis des Arillus sichtbar und bevorzugt

hier die Innenseite des Arillus, in den mittleren Teilen ist sie seltener, oben fehlt sie. Wenigstens eine, und zwar die subepidermale Zellreihe, ist in den unteren Teilen des Arillus fast immer dickwandiger als das innere Gewebe (×, Fig. 39). Auf dem Querschnitte erscheint das Lumen der Epidermiszellen meist tangential gestreckt (Fig. 39, *Ep*) oder rechteckig, niemals ausgesprochen radial gestreckt.

Das zwischen den Epidermen gelegene Gewebe besteht der Hauptmasse nach aus einem parenchymatischen dünnwandigen Gewebe, dessen isodiametrische Zellen mit eigentümlich geformten Amylodextrinstärkekörnern erfüllt sind. Diese Amylodextrinstärkekörner sind selten rundlich oder scheibenförmig, meist stäbchenförmig gestreckt, dabei oftmals wulstig verbogen, gekrümmt oder an den Enden beiderseits verbreitert (Fig. 45; vergl. auch Angew. Anatomie, Fig. 95). Man kann sie sich am besten dadurch sichtbar machen, dafs man die Fettmasse, in die sie eingebettet sind, durch Äther oder Alkohol entfernt. Sie färben sich mit Jod-Jodkalium rotbraun, quellen in Kali und in heifsem Wasser und lösen sich in kochendem. Die Lösung wird durch Jod rot gefärbt. Sie messen meist 1,5 bis 10 mik und zeigen selten eine deutliche Schichtung, meist sind sie homogen. Ich halte die Körner nicht für Amylodextrin, sondern für Amylodextrinstärke. Aufser dem Fett, das man sowohl durch Erwärmen, wie auch durch konzentrierte Schwefelsäure zu grofsen farblosen Tropfen zusammenfliessen lassen und so leicht sichtbar machen kann, enthält die Grundmasse, in welche die Amylodextrinkörner eingebettet sind, noch kleine Mengen durch Eosin tingierbare plasmatische Substanzen (es ist also Ölplasma) und etwas Dextrin (nur makrochemisch nachweisbar). In jungen Arillen sind bisweilen noch mehrere kleine Amylodextrinkörner in einen rundlichen Plasmakörper eingebettet, so dafs man hier und da den Eindruck empfängt, als würden auch diese Körner (wie oftmals die Stärke) von Stärkebildnern erzeugt.

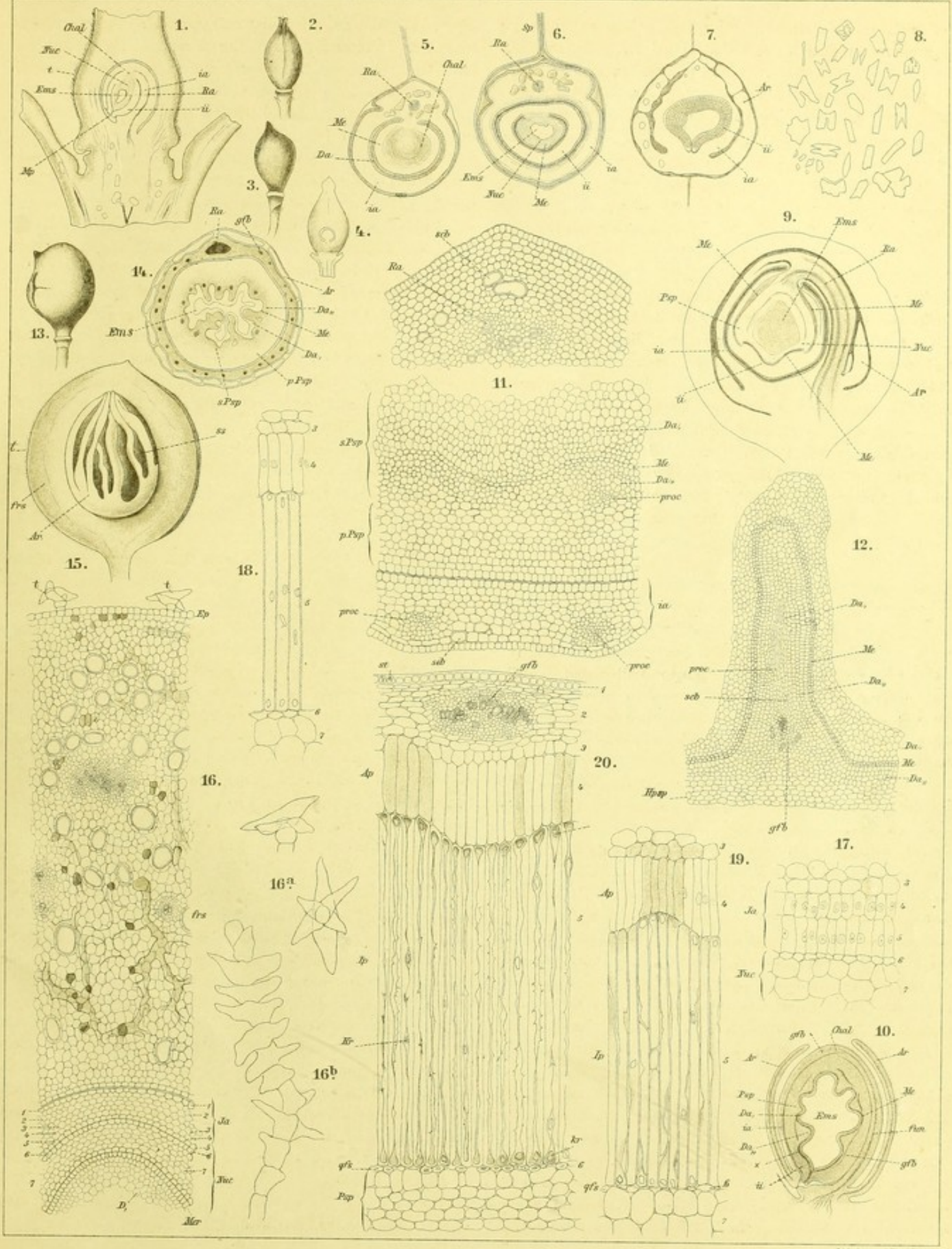
Die sehr frühzeitig im Arillargewebe angelegten Ölzellen messen bis 105 mik (meist circa 70) im Durchmesser und sind ziemlich regellos im Grundgewebe verteilt; sowohl in den äufseren wie in den inneren Schichten findet man sie und nur selten sind sie zu Gruppen von zwei oder drei vereinigt. Die Zahl der Sekretzellen variiert, ist aber nie so grofs wie bei der Bombay-Macis. Sie enthalten meist nur wenige Tröpfchen ätherisches Öl, aber in der Regel eine deutliche resinogene Schicht (*rsg*, Fig. 39 u. 40), der Wand anliegend und vielleicht zur Wand gehörend, die in Chloral quillt und alsdann ihre vacuolige Struktur hervortreten läfst. Bisweilen findet man aber auch in den Sekretzellen einen gelben Balsam. In der resinogenen Schicht erfolgt die Bildung des ätherischen Öles. Gegen das Lumen zu ist sie von einer zarten „inneren Haut“ (Taf. 32, Fig. 8) bedeckt. Die Wand der Ölzellen besitzt eine zarte verkorkte Lamelle, eine für alle Ölzellen charakteristische Eigentümlichkeit (Angew. Anatomie, S. 475). Die resinogene Schicht ist gelb gefärbt, bei der gelben Droge das einzig sichtbar gefärbte Element des Querschnittes. Dagegen enthalten sämtliche Parenchymzellen des frisch lebhaft roten Arillus, wie ich mich durch Beobachtung an Ort und Stelle überzeugte, einen roten Zellsaft, der beim Trocknen sich in gelb verfärbt und durch Infiltration in die Membranen des Gewebes und die Ölzellen gelangt. Bei einigen Myristicaarten (M. silvestris, M. iners) fand ich rote Chromatophoren in dem Arillargewebe bei Untersuchung frischen Materials, der gelbe Farbstoff war in Öl gelöst. Der in der geschlossenen unreifen Frucht eingeschlossene Arillus ist mattgelb. Er rötet sich erst, wenn die Frucht aufspringt. Hand in Hand mit dem Erröten geht das Auftreten der Amylodextrinstärkekörner. Bei einer fast reifen Frucht fand ich im Arillus nur Plasma.

Das Grundgewebe ist von zahlreichen Gefäfsbündeln (*gfb*, Fig. 39 u. 40) durchzogen.

Ammoniak färbt die resinogene Schicht, wo sie erhalten ist, und den Inhalt der Ölzellen rotbraun, Ammoncarbonat und Soda gelbbraun, Kali löst den Inhalt der Ölzellen mit gelber Farbe, die nicht von Filtrierpapier aufgenommen wird, die resinogene Schicht wird dabei rotbraun. Kalichromat färbt anfangs gar nicht, betupft man aber den Schnitt vorher mit einem Tropfen Alkohol, so färbt sich der Inhalt und die resinogene Schicht ein wenig dunkler. Kalipyrochromat, Schwefelsäure, Salzsäure, Chromalaun, Eisenchlorid, Barytnitrat und Bleiacetat geben keine Reaktion.

Die zur Verfälschung der echten Macis benutzte Bombay-Macis, der nicht aromatische Arillus von Myristica malabarica Lam., der, für gewöhnlich wenigstens, eine erheblich dunklere, rotbraune Farbe hat, besitzt im grofsen und ganzen den gleichen Bau wie die offizinelle Banda-Macis, doch zeigen sich einige bemerkenswerte anatomische Eigentümlichkeiten, die es erlauben, die Bombay-Macis auf den ersten Blick von echter zu unterscheiden. Zunächst weichen die Epidermiszellen von denen der echten Macis ab. Sie sind im Querschnitte der Regel nach entschieden radial-gestreckt*) und höher als breit und besitzen oft ein grofses Lumen. Selbstverständlich kommen hier und da auch niedrigere vor, aber die Regel bildet die Radialstreckung (Fig. 41, *Ep*). Tangentialstreckung ist höchst selten. Ein weiteres Merkmal ist die typische Einschichtigkeit der Epidermis, d. h. es finden sich nur selten hypodermatische Verstärkungen wie bei der Banda-Macis. Hier und da freilich ist auch einmal eine verdickte Zelle der Epidermis angelagert, aber dies ist selten und diese Zellen scheinen dann ebenso wie der bei *y*, Fig. 41, abgebildete Fall durch Tangential-Teilung der Epidermiszellen entstanden zu sein, welche Teilungen hier nicht gerade selten sind. Überhaupt hebt sich bei der Bombay-Macis die Epidermis viel kräftiger von dem darunter liegenden Gewebe ab, wie bei der Banda-Macis. Von der Fläche betrachtet (Fig. 42, *Ep*), erscheinen die Epidermiszellen auch bei der Bombay-Macis langgestreckt und stets mit spitzen, parenchymatischen Enden ineinander geschoben. Ein weiteres Unterscheidungsmerkmal liegt in den Sekretzellen. Dieselben sind bei der echten Macis, wie oben erwähnt, meist leer, bei der Bombay-Macis dagegen mit einer orangegelben bis gelbbraunen

*) Die auf Fig. 96, 254 und 555 der Angew. Anatomie dargestellte Macis ist Bombay-Macis, nicht Banda-Macis.



Lith. Anst. v. C. Kloss, Leipzig

Sekretmasse erfüllt, die sich in Alkohol nicht löst. Die äufseren Sekretzellen sind tiefer gefärbt, die inneren oft nur gelb. Die inneren enthalten einen lichtgelben Balsam, die äufseren einen gelbroten Harzklumpen. Die Zahl der Sekretzellen ist bei der Bombay-Macis zudem erheblich gröfser und auch ihr Durchmesser übertrifft etwas den der Sekretzellen der Banda-Macis. Er steigt bis 100—120 mik. Sie sind oft radial-gestreckt, und liegen häufig zu mehreren beisammen, Gruppen bildend. Dazu kommt, dafs sie in ihrer Lage die Ober- und Unterseite bevorzugen und die Mitte frei lassen. Besonders in den oberen Teilen des Arillus tritt dies deutlich hervor, weniger an der Basis.

Das Grundgewebe der Bombay-Macis enthält neben Fett ebenfalls Amylodextrinstärkekörner. Dieselben treten hier viel deutlicher hervor als bei der Banda-Macis, sind auch bisweilen (nicht immer) etwas gröfser (3,5—10 mik) als die Körner jener. Die rundlichen Formen prävalieren (Fig. 46), während bei der Banda-Macis die Stäbchenform die typische ist (Fig. 45).

Ammoniak färbt den Inhalt der Sekretzellen orangerot bis rubinrot, die gelben Zellen grünlich, ebenso nur schwächer Ammonkarbonat und Soda, Kali löst den Inhalt vollständig mit orangeroter Farbe, Fliefspapier wird durch die Lösung wie bei der Kamala gefärbt. Diese Farbe geht durch Säuren in gelb über. Die alkalische Lösung giebt ein breites Absorptionsband im grün und blau, das den alkalischen Banda-Macislösungen fehlt. Konzentrierte Schwefelsäure färbt die Sekretzellen orangerot, das Grundgewebe gelb bis orange. Eisenchlorid färbt langsam den Inhalt der Sekretzellen am Rande rotbraun, ebenso färben sich auch die die Sekretzellen umgebenden Parenchymelemente mit Eisenoxydsalzen, aber besser als die Sekretzellen. Betupft man den Schnitt mit Alkohol und setzt dann Kalipyrochromatlösung zu, so wird die Farbe sofort braunrot bis braunschwarz. Barytnitrat färbt die Sekretzellen schwach blutrot.

Der Innenseite des Arillus der Bombay-Macis hängt oft eine graue papierdünne Haut an. Es ist dies die sich leicht ablösende parenchymatische äufserste Schicht der Samenschale (Fig. 43 u. 44), und zwar die Epidermis (*Ep*, Fig. 43 u. 44) und das darunter liegende, Phlobaphen führende Parenchym (*Par*).

Die Papua-Macis, die schmutzig grau- bis braunroten, wohlriechenden Arillen der Myristica argentea Warb., sind denen der Banda-Macis ähnlich gebaut. Die Epidermiszellen sind ziemlich unregelmäfsig, nie radial-gestreckt im Querschnitt. Sie nähern sich denen der Banda-Macis. Besonders charakteristisch für diese Macis ist die beiderseits reichliche hypodermatische Verstärkung der Epidermis (in den unteren Partien oft 3—4 Reihen Hypoderm) und die relativ erhebliche Dicke der Wände des Grundparenchyms. Die Gefäfsbündel sind klein, die Ölzellen spärlich, viel spärlicher als bei der Banda-Macis. Der Geruch ist denn auch ein viel schwächerer. Der Umrifs der Ölzellen ist ein sehr unregelmäfsiger. Die Amylodextrinstärkekörner sind meist knochenförmig, viereckig oder rundlich. Sie sind 5—13 mik lang. Mit Kali, Ammoniak und Schwefelsäure erhält man undeutliche Reaktionen, bezw. solche, die denen der Banda-Macis gleichen. Andere Macissorten kommen zur Zeit nicht in Betracht.

Das Pulver der Macis besteht fast nur aus den Amylodextrinstärkekörnern, deren Gestalt (Fig. 45) und Jodreaktion sehr charakteristisch ist; daneben finden sich Öltropfen. Fragmente der Parenchymzellwände, der Gefäfsbündel mit den (verholzten) Spiralgefäfsen und der verkorkten Ölzellen sind im Chloralpräparat, die der Epidermis im erwärmten Wasserpräparate zu finden. Hier und da findet man einmal einen Rest der stärkeführenden Samenschalepidermis, die beim Ablösen der Macis bisweilen von der Samenschale, der sie fest anliegt, mit abgerissen wird. Stärke fehlt sonst ganz.

Eine Beimengung von Papua-Macis zum Pulver ist mikroskopisch nicht zu ermitteln, eine Beimengung von Bombay-Macis dagegen leicht, da selbst die hellen Sorten dieser Macis stets einige orangerote Sekretzellen enthalten, deren Inhalte, da sie beim Pulvern in toto aus den Zellen herausfallen, als orangegelbe Klumpen im Präparate sichtbar werden. Zum Überflusse kann man dann noch die Reaktionen mit Kalichromat (mit oder ohne Erwärmen auf dem Objektträger) und mit Alkalien, z. B. Ammoniak, machen (siehe oben).

Tafel 56 u. 57.

Erklärung der Abbildungen.

Myristica fragrans Houtt.

(Tafel 56.)

Fig. 1. Längsschnitt durch einen Fruchtknoten und die Mediane des Ovulums.
„ 2. Ganz junge Frucht, 13 mm lang, 7 mm breit, von vorn.
„ 3. Dieselbe von der Seite.
„ 4. Dieselbe längsdurchschnitten.
„ 5—7. Sekundane Querdurchschnitte durch einen jungen Samen von 2 mm Durchmesser, dessen Arillus schon ein Stück weit entwickelt ist. Fig. 5 oben an der Chalaza. Fig. 6 unten, wo das zweite Integument sichtbar ist. Fig. 7 an der Spitze. Hier ist schon der Arillus sichtbar (*Ar*). Lupenbilder.
„ 8. Kristalle aus dem Primärperisperm (Samenhaut) des reifen Samens.
„ 9. Junger Samen von 2,5 mm Durchmesser im medianen Längsschnitt. Lupenbild. Der Arillus ist angelegt, die Einfaltungen noch nicht.
„ 10. Älterer Same von circa 3,5 mm Durchmesser. Längsschnitt. Lupenbild. Die Arilluslappen stofsen schon oben an der Chalaza fast zusammen, die Ruminationsfalten sind angelegt (mit Benutzung einer Meyerschen Figur).
„ 11. Aus dem Querschnitte durch einen Samen von 2 mm Durchmesser. Erste Anlage der Ruminationsfalte und Thätigkeit des Perispermalmeristems (*Me*). Primärperisperm (*pPsp*) und Sekundärperisperm (*sPsp*) bereits differenziert. Oben das Raphebündel. Das dazwischen liegende Gewebe ×—× ist fortgelassen.
„ 12. Ältere Ruminationsfalte aus einem Samen von 6 mm Durchmesser. Das innere und äufsere Dauergewebe (*Da*, und *Da*„) sind deutlich.
„ 13. Ältere Frucht, 22 mm lang, 17 mm breit von der Seite.
„ 14. Querschnitt durch einen Samen von 6 mm Durchmesser. Die Ruminationsfalten (Fig. 12) deutlich. Lupenbild.
„ 15. Reife Frucht, in der Mitte aufgesprengt.
„ 16. Querschnitt durch die Fruchtschale und die Randschicht einer (2 mm dicken) Samenanlage.
„ 16a. Haare vom Fruchtknoten.
„ 16b. Haare von der Fruchtschale.
„ 17—19. Entwickelungsgeschichte der Palissaden der Samenschale und der angrenzenden Schichten. Auf einander folgende Stadien (mit Benutzung der Hallströmschen Figuren).
„ 20. Fertige Samenschale des reifen Samens, äufserer Teil. Die Zahlen 1—7 in Fig. 16—20 u. 26 bezeichnen die korrespondierenden Gewebe.

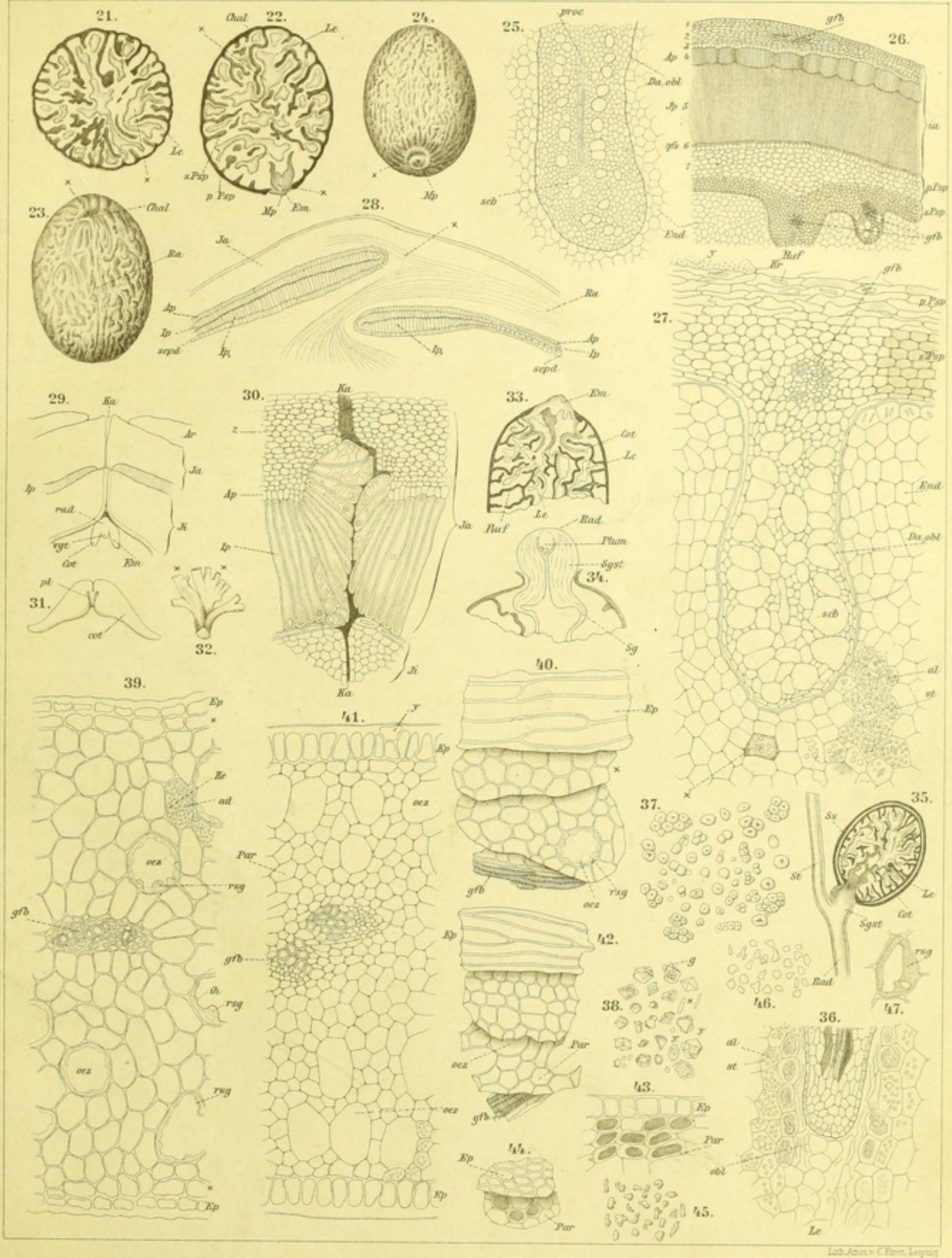
Myristica fragrans Houtt.

(Tafel 57.)

Fig. 21. Querschnitt durch einen Samenkern der Handelsware. Lupenbild. *Le*, Leitbahnen.
„ 22. Längsschnitt durch einen Samenkern der Handelsware. Bei ×, beginnt hier und in Fig. 24 der helle Wulst der Samenbasis mit einer Ringrinne. *Mp*, Mikropylarspalt. Chalaza und Mikropyle (Hilum) liegen seitlich. Lupenbild.
„ 23. Samenkern der Handelsware von hinten. *Chal*, vertiefte Chalaza. Bei × Eintrittsstelle des Raphebündels in den Samenkern. *Ra*, Rinne, die der Raphe der (abgelösten) Samenschale entspricht.
„ 24. Samenkern der Handelsware von vorn. Der helle Wulst der Samenbasis, der der Lage des inneren Integumentes entspricht, zeigt in der Mitte einen schwarzen Punkt: die Mikropylarspalte (*Mp*).
Fig. 25. Ruminationsplatte eines jungen unreifen Samens, bei dem das äufsere Sekundärperisperm durch den Embryosack nahezu aufgezehrt worden ist (*Da, obl*) und bereits Endospermbildung am Rande des Zapfens begonnen hat. Die Ölzellen (*scb*) sind schon zum Teil gebildet.
„ 26. Querschnitt durch die reife Samenschale und das angrenzende Perispermal- und Endospermalgewebe. Die Bezeichnungen korrespondieren mit Fig. 20 (mit Benutzung einer Bergschen Figur).
„ 27. Ruminationsplatte eines reifen Samens der Handelsware im Querschnitte. *y*, Körnchen von Kalkcarbonat. Die Entwickelungsgeschichte der Ruminationsplatte erhellt aus dem Vergleich der Figuren 11. 12, 25 u. 27.
„ 28. Medianer Längsschnitt durch die Chalaza eines 11 mm langen Samens. Eintrittsstelle des Raphebündels (*Ra*) in den Samenkern.
„ 29. Medianer Längsschnitt durch die Mikropylarpartie eines 20 mm dicken Samens. Der Embryo (*Em*) ist ausgebildet, der Austrittskanal (*Ka*) für den Keimling ist deutlich. Er durchsetzt sowohl das innere Integument (*Ji*) wie auch das äufsere. Der Arillus (*Ar*) hat die Hilumsöffnung noch nicht geschlossen.
„ 30. Medianer Längsschnitt durch die gleiche Partie am reifen Samen. Mittlere Partie des Austrittskanals bei den Innenpalissaden. Die innere Partie des inneren Integumentes und die äufsere Partie des äufseren sind fortgelassen.
„ 31. Keimling aus einem nicht ganz reifen Samen, herauspräpariert.
„ 32. Keimling aus dem reifen Samen der Handelsware herauspräpariert, die Saugfortsätze der Kotyledonen abgebrochen (×).
„ 33. Erstes Keimungsstadium: Der Keimling (*Em*) drängt sich heraus, die Kotyledonen entsenden ihre Saugfortsätze auf den Leitbahnen (*Le*) in das Endosperm.
„ 34. Zweites Keimungsstadium: Der Keimling hat sich herausgeschoben, Radicula und Plumula sind differenziert, die Basis der Kotyledonen ist verdickt und verschliefst die Austrittsöffnung des Keimlings. Sie bildet den Stiel (*Sgst*) der Saugorgane. Bei Fig. 33 u. 34 ist die harte Samenschale fortgelassen.
„ 35. Drittes Keimungsstadium: Die Saugfortsätze sind in den Leitbahnen wandernd fast bis an das andere Ende des Samens, zur Chalaza, vorgedrungen. Die Radicula ist zur Wurzel (*rad*), die Plumula zum beblätterten Stengel (*st*) geworden, die Saugorganstiele (*sgst*) verschliefsen die Austrittsöffnung hermetisch.
„ 36. Die Spitze eines der Saugfortsätze der Kotyledonen auf der Leitbahn (*Le*) vorwärts dringend und das umgebende Endosperm entleerend.
„ 37. Stärke aus dem Endosperm der reifen Muskatnufs.
„ 38. Aleuronkörner aus dem Endosperm der reifen Muskatnufs.
„ 39. Querschnitt durch den Arillus von Myristica fragrans, die Banda-Macis des Handels.
„ 40. Succedane Flächenschnitte durch die Macis. Bezeichnungen wie in Fig. 39.
„ 45. Amylodextrinstärkekörner der Banda-Macis.
„ 47. Ölzellen mit der resinogenen Schicht.

Myristica malabarica Lam.

Fig. 41. Querschnitt durch den Arillus von Myristica malabarica, die Bombay-Macis des Handels.
„ 42. Succedane Flächenschnitte durch die Bombay-Macis. Bezeichnungen wie in Fig. 41.
„ 43. Querschnitt durch die graue Haut, die der Bombay-Macis innen ansitzt, d. h. durch die äufserste Schicht der abgelösten Samenschale.
„ 44. Flächenschnitte durch diese Haut.
„ 46. Amylodextrinstärkekörner aus der Bombay-Macis.



Lith. Anst. v. C. Kreh, Leipzig

Sem. lini.

Leinsamen, Flachssamen, graine de lin, semence de lin, flaxseed, linseed.

Die Samen des Lein, Linum usitatissimum L., der in zwei Hauptvarietäten: *α*) vulgare Schübl. et Mart. und *β*) crepitans Schübl. et Mart. kultiviert wird, sitzen zu je zehn in einer fast kugeligen Fruchtkapsel, die vom bleibenden Kelche unterstützt ist und zehnklappig aufspringt bei Varietät *β*), bei *α*) geschlossen bleibt. Die Zahl der Karpelle des Fruchtknotens beträgt fünf und so sollte man auch einen fünffächerigen Fruchtknoten erwarten. Das ist auch der Fall. Nur ist jedes Fach noch einmal durch eine in der Mittellinie der Karpelle entspringende falsche Scheidewand (*sw*, in Fig. 1) geteilt. Diese falsche Scheidewand reicht im mittleren Teile der Frucht jedoch nicht bis zur Mittelsäule (*ms*, Fig. 1) und nur im basalen Teile greift sie unten über (Fig. 2, *sw*,). So entstehen scheinbar zehn Fächer, von denen jedes ein Ovulum enthält. Die Ovula sind der Mittelsäule in deren oberem Teile inseriert, und zwar versorgt ein und dasselbe der fünf Bündel der Centralsäule oder Centralplacenta (*gfb*, Fig. 1) die benachbarten Ovula je zweier benachbarter echter Fächer (Fig. 1). Die Ovula sind anatrop-epitrop (Fig. 2, 8, 9) und zeigen eine eigentümliche, die Mikropyle (*Mp*) einseitig fast bedeckende Caruncula (crista), (×, Fig. 2, 8, 9), die eine Wucherung des äufseren, mit dem Funiculus verwachsenen Integumentes ist. Diese Caruncula ist auch am reifen Samen noch angedeutet (×, Fig. 3), allerdings nicht in der gewöhnlichen Form ausgebildet. Die Epidermis der Caruncula ist bei den Ovulis bisweilen papillös ausgestülpt. In einem jungen Ovulum ist der gestreckte Nucellus deutlich (*Nuc*, Fig. 8) und von zartwandigen Zellen erfüllt. Aber schon frühzeitig wird das Nucellusgewebe durch den heranwachsenden Embryosack vollständig resorbiert (Fig. 9). Das äufsere Integument besteht zum weitaus gröfsten Teile aus zwei Zellreihen (Fig. 9, links), an dem Chalazaende aus drei und mehr und an der Stelle wo es mit dem Funiculus verwachsen ist, aus zahlreichen (Fig. 9, rechts). Das innere Integument besteht zum gröfsten Teile aus vier Zellreihen (Fig. 9, *ii*), von denen die innerste schon frühzeitig eine deutliche Radialstreckung zeigt (Fig. 9, 6). Die Samenschale geht aus den beiden Integumenten in der Weise hervor, dafs die Schicht 1 und 2 der fertigen Samenschale (Fig. 14) aus dem äufseren, die Schichten 3—6 (Fig. 14) aus dem inneren Integumente entstehen.

Im äufseren Integumente gehen zunächst nur geringe Veränderungen vor sich (Fig. 10). Die Zellen vergröfsern sich etwas und bleiben im Querschnitte quadratisch. In einem etwas älteren Stadium (Fig. 11) tritt in ihnen, besonders in der zweiten Reihe, reichlich Stärke auf und die Aufsenwand der äufseren Zellreihe verdickt sich etwas. Dann füllt sich auch die äufsere Zellreihe mit Stärke (Fig. 12, 1) und endlich teilt sich die innere Reihe durch Tangentialwände in zwei (Fig. 13). Jetzt beginnt die Anlage der Schleimmembran in der äufseren Reihe (Fig. 16), und zwar werden zunächst Schleimschichten der Aufsenwand aufgelagert, dann auch den Seitenwänden (Fig. 18), gar nicht der Innenwand. Die Bildung dieser sekundären Wandverdickungen erfolgt ziemlich spät, erst mit dem Auftreten der Grünfärbung im ausgebildeten Embryo, schreitet dann aber rasch vorwärts. Im gleichen Mafse, wie die Verdickungsschichten angelegt werden, verschwindet die Stärke in dem immer kleiner werdenden Zelllumen (Fig. 16 u. 18). In diesem Stadium zeigen zahlreiche Stärkekörner Korrosionen. Sie werden zur Bildung der sekundären Membranverdickungsschichten aufgebraucht, die vom ersten Stadium ihrer Bildung an Cellulosereaktionen nicht geben, also echte Schleimmembranschichten sind. Bei den Zellen der fertigen Schleimepidermis ist das Lumen ganz klein, oft kaum wahrzunehmen (Fig. 14). Die Schleimmembran selbst ist ziemlich differenziert. Es lassen sich an ihr drei Schichten wahrnehmen: Unter der Kutikula liegt eine Stäbchenschicht (*a*, Fig. 14), dann folgt eine weiche Zone, die innen Körnelung zeigt (*b*, Fig. 14) und an diese schliefst sich die eigentliche breite Schleimmembran an (*c*, Fig. 14). Die Stäbchenschicht läfst sich besonders schön bei nicht ganz reifen Samen bezw. Alkoholmaterial diagnostizieren. Sie verrät sich hier schon durch die feinwellige Innenkontur der betreffenden Membranschicht (Fig. 17). Läfst man Quellungsmittel darauf wirken, so strecken sich die Stäbchen (Fig. 17a), ja die Streckung kann sogar bisweilen bis zur Hälfte der Zellhöhe vorschreiten (Fig. 19). Bei der Droge ist dies gewöhnlich nicht mehr zu sehen. Bei den trockenen Leinsamen verrät sich die Stäbchenschicht, abgesehen davon, dafs die Innenkontur dieser Zone auch hier wellig erscheint, durch eine Körnelung, die auf der Flächenansicht deutlich hervortritt (*a*, Fig. 27). Die zweite Schicht ist bei der Droge unmittelbar nicht zu sehen. Ihre Substanz scheint sich leicht in Wasser zu lösen, so dafs an ihrer Stelle ein Hohlraum auftritt. Am besten ist die Differenzierung der Schleimmembran zu sehen, wenn man Schnitte zunächst in Alkohol legt und dann ganz allmählich Wasser zufliefsen läfst und den Wasserzufluſs durch Fliefspapier genau

regelt. Betrachtet man den Querschnitt durch die Samenschale in Alkohol, so sieht man in der Schleimmembran keinerlei Differenzierung. Der Schleim überzieht als eine helle, feste Masse die Aufsenseite der Samenschale. Tritt nun eine kleine Menge Wasser hinzu, so erscheint diese Schleimmasse zunächst in zwei scharf gesonderte Schichten getrennt, eine äufsere schmale, lichtbrechende derbe, schwerer quellbare Schicht, die so spröde ist, dafs sie häufig radiale Sprünge zeigt, und eine sehr durchsichtige, breite, hyaline, innere (Fig. 19 d). Die letztere quillt am meisten und geht rasch in eine helle Schleimmasse über, doch werden, wenn der Wasserzufluſs rasch unterbrochen wird, in ihr prachtvoll die Schichten sichtbar, die kappenförmig sich über das nach innen zu liegende Lumen legen (Fig. 14 u. 19 a, 19 b, 19 c). Die zarten primären Membranen erscheinen in diesem Stadium wellig verbogen (Fig. 19 d). Sie sind es noch viel mehr im ganz trockenen oder in Alkohol liegenden Samen. Sie strecken sich erst völlig gerade, wenn vermehrter Wasserzusatz die Schleimzellen ganz gestreckt hat und dieselben nun als stark radial gestreckte Zellen erscheinen. Die äufsere, derbe, subcuticulare Schleimmembranpartie zeigt in den ersten Stadien der Wassereinwirkung eine deutliche Schichtung (Fig. 19 a, 19 b, 19 c, 19 d), späterhin werden dann, wenn der Wasserzufluss genau geregelt wird, nachdem die Schichtung in c verschwunden ist, die oben erwähnten Stäbchen sichtbar (Fig. 17, 17 a u. 19), die sich zu strecken beginnen. Wird der Wasserzufluſs genau reguliert, so erscheint in einem bestimmten Stadium zwischen der derben äufseren Schicht und der inneren hellen, breiten, geschichteten Membranpartie eine aufsen geschichtete, innen gekörnelte Zone (*b*, Fig. 14), die sich von aufsen nach innen zu auflöst, so dafs in einem bestimmten Mittelstadium ein langer Mittelstreifen sichtbar wird, der wie ein Plasmaschlauch aussieht (Fig. 19 a, ×). Ist auch dieser gelöst, so liegt ein Hohlraum zwischen der inneren hellen und der äufseren derben Partie, der anfangs noch mit Körnchen erfüllt ist (*b* in Fig. 19 b), später eine helle Lösung enthält (*b* in Fig. 19 c). Tritt viel Wasser zu den Zellen, so sieht man schliefslich, wenn die Schichtung in c und die Stäbchen von a verschwunden sind, nur die Kuticula und die zarten primären Membranen, letztere sowohl als Aufsenwand unter der Kuticula, wie als Seitenwände. Die Zellen erscheinen dünnwandig und mit Schleim erfüllt. Der Membranschleim der Schleimepidermis gehört zu den echten Schleimen (Angew. Anatom. S. 194), d. h. er wird durch Jod-Schwefelsäure nicht blau, sondern gelb und löst sich nicht in Kupferoxydammon. Die primäre Membran der Epidermiszellen besteht dagegen aus Cellulose.

Von der Fläche betrachtet erscheinen die Zellen der Schleimepidermis polyedrisch isodiametrisch (Fig. 27, 1), die Stäbchenschicht macht sich durch eine grobe Körnelung bemerkbar.

Die zweite Schicht des äufseren Integumentes (Fig. 10, 2) teilt sich, wie erwähnt, schon frühzeitig in zwei Reihen (Fig. 13). An den Samenkanten, besonders bei der Raphe, wird das Gewebe dieser Schicht bis fünfschichtig. Die Zellen der Schicht 2 verdicken sich und lassen Interzellularen zwischen sich erkennen (Fig. 14, 2). Von der Fläche betrachtet, erscheinen die Zellen dieser Schicht beim reifen Samen rund (Fig. 27, 2). Die Interzellularen sind auch hier deutlich. In dieser Schicht verläuft auch das, zarte Spiralgefäfse führende Raphebündel. Vom inneren Integumente differenzieren sich besonders die beiden Epidermen (Fig. 9, 3 u. 6). Das zwischen ihnen liegende Gewebe, das beim Ovulum nur aus zwei Zellreihen besteht (Fig. 9, 4 u. 5), vermehrt sich zunächst durch reichliche Teilungen und erscheint in den Anfangsstadien oft 14—16 Zellreihen dick (Fig. 10, 4 u. 5). Es bildet die „Nährschicht“ der Samenschale. Die Zellen enthalten reichlich transitorische Stärke, die aber bald für die Ausbildung der benachbarten Gewebe, besonders für die Verdickungsschichten, aufgebraucht wird. Aber auch die Zellen der Gewebe selbst werden nicht nur obliteriert, wie bei allen Nährschichten, sondern sogar zum Teil resorbiert (Fig. 11, 12, 13, 14), so dafs die Dicke der Schicht auf 12, 7 und schliefslich 5—6 Zellreihen herabsinkt, die beim reifen Samen (Fig. 14, 4 u. 5) eine hyaline Zone stark obliterierter und verschleimter Zellen bilden. Beim reifen Samen sieht man von dieser Schicht auf der Flächenansicht wenig. Meist macht sich die Schicht nur durch eine Schicht zarter, rechtwinklig zur Längsrichtung des Samens gestreckter „Querzellen“ bemerklich (Fig. 27, 4). Es ist dies die Zellreihe der Schicht 4, die unmittelbar unter den Sclereiden liegt. Gleichzeitig mit dem Schwinden der Stärke erfolgt die Ausbildung der Zellen der beiden Epidermen. Die äufsere Epidermis des inneren Integumentes bleibt zunächst niedrig und vermehrt sich durch reichliche Radialteilungen (Fig. 10, 11 u. 12, 3), dann verdicken sich die Wände (Fig. 13, 3) und bei dem reifen Samen sind die Zellen als gestreckte Sclereiden entwickelt (Fig. 14 u. 15, 3 und Fig. 22). Auf dem Querschnitte erscheinen die Zellen dieser Schicht verschieden, je nach der Stelle, wo man den Schnitt führt. An den Kanten des Samens und in deren Nähe sind sie hoch (Fig. 14 u. 20), an den Flächen niedriger, bisweilen ganz niedrig (Fig. 21). Auch die Verdickung der Wand wechselt. Sie ist erheblich besonders bei den hohen Zellen an den Kanten oder in deren Nähe, geringer bei den meist niedrigen Zellen an den Flächen. Dies tritt auch auf dem Flächenschnitte deutlich hervor, wo neben dickwandigen Sclereiden (Fig. 27, 3) dünnwandige (Fig. 27, 3 a) liegen, oft ineinander übergehend. Wie der tangentiale Flächenschnitt (Fig. 27) und der radiale Längsschnitt (Fig. 15 u. 22) durch die Samenschale lehrt, sind die Sclereiden in der Längsrichtung der Samenschale gestreckt und grenzen mit geraden oder schwach geneigten Endwänden aneinander. Die gelbliche Wand zeigt reichliche Tüpfelung. Die Höhe der Zellen wechselt übrigens auch an ein und derselben Stelle der Samenschale, indem die innerste Zellreihe der Schicht 2, die früher entwickelt wird als die Schicht 3, sich in die letztere gewissermafsen einwölbt. Dort, wo die Seitenmembranen der Zellen der innersten Reihe der Schicht 2 liegen, sind die Sclereiden höher als in den mittleren Partien (Fig. 13 u. 14). Ferner zeigen die Sclereiden selbst nach aufsen buchtige Begrenzungslinien (Fig. 22 u. 15, 3). Durch die verschiedene

Ausbildung der Sclereiden und ihre buchtige Begrenzungslinie entstehen kleine Mulden und diese sind es, die die feine grubige Punktierung der Oberfläche des reifen Samens bedingen. Die Sclereiden sind bis 250 mik lang und circa 10 mik breit.

Die innere Epidermis des zweiten Integumentes zeigt frühzeitig eine deutliche Radialstreckung (Fig. 10, 6), die ziemlich lange erhalten bleibt (Fig. 11 u. 12, 6), später aber einer Tangentialstreckung Platz macht (Fig. 13, 6). Beim reifen Samen zeigen die Zellen dieser Schicht eine ziemlich beträchtliche Tangentialstreckung (Fig. 14, 6), dicke Wände und einen braunen Inhalt von Phlobaphencharakter. Diese Schicht bildet die Pigmentschicht. Auf dem Flächenschnitte erscheinen die Zellen der Pigmentschicht fast quadratisch mit getüpfelten Wänden (Fig. 27 b). Der braune, in Äther, Alkohol, Kali fast unlösliche Inhalt wird mit Eisenchlorid blauschwarz. Der Samenschale der hellgelben indischen Leinsamen fehlt die Pigmentschicht. Innerhalb der Sclereidenschicht folgt hier eine Zone obliterierten Gewebes.

Der Nucellus (Fig. 8, *Nuc*) wird frühzeitig durch den heranwachsenden Embryosack resorbiert. In letzterem beginnt die Endospermbildung vom Rande her zu der Zeit wo die innere Epidermis des zweiten Integumentes bereits Tangentialstreckung zeigt (Fig. 13, *End*). Im reifen Samen umgiebt das Endosperm den Keimling ringsum. Es ist aber von verschiedener Dicke. Im Hauptteile des Samens ist es an den Kanten sehr schmal, an den Flächen etwa 3—6 Zellen breit (*End*, in Fig. 7, 14 u. 15). Oben, dort wo die Kotyledonen in die Radicula übergehen (Fig. 5 a), ist seine Breite verschieden, am breitesten ist es im obersten Teile, dort, wo die Radicula liegt (Fig. 5 b), und an den Kanten des Samens. Dort erreicht seine Breite 15 Zellreihen und mehr.

Der Keimling besteht aus einer kurzen, kegelförmigen, circa 0,5 mm dicken Radicula (*Rad*, Fig. 4 u. 6), der kleinen zwischen den Kotyledonen liegenden Plumula und zwei breiten und flachen, im Querschnitte plankonvexen Kotyledonen (*Cot*, Fig. 4, 5, 6 u. 7). Die Palissadenseiten der Kotyledonen (*p*, Fig. 23) liegen innen, also gegeneinander gerichtet. Die Dicke der Kotyledonen beträgt 10—15 Zellreihen. Das dünnwandige, von 25—30 Prokambiumsträngen durchzogene Gewebe (Fig. 23) der Kotyledonen enthält reichlich Aleuronkörner, eingebettet in Ölplasma, keine Stärke. Die Aleuronkörner sind am besten in einem Präparate zu sehen, das in Alkohol liegt. Hier lassen sie deutlich ein kugelrundes Globoid und ein oder mehrere undeutlich eckige Kristalloide erkennen (Fig. 28 a). Läfst man dann wässerige Jodlösung zufliesen, so löst sich die Grundsubstanz, die Hüllhaut wird blasig aufgetrieben, das Kristalloid oder die Kristalloide färben sich gelb und das Globoid bleibt zunächst farblos. Beide treten alsdann deutlicher hervor (Fig. 28 c). Erst bei längerer Einwirkung des Jods färbt sich auch das Globoid schwach gelblich.

Jede Zelle der Kotyledonen enthält 2—5 grofse Aleuronkörner von 10—15—19 mik Längsdurchmesser. Sie werden begleitet von zahlreichen, ganz kleinen Aleuronkörnern, die meist nur 1—2 mik Länge zeigen und die rundlich oder stäbchenförmig sind (Fig. 28 b). Sie führen die gleichen Einschlüsse wie die grofsen. Die Kristalloide der grofsen Aleuronkörner besitzen meist nicht scharfe Kanten und Ecken, sondern abgerundete. Das gewöhnlich am schmäleren Ende des Aleuronkornes liegende Globoid ist rund. Seine Partialmembran ist bisweilen gefaltet, so dafs die Oberfläche fein punktiert erscheint. In der äufsersten Zellreihe der Kotylen finden sich kleinere Aleuronkörner von circa 2—5 mik Durchmesser, welche für gewöhnlich nur mehrere kleine Kristalloide, aber keine Globoide enthalten.

Die Bildung der Aleuronkörner beginnt erst, wenn die Kotyledonen völlig ausgebildet sind. Zuerst entstehen die Kristalloide und die Globoide, dann umgeben sich beide mit Grundsubstanz und Hüllhaut.

Die Aleuronkörner des Endosperms (Fig. 28 d) sind nicht ganz gleich ausgebildet wie die der Kotyledonen (Fig. 28 a). Sie enthalten viel weniger deutlich ausgebildete Kristalloide und kleine oder wohl auch gar keine Globoide. Ihre Umrisslinie ist häufig lappig (Fig. 28 d). Sie quellen in Wasser und Jodlösung leichter. Auch sonst weicht der Inhalt der Zellen des Endosperms von dem der Kotyledonen ab. Während beim Einlegen der Schnitte in Osmiumsäurelösung das Ölplasma der Kotyledonen sich gleichmäfsig bräunt und die Aleuronkörner als helle Körper in der braunen Grundmasse liegen, bräunt sich der Inhalt der Endospermzellen wenig oder gar nicht. Sie enthalten also kein Ölplasma oder nur sehr wenig davon. Auch bei der Keimung verhält sich der Inhalt der beiden Gewebe verschieden. Zunächst löst sich der Inhalt des Endosperms, das rasch zusammenfällt und viel später erst die Aleuronkörner der Kotyledonen.

Das fette Öl, als Ölplasma in der Zelle vorhanden, beträgt circa 30 Proc. der Samen.

Die Zellwände von Kotyledonen und Endosperm werden oft mit Jod direkt gebläut, bestehen also dann aus Amyloid.

Die Keimung erfolgt epigä in der Weise, dafs die Schleimhülle (*Sh*, Fig. 24) des Samens diesen am Boden festklebt (Fig. 24), um das Eindringen des Würzelchens in den Boden zu sichern. Dann streckt sich das hypocotyle Glied (*hp*) und hebt die Kotyledonen und die Plumula über die Bodenoberfläche. Nunmehr ergrünen die Kotyledonen, streifen die Samenschale ab (Fig. 25) und beginnen, nachdem sie sich ausgebreitet haben, als Assimilationsorgane zu fungieren (Fig. 26).

Der fertige Same (Fig. 3—6) ist etwa 4—6,5 mm lang und 2,5—3 mm breit, länglich eiförmig, plattgedrückt, etwa 1 mm dick. Sein Gewicht beträgt meist 0,004—0,0054 g, doch finden sich Differenzen; so wiegen die russischen Leinsamen oft bis 0,01, die türkischen 0,009. Die Farbe ist gelbbraun bis dunkelrotbraun bei der var. vulgare, heller bei var. crepitans, die indischen Leinsamen sind gelb oder lichtbräunlich. Die Oberfläche ist infolge der Schleimepidermis glänzend, glatt; mit der Lupe betrachtet sehr feingrubig infolge der von der Sclereidenschicht gebildeten kleinen flachen Mulden. An dem schmäleren Ende liegt unter dem rundlichen Köpfchen (×, Fig. 3), in dem sich die Radicula findet, seitlich an der einen Schmalseite das Hilum, als feiner Punkt sichtbar (*Hi*,

Fig. 3), dort tritt das Raphebündel ein. Die Raphe (*Ra*, Fig. 3) läuft dann an der schmalen Kante bis zu der äufserlich nicht sichtbar ausgebildeten Chalaza. In Wasser gelegt, umgiebt sich der Leinsamen mit einer hyalinen Schleimhülle, indem die Schleimepidermis rasch und stark quillt. Spaltet man den Samen der Länge nach auf, so sieht man die herzförmigen Kotyledonen (Fig. 4). Lage und relative Breite von Endosperm und Kotyledonen zeigt der Querschnitt.

Die Samenschale zeigt bei mikroskopischer Untersuchung sechs Schichten (siehe oben): Die Schleimepidermis, das subepidermale zweischichtige Parenchym, die Sclereidenschicht, die 5—6 schichtige Nährschicht und die Pigmentschicht (Fig. 14, 1—6).

Das Pulver.

Die sogenannte Placenta sem. lini, der Leinkuchen, ist das nicht ganz entölte Pulver der Leinsamen, die Pressrückstände der Leinölfabrikation. In ihm lassen sich schon mit blofsem Auge die gelben bis braunen Fragmente der Samenschale und die hellgelben des Samenkernes unterscheiden. Die braunen Samenschalfragmente bestehen vorwiegend aus der Pigmentschicht, die aus getüpfelten, quadratischen Zellen mit rotbraunem Inhalte besteht (Fig. 27, 6), die gelben zeigen als charakteristisches Element die Sclereidenschicht (Fig. 27, 3) und mit dieser verwachsen und die Sclereiden rechtwinklig schneidend, die zarten Querzellen (Fig. 27, 4). An den Samenschalfragmenten werden dann auch, besonders im Chloralpräparate, die Schicht 2 (Fig. 27, 2) und Teile der Schleimepidermis (Fig. 27, 1) sichtbar. Das Gesamtbild ist ein sehr charakteristisches und mit dem keiner anderen Samenschale zu verwechseln. Die hellen Fragmente bestehen vorwiegend aus dem dünnwandigen Gewebe der Kotyledonen. Zerdrückt man diese in einem Tropfen fetten Öles, so findet man zahlreiche Aleuronkörner der charakteristischen Form (Fig. 28a), die sich vortrefflich zur Diagnose eignen und deren Verhalten zu Reagentien man alsdann auch noch in einem Alkoholpräparate studieren kann.

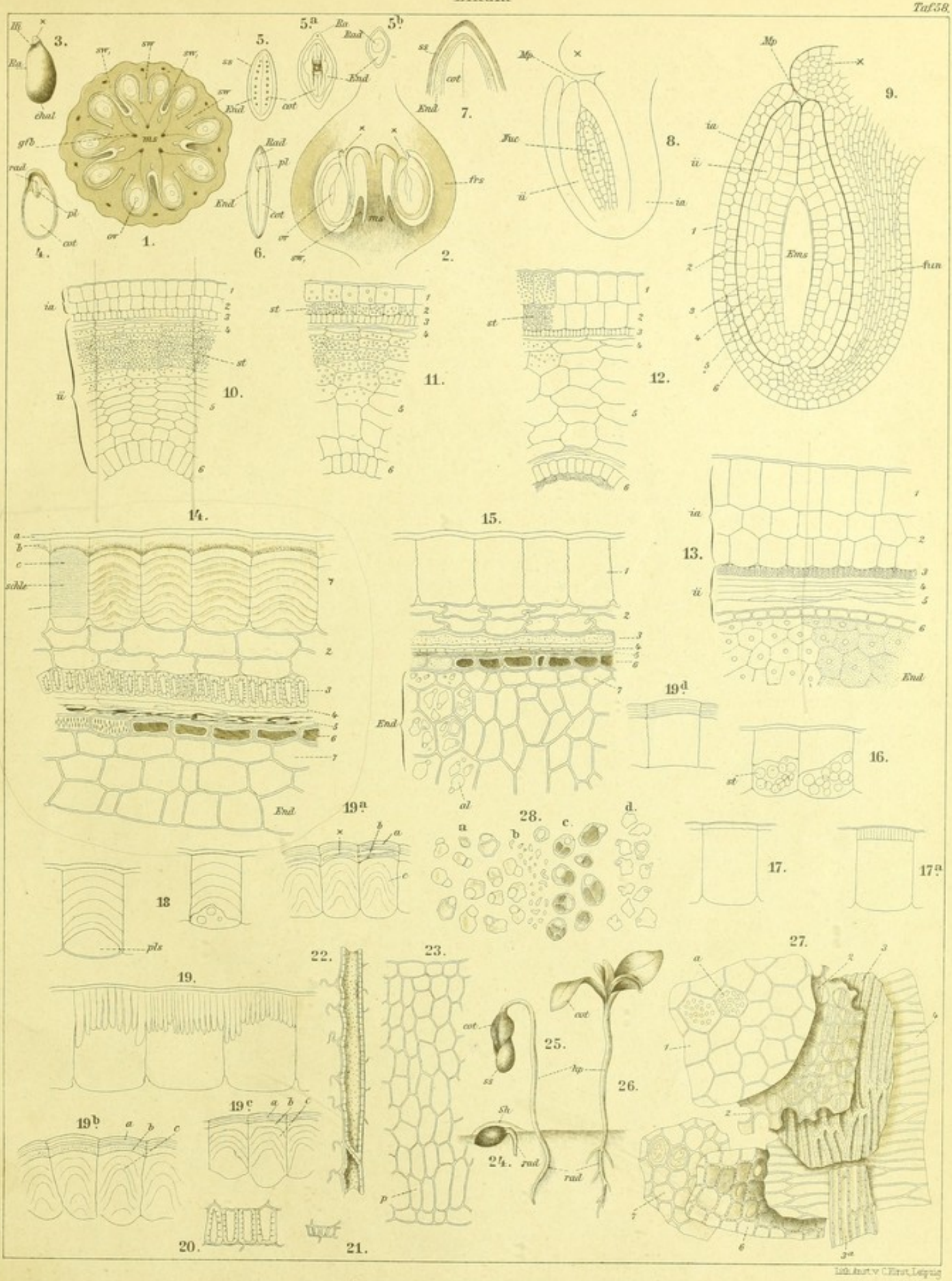
Eine Verfälschung mit Rapskuchen ist mikroskopisch leicht zu erkennen. Die Sclereidenschicht bildet ein vorzügliches Unterscheidungsmittel.

Tafel 58.

Erklärung der Abbildungen.

(Linum usitatissimum L.)

Fig. 1. Querschnitt durch einen reifen Fruchtknoten, *sw* die echten Scheidewände, *sw*, die falschen Scheidewände.
„ 2. Längsschnitt durch einen Fruchtknoten, × die Caruncula.
„ 3. Samen von der Seite.
„ 4. Same parallel den flachen Seiten längsdurchschnitten.
„ 5. Same in der Mitte querdurchschnitten.
„ 5a. Same an der Stelle querdurchschnitten, wo sich die Radicula an die Kotyledonen ansetzt.
„ 5b. Same ganz oben, dort wo die Radicula liegt, querdurchschnitten.
„ 6. Same parallel den schmalen Seiten längsdurchschnitten
„ 7. Querschnitt durch die Mitte des Samens an einer Kante.
„ 8. Junges Ovulum mit dem Nucellus, × Caruncula.
„ 9. Älteres Ovulum, der Embryosack hat den Nucellus resorbiert, 1—2 die Schichten des äufseren, 3—6 die Schichten des inneren Integumentes. (Fig. 9—13 mit Benutzung Schlotterbeckscher Figuren.)
„ 10—14. Entwickelungsgeschichte der Samenschale. Succedane Stadien. Querschnitte in Wasser.
„ 14. Querschnitt durch die Samenschale und das Endosperm des reifen Samens, in verdünntem Alkohol.
Fig. 15. Radialer Längsschnitt durch Samenschale und Endosperm des reifen Samens. Die Zahlen 1—6 bezeichnen in den Fig. 10—15 die korrespondierenden Gewebe.
„ 16. Junge Schleimepidermiszelle der Samenschale, noch zum Teil mit Stärke erfüllt.
„ 18. Weitere Stadien der Entwickelung derselben (in Fig. 14 fertig).
„ 17, 17a u. 19. Die Stäbchenschicht der Schleimmembran in den succedanen Quellungsstadien.
„ 19a, 19b, 19c, 19d. Einwirkung von Wasser auf die Schleimmembran (siehe den Text). a, b, c wie in Fig. 14.
„ 20. Sclereiden der Samenschale an den Kanten des Samens im Querschnitte.
„ 21. Sclereiden der Samenschale an den Flächen des Samens. Gleiche Vergröfserung wie Fig. 20.
„ 22. Sclereide der Schicht 3 der Samenschale in radialem Längsschnitte.
„ 23. Querschnitt durch das Gewebe der Kotyledonen.
„ 24—26. Succedane Keimungsstadien.
„ 27. Succedane Flächenschnitte durch die Samenschale. Die Zahlen 1—7 bezeichnen die gleichen Gewebe wie in Fig. 14.
„ 28. Aleuronkörner.



Lith. Anst. v. C. Ernst, Leipzig

Rhiz. valerianae.

Baldrianwurzel, Rhizome de valériane officinale, Valerian.

Vom Baldrian, Valeriana officinalis L., ist das Rhizom samt den Wurzeln in Anwendung. Das Rhizom zerfällt in eine dünne, ausläuferartige Wandersprofsregion (Fig. 1, *ws*) und in eine diese oben abschliefsende, knollige Speichersprofsregion (Fig. 1, *sps*). Die erstere vermittelt die Verbreitung des Rhizoms im Boden. Im typischen Falle (Fig. 1) figuriert ein Speichersprofs, dessen zugehörige basale Wandersprofsregion abgestorben ist (bei ×, Fig. 1) als Centralknollen oder Centralwurzelstock (*Ck*, Fig. 1, I). Derselbe entsendet nach verschiedenen Seiten Ausläufer (*ws*, Fig. 1) und diese Wandersprofse verdicken sich alsdann an ihrer Spitze knollenartig (*sps*, Fig. 1, II), auf diese Weise Nebenknollen oder Nebenwurzelstöcke bildend, die alsdann ihrerseits wieder Ausläufer entsenden (*z*, Fig. 1, II). Daher kommt es, dafs in der Droge sowohl langgestreckte Centralknollen (Fig. 5) sich finden, die an der Basis die Narbe des Wandersprosses (×, Fig. 5) und an der Spitze den abgestorbenen Stengelrest (*sti*, Fig. 5), sowie seitlich die Wurzeln (*wu*, Fig. 5) und bisweilen Ansätze der Wandersprofse (*ws*, Fig. 5) tragen, wie auch kurze gedrungene Nebenknollen (Fig. 4), die die basalen Wandersprofsansätze bei × noch besitzen (*ws*, Fig. 4) und die an der Spitze meist einen grofsen, oft mehrere Internodien umfassenden grofsen Stengelrest (*Sti*, Fig. 4) zeigen. Das Innere sowohl der Centralknollen wie der Nebenknollen zeigt, wenn man sie der Länge nach durchschneidet, deutliche Kammerung (Fig. 4 u. 5), die Kammern entsprechen den Internodien.

An den Speichersprofsregionen, den Centralknollen, wie auch den Nebenknollen sind die Internodien sehr kurz und gestaucht und die an den Knoten sitzenden, sehr kurzen, manschettenartigen Niederblätter liegen daher dicht übereinander (Fig. 1, I). Die Wandersprofsregionen dagegen zeigen ganz den Charakter von Ausläufern. Sie sind in ihrem Verlaufe gleich dick und haben gestreckte, wenn auch nicht gerade sehr lange Internodien und deutliche Niederblätter an den Knoten.

Selbstverständlich kann jeder Nebenknollen zum Hauptknollen werden und wird es wohl auch regelmäfsig im folgenden Jahre.

Die Speichersprofsregionen zeigen folgenden Bau. Die Centralknollen, Centralwurzelstöcke (Fig. 1, I, Fig. 5) besitzen im Innern ein grofses Mark, welches aus dünnwandigen, tonnenförmigen, im Querschnitte runden, reichlich Stärke von meist 2—8 mik Durchmesser führenden Parenchymzellen besteht und das gegen die Mitte hin da und dort Nester von Sclereiden enthält (Fig. 18), die durch Sclerose von Parenchymzellen entstehen. Diese Sclereiden sind oft so stark verdickt, dafs nur ein ganz kleines Lumen übrig bleibt. Das Mark ist meist stark lückig, indem ganze Partien von Zellen geschwunden sind oder durch Lösen in den Mittellamellen Parenchymstreifen isoliert werden. Die übrig bleibenden Partien sind oft durch Parenchymbrücken verbunden. Solche Parenchymbrücken sind es auch, die die Kammerung (Fig. 4 u. 5) bewirken. Sie führen meist die Sclereidennester. Die Querbrücken entsprechen den Knoten, die Kammern den Internodien. Der das Mark umgebende Gefäfsbündelcylinder besteht entweder — bei kleineren und jüngeren Centralknollen (Fig. 1) — aus einem lockeren Kreise von Gefäfsbündeln (Fig. 3, *gfb*), die sowohl in die Wurzeln, wie die Ausläufer Fortsätze entsenden oder es finden sich, besonders bei grofsen und dicken Centralknollen, an Stelle des einen Kreises zwei Bündelkreise (Fig. 2, *gfb*). Die Bündel verlaufen sehr unregelmäfsig und geschlängelt, so dafs man auf Längsschnitten selten ein Bündel auf weite Strecken verfolgen kann. Es rührt dies daher, dafs die Internodien gestaucht sind und allenthalben, oft dicht über- und nebeneinander Wurzeln und Ausläufer am Centralknollen entspringen, deren Bündelsystem sich an das Bündelsystem des Centralknollen ansetzt. Auch auf Querschnitten sieht man daher oft Längsstreifen von Bündeln, die in die Wurzeln austreten (Fig. 2). Bei den Nebenknollen ist das Gefäfsbündelsystem regelmäfsiger gebaut und bei den grofsen Nebenknollen (Fig. 4), da hier der kurze, knollige, terminale Teil des Rhizoms — die Speicherregion — wesentlich zur Befestigung des oft sehr grofsen und derben Stengels der Pflanze im Boden dient, zudem viel reicher an mechanischen Elementen, fest und hart.

Die Gefäfsbündel sind bei jüngeren Centralknollen (Fig. 1, I) ziemlich regelmäfsig angeordnet (Fig. 3) und ziemlich regelmäfsig gebaut. Der grofse Gefäfsteil (*gth*, Fig. 17) besteht aus oft zu Radialreihen vereinigten Gefäfsen und ebenfalls radiale Anordnung zeigendem Holzparenchym (*hp*, Fig. 17). Die getüpfelten oder spiralig verdickten, bisweilen gelbe Ausfüllungen besitzenden Gefäfse zeigen oft geschlängelten Verlauf und auch die Holzparenchymzellen sind in der Längs-

ansicht oft gekrümmt. Bei älteren Centralknollen (Fig. 5) ist der Verlauf der Bündel unregelmäfsiger und der Bündelkreis oft verdoppelt (Fig. 2). Bei den jungen Nebenknollen (Fig. 1, II) stimmt Bau und Anordnung der Gefäfsbündel ziemlich mit dem der Centralknollen überein, bei älteren Nebenknollen (Fig. 4) jedoch, die einen grofsen Sprofs zu tragen haben, ist das die Gefäfse begleitende zarte Holzparenchym oft in derbwandiges Holzparenchym und derbwandige Libriformfasern umgewandelt und bildet so einen breiten, fast kontinuierlich umlaufenden Holzcylinder mit nur wenigen Markstrahlen (*gth*, Fig. 4), der direkt in den Holzcylinder der Stengel übergeht. Die Holzparenchymzellen sowohl wie das Libriform sind hier sehr eigenartig gestaltet. Die Zellen sind verbogen und gekrümmt, in- und durcheinander geschlungen, oft ein wirres Durcheinander bildend, das besonders auf Längsschnitten in seiner ganzen Mannigfaltigkeit hervortritt, aber auch auf Querschnitten sich durch den unregelmäfsigen Anblick der Schnittfläche verrät.

Aufserhalb des Kambiums (*c*, Fig. 17) liegt bei den Bündeln der Speichersprofsregion (Central- und Nebenknollen) ein schmaler Siebteil (*sb*, Fig. 17) und aufserhalb desselben oft — nicht immer — ein Kollenchymbeleg (*col*, Fig. 17), dann folgt die verkorkte, da und dort von unverkorkten Zellen unterbrochene Endodermis (Pericycle, Kernscheide, *End*, Fig. 17). Dieselbe ist meist einschichtig, doch wird sie bisweilen, besonders bei älteren Rhizomen, durch aufsen angelagerte tüpfelreiche, tangentialgestreckte Sclereiden verstärkt.

Die parenchymatische, oft lückige Rinde führt Stärke. Nach aufsen wird sie durch eine schmale Korkschicht abgeschlossen, deren Phellogen offenbar in der dritten Zellschicht gebildet wird.

Die Wandersprofsregion, die die knollig verdickten Speichersprosse mit einander verbindet (*ws*, Fig. 1), ist wie ein Ausläufer gebaut (Fig. 6). Im Innern liegt ein grofses, parenchymatisches Mark, welches rings von einem schmalen Kranze von Gefäfsbündeln umgeben ist und an den Knoten Querbrücken von Sclereiden zeigt, ähnlich wie dies ja auch bei den Speichersprossen beschrieben wurde (s. oben). Dieselben führen zu innerst wenige oder gar keine zarten Ringgefäfse, dann folgen zarte Spiralgefäfse mit ausgezogenen Spiralen, dann solche mit engen Spiralen und schliefslich Tüpfelgefäfse. In den interfascikularen Partien finden sich Libriformbrücken, die die einzelnen Bündel untereinander verbinden, aber für gewöhnlich an der Aufsenseite keinen Siebteil führen, ähnlich wie beim Stengel von Conium (Taf. 36, Fig. 11). Aufserhalb des Bündelkreises liegt die Endodermis, dem folgt die Rinde und zu äufserst liegen zwei Reihen von verkorkten Zellen, von denen die innere Öl führt.

Die Stengelreste, welche den derben Nebenknollen oben ansitzen (Fig. 4, *Sti*), sind oft ziemlich lang. Ihr Mark ist geschwunden, der derbe und breite Gefäfsteilcylinder ist von einem nur sehr schmalen Siebteil umgeben. Der grofsen Endodermis (dem Pericycle) liegt aufsen ein meist kontinuierlicher Beleg von Sclereiden an, der sich über den Markstrahlen oft zapfenartig nach innen in diese hinein senkt. Eine Erscheinung, die man auch bisweilen bei den Rhizomen findet.

Die sehr zahlreichen, circa 20 cm langen und im Durchschnitte 2—3 mm dicken Wurzeln entspringen nur an der Speicherprofsregion (den Central- und Nebenknollen), nicht an der Wandersprofsregion. An ihnen ist der Übergang radialer Bündel in collaterale schon zu verfolgen, da die grüne Rinde hier nicht, wie dies sonst die Regel ist, abgeworfen wird.

Die jüngsten Wurzeln zeigen meist einen triarchen Bau (Fig. 10), (tetrarche (Fig. 7), pentarche, heptarche und octarche Bündel sind seltener), doch kommen auch diarche (Fig. 9) vor. Der Gefäfsteil der radialen Bündel liegt central, die Strahlen stofsen im Centrum der Wurzel aneinander, so dafs bei den jüngsten Wurzeln ein Mark nicht sichtbar ist (Fig. 10). Mit den primären Gefäfsstrahlen (*pgth*, Fig. 10) alternieren die primären Siebbündel (*psb*, Fig. 10). Späterhin freilich pflegen die Gefäfse in der Mitte auseinander zu weichen. Es schiebt sich Parenchym ein und die fertige ältere Wurzel enthält ausnahmslos Mark (*m*, Fig. 12). Bei den jüngsten Wurzeln umgiebt den polyarchen Gefäfsbündelcylinder zunächst das einschichtige Perikambium (*pc*, Fig. 10) und dann die ebenfalls einschichtige Endodermis (*end*, Fig. 10), deren Wände verkorkt sind. Nach aufsen folgt dann die sehr stärkereiche primäre Rinde und zu äufserst liegt eine reichlich Wurzelhaare (*wh*, Fig. 10) führende Epidermis und unter dieser ein einreihiges, aus verkorkten, ätherisches Öl führenden Zellen bestehendes Hypoderm (*Hyp*, Fig. 10). Bei älteren Wurzeln geht der primär radiale Bau der Bündel in den collateralen Bau über, indem in dem „Verbindungsgewebe“, dem tissu conjonctif (Angew. Anatomie, S. 368), zwischen Gefäfs- und Siebteil ein sekundäres Meristem, ein Kambiumstreif sich bildet (vergl. Fig. 429 der Angew. Anatomie), der sich bei Valeriana ausnahmsweise nicht über die Gefäfsstrahlen hin fortsetzt. So entsteht ein im Querschnitt in Wellenlinie ringsum laufender, nur an den primären Gefäfsstrahlen durch ein oder zwei Markstrahlzellen unterbrochener Verdickungsring. Dies Stadium ist oft noch bei ziemlich dicken Wurzeln zu sehen. Durch die Thätigkeit des Kambiums wird nunmehr sekundäres Holz (Fig. 12, *sgth*) und sekundärer Siebteil (Fig. 12, *ssb*) erzeugt. Beide liegen hier zwischen je zwei primären Gefäfsstrahlen. Durch die eben erwähnte Erscheinung, dafs Kambium über den primären Gefäfsstrahlen nicht erzeugt wird, wird es bedingt, dafs die letzteren nicht, wie dies sonst der Fall ist, nach innen geschoben werden und schliefslich die Markkrone bilden, sondern an der Peripherie liegen bleiben und durch einige Zellen, die man als primäre Markstrahlen (*pmk*, Fig. 12) betrachten kann, mit Perikambium und Endodermis verbunden bleiben. Die Bildung sekundären Gefäfs- und Siebteils pflegt nicht sehr ausgiebig zu sein.

So verhält es sich mit dem Bau und der Entwickelung zahlreicher Wurzeln. Fig. 12 veranschaulicht diesen typischen Fall, der sich oft noch dicht am Wurzelhals bei 3 mm dicken Wurzeln findet und bei dem die ursprüngliche Pentarchie

noch deutlich wahrzunehmen ist. Nun zeigen aber andere Wurzeln bez. der obere Teil der typisch gebauten ein wesentlich anderes Bild: nämlich einen radial-strahlig gebauten grofsen Holzkörper mit zahlreichen Libriformfasern. Hier hat sich der Holzkörper in der gewöhnlich bei Wurzeln zu beobachtenden Weise weiter entwickelt, d. h. es sind die primären Gefäfsstrahlen durch reichlich sich entwickelnden Holzteil nach innen geschoben und in ihrer Lage nur noch an den nunmehr breiten (meist 5) primären Markstrahlen zu erkennen. Der breite Holzkörper ist von einem schmalen, ringsum laufenden Siebteile umgeben, das Kambium bildet nahezu eine Kreislinie. Dieser Fall, der sich namentlich bei den derben Wurzeln, die die Nebenknollen im Boden befestigen, findet und hier sich bis weit hinunter gegen die Wurzelspitze hin verfolgen läfst — ich fand ihn noch in Wurzeln von nur 1 mm Durchmesser — scheint von mechanischen Ursachen bedingt zu sein. Es ist klar, dafs so gebaute Wurzeln sehr viel fester sind als die anderen, also besser geeignet die grofsen Stengel im Boden zu befestigen.

Aber auch noch weitere Variationen sind bei Valeriana zu beobachten. So kommt es z. B. bisweilen vor, dafs zwischen den primären Holzstrahlen überhaupt sekundäres Holz nicht gebildet wird oder dafs andererseits der derbe und breite Holzkörper vorwiegend aus Gefäfsen und Holzparenchym besteht und keine Libriformfasern enthält u. a. m. Wodurch diese Variationen im einzelnen bedingt sind, ist noch nicht ermittelt.

Perikambium und Endodermis (*pc* und *end*, Fig. 12) besitzen bei allen Wurzeln die typische Ausbildung. Die verkorkte Endodermis ist besonders an den Stellen wo die primären Gefäfsstrahlen liegen, von unverkorkten Zellen unterbrochen (×, Fig. 12). Es sind dies Durchbrechungen für den Saftverkehr (Angew. Anatomie, S. 376). Die primäre Rinde (*pR*, Fig. 12) wird bei Valeriana nicht abgeworfen, sondern folgt dem Dickenwachstum, ist bisweilen lückig und der Regel nach mit Stärke vollgepfropft. Bei Alkoholmaterial finden sich in den Zellen zudem kleine Sphaerokristalle. Die Zellen sind meist dickwandig (Fig. 12).

Die Stärkekörner (Fig. 16) sind rundlich, einfach oder zu mehreren (2—6) zusammengesetzt, und erreichen eine Gröfse von 15, ja 20 mik.

Die primäre Epidermis ist auch bei älteren Wurzeln erhalten (Fig. 11, *Ep*), wie man durch das Vorhandensein von Wurzelhaaren (*wh*) leicht feststellen kann. Doch erfährt die Aufsenwand eine oft ziemlich starke Verdickung und Ausstülpung und die Zellen verkorken. Von der Fläche betrachtet sind die Zellen gestreckt (*Ep*, Fig. 13). Die Wurzelhaare (*wh*, Fig. 13) sitzen oft der Mitte der Zelle auf.

Das einreihige Hypoderm (*Hyp*, Fig. 11) besitzt verkorkte Wände und enthält das ätherische Öl. Das letztere findet sich hier also in einer mantelartig die ganze Wurzel umgebenden Zellschicht. In der Mehrzahl der Zellen findet man nur noch einen Tropfen ätherischen Öls (Fig. 11), einige Zellen jedoch zeigen noch eigenartige Wandverdickungen. Einzelne Zellen sehen aus wie reguläre Schleimzellen mit Schleimmembran (Fig. 19b), bei anderen ist nur noch an der Aufsenwand eine gelb-bräunliche Verdickungsschicht und an der Innenwand eine helle lokale Verdickung sichtbar (Fig. 11, *y*), bei noch anderen zeigt diese letztere ein körniges (Fig. 19c) oder vacuoliges (Fig. 11, ×) Aussehen oder besitzt eigenartige Ansätze (Fig. 19a). Oftmals ist die Begrenzungslinie der Verdickungsschicht unregelmäfsig zackig (Fig. 19c). Die Bilder erinnern vielfach an ähnliche Erscheinungen bei den Ölschleimzellen der Zimmtrinde (s. d.). Die Verdickungsschichten scheinen zu der resinogenen Schicht in Beziehung zu stehen bez. Reste oder auf einer Vorstufe der Umbildung stehen gebliebene Teile derselben zu sein. Die Hypodermzellen sind von der Fläche gesehen polyedrisch (Fig. 13, *Hyp*) und 40 bis 50 mik weit.

Läfst man Schnitte durch Wurzel oder Rhizom in Glycerin liegen, so schiefsen oft zahlreiche kleine spiefsige Kristalle überall in Rinde und Mark an. Erwärmt man den im Wasser liegenden Schnitt und läfst erkalten, so kann man gröfsere, büschelförmig zusammengelagerte Kristalle erhalten, die wohl aus einem Valerianate bestehen.

Das Pulver.

Das Pulver enthält sowohl die Elemente der Wurzeln wie die der Rhizome. Die letzteren sind besonders an den Sclereiden zu erkennen (Fig. 18). Parenchymatische Zellen, sowohl dünnwandige wie dickwandige, letztere besonders aus der Wurzelrinde (*pR*, Fig. 12) stammend, prävalieren. Oft sind dieselben dicht mit Stärke vollgepfropft, beim Behandeln mit Chloral bleibt in ihnen ein zartes Maschennetz von Plasma übrig. Neben diesen Zellen liegen dann geöffnete Zellen und zahlreiche Stärkekörner von 3—15 mik Durchmesser, selten solche von 18 oder gar 20—30 mik Länge (Fig. 16). Ferner fallen die Fragmente der Gefäfsbündel, besonders die Gefäfse, sowohl die sehr zarten primären Spiralgefäfse, wie die breiten getüpfelten sekundären (Fig. 15) auf, die oft von verdicktem Holzparenchym und Libriform begleitet werden. Seltener schon, aber sehr charakteristisch, sind die Fragmente der die Wurzelhaare tragenden Wurzelepidermis (Fig. 13, *Ep*) und das Hypoderm mit den wellig gebogenen Wänden, sowie Stücke der Endodermis (Fig. 14, *end*). Letztere Elemente treten besonders schön bei Behandlung mit concentrierter Schwefelsäure hervor.

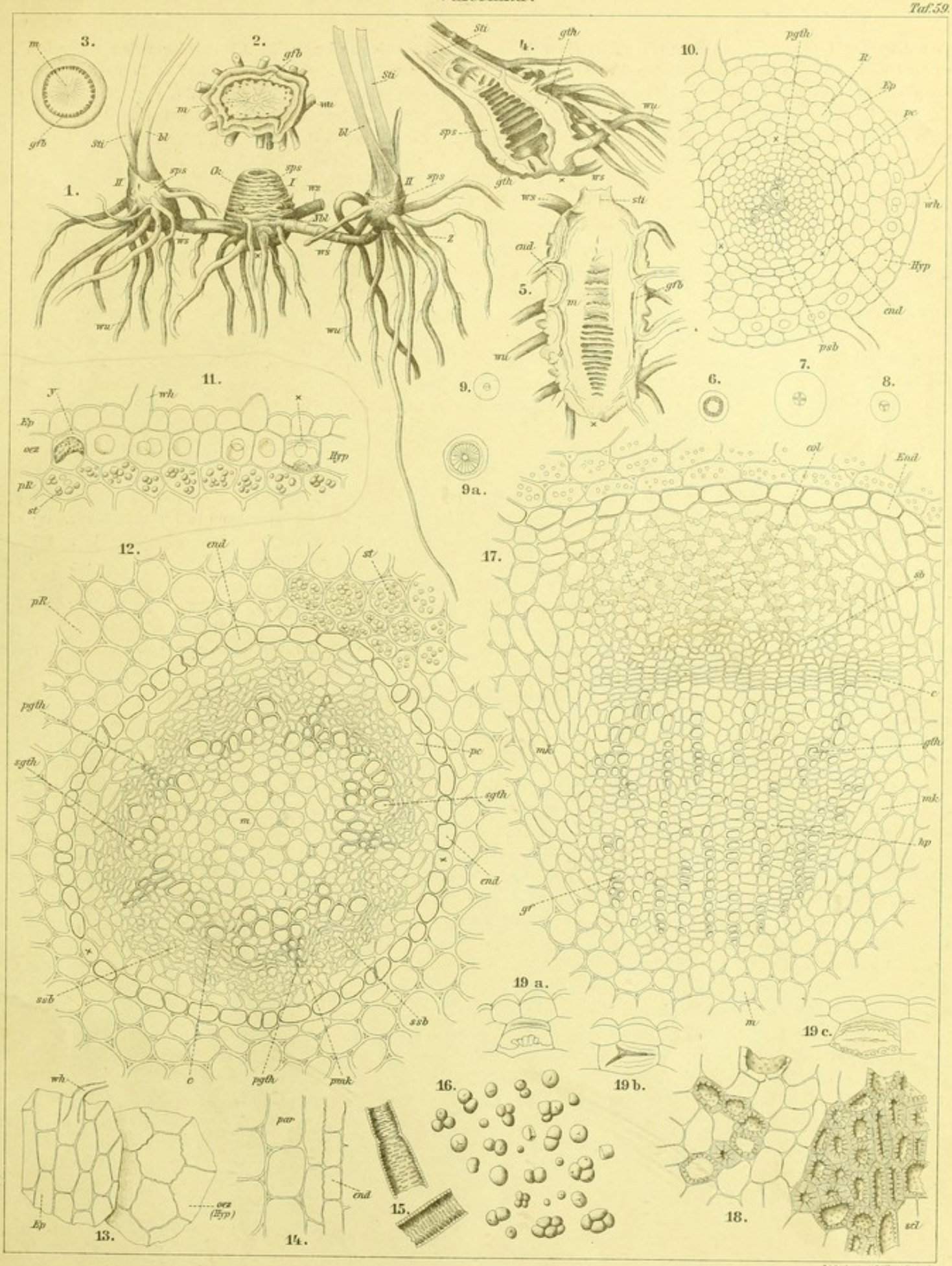
Tafel 59.

Erklärung der Abbildungen.

(Valeriana officinalis L.)

Fig. 1. Ein Centralwurzelstock (I) und zwei von ihm gebildete Nebenwurzelstöcke (II). *sps* Speichersprofsregion, *ws* Wandersprofsregion.
„ 2. Querschnitt durch einen alten Centralwurzelstock (Fig. 5).
„ 3. Querschnitt durch einen jungen Centralwurzelstock (I in Fig. 1).
„ 4. Längsschnitt durch einen kräftigen, älteren Nebenwurzelstock.
„ 5. Längsschnitt durch einen älteren Centralwurzelstock.
„ 6. Querschnitt durch die ausläuferartige Wandersprofsregion (*ws*, Fig. 1).
„ 7. Querschnitt durch eine tetrarche Wurzel.
„ 8. „ „ „ triarche „
„ 9. „ „ „ diarche „
„ 9a. Querschnitt durch eine Wurzel mit breitem Holzcylinder.
Fig. 10. Querschnitt durch eine zarte junge Wurzel, die den primären Bau noch unverändert zeigt. Das Bündel ist triarch.
„ 11. Querschnitt durch die Randschicht einer 2,5 mm dicken Wurzel mit der Öl führenden Hypodermis (*Hyp*).
„ 12. Querschnitt durch das Centrum der gleichen Wurzel.
„ 13. Flächenschnitte durch (*Ep*) die Epidermis und (*Hyp*) die Öl führende Hypodermis der Wurzel.
„ 14. Flächenschnitte durch die Rindenparenchymzellen (*par*) und die Endodermis (*end*) der Wurzel.
„ 15. Gefäfsfragmente der Wurzel.
„ 16. Stärkekörner der Wurzel.
„ 17. Querschnitt durch ein Bündel des Rhizoms.
„ 18. Sclereiden aus den Marklamellen des Rhizoms.
„ 19a, 19b, 19c. Eigenartige Zellen aus dem Hypoderm der Wurzel.

Valeriana.



Lith. Anst. v. C. Kirst, Leipzig

Folia Coca.

Cocablätter, Feuilles de Coca, Coca leaves, Peruvian tobacco, Cuca (Peru), Ipadú (Brasilien).

Die alternierenden Blätter des Cocastrauches Erythroxylon Coca Lam. sind kurz gestielt, oval, eirund oder verkehrt-eilänglich, 2,5—8 cm (meist circa 5 cm) lang, ganzrandig, kahl, an der Spitze in ein zartes, nur selten fehlendes Spitzchen (Fig. 1, *Spi*) auslaufend, dünn, trocken zerbrechlich, oberseits dunkler als unterseits. An der Basis des Blattstiels sitzen zwei kleine spitzchenartige derbe Nebenblätter. Am Hauptnerven entspringen die Sekundärnerven (*Sn*, Fig. 1) oft fast im rechten Winkel, nie spitzwinklig. Die einzelnen Sekundärnerven treten weit vom Rande entfernt durch Bogenanastomosen mit einander in Verbindung. Dadurch entsteht eine breite, oft ein Drittel der Blatthälfte einnehmende Randzone, die ihrerseits wieder reichlich durch zahlreiche Nervenanastomosen facettiert ist (Fig. 1). Zarte Nervenendigungen laufen bis fast zum Blattrande und auch die Zwischenräume zwischen den Sekundärnerven zeigen ein feines Nervennetz. So kommt es, dafs das Blatt reiche, aber zarte Nervatur zeigt, die besonders auf der Unterseite deutlich hervortritt.

Form und Gröfse der Blätter wechselt etwas. Die peruanischen Blätter sind meist kleiner, zarter, heller und schmäler, die bolivianischen meist derber, gröfser und dunkler. Die kultivierten Cocablätter, die ich in Java sah, näherten sich den peruanischen. Sie waren hell, schmal, zart, spitz-oval, erreichten aber eine ziemliche Länge. Am meisten differiert die Spitze, die bald deutlich zugeschärft ist, bei der gestreckt ovalen Form, bald breit abgerundet bei der verkehrt eiförmigen.

Sehr charakteristisch sind zwei eigentümliche Falten (Epidermisschwielen, Längennerven, Gewebefalten), die auf der Blattunterseite hervortreten und in seichtem Bogen von der Blattbasis zur Blattspitze laufen (*Fa*, Fig. 1). Dieselben fehlen nur selten (bisweilen einigen Blättern der peruanischen und der Java-Sorte) und werden manchmal von zwei weiteren nur sehr undeutlich und nur bei in Wasser eingelegten Blättern sichtbaren, gegen den Blattrand hin, zwischen diesem und den groben Falten in der Mitte liegenden zarten Falten begleitet. Diese Falten, die man auch bei anderen Erythroxylonarten, bei einigen Sapotaceen und Polygoneen findet, scheinen zur revolutiven Knospenlage der Blätter in Beziehung zu stehen, dürften aber auch wegen ihres Baues nicht ganz ohne mechanische Bedeutung sein. Da sie zu dem Spitzchen hinlaufen und die Epidermis der Falte direkt in die der Spitze übergeht, ist es wahrscheinlich, dafs die Bildung der Falte hier ihre Anregung empfängt.

Der anatomische Bau des Blattes zeigt einiges Charakteristische. Die Epidermis der Oberseite besteht aus ziemlich grofsen, etwas tangential gestreckten Zellen (Fig. 2 u. 3, *Epo*), die, von der Fläche betrachtet, polyedrisch erscheinen (Fig. 4, *Epo*). Die Kuticula zeigt zarte Kuticularzäpfchen (*cut*, Fig. 3), die auf dem Flächenschnitte (Fig. 4, *Epo*) als Körnchen erscheinen. Spaltöffnungen fehlen der Blattoberseite. Die Epidermis der Unterseite wird von etwas kleineren Zellen gebildet, die papillös ausgestülpt sind (Fig. 2 u. 3, *Epu*) und ebenfalls kleine, aber deutlichere Kuticularzäpfchen besitzen (*cut*, Fig. 3). Von der Fläche betrachtet erscheinen die Epidermiszellen der Unterseite getüpfelt und die papillöse Ausstülpung tritt als eine mediane Kreislinie hervor (Fig. 5, *Epu*). Die Kuticularzäpfchen sind wie Körnchen sichtbar. Spaltöffnungen finden sich auf der Blattunterseite reichlich (*st*, Fig. 5 u. Fig. 5a). Sie sind klein und besitzen zwei Nebenzellen, die nicht papillös ausgestülpt sind.

Das Mesophyll des bifacialen Blattes besteht auf der Blattoberseite aus einer Reihe von Palissaden (*p*, Fig. 2 u. 3), die auf Flächenschnitten das bekannte Bild aneinander gereihter kugeliger Zellen darbieten (*p*, Fig. 4), auf der Blattunterseite aus einem sehr reich durchlüfteten Sternmerenchym, dessen Bau am besten auf Flächenschnitten erkannt wird (Fig. 5, *mer*), auf Blattquerschnitten dagegen weniger deutlich hervortritt (Fig. 3, *mer*). An der Grenze der Palissadenschicht finden sich Sammelzellen (×, Fig. 2 u. 3).

Der Bau der sogenannten Falte ist ein sehr einfacher (Fig. 3, *Fa*). Die Epidermis ist hier etwas vorgewölbt und unter ihr liegt eine kleine Gruppe, bisweilen kollenchymatisch verdickter Zellen. Die Epidermiszellen sind an der Falte sehr stark gestreckt und bastzellartig zugespitzt. Zum Bündelsystem steht die Falte in keiner Beziehung.

Der Inhalt der Mesophyllzellen ist der bekannte: Chlorophyllkörner, Stärke, Gerbstoff. Auch Öltröpfchen finden sich da und dort. Läfst man auf Flächenschnitte Kalilauge in der Wärme einwirken und dann das Präparat einige Zeit liegen, so findet man, wenn das Kali und die Kalicarbonat-Ausscheidungen mit Wasser gut ausgewaschen wurden, in einigen Zellen kleine nadelartige Kriställchen, die wohl Cocain sein dürften, das mit Kaliumquecksilberjodid oder Jodlösung nicht eben viel besser sich mikrochemisch nachweisen läfst.

In den Palissadenzellen vornehmlich, aber auch in anderen Zellen des Mesophylls, finden sich bisweilen monokline Kalkoxalatkristalle (*kr* in Fig. 2 u. 3) von charakteristischer Form, ähnlich der der Süfsholzkristalle. Dieselben sind, wie dies bei Oxalatkristallen die Regel zu sein pflegt, mit einer zarten Haut umgeben, liegen also in einer Tasche. Auch die

form oder Benzol und läfst nach einiger Zeit vorsichtig ein oder zwei Tropfen auf einen anderen Objektträger abfliefsen. Coffein kristallisiert dann beim Verdunsten in schönen, oft ziemlich grofsen Kristallen aus. Durchfeuchtet man etwas Pulver mit starker Salzsäure und läfst einen Tropfen abfliefsen, so giebt dieser mit Goldchloridlösung eine weifse Trübung und beim Eintrocknen Kristalle von Coffein-Goldchlorid-Chlorwasserstoff: $C_8 H_{10} N_4 O_2 HCl AuCl_3$, mit Platinchlorid Kristalle von Coffeinplatinchlorid-Chlorwasserstoff: $C_8 H_{10} N_4 O_3 HCl PtCl_2$ und mit Quecksilberchlorid Nadeln von Coffein-Quecksilberchlorid: $C_8 H_{10} N_4 O_2 2HgCl$. Man beobachtet im Tropfen Wasser.

Die Nervenbündel sind durch reichlich entwickelte Bastzellbelege ausgezeichnet. Das Bündel des Hauptnerven enthält einen grofsen, strahligen Gefäfsteil (*gth*, Fig. 7), der vorwiegend aus Gefäfsen besteht. Der der Blattunterseite zugekehrte Siebteil (*sb*, Fig. 7) ist im Querschnitte sichelförmig und sehr schmal. Aufser diesem finden sich aber noch, in den breiten Bastzellbeleg der Oberseite eingebettet, einige kleine Siebteilinseln (*sb*, Fig. 7). Aufser Bikollateralität des Bündels ist hier also auch Phloemspaltung (Angew. Anatomie S. 297) zu beobachten. Das Gewebe, besonders der Unterseite des Hauptnerven, ist kollenchymatisch (*col*, Fig. 7). Die Bündel der übrigen Nerven sind individuenärmer und liegen meist tief im Mesophyll (Fig. 7, *gfb*).

Die Stengelteile, die dem Maté des Handels reichlich beigemengt zu sein pflegen, sind sehr verschieden dick, bisweilen erreichen sie eine Dicke von 12 mm. Sie besitzen einen sehr breiten strahligen Holzkörper (*gth*, Fig. 12) und besonders die dickeren eine sehr schmale Rinde (*R*, Fig. 12). In der Mitte der letzteren verläuft ein schmaler gemischter Ring typischen Baues: Bastzellgruppen wechseln mit Sklereiden in regelmäfsigen Intervallen. Auch aufserhalb des gemischten Ringes finden sich bisweilen Sklereiden. Korkbildung ist selbst an ziemlich dicken Achsenteilen noch nicht zu bemerken, der Sprofs ist aufsen von der Epidermis begrenzt, deren Zellen eine sehr dicke Aufsenwand besitzen. Dagegen finden sich reichlich Lenticellen. Die Markzellen sind derbwandig und reich getüpfelt. Im Holzkörper finden sich sehr eigenartige Spiralfasertracheiden mit sehr zarten Spiralen und behöft getüpfelter Wand, sowie Tracheiden mit rundlichen behöften Tüpfeln neben typischen Tracheen verschiedenster Art und Libriformfasern. Die Epidermis der Sprosse gleicht, von der Fläche betrachtet, ganz der Epidermis der Mittelnerven der Blätter (Fig. 9a).

Die dem Maté bisweilen des Aromas wegen beigemengten Myrtaceenblätter sind leicht an den oblitoschizogenen Ölbehältern zu erkennen, die dem Maté fehlen. Auch Myrica acris hat Ölbehälter.

Weitere Beimengungen sollen sein: die Blätter von Symplocos- und Maytenus-Arten, Villaresia mucronata R. et P., Psoralea glandulosa L.

Ich habe die Blätter dieser Pflanzen im Maté nicht beobachtet.

Das Pulver.

Wie oben erwähnt, besteht der Maté des Handels aus dem groben Pulver der Blätter, dem Zweigstücke beigemengt sind. In der That läfst sich leicht erkennen, dafs das Pulver fast nur von den Blattfragmenten gebildet wird, die sehr leicht an den in jedem Gesichtsfelde auftauchenden beiden charakteristischen Epidermen der Oberseite (Fig. 9) und der Unterseite (Fig. 10) erkannt werden können. Auch Querschnittsansichten des Blattes sind da und dort sichtbar. Die Gefäfsbündelelemente treten etwas zurück und auch die Kalkoxalatdrusen sind nicht eben häufig. Dagegen bieten die ziemlich oft hervortretenden Fetzen der charakteristischen Epidermis der Nerven (Fig. 9a) ein vorzügliches diagnostisches Hilfsmittel. Fragmente der Stengel sind selten und leicht an den Sklereiden (des gemischten Ringes) und den Spiraltracheiden zu erkennen.

Tafel 60.

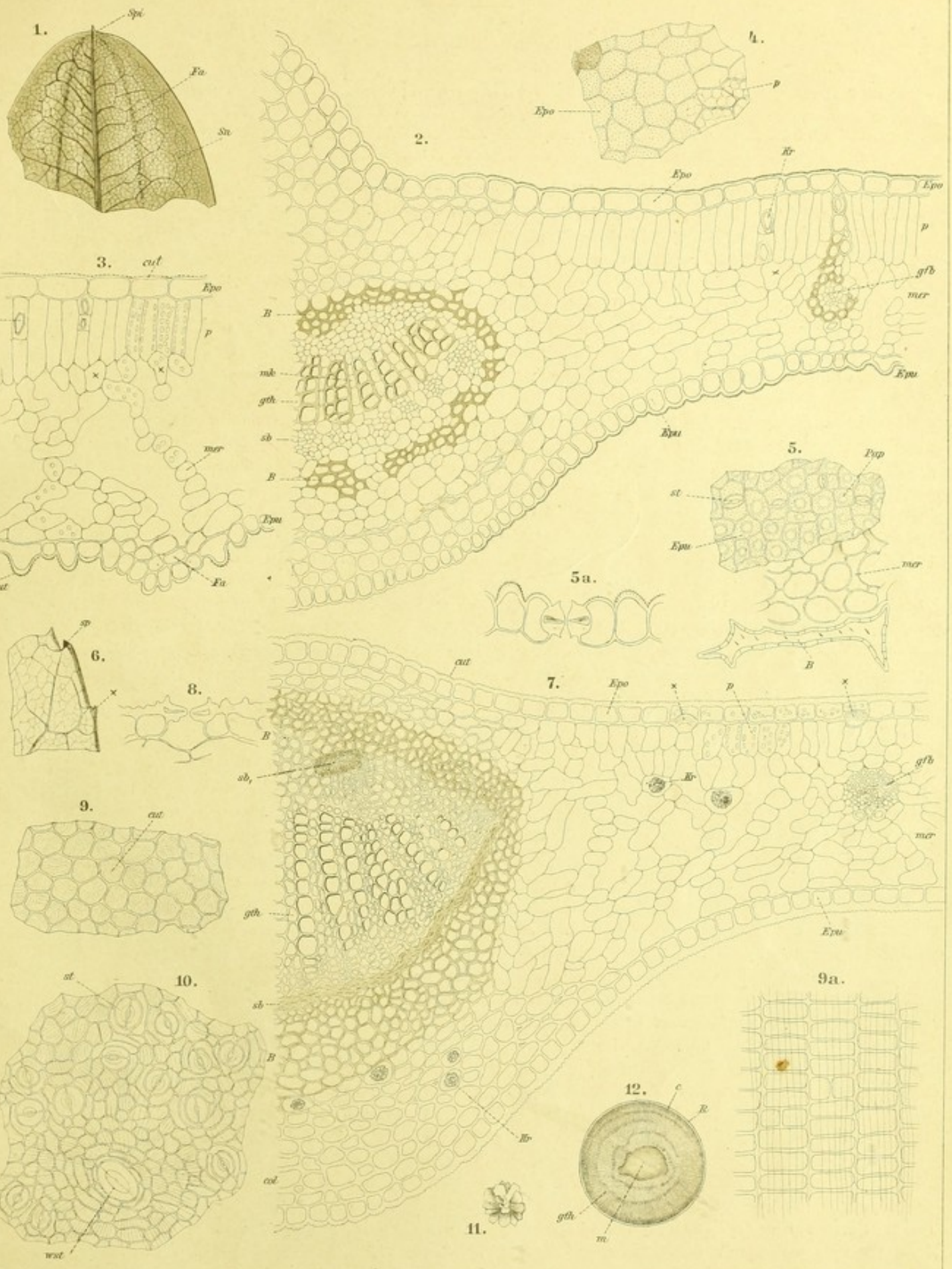
Erklärung der Abbildungen.

(Erythroxylon Coca Lam.)

Fig. 1. Blattspitze und Nervatur. *Fa* Falte.
„ 2. Querschnitt durch die Mittelrippe und das anliegende Blattgewebe.
„ 3. Querschnitt durch das Blatt an der Falte.
„ 4. Epidermis der Blattoberseite mit dem darunter liegenden Palissadengewebe, Flächenansicht.
„ 5. Epidermis der Blattunterseite mit dem darunter liegenden Merenchym.
„ 5a. Spaltöffnung im Querschnitt.

(Ilex paraguayensis Lamb.)

Fig. 6. Blattrand und Zähne.
„ 7. Querschnitt durch die Mittelrippe und das anliegende Blattgewebe.
„ 8. Spaltöffnung der Blattunterseite im Querschnitt.
„ 9. Epidermis der Blattoberseite, von der Fläche gesehen.
„ 9a. Epidermis über dem Hauptnerven, von der Fläche gesehen.
„ 10. Epidermis der Blattunterseite, von der Fläche gesehen.
„ 11. Kalkoxalatdruse isoliert.
„ 12. Querschnitt durch einen Stengel, Lupenbild.



Mate.

Lith. Anst. v. C. Kirst, Leipzig.

Cortex Condurango.

Condurangorinde, Ecorce de Condurango.

Die Rinde von Gonolobus Condurango Triana, einem südamerikanischen Schlingstrauche, ist im Handel in Röhren sehr verschiedener Länge und Dicke zu treffen. Auch der Durchmesser der Rinde wechselt aufserordentlich, da sowohl die Rinde dünner Zweige wie die dicker gesammelt wird. Bei den dünnsten mir vorliegenden Stücken hatte die Rinde eine Dicke von 1 mm, bei den dicksten mafs sie 6 mm. Die dünnen Rindenstücke sind aufsen hellgrau bis bräunlich und ziemlich glatt, die dickeren braun mit abblätternder Korkschicht, die dicksten warzig und zerklüftet. An den Stellen, wo der Kork abgeblättert ist, erscheint die Rinde heller, meist grau. Die Innenseite ist grobstreifig, gelblich-grau bis bräunlich. Die Rinde bricht in den äufseren Partien infolge der Bastfasern faserig, in den inneren grobkörnig.

Schon bei den dünnsten Rindenstücken von 1 mm Dicke ist die sekundäre Rinde ausgebildet. Sie sind bedeckt mit einem mehrreihigen typischen Kork. Auf das Phellogen folgt ein schmales Phelloderm, dann die primäre Rinde, deren äufsere Schichten kollenchymatisch sind, deren innere Milchröhren und grofse Oxalatdrusen führen. Nach Innen zu ist die primäre Rinde durch einen lockeren Kreis von vielgliedrigen Bastbündeln abgeschlossen. In der sekundären Rinde sind Sclereiden noch nicht zu bemerken, wohl aber reichlich kleine Oxalatdrusen.

Dickere Rindenstücke von 1,5 mm Durchmesser zeigen in der sekundären Rinde bereits reichlich Sclereiden und in ganz dicken Stücken ist die ganze sekundäre Rinde, besonders die äufseren Teile derselben, mit Sclereidennestern durchsetzt (Fig. 3, *scl*).

Den Abbildungen ist im allgemeinen eine Rinde mittlerer Dicke zu Grunde gelegt.

Das Lupenbild des Querschnittes (Fig. 3) zeigt zu äufserst den schmalen braunen Kork (*k*), dann folgt die helle primäre Rinde (*pR*), dann der lockere Kranz heller Bastbündel (*B*). In der sekundären Rinde sieht man als gelbe Inseln die Sclereidengruppen (*scl*), der innerste Teil ist zart radial gestreift.

Der Kork, der schon bei jüngeren Ästen mehrreihig ist, wird bei älteren durch reichliche Teilungen im Phellogen sehr stark vermehrt, so dafs er dann eine dicke, bisweilen Schichtung zeigende, vielreihige Schicht bildet (Fig. 1, *K*, Fig. 6, *K*). Die Korkzellen sind dünnwandig und besitzen die typische Tafelform, von der Fläche gesehen sind sie polyedrisch (Fig. 15).

Nach Innen zu bildet das Phellogen anfangs nur einige wenige Schichten Phelloderm (*pd* in Fig. 1 u. 6). Diese Phellodermbildung nimmt aber, wenn die Rinde älter wird, etwas zu, so dafs man bisweilen eine ziemlich dicke Schicht Phelloderm findet (meist aber nur 3—5 Reihen). Die Phellodermzellen sind nicht sehr dickwandig, im Querschnitt (Fig. 1) quadratisch oder tangential gestreckt, im radialen Längsschnitt (Fig. 6, *pd*) rundlich oder etwas längsgestreckt, im tangentialen Längsschnitt (Fig. 16) rundlich-eckig und getüpfelt. Sie führen meist einen wohlausgebildeten, prismatischen oder rhomboedrischen Kalkoxalatkristall (*kr*, Fig. 1, 6, 16), der in einer Tasche steckt.

Im Kork findet man sowohl bei jüngeren wie bei älteren Rinden kleine, meist rundliche Korkhöckerchen. Dieselben repräsentieren zwei verschiedene Bildungen. Die einen sind echte Lenticellen (*lent*, Fig. 3) und entstehen wie diese. Sie führen reichlich dünnwandige, abgerundete Füllzellen. Die anderen sind Schuppenborkebildungen. Sie entstehen dadurch, dafs durch eine schalenförmig nach Innen einspringende Phellogenzone circumscripte Partien der primären Rinde abgeschnürt und aus dem Saftverkehr ausgeschaltet werden. Man findet in ihnen daher nicht nur Phelloderm, sondern auch Partien des subepidermalen Kollenchyms, von dem sogleich die Rede sein wird. Durch diese lokale Schuppenborkebildung werden also Randschichten der primären Rinde abgestossen.

Auf der Oberfläche des Korkes finden sich bisweilen Flechten der Abteilung der Graphideen.

Unter dem Phelloderm folgt dann eine Schicht kollenchymatisch verdickter Zellen (*col*, Fig. 1. u. 6), als Verstärkung des Phelloderms und dann das normale dünnwandigere Parenchym der primären Rinde. Dasselbe ist erfüllt mit Stärkekörnern. Da und dort finden sich Oxalatzellen eingestreut, die eine grofse, oft 40—50 mik messende Druse führen (*kr*, Fig. 1, 6, 7). Diese Drusen zeigen bald die Gestalt von Fig. 5, bald die von Fig. 5a. In diesem Gewebe verlaufen auch einige Milchröhren, aber meist nur solche von geringem Querschnitt und dicker Wand (*Mi*, Fig. 1 u. 7). Dieselben gleichen denen der sekundären Rinde.

Nach Innen zu wird diese Schicht abgeschlossen durch eine Reihe stark tangential gestreckter Zellen (*pc*, Fig. 1). Es ist dies das Perikambium (der Pericycle).

Innerhalb des Pericycle folgt dann die Rindenschicht, welche die Bastbündel (*B* in Fig. 1 u. 7) führt. Diese Bastbündel liegen bei jungen Rinden ziemlich dicht bei einander, sind individuenreich und bilden einen breiten Gürtel. Infolge des Dickenwachstums werden diese Bündel nicht nur auseinander gedrängt, sondern sogar zersprengt, so dafs bei älteren Rinden (Fig. 1) an ihrer Stelle eine an Bastzellen reiche, aber an gröfseren Bastzellbündeln arme Zone liegt. Die Bastzellen sind im Querschnitt rundlich oder polyedrisch, selten gestrecktbandförmig, sie sind sehr langgestreckt und sehr stark verdickt. Ihr Durchmesser beträgt 15—35 mik. Selten legen sich an die Bastbündel Sclereidengruppen an. In dieser Zone finden sich reichlich auch Milchröhren (*Mi*, Fig. 1) und Oxalatdrusen führende Zellen. Das Parenchym besteht hier aus sehr wenig verdickten rundlichen Zellen (Fig. 1 u. 7), die Stärke führen.

Dann folgt im äufseren Teile der sekundären Rinde die Sclereidenzone (*scl*, Fig. 1 u. 8). Dieselbe fehlt jungen Rinden. Die Sclereiden entstehen nämlich nachträglich durch Sclerose von Parenchymzellen an der Grenze der Innenrinde. Die Sclereiden sind von sehr verschiedener Gestalt, bald rundlich, bald gestreckt, und zwar bald tangential- bald radialgestreckt (*scl*, Fig. 1, 8, 14), meist stark verdickt und reich getüpfelt. Die Tüpfel sind einfache. Die oft gelblich erscheinende Membran zeigt Schichtung. Der Durchmesser der Sclereiden erreicht nicht selten 100 mik. Meist sind die Sclereiden zu (in der Längsrichtung der Rinde gestreckten) Gruppen, sogenannten Sclereidennestern, vereinigt. Im Lupenbilde erscheinen sie wie gelbe eingesprengte Körner (Fig. 3). Bis zu diesen Sclereidennestern reichen die Rindenstrahlen, die die sekundäre Rinde in radialer Richtung durchschneiden und die zarte Radialstreifung der inneren Schichten bedingen (Fig. 3). Diese Rindenstrahlen (*rst*, Fig. 1, 2, 8, 9, 11, 13) sind meist einreihig (selten zweireihig) und erscheinen dem umgebenden Gewebe gegenüber relativ dünnwandig. Ihre Höhe die auf tangentialen Längsschnitten zu ermitteln ist, schwankt sehr. Viele sind 8—12 Zellen hoch, doch steigt die Höhe bisweilen auf 30—40 Zellen. Im radialen Längsschnitte bieten sie das bekannte Bild des Mauerparenchyms (Fig. 8, *rst*). Auf dem tangentialen Längsschnitte erscheinen ihre Enden zugespitzt (Fig. 9 u. 11, *rst*). Bei jungen Rinden führen die Zellen der Rindenstrahlen Stärke, bei älteren meist eine oder zwei Kalkoxalatdrusen, deren Vorkommen in der Innenrinde sogar oftmals auf diese Zellen beschränkt ist. Die Drusen stecken in Taschen, wie dies bei den Oxalatkristallen die Regel ist. Diese Taschen (*ta*, Fig. 5b) sind bei den Drusen der primären Rinde noch besser zu sehen, besonders wenn man mit H Cl die Kristalle löst.

Zwischen den Rindenstrahlen liegt dann der eigentliche Siebteil der Rinde. Derselbe besteht aus drei Elementen: aus Siebröhren und Kambiform, Phloemparenchym und Milchröhren.

Die Siebröhren sind sehr zahlreich vertreten und ziemlich weit (*s*, Fig. 2). Auf dem Tangentialschnitte erscheinen sie als weite Röhren (*s*, Fig. 9, 10, 11, 12) und hier sieht man auch die Siebplatten, die entweder nur wenig geneigt stehen oder stärkere Neigungen zeigen. Die Siebplatten sind in Oberflächenansicht besonders auf tangentialen Längsschnitten deutlich (Fig. 10, 12). Sie sind durch Siebporen-freie Partien oft in mehrere Abschnitte geteilt, so dafs man meist 2—4 gesonderte Siebplatten bemerkt (Fig. 11, 9b). Die Siebporen sind sehr klein. Die Weite der Siebröhren beträgt meist 40—45 mik. Die Siebröhren der Condurangorinde eignen sich gut zur Demonstration des Baues der Siebröhren im Praktikum. Man wählt Tangentialschnitte.

In den äufseren Teilen der sekundären Rinde obliterieren die Siebstränge oft zu sogenannten Keratenchymbändern (*obl* und *s*, in Fig. 2, vergl. auch Fig. 613 in der Angew. Anatomie). Es bleibt dann nur der innerste Teil der Rinde leitend. Kambiform und Phloemparenchym treten stark zurück, dagegen nehmen die Milchröhren auch in der sekundären Rinde einen ziemlich breiten Raum ein.

Diese Milchröhren (*Mi*, Fig. 1, 2, 7, 13), die in grofser Zahl besonders die sekundäre Rinde durchziehen, aber auch der primären nicht fehlen, gehören zu den einfachen oder ungegliederten (Angew. Anatomie S. 526). Sie sind demgemäfs aufserordentlich lang. Bisweilen sind sie gegabelt (Fig. 13). Ihre Wand ist (besonders bei älteren Rinden) ziemlich dick und quillt stark in Wasser und Chloral, dann deutliche Schichtung zeigend. Sie enthalten eine körnige Masse (Fig. 7 u. 13), die Alkanna speichert und haben einen Durchmesser von 40—60 mik. Ihr Inhalt löst sich zum Teil in Alkohol, die ungelöst bleibenden Guttaperchakörnchen und Stäbchen löst alsdann Chloroform, die schliefslich zurückbleibende wabige Grundsubstanz wird durch Jod gelb gefärbt, ist also wohl Plasma. Besonders in der Umgebung der Milch-

röhren finden sich Keratenchymbänder (Angew. Anatomie Fig. 613).

Bei älteren Rinden finden sich auch in den inneren Schichten der Innenrinde Sclereiden und Sclereidennester; durch Sclerose von Phloemparenchym entstanden.

Die Stärkekörner der Rinde (*stä*, Fig. 1 u. 4) sind bald einfach bald zu mehreren zusammengesetzt. Ihre Gröfse beträgt 8—15 mik. Die gröfsten sind fast genau rund.

Die die Wirkung der Rinde bedingenden Glycoside scheinen in den Milchröhren ihren Sitz zu haben.

Das Pulver.

Im Pulver prävaliert die Stärke. Im Chloralpräparat sieht man dann alle Elemente der Rinde. Besonders auffällig treten die Sclereiden, einzeln und zu Gruppen vereinigt, hervor, neben den langen Bastfasern, aber auch Milchröhren sind deutlich, leicht an dem körnigen Inhalte kenntlich; ferner das Kollenchym der primären Rinde, Korkfragmente und Oxalatdrusen, die beim Pulvern freilich oft zertrümmert werden. Allenthalben finden sich Parenchymfetzen.

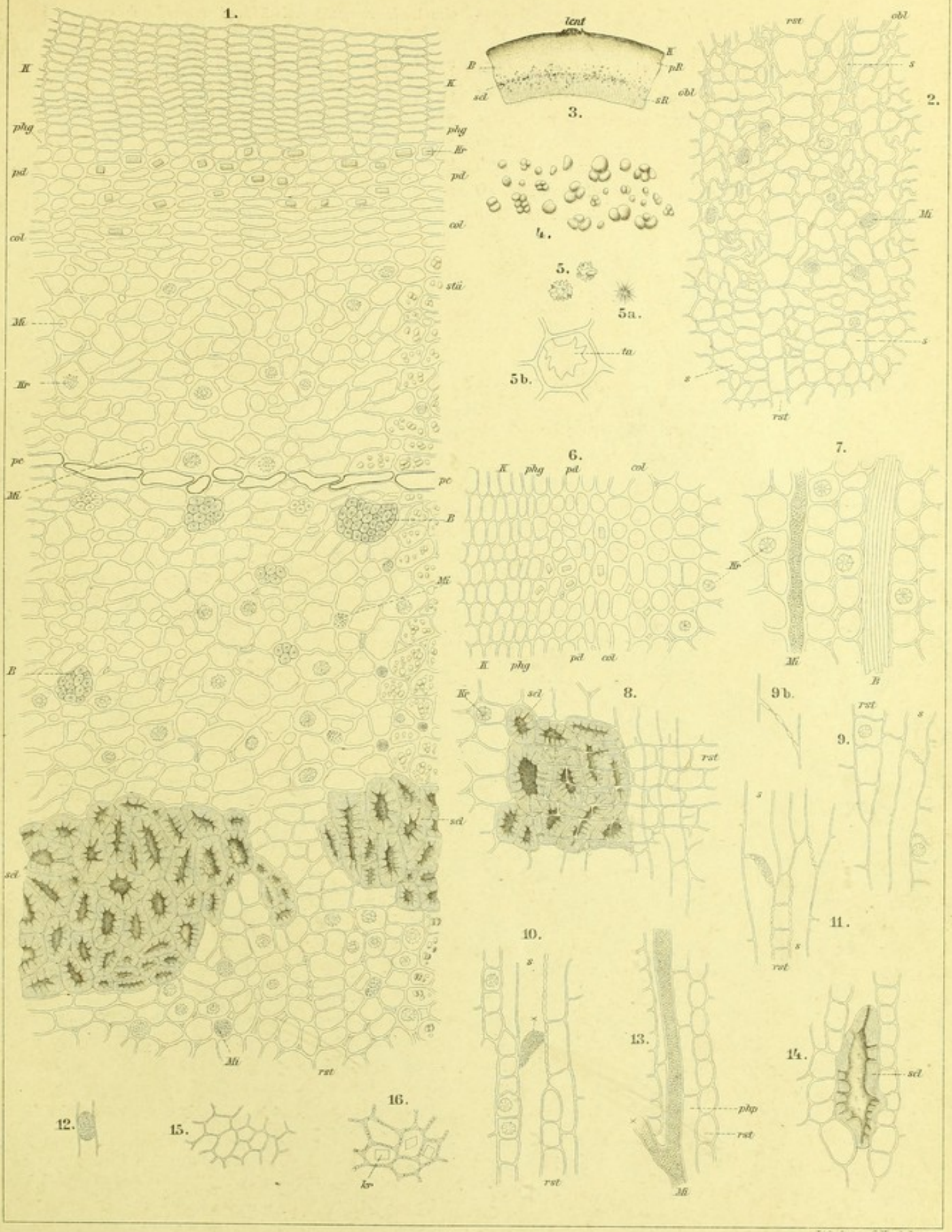
Tafel 61.

Erklärung der Abbildungen.

(Gonolobus Condurango Triana.)

Fig. 1. Querschnitt durch die Randschicht der Condurangorinde vom Kork bis zu den äufseren Partien der sekundären Rinde.
„ 2. Querschnitt durch die inneren Partien der sekundären Rinde.
„ 3 Lupenbild des Rindenquerschnittes.
„ 4. Stärkekörner der Rinde.
„ 5 und 5a. Kalkoxalatdrusen.
„ 5b. Oxalattasche aus der primären Rinde.
„ 6. Radialer Längsschnitt durch die Randschicht der Rinde: Kork, Phelloderm und Kollenchym.
„ 7. Radialer Längsschnitt durch die weiter innen liegende Partie in der Nähe der Bastzellbündel (*B*).
Fig 8. Radialer Längsschnitt durch die Partie der Rindenstrahlen in der Nähe der Sclereidennester (*scl*).
„ 9—16. Aus tangentialen Längsschnitten.
„ 9—11. Siebröhren mit Rindenstrahl.
„ 9b. Siebplatte quer durchschnitten.
„ 12. „ von der Fläche.
„ 13. Milchröhre und Rindenstrahl, dazwischen Phloemparenchym.
„ 14. Sclereide.
„ 15. Kork von aufsen.
„ 16. Phellogen aus dem Tangentialschnitt.

Condurango.



Lith. Anst. v. C. Kirst, Leipzig

Flores Arnicae.

Wolferleiblumen, Wohlverleihblüten, Fallkrautblumen, Fleurs d'Arnica, Arnica Flowers.

Die Arnicablüten sind die Blütenkörbe von Arnica montana L., einer nur im Norden in die Ebene herabsteigenden Gebirgspflanze.

Die Blütenkörbe werden bald ganz benutzt, bald wird der Blütenboden abgelöst und nur die Blüten allein gelangen in den Handel.

Die Blütenkörbe (Fig. 1) sind ziemlich grofs. Sie messen im Durchmesser circa 10 mm. Das Hochblattinvolucrum, der Hüllkelch (*hb*, Fig. 1) umhüllt das Ganze wie ein Becher. Er umschliefst meist 14—20 (10—23) weibliche zungenförmige Randblüten (Fig. 1 *r*, u. 2) und zahlreiche hermaphrodite Scheibenblüten (*sch*, Fig. 1, Fig. 3 u. 4), die beide auf dem ziemlich flachen, soliden Blütenboden (*blb*, Fig. 1) sitzen.

Der Blütenboden zeigt bei der blühenden Pflanze fast keine Wölbung. Erst nach dem Abblühen wölbt er sich kugelig hervor und giebt der abgeblühten Inflorescenz den eigenartigen Charakter. Löst man die Blüten ab, so erscheint er grubig punktiert und dicht behaart.

Der Hüllkelch besteht aus 20—24 fast gleichlangen, lanzettlichen und zugespitzten Hochblättern, die in zwei Reihen angeordnet sind, zur Blütezeit glockenförmig die Blütengruppe behüllen, nach dem Abblühen aber sich zurückschlagen, so dafs sie dann nach unten gerichtet sind und der nunmehr stark gewölbte Blütenboden frei hervortritt. Die Hüllkelchblätter sind grün, nach oben hin oft violett gefärbt. Sie sind über die ganze Fläche reich behaart.

Die zungenförmigen weiblichen Randblüten (*r*, Fig. 1) sind zygomorphe Strahlblüten und umgeben als einfacher Kranz die Scheibe. Sie besitzen einen dünnen schlanken, mit nach oben gerichteten Haaren dicht besetzten schwach vier- bis fünfkantigen Fruchtknoten (*fk*, Fig. 2). Die Basis der Kronenröhre umgiebt ein dichter Kranz von Pappusborsten (*Pp*) — der metamorphosierte Kelch der Blüte. Die gelbe Corolle ist unten röhrig und behaart, geht aber bald in eine circa 8 mm breite gelbe Fahne über, die an ihrem Ende dreizähnig ist (Fig. 2) und meist von acht (bis zwölf) Nerven durchzogen wird. Aus der Kronenröhre ragt etwas der fadenförmige Griffel mit der zweischenkligen Narbe (*Na*, Fig. 2) hervor. Das Androeceum fehlt ganz oder ist staminodial und dann in Form cylindrischer oder keuliger Zotten wahrzunehmen.

Die zahlreichen (circa 50) hermaphroditen Scheibenblüten sind actinomorph und ebenso lang wie die Hüllkelchblätter (Fig. 1). Auf schlankem, dicht behaartem Fruchtknoten (*fk*, Fig. 3 u. 4) sitzt die ebenfalls sehr schlanke gamopetale, gelbe Corolle. Unten eng und röhrig, erweitert sich dieselbe etwa auf halber Höhe, dort wo die Stamina inseriert sind, und läuft in fünf dreieckige, flach ausgebreitete oder etwas zurückgeschlagene Zipfel aus (Fig. 3 u. 4). Sie ist gleichfalls aufsen behaart, besonders im unteren Teile. An der Basis der Corolle sitzt auch hier ein vielgliedriger borstiger Pappus. Die Filamente der fünf Stamina tragen langgestreckte, aus der Blüte etwas hervorragende Antheren, die ebenso lang wie das Filament sind, oben in eine kegelförmige Connectivspitze und unten in zwei Zipfel auslaufen. Der lange Griffel wird an seiner Basis von einem rundlichen Diskus (*Dis*, Fig. 4 u. 24) umgeben und läuft in eine zweischenklige Narbe mit zurückgekrümmten Schenkeln aus (*Na*, Fig. 4), die aus der Blüte hervorragt. Das anatrope Ovulum ist gleichfalls stark in die Länge gestreckt.

Der Bau der Randblüten ist einfach. Die Fahne besteht nur aus wenigen Zellschichten. Die Epidermis der Oberseite (*Epo*, Fig. 13) wird gebildet aus etwas papillös vorgewölbten, im Querschnitte kegelförmigen, in der Flächenansicht (Fig. 14) isodiametrischen Zellen, deren Kuticula eine zarte, gegen die Kegelspitze gerichtete oder längsverlaufende Streifung (Faltung) zeigt (Fig. 14). Das Mesophyll (*mes*, Fig. 13) ist zartzellig und reich durchlüftet und wird der Regel nach von acht zarten Bündelchen (*gfb*, Fig. 13) durchzogen, die mehrere Spiralgefäfse führen. Bisweilen gabeln sich diese Bündel, so dafs zehn, elf oder zwölf Nerven zu zählen sind. Die Epidermis der Unterseite besteht aus im Querschnitte ziemlich hohen Zellen (*Epu*, Fig. 13), die, von der Fläche gesehen, längsgestreckt erscheinen und deren Kuticula gleichfalls eine zarte Längsstreifung zeigt (Fig. 15, *Epu*), die aber viel weniger deutlich ist, als die Kuticularfaltung der Oberseite. Über den Nerven finden sich in nicht sehr grosser Zahl zwei Arten Trichome, die einen sind lange mehrzellige, aber einreihige Haare (*t*, Fig. 15) mit grofser Basalzelle (*t*, Fig. 13) und meist langer Endzelle. Sie sind oft gegen die Spitze der Fahne gerichtet. Die anderen sind Öldrüsen der typischen Compositenform (Angew. Anatomie S. 467 und Tafel 2), d. h. sie bestehen aus zwei Reihen Zellen mit terminalem Sezernierungszellenpaar (*oed*, Fig. 15). Von der Seite gesehen, geben sie das in Fig. 13a wiedergegebene Bild, von oben betrachtet erscheinen sie wie bei *oed* (Fig. 15) dargestellt.

An der Röhre der Randblüten, die im allgemeinen den gleichen Bau besitzt wie die Fahne, sind die Haare in viel gröfserer Zahl vorhanden, besonders die einreihigen Trichome sind sehr zahlreich und stehen dicht gedrängt. Zwischen ihnen bemerkt man nur wenige Öldrüsenhaare.

Der Bau des Fruchtknotens, des Pappus und des Griffels gleicht dem der entsprechenden Teile der Scheibenblüten und wird bei diesen beschrieben werden.

Die Scheibenblüten besitzen eine Corolle, deren Dicke ziemlich erheblich differiert. Durchschneidet man sie im oberen Teile bei γ (Fig. 4), so bietet sie das in Fig. 9 dargestellte Bild. Ihr Bau ist hier sehr einfach. Oft besteht das Kronenblatt hier nur aus den beiden Epidermen (Fig. 16), zwischen die sich nur höchstens eine Zellschicht einschiebt. Nur bei den Nerven (*gfb*, Fig. 16) ist das Blatt etwas dicker. Die Epidermis der Innenseite besteht aus im Querschnitte hohen Zellen (*Epi*, Fig. 16), die von der Fläche betrachtet (Fig. 21) gestreckt und schwach wellig erscheinen. Die Epidermis der Aufsenseite, im Querschnitte (*Epa*, Fig. 16) der Epidermis der Innenseite ähnlich, zeigt, von der Fläche betrachtet (Fig. 22), starke wellige Konturen, da und dort finden sich Stomata (*st*, Fig. 22) und Haare, sowohl typische einreihige, wie auch Öldrüsen (*oed*, Fig. 22). Weiter unten, in der Nähe der Anheftung der Stamina (bei β, Fig. 4) ist die Corolle schon etwas dicker (Fig. 10) und an der Aufsenseite stark behaart. Zwischen den beiden Epidermen (*Epi* und *Epa*, Fig. 17) liegen mehrere Reihen zarter Mesophyllzellen. Noch weiter unten (bei α, Fig. 4), wo nur der Griffel (*grf*, Fig. 11) durch den Schnitt getroffen wird, ist die Corolle sehr dick (Fig. 11). Deutlich tritt hier die Verwachsung aus fünf Blättern hervor. Die innere Epidermis (*Epi*, Fig. 18) trägt auch hier keine Haare, wohl aber finden sich auf der Epidermis der Aufsenseite (*Epa*, Fig. 18) Haare beiderlei Art reichlich (*t* und *oed*, Fig. 18 u. 23 und Fig. 19). Das Mesophyll ist ein kleinzelliges Parenchym rundlicher Zellen (*mes*), das von den fünf Bündeln (*gfb*) durchzogen wird. Die Epidermiszellen der Aufsenseite sind stark gestreckt (Fig. 23). An der Spitze läuft die Corolle in fünf etwas zurückgeschlagene Zipfel aus. Dieselben sind dreieckig und tragen auf der zurückgeschlagenen Ober- (also Innen-) Seite (*Pap*, Fig. 4) eine grofse Zahl ziemlich ansehnlicher, dicht nebeneinander liegender keuliger Papillen (*Pap*, Fig. 20). Für gewöhnlich ist dort jede Epidermiszelle in eine solche lange Papille ausgezogen. Diese Papillen fehlen der Unter- (Aufsen-) Seite und sind reichlich auch nur an der Spitze der Zipfel zu finden. Fünf Nervenbündel (*gfb* in Fig. 9 u. 10 und Fig. 16) durchziehen die Corolle in ihrem oberen Teile (von β an aufwärts). Dieselben laufen zwischen den Zipfeln und anastomosieren mit kegelförmigen Anastomosen in den Zipfeln (Fig. 20). Unterhalb der Insertionsstelle der Filamente bemerkt man im Mesophyll der Corolle zehn Bündel in fünf Phalangen. Je zwei Bündel liegen dicht hintereinander (*gfb* u. gfb_1, Fig. 11 u. 18). Die der Innenseite der Corollenröhre genäherten Bündel (gfb_2, Fig. 11 u. 18) dieses Zwillingspaares treten in die Filamente aus, die der Aufsenseite genäherten (*gfb*, Fig. 11 u. 18) in die obere Corolle. Die die gelbe Farbe bedingenden gelben Chromatophoren liegen vorwiegend in den Epidermiszellen der Corolle, fehlen aber besonders im oberen Teile der Corolle auch den inneren Schichten nicht.

Die etwa in halber Höhe der Corollenröhre, dort wo sich dieselbe erweitert, inserierten Stamina (Fig. 4) besitzen ein Filament, das im Querschnitte oval ist (Fig. 9 u. 10), aus dünnem Parenchym besteht und von einem centralen Bündel durchzogen wird (Fig. 8, *gfb*). Im oberen, inneren Teile sind die Epidermiszellen in ähnlicher Weise, wie dies bei den Flor. chamomillae (Tafel 2) beschrieben wurde, ausgebildet. Auch der Bau der Anthere ist dem der Kamillenantheren (Tafel 2, Fig. 17 u. 18) ähnlich. Das Gleiche gilt von den Pollenkörnern (Fig. 12), die auch hier eine grobstachelige Exine und drei Austrittsstellen für den Pollenschlauch besitzen.

Der Griffel wird an seiner Basis von einem wulstigen Discus umgeben (*Dis*, Fig. 4), der aus kleinzelligem Parenchym besteht (*Dis*, Fig. 24). Im übrigen besteht er aus gewöhnlichem dünnwandigem Parenchym. In der Mitte liegt das leitende Gewebe, die Tela conductrix (*l*, Fig. 7). Beiderseits davon laufen zwei zarte Bündel (*gfb*, Fig. 7). Die Epidermis führt gelbe Chromatophoren. Nach oben hin läuft der Griffel in zwei grofse, zurückgerollte Narben aus (Fig. 2, 3, 4, 5), die besonders an der Spitze dicht besetzt sind mit zahlreichen, spiefsigen Narbenpapillen (*Pap*, Fig. 5), zwischen denen man regelmäfsig einige eingefangene Pollenkörner (*Pol*, Fig. 5) findet. Zwischen der Papillenzone und der Gabelungsstelle ist die Narbe auf der Innenseite fein warzig (×, Fig. 5). Dort liegt ein dichtes Epithel schmaler, palissadenartig gestreckter Epidermiszellen, die an der Spitze oft in kurze papillöse Vorstülpungen auslaufen.

Verfolgt man das leitende Gewebe des Griffels nach unten, so sieht man, dafs sich dasselbe beim Eintritt in die Fruchtknotenhöhle in zwei Arme gabelt, die an gegenüberliegenden Stellen der Fruchtknotenwand und zwar an der inneren Grenze derselben als zwei zarte Leisten herablaufen (*l* u. l_1, Fig. 25 u. 27). Diese Leisten zeigen ganz den gleichen Bau wie die Tela conductrix oben: es sind Gruppen kollenchymatisch verdickter Zellen mit hellen Wänden.

Der Bau der Fruchtknotenwand ist interessant. Die Epidermis (*Ep*, Fig. 25) trägt zweierlei Haare. Zunächst Öldrüsen (*oed*, Fig. 24) in grofser Zahl und dann eigenartige Zwillingshaare, die den übrigen Blütenteilen fehlen (t_1, Fig. 24). Es sind dies zweizellige Haare, die oben in eine zweispiefsige Spitze auslaufen. Die trennende Wand ist reich getüpfelt (*tpf*, Fig. 24). Diese Haare sind am Fruchtknoten schräg aufwärts gerichtet (Fig. 24) und heften die Frucht am Boden fest. Unter der Epidermis folgt dann eine Zellreihe inhaltsreichen Parenchyms (×, Fig. 24 u. 25). Dann stöfst man auf einen Intercellularspalt und dann auf eine Bastzellzone, die 2—4 Zellen breit ist (*B* Fig. 24 u. 25) und bisweilen Unterbrechungen zeigt. Die Zellen dieser Zone sind nicht sehr stark verdickte Bastzellen mit spitzen Enden (Fig. 24). Die äufserste Reihe zeigt an der gegen die Epidermis ge-

richteten Seite eigentümliche zapfenförmige Ausstülpungen der Wand, sogen. centripetale Wandverdickungen (*y*, Fig. 24 u. 25), die bisweilen durch den Intercellularspalt hindurch bis zur Innenwand der Parenchymzellreihe reichen. Zwischen der Bastzellzone und der Parenchymzellreihe findet sich in dem Intercellularspalte ein eigentümliches braunschwarzes, in Alkohol, Wasser, Chloral unlösliches Sekret (*sc*, Fig. 24, 25, 26, 27), das oft den ganzen Intercellularraum erfüllt und von der Fläche betrachtet (Fig. 26) merkwürdige, dendritisch verzweigte Bildungen darstellt, die der Flächenansicht des Fruchtknotens ein höchst charakteristisches Aussehn geben. Aber auch auf Quer- und Radialschnitten (Fig. 24, 25, 27) tritt dies braune Sekret deutlich hervor. Ich habe nur wenige Blüten gefunden, denen es fehlte. Es bevorzugt in seiner Lage die Stellen über den Gefäfsbündeln. Gegen die Reife hin wird es stark vermehrt, so dass die reife Frucht (Achaene) braunschwarz erscheint.

Auf die Bastzellschicht folgt dünnwandiges, die zehn (fünf grofse und fünf kleine), den Bastzellen angelagerten Bündel führendes lückiges Parenchym und dann sehr reich durchlüftetes, grofse Intercellularen führendes Gewebe. Die innere Epidermis pflegt obliteriert zu sein. An sie setzen sich die Stränge der Tela conductrix an (*l*, Fig. 25).

Der Bau der Fruchtknotenwand ist überhaupt bei den Compositen vorzüglich diagnostisch zu verwerten. Während alle anderen Teile der Blüte bei den Compositen viel übereinstimmendes haben, ist die Fruchtknotenwand meist sehr verschieden gebaut. Man vergleiche nur z. B. Arnica mit Matricaria und Chrysanthemum.

In dem sehr langen und schlanken Fruchtknoten sitzt, der Basis angeheftet, aber nicht die ganze Höhlung ausfüllend ein sehr langes und schlankes anatropes Ovulum (*ov*, Fig. 4).

Dort, wo der Griffel der Fruchtknotenspitze aufsitzt und die Corolle inseriert ist, entspringt nun auch der Kranz von Pappusborsten (*Pap*, Fig. 24), der, zur Blütezeit anliegend (Fig. 2, 3, 4), zur Zeit der Fruchtreife schirmartig absteht und so als Flugapparat für die Früchte dient. Der Pappus ist der metamorphosierte Kelch der Blüte. Er macht einen quantitativ recht beträchtlichen Teil der Droge aus, ihm verdankt sie die graue Farbe. Die Pappusborsten sind etwa so lang als der enge Teil der Corollenröhre (Fig. 4) und schief aufwärts gerichtet. Jede Pappusborste ist eigentlich nur ein Bündel von Haaren, die in ihren basalen Teilen miteinander verwachsen sind, mit ihren Spitzen aber frei herausragen (*Pap*, Fig. 24). Durchschneidet man eine Pappusborste quer (Fig. 6), so findet man daher nur ein Konglomerat von rundlichen Zellen mit kreisförmigem Querschnitte.

Die Hüllkelchblätter des Hochblattinvolucrums (*hb*, Fig. 1) besitzen eine haar- und spaltöffnungsfreie innere (obere) Epidermis (*Epi*, Fig. 28), deren Zellen, von der Fläche betrachtet, gestreckt erscheinen (Fig. 30) und wellige Verbiegungen zeigen und eine Spaltöffnungen (*st*, Fig. 28) und Haare (*t*, Fig. 28) tragende äufsere (untere) Epidermis, deren Zellen kurz und wellig verbogen sind (Fig. 29). Die Haare der Hüllkelchblätter sind zweierlei Art. Einige gleichen den Haaren der Corolle (Fig. 15 u. 19), andere sind langgestielte Köpfchenhaare mit vielzelligem Köpfchen (Fig. 29, *t* u. 31).

Wir finden also bei den Arnicablütenkörben nicht weniger als sechs Haarformen: Zwillingshaare am Fruchtknoten (t_z, Fig. 24), Reihenhaare (Fig. 19) an der Corolle, den Hüllkelchblättern und dem Blütenboden, Öldrüsen (Fig. 15, *oed*) an der Corolle und dem Fruchtknoten, Köpfchenhaare (*t*, Fig. 29) an den Hüllkelchblättern und der Aufsenseite des Receptaculums, Pappushaare (*Pap*, Fig. 24) und Narbenpapillen. Das Mesophyll der Hüllkelchblätter ist reich durchlüftet (*mes*, Fig. 28) und führt die Nervenbündel.

Der Blütenboden (*blb*, Fig. 1) besteht hauptsächlich aus einem reich durchlüfteten Sternparenchym. An der Aufsenseite trägt er reichlich sehr lange Reihenhaare und langgestielte Köpfchenhaare. Die blütentragende flache Oberseite des Blütenbodens zeigt zahlreiche Gruben und in diesen Gruben sitzen die Blüten, ziemlich fest eingefügt. Von dem unter der Blüteninsertionsstelle horizontal streichenden Bündelstamme treten je ein starker Ast in je eine Blüte ein. Die zwischen den Gruben liegenden Partien sind mit geraden steifen, wenigzelligen, oft stark verdickten, borstigen Reihenhaaren dicht besetzt.

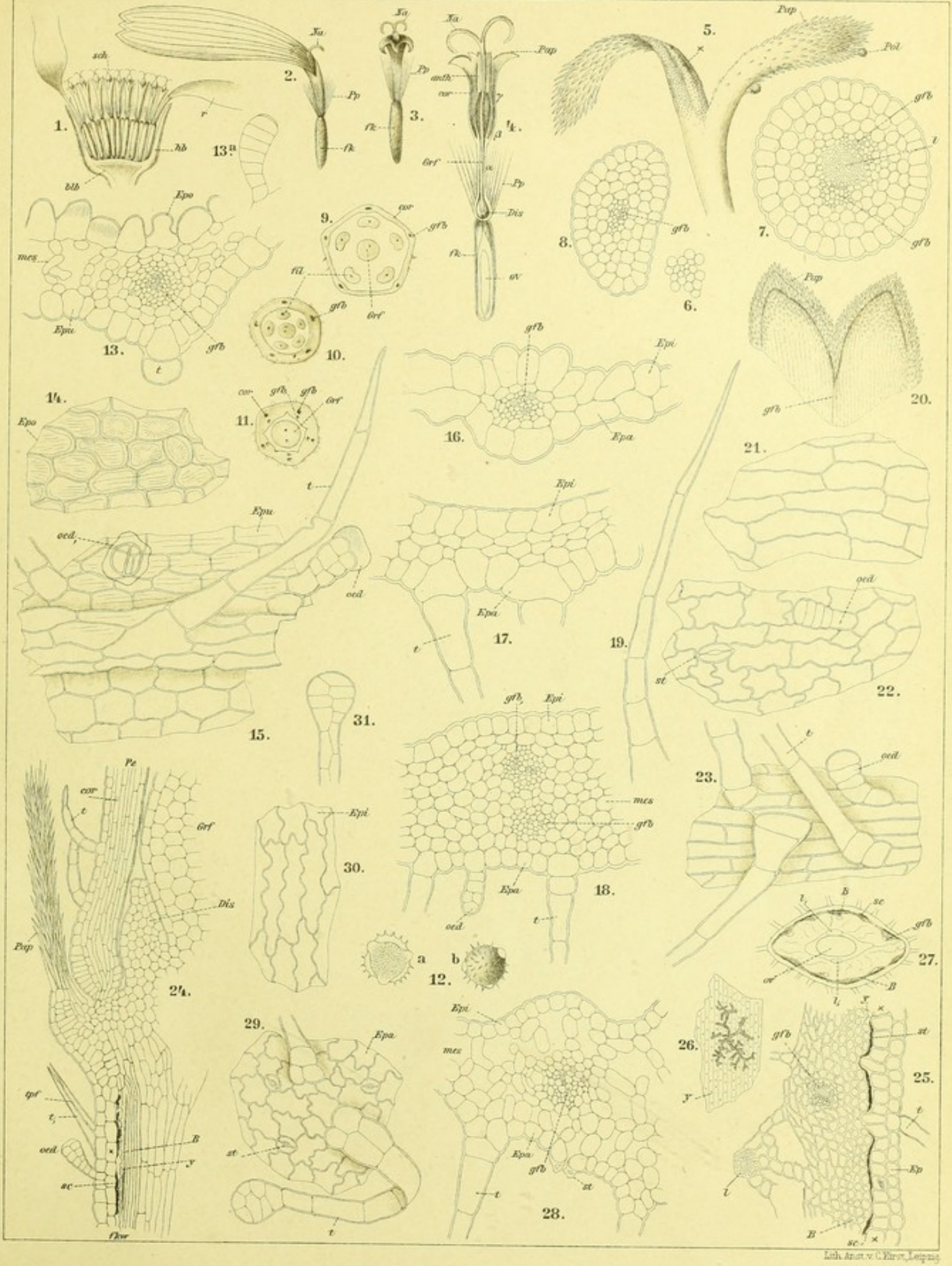
In dem Blütenboden findet man nicht selten die 3 mm langen, fast schwarzen, kegelförmigen Larven von Trypeta arnicivora Loew, einer Bohrfliege. Daher schreiben einige Pharmakopoen (z. B. die Pharm. germanica und helvetica) vor, dafs nur die Blüten, nicht die Blütenböden zu verwenden sind.

Tafel 62.

Erklärung der Abbildungen.

(Arnica montana L.)

Fig. 1. Längsschnitt durch ein Blütenkörbchen.
„ 2. Weibliche Randblüte.
„ 3. Hermaphrodite Scheibenblüte.
„ 4. Scheibenblüte längsdurchschnitten.
„ 5. Die beiden Narbenschenkel der Scheibenblüte.
„ 6. Querschnitt durch eine Pappusborste.
„ 7. Querschnitt durch den Griffel der Scheibenblüte.
„ 8. Querschnitt durch ein Filament der Scheibenblüte.
„ 9—11. Querschnitt durch die Corolle der Scheibenblüte in verschiedenen Höhen. Lupenbilder.
„ 9. Querschnitt oben bei γ, Fig. 4.
„ 10. Querschnitt in der Mitte bei β, Fig. 4.
„ 11. Querschnitt unten bei α, Fig. 4.
„ 12a. Pollenkorn im Durchschnitt.
„ 12b. Pollenkorn von aufsen.
„ 13. Querschnitt durch die Zunge einer Randblüte.
„ 13a. Öldrüse einer Randblüte.
„ 14. Flächenansicht der oberen Epidermis der Zunge einer Randblüte.
„ 15. Flächenansicht der unteren Epidermis der Zunge einer Randblüte.
„ 16. Querschnitt durch den oberen Teil der Röhre einer Scheibenblüte.
„ 17. Querschnitt durch den mittleren Teil der Röhre einer Scheibenblüte (bei β Fig. 4).
Fig. 18. Querschnitt durch den unteren Teil der Röhre einer Scheibenblüte (bei α, Fig. 4).
„ 19. Reihenhaare von der Corolle.
„ 20. Zwei Zipfel der Corolle einer Scheibenblüte. Von oben (innen) gesehen mit den Papillen.
„ 21. Innere Epidermis der Corolle einer Scheibenblüte, oben (Fig. 16). Flächenansicht.
„ 22. Äufsere Epidermis der Corolle, oben (Fig. 16). Flächenansicht.
„ 23. Äufsere Epidermis des unteren Teiles der Corolle einer Scheibenblüte. Flächenansicht.
„ 24. Längsschnitt durch den Rand einer Scheibenblüte an der Insertionsstelle des Pappus, der Corolle und des Griffels, am Fruchtknotenkopfe. Unten: Längsschnitt durch die Fruchtknotenwand.
„ 25. Querschnitt durch die Fruchtknotenwand.
„ 26. Sekretstern aus der Fruchtknotenwand. Von der Fläche gesehen.
„ 27. Querschnitt durch den Fruchtknoten einer Scheibenblüte. Lupenbild.
„ 28. Querschnitt durch ein Hüllkelchblatt.
„ 29. Äufsere (untere) Epidermis eines Hüllkelchblattes. Von der Fläche gesehen.
„ 30. Innere (obere) Epidermis eines Hüllkelchblattes. Flächenansicht.
„ 31. Köpfchenhaar vom Hüllkelch.



Lith. Anst. v. C. Ehrt, Leipzig.

Fruct. Juniperi.

Baccae juniperi, Wacholderbeeren, Reckolderbeeren, Kaddigbeeren, Baies de Genièvre, Juniper Berries.

Der Wacholder, Juniperus communis L., eine diöcische Cupressinee, die bei uns wild wächst, liefert seine Früchte in den Handel.

Die weiblichen Pflanzen tragen in den Achseln der zu dreizähligen Wirteln vereinigten nadelförmigen Laubblätter (*bl*, Fig. 1), kleine Achselsprofse (1, Fig. 1), an deren Spitze die Ovula sitzen. Bald findet man nur in der Achsel eines, bald in der Achsel zweier oder aller drei Blätter eines Wirtels einen solchen fertilen Achselsprofs. Diese Achselsprofse (Fig. 2 sind kleine Zweiglein, an denen bis neun dreizählige Wirtel kleiner Schuppenblätter (*hbl*, I—IX) sitzen, deren Mesophyll reich durchlüftet, deren Epidermis aber derb ist. Der Basalwirtel pflegt aus längeren, nadelförmigen Blättern zu bestehen (IX, Fig. 2). An der Spitze des Zweigleins bemerkt man die organische Spitze des Sprofses, einen kleinen flachen Kegel (×, Fig. 3). Um diesen herum sind die drei Ovula orientiert. Diese Ovula (*ov*, Fig. 2) sind nackt, d. h. nicht in einen Fruchtknoten eingeschlossen, wie dies bei den Gymnospermen die Regel ist. Sie besitzen nur ein Integument (*i*, Fig. 2 u. 3), das oben an der Mikropyle einen welligen Rand zeigt und meist 6—8 Zellreihen dick ist. Der Mikropylarkanal verengert sich oben meist etwas, erweitert sich aber nach unten bauchförmig. In der basalen Höhlung liegt, dem Grunde angeheftet, der rundlich-kegelige Nucellus (*Nuc*, Fig. 2 u. 3), in dem der Embryosack nur angelegt, nicht ausgebildet ist (*Ems*, Fig. 2). Gegen die Basis des Nucellus hin findet sich nämlich eine Gruppe plasmareicher Zellen, die sich um eine centrale Zelle gruppieren. Die Befruchtung der Ovula erfolgt etwa im Mai oder Juni, wenn die Pollenkörner der männlichen Pflanzen reif sind. Das Pollenkorn, auf die oft etwas muldenförmig vertiefte Spitze des Nucellus auffallend, heftet sich hier fest und treibt einen kurzen Pollenschlauch in das Nucellusgewebe hinein (Fig. 3), der aber bald sein Wachstum einstellt. Infolge dieses Reizes erfolgt nun erst die Ausbildung des Embryosackes. Die vorher erwähnte mittlere, plasmareiche Zelle vergröfsert sich und wird zur Makrospore, d. h. zum Embryosack. Die umgebenden Zellen bleiben klein. In der Makrospore treten dann Teilungen ein, die zur Bildung eines Prothalliums führen, dem wir der Analogie wegen den Namen Endosperm geben können. An der Spitze dieses Prothalliums entstehen 5—10 Archegonien, deren basaler, gröfster Teil als Eizelle bezeichnet werden kann. Auf diese wächst nunmehr, etwa im Juli, der Pollenschlauch zu, legt sich, sich stark verbreiternd, über die Halszellen aller Archegonien und sendet in jede Eizelle einen männlichen Kern, dieser verschmilzt mit dem weiblichen Kerne der Eizelle. Die Befruchtung ist nunmehr vollzogen. Der Tochterkern wandert an die Basis der Eizelle, die kernführende Partie grenzt sich durch eine Wand ab und der so abgegrenzte basale Teil der Eizelle erfährt nunmehr reichliche Teilungen. Ein Teil der Zellen wird zum Embryoträger, ein anderer zur Embryoanlage. In diesem Zustande (Fig. 4) überwintert das Produkt der Befruchtung. Erst im Frühjahre des folgenden Jahres bei Beginn der Vegetationsthätigkeit entwickelt sich dann der Embryo weiter. Zunächst gehen die meisten der Embryoanlagen zu Grunde und nur eine, selten zwei entwickeln sich zu reifen Embryonen. Infolge reichlicher Endospermbildung im Embryosack wird das Nucellargewebe, das sich an der Spitze kegelförmig in den sich allmählich schliessenden Mikropylarkanal vorgewölbt hatte, allmählich resorbiert (Fig. 5). Im reifen Samen ist es bis auf eine zarte Haut (*Nuc*, Fig. 6, *Nuc*, Fig. 14, 6, 7) völlig geschwunden. Bei ihm ist der gerade Embryo (*Em*, Fig. 6) in eine breite Endospermmasse (*End*, Fig. 6 u. 14) eingebettet.

Die Ovula sind zur Zeit der Bestäubung nur wenig und nur an ihrer Basis mit den Hochblättern des obersten Blattwirtels, den sogen. Fruchtblättern, verwachsen (Fig. 2 u. 3). Späterhin verwächst dann der innere Rand der Fruchtblätter mit dem äufseren Rande der Samenanlagen auf eine weite Strecke, so weit, dafs nur die Spitze der Ovula allseitig freibleibt (Fig. 4 u. 5). Das Verhältnis bleibt auch bei der reifen Frucht bestehen, indem die Verwachsung des Samens mit dem Fruchtblatte im unteren Teile eine vollständige ist, die Spitze des Samens aber allseitig freiliegt (vergl. Fig. 572, 5, der Angew. Anatomie).

Das Integument der Ovula entwickelt sich zur Samenschale. Es besteht anfangs aus parenchymatischen Zellen und bleibt auch noch sehr lange zart und parenchymatisch. Noch in dem in Fig. 5 u. 12 dargestellten Stadium besteht es an dem freien Ende aus 6—8 Schichten zarter rundlicher Parenchymzellen (*i*, 1—5, Fig. 12), an der verwachsenen Seite aus etwa 10. Gegen die Mitte der ganzen Ovularanlage hin, dort wo die drei Ovula aneinander grenzen, sind nämlich die Integumente frei (Fig. 3, 4, 5 u. 9). An der gegen das Hochblattinvolucrum gerichteten dagegen sind sie mit dem Hochblatte (Fruchtblatte) verwachsen. Doch grenzt sich besonders

anfangs das Integumentargewebe sehr deutlich von dem Hochblattgewebe ab (Fig. 9 u. 12, rechts). Später verwischt sich die Grenze etwas, doch ist sie z. B. noch in einem ziemlich reifen Stadium, wie es Fig. 8 u. 13 darstellen, immerhin noch zu sehen, da die Samenschalzellen dünnwandiger sind, als das benachbarte Gewebe. Nur beim ganz reifen Zustande (Fig. 7 u. 14) ist es schwer zu sagen, wie weit die Samenschale reicht und wo das „Fruchtfleisch", d. h. das Hochblattgewebe anfängt. Dementsprechend ist die Entwickelung des Integumentes (Fig. 12, *i*) zur Samenschale (Fig. 14, *ss*) deutlich nur an der freien, gegen die Mitte gerichteten Partie zu verfolgen. Das anfangs rein parenchymatische Gewebe (Fig. 12, 1—5) differenziert sich dort in fünf Schichten, die erste wird von der Epidermis gebildet (Fig. 13, 1), die zweite von einer einreihigen Parenchymschicht (Fig. 13, 2), dann folgt eine breite Zone, die aus sclerotisiertem Parenchym besteht, dessen Zellen im halbreifen Stadium (Fig. 8) noch nicht sehr stark verdickt sind (Fig. 13, 3) und erst im vollreifen Stadium (Fig. 14, 3) starke Verdickung der Wand zeigen. Anfangs (Fig. 8) schliefsen sie auch noch nicht rings zu einer Schale zusammen. Die nun folgende Zone fungiert als Nährschicht, d. h. ihre Zellen obliterieren, nachdem sie ihren Inhalt abgegeben haben (Fig. 13, 4). Diese Zone ist daher im halbreifen Stadium (Fig. 13) noch lange nicht so stark zusammengefallen wie im vollreifen (Fig. 14, 4), wo sie ein schmales helles Band bildet, in dem die Zelllumina nur als zarte Linien zu erkennen sind. Von dieser Zone dringen schmale Streifen obliterierten Gewebes auch durch die Sclereidenschicht bis zur äufseren Parenchymreihe vor (×, Fig. 13 u. 14). Die Zahl dieser Streifen beträgt drei (×, Fig. 7). Der eine derselben ist stets gegen die Mitte, gegen den centralen Hohlraum hin, gerichtet (× oben, in Fig. 13 u. 14), die beiden anderen aufsen gegen das Fruchtfleisch hin (je einer ist in Fig. 13 u. 14 unten bei × dargestellt). Sie dringen stets in den inneren und den äufseren Kiel der Samen ein. Die innerste Schicht der Samenschale bleibt als zarte innere Epidermis erhalten (Fig. 13, 5 u. 14, 5). Die Zellen derselben obliterieren nicht.

Hand in Hand mit dieser Entwickelung der Samenschale geht nun eine sehr eigentümliche Einschliefsung der anfangs nackten Samenanlagen durch den obersten Hochblattwirtel. Wie schon oben erwähnt, sitzen die Ovula an der Spitze eines Zweigleins, an dem man bis neun dreizählige Wirtel kleiner Schuppenblätter findet (Fig. 2). Die Blättchen des obersten dieser Wirtel (*hbl* I, Fig. 2) sind anfangs sogar kleiner als die der übrigen (II—IX), wachsen aber nach erfolgter Befruchtung rasch heran. Zunächst verdicken sie sich im mittleren Theile stark (Fig. 3, *hbl* I), dann auch oben und an der Basis und wachsen alsdann um die drei Ovula herum. In dem noch sehr jungen Stadium der Fig. 3 bilden sie bereits einen Becher rings um die Basis der Ovula. Im folgenden Stadium (Fig. 4) ist dieser Becher zu einem Kruge mit breiter Öffnung geworden, in dem nächsten Stadium (Fig. 5) ist dieser Krug oben geschlossen und bei der reifen Frucht (Fig. 6) macht das Ganze völlig den Eindruck einer Beere, doch bleibt an der Spitze stets ein feiner in die Mittelhöhlung führender Kanal übrig. Die Spitzen der drei Blätter, die allmählich auch seitlich so vollständig miteinander verwachsen, dafs man bei der reifen Frucht keine Trennungslinien mehr sieht (Fig. 7, 8, 9), bleiben bei diesem Umwachsungsprozesse etwas zurück (die Hauptmasse des Pericarps wird von der sich becherförmig entwickelnden Basis der Fruchtblätter gebildet), so dafs sie als zarte Spitzchen seitlich von der terminalen Öffnung nicht nur bei den jungen Entwickelungsstadien zu sehen sind (× in Fig. 4 u. 5), sondern auch bei der reifen Frucht noch leicht aufgefunden werden können (×, Fig. 1 u. 6). Sie liegen, da die drei Fruchtblätter mit den Samenknospen alternieren, zwischen und nicht über ihnen. Man trifft sie daher nicht, wenn man die Samen median-längs durchschneidet (Fig. 4, 5, 6, links). Die Samenknospen alternieren übrigens nur scheinbar mit den Hochblättern des letzten Wirtels (den Fruchtblättern). Man hat sich vielmehr die Sache so zu denken, dafs in der Achsel jedes der Fruchtblätter zwei Ovula liegen, von denen aber eines völlig abortiert ist, so dafs das übrig bleibende nunmehr seitlich, also zwischen je zwei Fruchtblätter gerückt wird.

An der Bildung der „Frucht" beteiligt sich aufser dem obersten Hochblattwirtel nur selten auch noch der nächste Blattwirtel (II, Fig. 2—6), dessen Blätter sich meistens etwas verdicken (II, Fig. 5), aber nur selten mit der Basis der „Frucht" verwachsen. Doch findet man bisweilen, wenn man ein gröfseres Material durchsucht, an einigen Wacholderbeeren die dre Blättchen, mit der Basis der Wacholderbeeren verschmolzen, vor. Die übrigen Blättchen des Achselsprofses (III—IX) schrumpfen frühzeitig und gehen ganz oder teilweise zu Grunde (Fig. 6), so dafs man am Stielchen der reifen Frucht, das der Basis der Wacholderbeeren des Handels als kleines graues Spitzchen ansitzt, nur noch einige wenige kleine spitze Blättchen findet.

Sehr gering sind die anatomischen Veränderungen, die die Fruchtblätter bei ihrer Umbildung in die fruchtschalenartige Umhüllung der Samen erfahren. Der Bau eines Fruchtblattes (Fig. 3, *hbl* I) ist folgender (Fig. 12, *hbl* I). Unter der derben Epidermis liegt ein dünnwandiges Parenchym das reichlich durchlüftet ist und in dem sowohl die Bündel verlaufen wie auch Sekretbehälter liegen. Bei medianen Querschnitten findet man zunächst drei gröfsere Bündel, welche den Mittelrippen der drei Fruchtblätter entsprechen und die etwas nach aufsen gerückt sind (*gfb*$_{,}$, *gfb*$_{,,}$, *gfb*$_{,,,}$, Fig. 9). Dann folgt nach innen zu in flachem, nach aufsen offenem Kreisbogen angeordnet, eine Reihe von meist sechs zarten Bündelchen (*gfb*, Fig. 9 u. 12). Diese Bündelstreifen alternieren mit den Ovulis (Fig. 9), da die Ovula mit den Fruchtblättern alternieren. Die Bündel sind kollateral und individuenarm, besonders die inneren kleineren. Die Sekretbehälter (*scb*, Fig. 12) sind schizogen mit deutlichem Epithel und körnig-vakuoliger resinogener Schicht (*rsg*), die Sekretbehälter sind oval-länglich. Die der äufseren Schichten sind kleiner als die der inneren, welch' letztere in ihrer Lage die Nähe der Ovula bevorzugen, ja sich meist direkt an diese anlehnen (Fig. 9 u. 12).

Aufserdem finden sich noch, besonders in den äufseren Partien des Fruchtblattes, eigentümliche gestreckte oder gekrümmte leere Idioblasten mit etwas verdickter Wand und Korklamelle (×, Fig. 12).

Zur Reifezeit ist in den Fruchtschuppen die Anordnung der Bündel wenig verändert. Durch den Druck, den die Samen von innen her ausüben, ist die innere Bündelreihe etwas verschoben bez. verbogen. Doch ist die ursprüngliche Anordnung noch wohl zu erkennen (Fig. 7). Die subepidermalen Zellschichten sind in ein kollenchymatisches Hypoderm umgewandelt. Die Idioblasten sind nunmehr verholzt. Das ganze Grundgewebe ist sehr lückig geworden, indem interzellulare Pektinbildung die Zellen isoliert hat. Der Übergang des Fruchtschuppengewebes wie das der Samenschale ist verwischt, da an den Kielen der Samenschale die Sclerose der letzteren auch in das Fruchtschalgewebe übergreift (Fig. 14, unten), wenn schon in beschränktem Mafse.

Als was haben wir nun die „Wacholderbeeren" zu betrachten? Eine echte Frucht ist es nicht, denn sie geht nicht aus einem Fruchtknoten hervor. Ein Fruchtstand kann es aus dem gleichen Grunde nicht sein, denn ein solcher ist eine Vereinigung mehrerer echter Früchte. Man könnte sie einen „Samenstand" nennen, d. h. eine Vereinigung mehrerer Samen in einem Hochblattbecher. Auch die Bezeichnung „Beerenzapfen" (galbulus) ist nicht übel, indem darin das beerenartige Aussehn und der Bau des fertigen Gebildes, der ganz an eine echte Frucht erinnert, mit der Deutung des Ganzen als „Zapfen" in Verbindung gebracht wird. Halten wir die Analogie mit den übrigen Coniferen aufrecht, so können wir in der That auch die Wacholderbeere als einen „Zapfen" bezeichnen, da ja auch hier eine innige Verschmelzung der Ovula mit der Fruchtschuppe stattfindet. Da aber andererseits die Fruchtschuppe um den Samen herumwächst und so zunächst eine Fruchtknotenhöhle und dann ein den echten Früchten ganz ähnliches Gebilde erzeugt, so ist nicht zu leugnen, dafs auch eine Analogie mit den echten Beerenfrüchten besteht. Und diese doppelte Analogie kommt eben in dem Namen „Beerenzapfen" gut zum Ausdruck. Es ist aber nicht einzusehen, warum man nicht das Ganze auch einfach als „Frucht" bezeichnen kann. Denn es ist doch im Grunde genommen ziemlich irrelevant, ob die Fruchtschuppen oder Fruchtblätter (denn als solche mufs man doch den obersten um die Samen herumwachsenden Blattwirtel betrachten) von Anfang an eine Höhle um die Samen bildeten oder erst nachträglich oben zusammenschliefsen. Den Fruchtblättern (I), die in diesem Falle den Namen Carpelle tragen könnten, stände dann der folgende Blattwirtel (II) als der der Deckblätter gegenüber und das einzig Merkwürdige wäre, dafs es hier vorkommt, dafs diese mit den Fruchtblättern verwachsen können. Aber das kommt auch anderwärts vor. Jedenfalls ist der Samenstand oder der Beerenzapfen — wie man nun will — hier einer echten Beere zum Verwechseln ähnlich.

Sehen wir uns nach diesen entwickelungsgeschichtlichen und morphologischen Betrachtungen nun einmal den Bau des fertigen Beerenzapfen an.

Macht man, von oben beginnend, succedane Querschnitte durch die Wacholderbeere, so erhält man eine Serie von Bildern, wie sie in Fig. 572 der Angew. Anatomie dargestellt sind. Der oberste Schnitt (Fig. 572, 7) zeigt, dafs die drei Fruchtblätter an der Spitze nicht miteinander verwachsen sind, sondern einen dreistrahligen Hohlraum zwischen sich lassen. In diesen ragen papillenartige Ausstülpungen der Epidermiszellen hinein, die von fingerförmiger Gestalt (Fig. 17, *Pap*) und dickwandig sind und eine Länge von 90 mik erreichen können, meist aber viel kürzer sind. Ihre Dicke beträgt 16 bis 21 mik, die Dicke ihrer Wand circa 5 mik. Bei einem etwas tiefer geführten Schnitte (Fig. 572, 6) treten gegen die Peripherie des Ganzen zu die drei Blätterpaare enger zusammen, die eben beschriebenen Trichome durchschlingen einander und verwachsen an der Spitze oder den Seiten. In der Randzone endlich greifen die einander gegenüberliegenden Partien völlig verzahnt ineinander, so dafs also eine sehr eigenartige Verschmelzung der Ränder (vermittelst alternierender Trichome) Platz greift. Je weiter nach unten, um so vollkommener ist die Verwachsung der Blätter an der Peripherie, während in demselben Mafse der centrale, jetzt schon sehr deutlich dreistrahlige Raum sich vergröfsert. In der nächsttieferen Zone (Fig. 572, 5) sieht man nun schon die Spitzen der drei Samen frei in die ovalen Höhlen hineinragen. An dieser Stelle ist eine Verwachsung der Samen und der Fruchtblätter noch nicht nachzuweisen. Dies gelingt jedoch leicht in der nächst tieferen Schicht (Fig. 572, 4), wo auch die Verwachsung der Blattränder eine so vollkommene ist, dafs man die Grenzen nicht mehr erkennen kann (Fig. 7). Hier sind die Samen mit ihrer ganzen, nach aufsen gerichteten Fläche mit dem Fruchtblatte verwachsen und über ihre nach innen gerichtete Fläche zieht sich als zartes, leicht ablösbares (Fig. 13 u. 14, 1) Häutchen die Epidermis der Samenschale, so dafs der Same an dieser Stelle gewissermafsen in einer Tasche liegt. Je weiter nach unten man fortschreitet, um so mehr treten die Samen auch in der Mitte zusammen (Fig. 572, 3). Endlich sind sie auch hier verwachsen und die Centralhöhle ist ganz verschwunden (Fig. 572, 2).

Demnach kann man also sagen: die Samen sind an der Basis des Fruchtstandes vollkommen ringsum, in der Mitte nur aufsen und oben gar nicht untereinander und mit dem Fruchtblatte verwachsen und die Fruchtblätter sind unten vollkommen, in der Mitte nur an den Rändern, ganz oben gar nicht miteinander verwachsen.

Der Schnitt durch die Basis der Wacholderbeeren zeigt (Fig. 572, 1), dafs drei Gefäfsbündelstämme vom Sprofs her in das Gebilde eintreten. Jeder dieser Bündelstämme gabelt sich dann nach oben in die 6 + 1 Bündelchen, von denen oben die Rede war.

Die reifen Früchte bez. Beerenzapfen sind kugelig, kaum schwach dreikantig, etwa 6—8 mm dick. An der Basis sitzt als gelblich-graues Spitzchen meist der kurze Sprofsrest, an dem mindestens sechs, oft nadelige, in zwei alternierende Kreise gestellte, gelbliche Deckblättchen zu bemerken sind. Der oberste Blattkreis ist bisweilen fleischig geworden, hat die Farbe der übrigen Frucht angenommen und ist mit der

Fruchtbasis verwachsen. Seine Blätter verwachsen aber nicht untereinander und bleiben immer klein. An der Spitze der Früchte liegt an dem abgeflachten Scheitel ein dreistrahliger Stern (Fig. 1), dessen drei Strahlen den Nähten der drei Fruchtblätter entsprechen und zwischen dessen Strahlen nach aufsen gerichtet drei Höcker sichtbar werden: die zurückgekrümmten Spitzen der Fruchtblätter (Fig. 1, ×). Die Farbe der Fruchthülle ist dunkel-braunrot und glänzend, wird aber durch den zarten Wachsüberzug, der die Früchte wie ein Reif bedeckt, bläulich. Das Innere der Frucht ist markig weich, gelblich-braungrünlich, ölreich. Die äufsere gefärbte Schale löst sich leicht von diesem markigen Innern ab. Ohne Schwierigkeit lassen sich mit der Nadel die drei bräunlichen Samen herauspräparieren. Diese Samen (Fig. 10 u. 11) sind unten eiförmig-stumpfkantig, nach oben hin verschmälert, meist mehr oder weniger ausgesprochen unregelmäfsig dreikantig und in eine feine Spitze auslaufend, die der Integumentarspitze der hervorgezogenen Mikropyle (Fig. 4 u. 5) entspricht. Eine Kante pflegt als flügelartiger Kiel entwickelt zu sein. An der Bauchseite, mehr noch aber an der Rückenseite, und vorwiegend unten tragen die herauspräparierten Samen meist drei grofse Ölblasen (Fig. 10 u. 11), die zum Fruchtfleisch gehören, aber, da sie in Vertiefungen der Samenschale eingebettet sind (Fig. 14, *scb*), an dem Samen haften bleiben, wenn man ihn herauspräpariert (Fig. 10 u. 11).

Der anatomische Bau der Fruchtblätter des Beerenzapfens bez. des Pericarps der Frucht ist folgender.

Die äufsere Epidermis besteht aus an der Aufsenseite sehr stark verdickten, an den Seitenwänden getüpfelten Epidermiszellen (*Ep*, Fig. 17), die aufser dem grofsen Zellkern eine braune körnige Masse enthalten, die die tief braun-schwarze Färbung der Oberfläche der Droge bedingt. Die in den Zellen enthaltenen rundlichen Körner werden durch Jod gelb. Der Aufsenwand der Epidermiszellen aufgelagert ist ein feinkörniger Wachsüberzug, der den bläulichen Reif bildet, den man meist auf den Baccae juniperi, immer auf den frischen Früchten wahrnimmt. Die Tüpfelung der Seitenwände ist besonders schön auf dem Flächenschnitte wahrzunehmen, ist aber nicht immer vorhanden (Fig. 18). Eisenchlorid färbt den Inhalt grünschwarz, Kali löst mit goldgelber Farbe. Spaltöffnungen finden sich meist nur an der Spitze der Frucht. Nur wenige (2—3) Zellschichten unter der Epidermis sind lückenlos oder fast lückenlos verbunden, ein kollenchymatisches Hypoderm bildend, sehr bald tritt vielmehr ein ganz aufserordentlich reich durchlüftetes Gewebe auf, welches bei den reifen Früchten die mürbe Beschaffenheit des Innern bedingt. Die rundlichen, wenig gestreckten Zellen enthalten grofse Zellkerne und auch in der Droge noch wohlerhaltene Chlorophyllkörner. Die Membranen sind in Pektinmetamorphose begriffen. Legt man Schnitte in Glycerin, so krystallisiert an den Zellen oft Zucker in schönen Tafeln aus, da das Gewebe der reifen Frucht sehr zuckerreich ist. Die unreife enthält statt dessen Stärke im Fruchtfleischparenchym. In dies Gewebe sind grofse schizogene Ölbehälter in reichlicher Anzahl regellos eingelagert. Der Kranz der äufseren besitzt etwa eine Weite von 100—150 mik. Diese sind alle in der Längsrichtung des Organs gestreckt. Etwa in der Mitte des Beerenzapfen sind oft sehr viel weitere (800—1000 mik), also mit blofsem Auge gut wahrnehmbare schizogene Ölbehälter zu beobachten, die den Flanken der Samen angedrückt sind und die sich oft in toto als ovale, ölgefüllte Blasen aus dem Gewebeverbande herauslösen lassen, für gewöhnlich aber den Samen so fest angedrückt sind, dafs sie beim Herauslösen der letzteren an diesen haften bleiben. Gewöhnlich trägt jeder Same 2—3 solcher Ölbehälter auf dem Rücken (Fig. 10), doch ist der Fall nicht selten, dafs ihm vier, dann aber in verschiedener Höhe (die gröfseren in der Mitte, die kleineren unten und etwas gegen die Bauchseite gerichtet) ansitzen. Man mufs jedoch diese Ölbehälter, trotzdem sie dem Samen anhaften, als zu den Fruchtblättern gehörig betrachten. Sie enthalten meist verharztes Öl.

Aufserdem liegen in dem mürben Gewebe der Fruchthülle zahlreiche leere, oft bizarr verbogene und verkrümmte Idioblasten, die man leicht übersieht, aber sich durch Phloroglucin-Salzsäure gut sichtbar machen kann, da ihre Membran sich meist damit rot färbt. Diese in das Parenchym eingestreuten Idioblasten sind sehr merkwürdige Gebilde. Sie kommen bald einzeln, baldzu Gruppen vereinigt im Gewebe vor und sind bald etwas verdickt, bald dünnwandig und, wie es scheint, stets mit einer Korklamelle versehen. Sie besitzen bald gar keine Tüpfel, bald einfache, bald behöfte oder gar netzleistenartige Verdickungen der Wand. Nach alledem kann man sie nicht zu den Sclereiden zählen, sondern dürfte in ihnen versprengte Tracheiden vor sich haben, die zu dem Transfusionsgewebe der Coniferenblätter (dem Tracheidensaume, Angew. Anatomie, S. 338 u. Fig. 389) in Beziehung stehen, aber von der Verbindung mit den Bündeln losgelöst sind. Jedenfalls sind die Zellen des Transfusionsgewebes auch bald mit behöften Tüpfeln, bald mit Netzleisten versehen. In den reifen Früchten sind diese „Tracheiden“ übrigens oft durch den Druck des umgebenden Gewebes obliteriert und bilden dann mehr oder weniger gewundene, gestreckte Schläuche. Sie machen ganz den Eindruck funktionslos gewordener Elemente.

Die Gefäfsbündel der Fruchtblätter, deren Verteilung oben beschrieben wurde, sind ziemlich zart. Sie zeigen strahligen Bau und führen neben einer Gruppe derber Bastfasern mit linksschiefen, spaltenförmigen oder ovalen Tüpfeln zarte Spiralfasertracheiden, die nur 7—8 mik weit und deren Spiralen sehr dünn sind. An die Bündel legen sich hie und da grofse blasige oder verbogene, etwas verdickte Zellen an, die bald nur behöfte Tüpfel, bald Leistenverdickungen zeigen. Es sind dies ebenfalls „Tracheidensäume“ und gehören zu den eben besprochenen Bildungen (Transfusionsgewebe).

Die Samenschale zeigt folgenden Bau. An den freien inneren Seiten ist die Epidermis entwickelt. Diese aus der Epidermis des Integumentes (Fig. 12, *i*, 1) hervorgehende Samenschalepidermis (Fig. 13, 1 u. 14, 1) besteht aus Zellen, deren gegen den centralen Hohlraum gerichtete Wände ziemlich stark verdickt sind. Die Epidermis löst sich schon

frühzeitig (Fig. 13) von der darunter liegenden Schicht ab und ist beim reifen Samen (Fig. 14) als zarte Haut oft auf weite Strecken abgetrennt. Unter der Epidermis folgt eine Reihe parenchymatischer Zellen, die ziemlich hoch sind (Fig. 13 u. 14, 2) und in der Flächenansicht gestreckt erscheinen (Fig. 19, 2). Diese beiden Schichten sind an den Stellen, wo der Same mit dem Fruchtblattgewebe verwachsen ist, nur in jungen Stadien (Fig. 13) gut von dem Fruchtblattgewebe zu unterscheiden, im reifen (Fig. 14) nicht mehr. Vielmehr geht bei diesem das Gewebe des Fruchtblattes ganz allmählich in das der Samenschale über. Die dritte Schicht der Samenschale ist die Sclereidenschicht (Fig. 14, 3). Sie entwickelt sich dadurch, dafs die Parenchymzellen in dieser Zone allmählich von innen nach aufsen sclerotisieren (Fig. 13). Anfangs sind die Sclereiden nur schwach verdickt und die äufseren Lagen pflegen auch im reifen Stadium nur geringe Verdickungen zu zeigen. Die Mehrzahl der Sclereiden ist jedoch beim reifen Samen sehr erheblich verdickt, bisweilen bis auf ein rundliches (Fig. 19, 3) oder spaltenförmiges Lumen (Fig. 14). Die Wand zeigt deutliche Schichtung und reichliche Tüpfelung und im Lumen findet man einen oder mehrere wohlausgebildete Oxalatkristalle. In den inneren Lagen zeigen die Sclereiden isodiametrische Gestalt, in den äufseren sind sie radial gestreckt. Bisweilen sind diese Sclereiden etwas verbogen.

An diese Sclereidenzone schliefst sich die Nährschicht an (Fig. 14, 4), die beim reifen Samen aufserordentlich stark obliteriert ist und nach Innen zu von einer nicht obliterierenden Epidermis (Fig. 14, 5) abgeschlossen wird, deren Zellen, von der Fläche gesehen, gestreckt und dünnwandig erscheinen (Fig. 20, 5). Die Nährschicht dringt in Form flügelartiger Zapfen in die drei Kanten des scharf dreikantigen Samens ein (×, Fig. 14). Hier in den Ecken obliteriert die Nährschicht oft partiell nicht. Es finden sich hier vielmehr oft einige normale Parenchymzellen.

Vom Nucellus resp. vom Perisperm ist nur ein kleiner Rest als zarte Haut (Fig. 14, 6 u. 7) übrig geblieben. Die Hauptmasse ist durch das Endosperm resorbiert. Der kleine Rest überzieht als bräunliche Haut die Oberfläche des Endosperms und besteht aus einer meist nicht obliterierten einreihigen äufseren Schicht (Fig. 14, 6 u. 15, 6) und einer mehrreihigen, meist stark obliterierten inneren (Fig. 14, 7 u. 15, 7). Von der Fläche betrachtet bemerkt man, dafs die Nucellarepidermis aus etwas gestreckten Zellen besteht (Fig. 16, 6).

Sehr bemerkenswert ist die äufsere Zellreihe des Endosperms gebaut. Die äufsere Wand der Endospermepidermis besteht nämlich aus drei Schichten: einer äufseren Stäbchenschicht (Fig. 15, ×), die von der Fläche gesehen körnig erscheint (Fig. 16, ×), einer zapfenartig in die Zwischenwände vordringenden derben gelblichen Zwischenschicht (Fig. 15, *y*) und einer hellen, inneren quellbaren Celluloseschicht (Fig. 15, *z*). Die Stäbchenschicht und die Mittelschicht sind resistent gegen Schwefelsäure, also kuticularisiert. Die Epidermiszellen des Endosperms erscheinen im Querschnitt etwas gestreckt (Fig. 14, 8), in der Flächenansicht isodiametrisch (Fig. 16, 8). Das übrige Gewebe des Endosperms (Fig. 14, 9, *End*) ist dünnwandig und enthält reichlich fettes Öl und kleine Aleuronkörner (Fig. 21), die meist eine Gröfse von 4—8 mik besitzen. Daneben finden sich auch kleinere Körner von 1—3 mik. Die Körner sind rundlich, oval oder biskuitförmig und enthalten, in eine in Wasser lösliche Grundmasse eingebettet, ein oder mehrere Globoide und ein Kristalloid. Der innere Rand des Endosperms besteht aus Quellgewebe (Fig. 14, 10).

An der Spitze läuft das Endospern und Perisperm in ein der zugeschärften Spitze des Samens entsprechend gestrecktes, kegeliges, gelbliches Spitzchen aus. Es ist dies der Rest des Fortpflanzungsapparates der Nucellarspitze (siehe oben).

Eingebettet in das Endosperm findet sich der Embryo, dessen Würzelchen gegen die Mikropylarseite, also nach oben gerichtet ist (Fig. 6, *Rad*) und dessen beide im Querschnitt plankonvexe Kotyledonen (Fig. 6, *Cot*, vergl. auch Fig. 568 der Angew. Anatomie) den basalen Teil des Samens füllen.

Auch Radicula und Kotyledonen enthalten reichlich fettes Öl und Aleuronkörner. Sie werden von Prokambiumsträngen durchzogen.

Das Pulver.

In dem Pulver walten die Parenchymreste und die Sclereidengruppen vor, auch einzelne kurze rundliche oder stabförmige Sclereiden sind oft zu finden, seltener schon die verbogenen Tracheiden des Transfusionsgewebes und abgebrochene Papillen der Innenepidermis, häufig dagegen Reste der äufseren Epidermis mit dem Farbstoffinhalte. Im Ölpräparate findet man die Aleuronkörner des Samens.

Tafel 63.

Erklärung der Abbildungen.

(Juniperus communis L.)

Fig. 1. Zweig des Wacholder, oben mit weiblichen Blüten (1), weiter unten ganz junge Fruchtanlagen (2 u. 3), dann junge Früchte (4) und reife Früchte bez. Beerenzapfen (5).

„ 2. Längsschnitt durch eine weibliche Blüte und das Zweiglein, an dessen Spitze sie sitzt (1, Fig. 1).

„ 3. Etwas älteres Stadium nach erfolgter Befruchtung (2, Fig. 1). Die Fruchtblätter (*hbl*, I) haben sich verdickt und beginnen um die Ovula herumzuwachsen.

„ 4. Noch älteres Stadium (3, Fig. 1). Die Fruchtblätter sind fast vollständig um die befruchteten Ovula herumgewachsen, doch schliefst die terminale Öffnung noch nicht ganz.

„ 5. Noch älteres Stadium. Die terminale Öffnung ist geschlossen. Die congenitale Verwachsung des Integumentes mit dem Fruchtblatte ist deutlich (links).

„ 6. Reife frische Frucht. Der Same ist entwickelt (Fig. 2—6 sind mediane Längsschnitte).

„ 7. Dasselbe Stadium wie Fig. 6, in der Mitte quer durchschnitten, die Sclereidenschicht der Samenschale dunkel schattiert.

„ 8. Unreife Frucht, in der Mitte quer durchschnitten (Stadium zwischen Fig. 5 u. 6). Die (schraffierte) Sclereidenschicht ist noch nicht vollständig entwickelt. (Details in Fig. 13 dargestellt.)

„ 9. Stadium von Fig. 5 in der Mitte quer durchschnitten. Die (schwach getönten) Integumente sind noch meristematisch. (Details in Fig. 12 dargestellt.)

„ 10. Same, herauspräpariert von der Rückenseite.

„ 11. „ „ „ „ Bauchseite.

Fig. 12. Querschnitt des in Fig. 5 u. 9 dargestellten sehr jungen Stadiums, stärker vergröfsert. Das Integument (*i*, 1—5) noch meristematisch, gegen das Fruchtblattgewebe (*hbl*, I) noch scharf abgegrenzt.

„ 13. Querschnitt durch das in Fig. 8 dargestellte Stadium der unreifen Frucht, stärker vergröfsert. Die Nährschicht (4, 5) beginnt zu obliterieren, die Sclereidenschicht (3) ist noch nicht vollständig entwickelt. Gegen das Fruchtblattgewebe ist die Samenschale noch deutlich abgegrenzt (siehe unten).

„ 14. Querschnitt durch den reifen Samen und das angrenzende Gewebe des Fruchtblattes. Die Nährschicht (4, 5) ist obliteriert, ebenso der Nucellusrest (6, 7). Die Sclereidenschicht (3) fertig, Endosperm (*End*) und Keimling sind ausgebildet.

„ 15. Querschnitt durch den Nucellusrest (6, 7) und die Epidermis des Endosperms (8). ×, *y*, z die drei Schichten der Aufsenwand der letzteren.

„ 16. Flächenansicht der Nucellusepidermis (6) und der Endospermepidermis (8). × die Stäbchenschicht.
Die Zahlen 1—11 bezeichnen die korrespondierenden Gewebe in den Fig. 12, 13, 14, 15, 16, 19, 20.

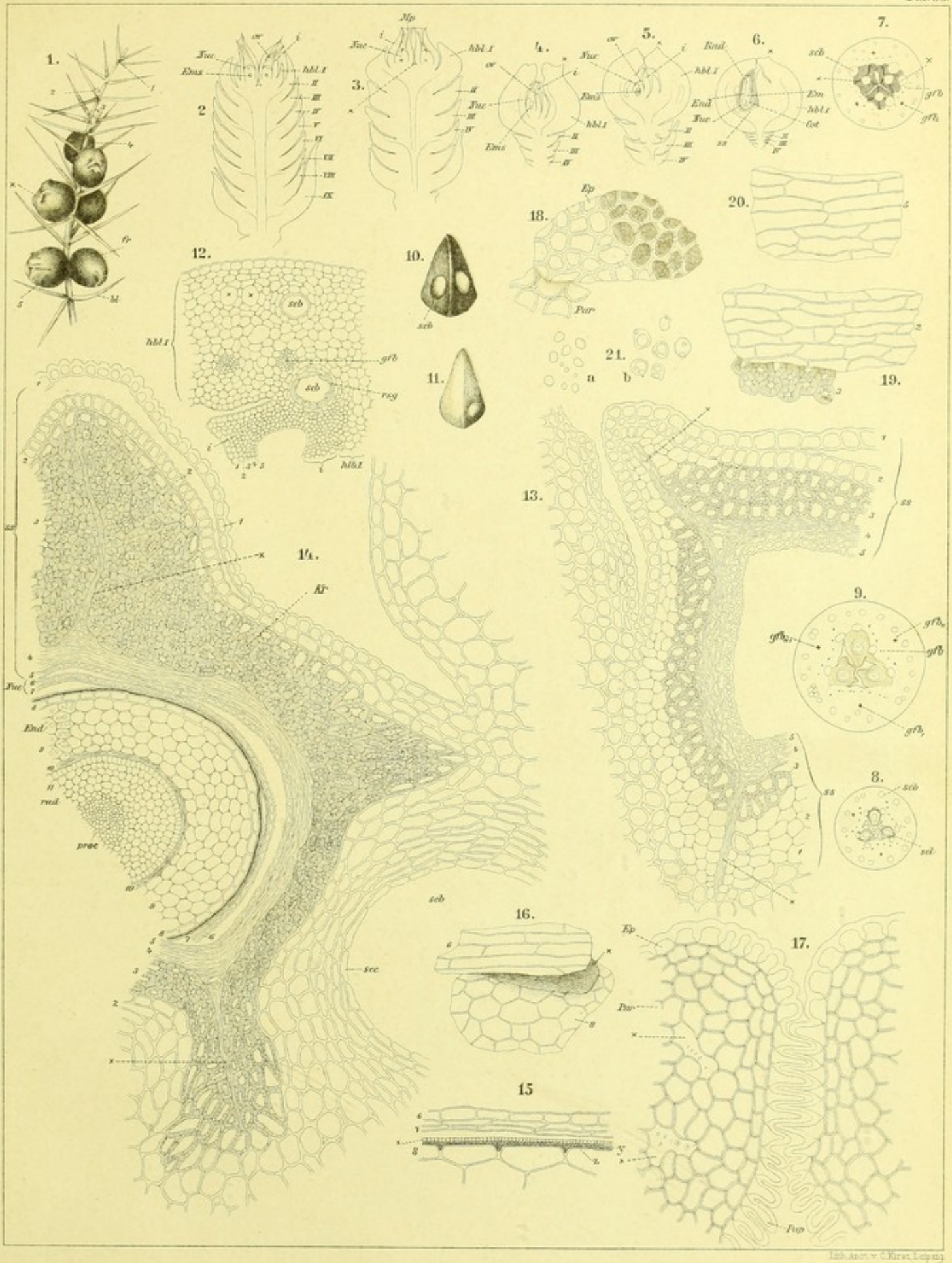
„ 17. Querschnitt durch die terminale Spalte der Frucht, dort wo die Papillen am Rande sich zwischen einander schieben. × die Tracheiden des Transfusionsgewebes.

„ 18. Epidermis der Fruchtschale (*Ep*) mit dem Fruchtwandparenchym (*Par*).

„ 19. Schicht 2 und Schicht 3 der Samenschale (Sclereidenschicht), von der Fläche gesehen.

„ 20. Innere Epidermis der Samenschale, von der Fläche gesehen.

„ 21. Aleuronkörner. a) in Alkohol, b) in Wasser.



Lith. Anst. v. C. Kirst, Leipzig

Rhiz. Hydrastidis.

Rhiz. hydrastis, Goldsiegelwurzel, Kanadische Gelbwurzel, Rhizome d'hydrastis, Sceau d'or, Racine jaune, Golden seal, Yellow puccoon, Yellow root.

Das Rhizom der vornehmlich in Ohio, Indiana, Kentucky und West-Virginien vorkommenden Ranunculacee Hydrastis canadensis L. ist einige (bis 5) Centimeter lang und 2 bis 10 mm dick, aufsen graubraun oder braun, innen gelb, warzig-höckerig und ringsum reichlich mit oft ziemlich langen Wurzeln besetzt. Durch oft recht zahlreiche kurze Stengelreste bekommt das Rhizom ein unregelmäfsig höckeriges, bisweilen fast gezähntes Aussehen. Durch zahlreiche, sehr kurze, manschettenartig ringsumlaufende Niederblätter erscheint es quergeringelt.

Durchmustert man die Droge, die aus den ganzen Rhizomen mit daran sitzenden Wurzeln und den Resten des jüngsten blatttragenden Sprosses besteht, so kann man leicht Exemplare finden, an denen der morphologische Aufbau festzustellen ist. Darnach entwickelt sich das Rhizom zunächst racemös, d. h. die Gipfelknospe wächst jedes Jahr ein Stück weiter. Späterhin entstehen an dem entweder geraden, horizontal kriechenden oder hin und her gebogenen oder senkrecht im Boden stehenden Rhizom Seitensprosse und die Verzweigung wird sympodial (Fig. 1 und 2). Die Gipfelknospe entwickelt einen oberirdischen Sprofs. Derselbe stirbt ab und das primäre Sprofsende wird von einem sekundären Seitensprosse oder mehreren (II) übergipfelt, die dann ihrerseits nach dem Absterben der oberirdischen Teile wieder von Sprossen dritter Ordnung (III) übergipfelt werden u. s. f. Der jüngere Abschnitt des Rhizoms besteht also aus Sprofsstücken verschiedenen Grades. Da nun die Seitensprosse ziemlich dicht stehen (die zwischenliegenden Rhizomstücke also gestaucht erscheinen) und ihr unterirdischer Teil kurz und gedrungen bleibt, so entwickelt sich — schon aus Gründen des Raumes ist dies nothwendig — der zum oberirdischen Sprosse auswachsende Seitenast schraubel-wickelartig bald auf dieser, bald auf jener Seite des Rhizoms, bald rechts, bald links, bald oben, bald unten. Die aufeinander folgenden Sprosse liegen also nicht in einer Ebene (Fig. 1). Dadurch erhält das Rhizom jenes bizarre Aussehen und die hin und her gebogene und gekrümmte Form, die man an so vielen Stücken der Droge beobachtet. Es können nun in einem Jahre entweder ein oder mehrere oberirdische Sprosse gebildet werden. Aber dieselben pflegen nur einer und derselben Sprofsregion anzugehören, also morphologisch gleichwertig zu sein. Während also Sprofs I (Fig. 1 u. 2) wohl die Bildung mehrerer Jahre repräsentiert, gehört Sprofs II, III, IV u. s. f. je einem Jahre an. Die Seitensprosse entstehen in den Achseln schmaler, ringsum laufender Niederblätter. Da die Wurzeln ebenso unregelmäfsig entstehen wie die Seitensprosse und ringsum am Rhizom gebildet werden, erscheint das Rhizom, besonders das senkrecht gestellte, häufig völlig eingehüllt von Wurzeln.

Die Stellen, wo oberirdische Sprosse ansafsen, erscheinen bei der Droge keulig verbreitert und an der Spitze napfartig vertieft (Fig. 2, ×).

Der Querbruch des trockenen Rhizoms ist hornartig gelb, bisweilen glänzend, meist matt.

Das Lupenbild des Querschnittes (Fig. 3) zeigt einen Kreis von circa 14 Gefäfsbündeln, doch wechselt die Zahl etwas. Man findet manchmal auch einige mehr (bis 19) oder weniger (10 bis 12). In der Breite variieren sie ziemlich. Neben breiten Bündeln findet man schmale, die aussehen, als wären sie von den breiten abgespalten. An den Seiten des Bündelringes ist oft eine Lücke (Fig. 3), auch sonst ist die Verteilung der Bündel eine ziemlich unregelmäfsige. Es hängt dies offenbar mit der ebenfalls unregelmäfsigen Verteilung der Wurzeln zusammen. Breite Bündel wechseln mit schmalen in unregelmäfsigen Abständen, bald sind einmal mehrere gröfsere (meist drei) einander genähert, bald liegen einzelne kleine in grofsen Abständen voneinander. Auch Querbrücken zwischen den Bündeln, über die Markstrahlen hinweg, kommen vor. (×, Fig. 3.)

Der anatomische Bau des Rhizoms ist folgender. Zu äufserst liegt eine schmale Korkschicht von 2—3 Zellreihen (*k*, Fig. 5). Dann folgt ein dickwandiges, reich durchlüftetes Parenchym rundlicher Zellen und dann dünnwandiges Parenchym. Die Parenchymzellen sind nur wenig in die Länge gestreckt. In der folgenden Zone findet sich der Kranz von Gefäfsbündeln (*gfb*, Fig. 3). Die Ursache der oben erwähnten, eigenartigen Querschnittsbilder der Gefäfsbündelzone liegt in der Orientierung der Bündel in der Fläche. Betrachtet man nämlich einen tangentialen Längsschnitt durch die Bündelzone, so sieht man, dafs dieselbe ein Netzwerk anastomosierender Bündelstreifen bildet (Fig. 4). Die unregelmäfsigen Maschen dieses Netzes sind etwas gestreckt. Die Queranastomosen erscheinen im Querschnitte des Rhizoms als die Bündel da und dort verbindende Brücken (vergl. oben). Der unregelmäfsige Verlauf der Bündel zeigt sich auch auf dem medianen Längsschnitte, wo man niemals die Bündel auf längere Strecken hin verfolgen kann (Fig. 2).

Die Gefäfsbündel zeigen ein sehr schön ausgebildetes Reihenkambium (*c*, Fig. 5 u. 6). Auch die innersten Schichten des Siebteils lassen die reihenförmige Anordnung der Zellen noch deutlich erkennen, so dafs man die Tochterzellen einer Kambiummutterzelle leicht feststellen kann. Zu äufserst sieht man die kleinen primären Siebbündel (*sb*, Fig. 5). Innerhalb des Kambiums folgen dann die im Querschnitt stark radialgestreckten Gefäfsteile der Bündel, die aus Gefäfsen, Holzparenchym und Libriform bestehen.

Die Gefäfse des gegen das Mark hin gelegenen primären Gefäfsteiles (*pgth*, Fig. 5) sind schmal und eng, die des sekundären weit (*gf*, Fig. 5). Sie sind reich getüpfelt und be-

sitzen nur kurze Glieder (Fig. 6, *gf*). Ihr Längsverlauf ist, entsprechend dem allgemeinen Verlaufe der Bündel, ein gekrümmter. Dort, wo Wurzeln liegen, sieht man das Wurzelbündel sich an ein Rhizombündel ansetzen (Fig. 3). Es entspringt oft im inneren Teile des letzteren und liegt im Markstrahl nach aufsen. In Längsansicht sichtbar werdende tracheale Elemente im Markstrahl (×, Fig. 5) gehören zu solchen Wurzelbündelstreifen.

Die Libriformfasern (*lf*, Fig. 5 u. 6), die meist zwischen dem primären und sekundären Gefäfsteil liegen, sind ziemlich stark verdickt und zeigen reichlich grofse linksschiefe Spaltentüpfel. Ihre Enden sind konisch zugeschärft (*lf*, Fig. 6).

Die Markstrahlen werden von radial gestreckten Parenchymzellen gebildet. Gegen aufsen werden sie oft durch interfaszikulares Kambium (*inte*, Fig. 5) abgeschlossen.

In Innern des Ganzen liegt ein grofses Mark

Das ganze parenchymatische Gewebe von Rinde, Gefäfsteil, Markstrahlen und Mark ist dicht erfüllt mit kleinen Stärkekörnern, die rundlich und einfach zu sein pflegen. Doch kommen auch zusammengesetzte vor. Die gröfsten sind fast genau rund. Der Durchmesser der Stärkekörnchen beträgt 3—11 mik, einige erreichen eine Gröfse von 15—19 mik.

Die dem Rhizom rings ansitzenden Wurzeln besitzen einen Durchmesser von ca. 2 mm. Die zartesten lassen erkennen, dafs der primäre Bau diarch, triarch oder tetrarch ist. Aber auch bei den dicksten Wurzeln ist der primäre Bau nicht so verwischt, dafs man ihn nicht noch wahrnehmen kann. Hydrastis gehört nämlich zu denjenigen Pflanzen, deren Wurzeln die primäre Rinde nicht abwerfen, sondern dauernd damit bedeckt bleiben (Fig. 8). Man kann daher auch bei alten Wurzeln noch sowohl die Endodermis (*end*, Fig. 8), wie das Perikambium (*pc*, Fig. 8) deutlich erkennen. Die in Fig. 8 dargestellte Wurzel zeigt einen tetrarchen Bau des centralen Bündelstammes. Die vier primären Gefäfsteile (*pgth*) sind ebenso wie die vier primären Siebteile (*psb*) noch wohl zu erkennen. Die äufsersten Gefäfse der primären Gefäfsteile liegen unmittelbar dem Perikambium an. Bei der in Fig. 8 dargestellten Wurzel ist aber bereits zwischen den primären Gefäfsteilen Sekundärkambium entstanden und hat nach aufsen hin den Siebteil vermehrt und nach innen hin sekundären Gefäfsteil (*sgth*) gebildet. In der Mitte ist Mark entstanden. Bei den zartesten Wurzeln findet man in den innersten, besonders grofszelligen Zellschichten der primären Rinde eine endotrophische Mycorhiza (Angew. Pflanzenanatomie S. 312).

Da die primäre Rinde nicht abgeworfen wird, so findet man auf der Epidermis auch alter Wurzeln noch häufig Wurzelhaare (*wh*, Fig. 8).

In der Rhizoma hydrastidis ist Berberin, Hydrastin und neben diesen Canadin enthalten, drei Alkaloide. Das Berberin bedingt die gelbe Farbe des Rhizoms.

Schnitte der Droge werden mit Salpetersäure und Schwefelsäure gelb und lassen, mit Chromatschwefelsäure behandelt, rote Streifen abfliefsen (Hydrastin), mit Ammonmolybdat (und Schwefelsäure) werden sie schmutziggrün, dann intensiv blau (Hydrastin), mit Wismutnitrat-Schwefelsäure behandelt fliefsen orangegelbe, mit Natriumnitrat-Schwefelsäure gelbbraune, mit chromsaurem Kali und Schwefelsäure olivengrüne Streifen ab. Bei Behandeln mit Bromwasser und Chlorwasser bilden sich rote Zonen (Berberin). Da Hydrastin in Chloroform löslich, Berberin darin unlöslich ist, so kann man die beiden Alkaloide auch in der Weise nachweisen, dafs man einige (2—3) Querschnitte auf dem ausgehöhlten Objektträger zuerst mit Chloroform auszieht und das abfliefsende Chloroform auf einem zweiten ausgehöhlten Objektträger eindunsten läfst (Hydrastin), dann die mit Chloroform extrahierten Schnitte mit einigen Tropfen Wasser auszieht und den Auszug ebenfalls eindunsten läfst (Berberin). Der farblose Chloroformrückstand (Hydrastin) wird mit Schwefelsäure und Salpetersäure gelb, mit Chromatschwefelsäure bleibend rot bis braunrot, mit Ammonmolybdat-Schwefelsäure schmutziggrün, dann intensiv blau, mit Wismutnitrat und Schwefelsäure gelb, Bromwasser färbt gelblich, Chlorwasser läfst farblos. Der gelbe Wasserrückstand (Berberin) wird mit Chromatschwefelsäure braun, mit Salpetersäure gelbrot, mit Wismutnitrat und Schwefelsäure violett bis braun, Bromwasser und Chlorwasser färben blutrot. Bei den Reaktionen mit Brom- und Chlorwasser mufs zuvor Schwefelsäure zugesetzt werden.

Das Pulver.

Im Pulver des Hydrastisrhizomes, das eine graugelbe Farbe besitzt, findet man in erster Linie Parenchymfetzen, deren Zellen oft noch mit Stärke erfüllt sind. Auch freiliegende Stärkekörner sind häufig. Im Chloralpräparat sieht man dann vorwiegend Reste des Gefäfsteils, besonders Fragmente der Gefäfse und daneben solche des Libriform, auch Reste des Korkes sind sichtbar. Die Mehrzahl der Gefäfse und alle weiteren zeigen getüpfelte Wände, nur die engen primären in Rhizom und Wurzel sind Spiralgefäfse.

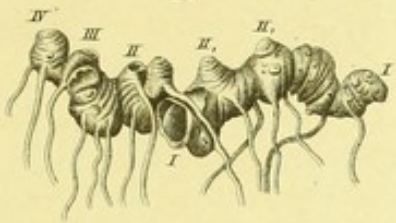
Tafel 64.

Erklärung der Abbildungen.

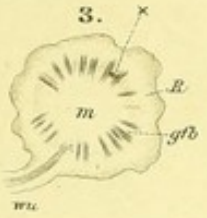
(*Hydrastis canadensis L.*)

Fig. 1. Rhizom von Hydrastis canadensis, aus der Droge ausgelesen.
„ 2. Medianer Längsschnitt durch ein Rhizom der Droge. Die Sprofsfolge ist mit römischen Ziffern, ebenso wie in Fig. 1, bezeichnet.
„ 3. Querschnitt durch das Rhizom. Lupenbild.
„ 4. Tangentialer Längsschnitt durch die Gefäfsbündelregion, um die Bündelanastomosen zu zeigen.
Fig. 5. Querschnitt durch die Randschicht (oben) und die Gefäfsbündelzone (unten) des Rhizoms.
„ 6. Radialer Längsschnitt durch den Gefäfsteil eines Rhizombündels am Kambium.
„ 7. Isolierte Gefäfse der Wurzel.
„ 8. Querschnitt durch eine dickere Wurzel.
„ 9. Stärkekörner des Rhizoms.

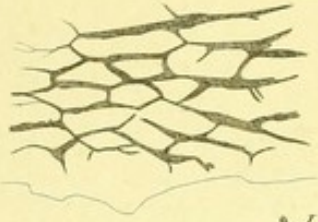
1.



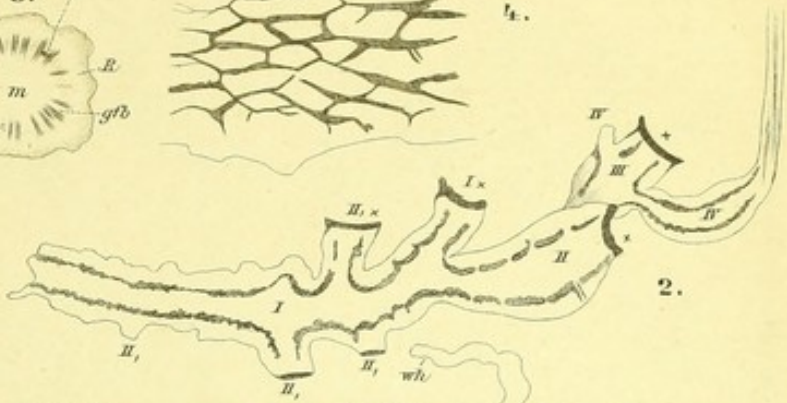
3.

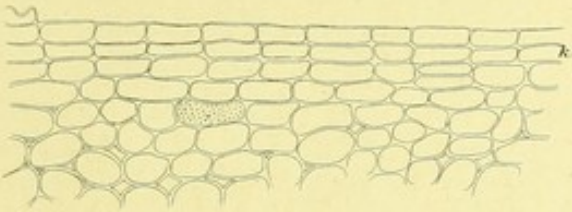


4.



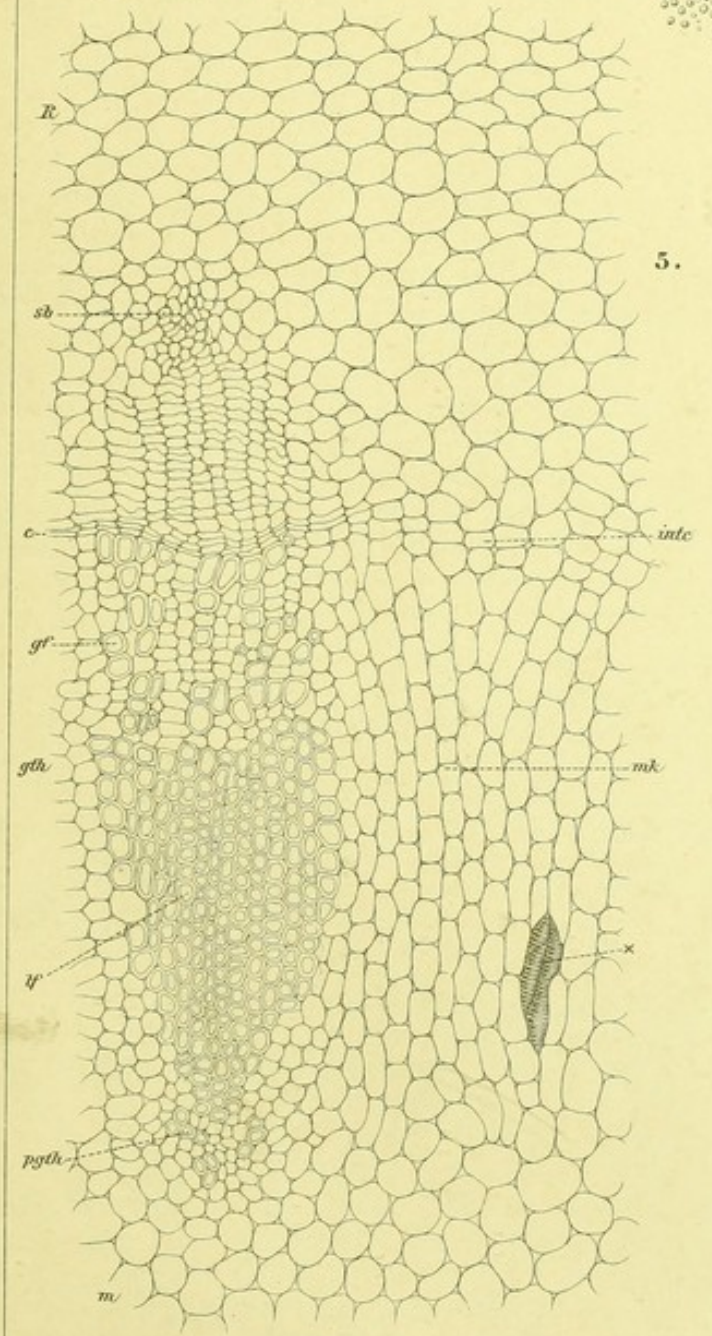
2.



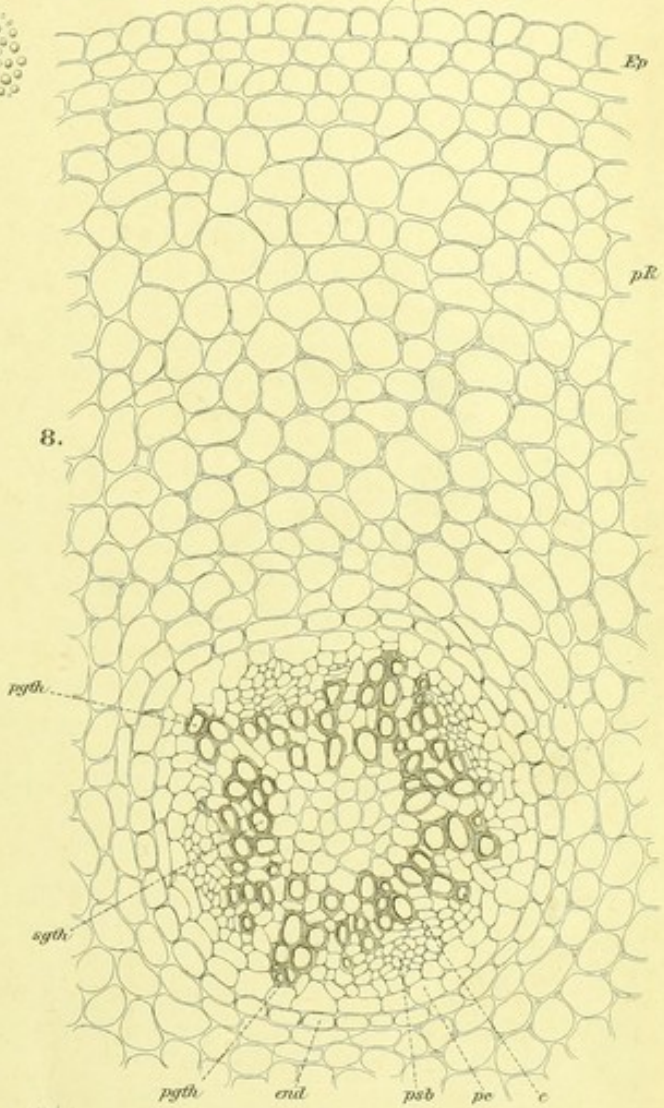


9.

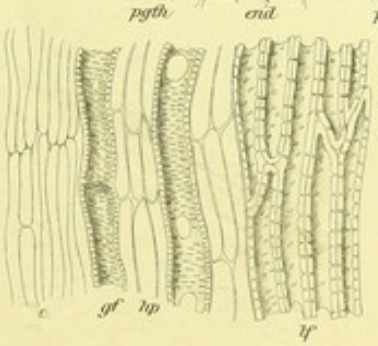
5.



8.



6.



7.

Lith. Anst. v. C. Kirst, Leipzig.

Herb. Stramonii.

Fol. stramonii, Stechapfelblätter, Feuilles de stramoine, Stramonium leaves, Thornapple-leaves, Jimpson Weed.

Von Datura Stramonium L. sind sowohl die beblätterten Sprosse, wie auch die Samen in arzneilicher Anwendung.

Die blütentragenden Pflanzen zeigen folgenden morphologischen Aufbau.*) (Fig. 1ª.) Auf die Keimblätter folgt zunächst an dem geraden, krautigen, stielrunden, meist kahlen und hohlen Stengel ein System spiralig gestellter Blätter. Diese Laubblätter bringen bis auf die zwei obersten nur kleine Achselknospen hervor. Aus der Achsel dieser obersten Blätter aber treten kräftige Seitenachsen hervor, die die Fortsetzung des Sprofssystems übernehmen. Der Hauptsprofs (*I*) endigt hier in einer Blüte. Scheinbar auf gleicher Höhe mit derselben steht ein Laubblatt (*b*) und zwei Seitensprosse (*II*), so dafs vier Organe einen Quirl bilden würden: eine Blüte, ein Laubblatt und zwei extraaxilläre Seitenachsen. Dies ist aber thatsächlich nicht der Fall, sondern das Laubblatt ist von dem tiefer liegenden Knoten hinaufgewachsen, gehört also morphologisch gar nicht an die Stelle wo wir es finden und die beiden Seitenachsen stehen in der Achsel von Blättern (α und β), die ebenfalls um ein Internodium hinaufgeschoben sind und die wir also am nächsthöheren Knoten suchen müssen. Man kann sagen, die Seitenachsen haben ihre eigenen Deckblätter mit in die Höhe geschoben. Thatsächlich liegen also die Verhältnisse so, dafs an der Stelle, wo wir die genannten vier Organe finden, eigentlich fünf liegen: die den Hauptsprofs abschliefsende Gipfelblüte, unter derselben zwei Blätter und in den Achseln derselben je ein den Hauptsprofs übergipfelnder Seitensprofs. Das Laubblatt des „Scheinquirls" ist das Deckblatt der Gipfelblüte. Dies Spiel wiederholt sich nun an jeder der Seitenachsen. Der viergliedrige Scheinquirl, den wir am nächsthöheren Knoten finden, ist daher wieder in der gleichen Weise wie oben zu interpretieren: das dort stehende Laubblatt α oder β gehört eine Etage tiefer u. s. f. Die Folge dieser merkwürdigen Verzweigungsart ist: dichotome oder trichotome Verzweigung der relativen Hauptachse, scheinbar extraaxillär entspringende Seitenachsen und in den Dichotomien — in der „Gabel" — stehende Blüten. Dafs das Blatt, welches der Blüte gegenüber in der Gabel steht, thatsächlich mit seinem Blattstiel von der nächst tieferen Etage heraufgerückt und in seinem Blattstiele mit dem Sprosse verwachsen ist, zeigt die anatomische Untersuchung der darunter liegenden Sprofspartie. Man sieht im Bündelkreise deutlich, wo der Blattstiel mit dem Sprosse verwachsen ist.

Die beiden Seitensprosse entwickeln sich nun entweder gleichmäfsig (Fig. 1ª) oder — und dies pflegt besonders nach oben hin der gewöhnliche Fall zu sein — der eine ist gegenüber dem anderen gefördert. Im letzteren Falle wird die Differenz in der Gröfse schliefslich so grofs, dafs die Knospe des zurückbleibenden Seitensprosses sich gar nicht entfaltet, aus ihr eine Seitenachse nicht entsteht, also auch das Deckblatt nicht von seinem ursprünglichen Platze emporgehoben werden kann, sondern stehen bleibt und mit dem emporgehobenen Deckblatt des nächst niederen Internodiums gepaart erscheint (Folia geminata). Ist die einseitige Förderung der oberen Sprofsglieder eine regelmäfsige und alternierende, so entsteht eine wickelige Infloreszenz. Bei den letzten obersten Gliedern der Infloreszenz wird dann schliefslich auch der geförderte Sprofs nur noch wenig gestreckt oder bleibt schliefslich ganz kurz. Dann sitzen zwar scheinbar drei Blätter an einer Stelle (Folia trigeminata): das Deckblatt der Endblüte, das Deckblatt des sogenannten geförderten und das des nicht geförderten Seitensprosses.

Die wenig behaarten, krautigen, aufserordentlich rasch welkenden Blätter sind relativ lang gestielt. Der runde, oben gefurchte Blattstiel wird bisweilen 6 cm lang, sein Durchmesser beträgt 1—3 mm. Die Lamina ist 4—20 cm lang und unten 3—15 cm breit. Die unteren Blätter sind oblongeirund, am Grunde keilförmig, oben spitz, die oberen breiteiförmig, im unteren Viertel am breitesten. Der Rand ist ungleich buchtig gezähnt.

Der Querdurchmesser der Blätter ist gering. Er beträgt circa 0,225 mm. Das Mesophyll besitzt den typischen Bau bifacialer Blätter. Eine Schicht von langen, schmalen Palissaden, deren Höhe oft die Hälfte des Blattquerschnittes übertrifft, liegt auf der Oberseite, ein reichdurchlüftetes Merenchym

*) An dieser Stelle sei ein Versehen berichtigt, welches sich in die Tafel 39 eingeschlichen hat. Wie im Text richtig ausgeführt wird, ist die Infloreszenz von Hyoscyamus niger ein Wickel. In der dazu gehörenden Fig. 1ª ist aber durch ein Versehen eine Schraubel dargestellt.

auf der Unterseite. Die Sammelzellen (*sz*, Fig. 1), die unmittelbar an die Palissadenschicht grenzen und von denen oft jede ein Bündel Palissadenzellen trägt, führen sehr oft einen grofsen, sternförmigen Oxalatkristall (*kr*, Fig. 1). Dies giebt dem Querschnittsbilde den Charakter. Die kristallführende Schicht halbiert das Blatt. Das Vorkommen der Drusen gerade in den Sammelzellen deutet darauf, dafs hier die als Abfallprodukt aus den assimilierenden Palissaden abströmende Oxalsäure auf die zuströmenden Kalksalze stöfst.

Die Epidermis der Blattoberseite (*Epo*, Fig. 1) besteht aus etwas tangential gestreckten Zellen, die, von der Fläche betrachtet (Fig. 2), nur verhältnismäfsig wenig wellig verbogen sind. Da und dort sitzt ein vereinzeltes grofses, langes, aus einer Reihe von Zellen bestehendes Haar der Epidermis auf, dessen Kuticula zahlreiche kleine Wärzchen besitzt (*t*, Fig. 2). Über den Nerven sind die Epidermiszellen gestreckt und hier ist die Behaarung reichlicher (Fig. 3). Es finden sich daselbst sowohl lange, einreihige Haare (*t*, Fig. 3), als auch Köpfchenhaare mit oft ziemlich langem Stiel (*t*,, Fig. 3). Einige derselben verhalten sich wie sezernierende Trichome, bilden also eine Gruppe von meist acht sezernierenden Gipfelzellen aus (*t*,,, Fig. 3). Diese letzteren Trichome sind es, die das Blatt klebrig machen. Auch Spaltöffnungen finden sich auf der Blattoberseite in ziemlicher Zahl (*st*, Fig. 2).

Die Epidermis der Blattunterseite besteht aus Zellen, die etwas niedriger sind als die der Oberseite. Von der Fläche betrachtet, zeigen sie starke wellige Verbiegungen der Seitenwände (Fig. 4). Spaltöffnungen (*st*) sind in grofser Zahl vorhanden. Die Zahl der Nebenzellen der Spaltöffnungen beträgt auf der Blattoberseite 3, auf der Blattunterseite 3—5. Die Haare sind dieselben wie auf der Oberseite, doch sind sie weniger zahlreich. Die Köpfchendrüsen (*t*, Fig. 4) prävalieren, die Reihenhaare sind kurz.

Die grofse Zahl der Spaltöffnungen und das Vorkommen derselben auch auf der Oberseite, sowie die Thatsache, dafs die Stomata oft über die Fläche der Epidermis emporgehoben sind (Fig. 1, *st*), erklärt das rasche Welken der Blätter.

Die Blattnerven sind ihrer Mehrzahl nach zart und in das Blattgewebe derartig eingebettet, dafs sie äufserlich kaum hervortreten. Nur die primären, sekundären und tertiären Nerven treten heraus und erscheinen besonders auf der Unterseite als kräftige Rippen, am kräftigsten natürlich der Mittelnerv. Er und die sekundären Nerven, die sich in spitzem Winkel (35—40°) an den Hauptnerven ansetzen, treten auch auf der Oberseite der Blätter als schwache Rippen hervor.

Der Hauptnerv ist im Querschnitte ziemlich dick (Fig. 1). Das central gelegene bikollaterale Nervenbündel ist halbmondförmig gebogen. Der centrale Gefäfsteil (*gth*, Fig. 1) zeigt nur undeutlich strahligen Bau, die Gefäfse liegen zerstreut, die Markstrahlen sind undeutlich. Siebteil findet sich sowohl auf der der Blattoberseite entsprechenden Bündelseite (*sb*,), wie auf der der Blattunterseite entsprechenden (*sb*,,): der typische Fall bei den Solanaceen. Sowohl auf der Blattoberseite wie auf der Blattunterseite findet sich subepidermales Kollenchym (*col*, Fig. 1). Das parenchymatische Nervengewebe ist grofszellig und führt da und dort Oxalatsandzellen und einzelne Oxalatprismen. Da diese beiden Formen des Vorkommens von Oxalat bei Datura auf die Nerven beschränkt zu sein pflegen, in den Facetten aber regelmäfsig Drusen vorkommen (siehe oben), so wird durch das andersgestaltete Oxalat der Nerven die diagnostische Bedeutung der Drusen (vergl. S. 168) nicht tangiert.

Sowohl auf der Oberseite wie auf der Unterseite zeigt die Kuticula der Epidermiszellen über den Hauptnerven feinwarzige Höckerchen, ähnlich denen der Reihenhaare (siehe oben und Fig. 2), die besonders reichlich auf der Oberseite der Epidermis des Hauptnerven ansitzen.

Die Blattzähne zeigen einen charakterischen Bau. Jeder Zahn läuft in eine feine, ziemlich scharf abgesetzte kegelförmige Spitze aus. Gegen diese hin läuft meist ein Sekundärnerv oder bei den kleineren Zähnen der Blattbasis der Ast eines solchen. Unmittelbar unter der kegelförmigen Zahnspitze vereinigt sich der Sekundärnerv mit dem Randnerven und in die Spitze tritt ein lockeres pinselartiges Bündel zarter Tracheen.

Der Blattstiel zeigt fast ganz den Bau der Hauptnerven der Blätter, dessen direkte Fortsetzung er ja ist, besonders einen im Querschnitt halbmondförmigen Bündelstamm. Auf der Oberseite liegt eine flache, haarreiche Rinne, ringsum läuft Kollenchym.

Auch die Internodien der Seitensprosse zeigen einen ringsum laufenden subepidermalen Kollenchymcylinder. Am Gefäfsbündelkreise ist die Verwachsung von Internodium und Blattstiel (siehe oben) noch undeutlich sichtbar. Die Blattstielbündel bilden einen flachen, die Internodienbündel einen halbkreisförmigen Bogen. Die Bündel sind natürlich wie im Blattstiel und den Blattnerven bikollateral.

Das Kollenchym in Blattstiel und Internodium von Datura eignet sich sehr gut zur Demonstration dieses Gewebes im Praktikum.

Sem. Stramonii.

Die Frucht von Datura Stramonium L. ist eine Kapsel. Sie entwickelt sich aus einem Fruchtknoten, der aus zwei Karpellen besteht und im Innern der Blüte versteckt ist.

Die gestielte Blüte besitzt einen gamosepalen, 3—5 cm langen, im Querschnitt fünfkantigen (weil aus fünf Sepalis gebildeten) Kelch, der in der basalen, aufgeblasenen Partie eine Trennungslinie zeigt. Hier, wo das derbere untere Gewebe an das lockere obere angrenzt, reifst nach dem Abblühen der Blüte der Kelch entzwei, das gröfsere obere Ende desselben wird mit der Blumenkrone zusammen abgeworfen, der basale Teil bleibt erhalten, wird zurückgeschlagen und behüllt die Frucht dauernd. Die 6—8 cm lange weifse gamopetale Corolle ist trichterförmig und besitzt fünf zugespitzte, dreiseitige Zipfel.

Die fünf in der Röhre, dort wo sich diese verengert, inserierten Stamina haben ziemlich lange Filamente.

Der Fruchtknoten ist kegelförmig, etwa 5 cm lang und mit vier Phalangen dicker, kurzer, weicher Stacheln besetzt. Durchschneidet man ihn im oberen Teile, so erscheint er zweifächerig, durchschneidet man ihn im mittleren und unteren Teile, so sieht man vier Fächer. Es kommt dies daher, dafs sich im mittleren und basalen Teile eine falsche Scheidewand zwischen die Placenten einschiebt. In der Blüte steht der Fruchtknoten nicht median quer, sondern schief (Fig. 5[a]). Dadurch wird die sonst aktinomorphe Blüte schrägzygomorph. Die zahlreichen anatropen Ovula sitzen im oberen Teil zwei scheidewandständigen Placenten an, im mittleren und unteren finden sich vier Placenten. Im Querschnitt sind dieselben halbkugelig-herzförmig, mit schmaler Leiste der Scheidewand angeheftet (Fig. 9). Diese Verhältnisse sind auch an der reifen Frucht noch wahrzunehmen (Fig. 5). Der gerade fadenförmige Griffel ist an der Spitze verbreitert, zweilappig. Die Narbenpapillen an den Rändern herablaufend.

Der anatomische Bau der Fruchtknotenwand ist einfach. In dem parenchymatischen Grundgewebe liegen die zarten Bündel. Das Gewebe stülpt sich da und dort in zunächst rein parenchymatische Emergenzen aus, die später zu Stacheln werden.

Die Frucht ist eine circa 5 cm lange, aufsen mit langen Stacheln besetzte Kapsel, im Querschnitt abgerundet vierseitig, mit vier Längsfurchen, die den Aufspringungslinien entsprechen. Sie springt vierklappig auf. Die vier Klappen lösen sich ab und lassen die samenbesetzten Placenten und Scheidewände als mittlere kegelige Säule frei hervortreten. An der Basis der Frucht sitzt der bleibende zurückgeschlagene Kelchrest.

Der Bau der Fruchtwand ist einfach. Das aufserordentlich reich durchlüftete Grundgewebe wird von einem reichverzweigten Systeme von Gefäfsbündeln durchzogen. Die Epidermis ist mit zahlreichen, relativ kurzen und oft gebogenen Reihenhaaren mit warziger Kuticula und mit Köpfchenhaaren besetzt. Die zahlreichen Stacheln sind typische Emergenzen, die ihre Steifheit daher haben, dafs rings um ein lückiges Centralparenchym ein Kranz derber Bastzellbündel liegt, die sich an Bündelstämme der inneren Fruchtschale ansetzen. Gefäfsbündel fehlen den Stacheln.

Die Samen sind circa 3—4 mm lang, zusammengedrückt, nierenförmig, aufsen grubig-punktiert (Fig. 6), fast schwarz, matt, am Nabel heller. Durchschneidet man sie der Länge (Fig. 7), so sieht man, dafs der stark gekrümmte Keimling fast randständig ist. Dafs reichlich Nährgewebe vorhanden ist, zeigt ein Querschnitt (Fig. 8). In einer Frucht liegen oft mehrere hundert Samen. Ein alkoholischer Auszug der Samen fluoresziert stark.

Die Ovula sind anatrop (Fig. 10) und besitzen nur ein Integument. Wenigstens sind ganz junge Samenknospen anatrop. Kurz vor der Befruchtung wird dann das Ovulum durch Streckung des unteren Teiles amphitrop und der Nucellus zeigt nun eine schwache Krümmung. Das Integument schliefst anfangs nicht über dem Nucellus zusammen (Fig. 10). Später streckt sich die Spitze desselben, die Seiten schliefsen zusammen und es entsteht ein feiner Mikropylarkanal (Fig. 11 u. 12). Das Integument ist etwa neun Zellreihen dick (*Int*, Fig. 13). Der Nucellus ist mit einer Zellschicht (*Nuc*, Fig. 13) ausgekleidet. Das Gewebe des Integumentes führt Stärke. Bei der weiteren Entwickelung der Samenanlage wird das Integument zunächst dicker, wächst auf 15—18 Zellreihen heran und seine Epidermis gliedert sich scharf gegen das innere Gewebe ab. Gleichzeitig verdicken die sich vergröfsernden Epidermiszellen ihre Aufsenwand. Ein noch älteres Stadium (Fig. 14) zeigt eine noch weiter vorgeschrittene Entwickelung in der gleichen Richtung. Das Integumentargewebe ist durch reichliche Teilungen, besonders in den inneren Schichten, auf 20—25 Zellschichten herangewachsen, die sämtlich reichlich transitorische Stärke führen. Die Aufsenwand der nunmehr bereits stark vergröfserten Epidermiszellen zeigt bereits eine ziemlich erhebliche Verdickung (Fig. 14, 1). Nun hat das Integumentargewebe den Höhepunkt seiner Entwickelung erreicht. Während die in ihm aufgehäufte Stärke allmählich sich löst und die Baustoffe für die weitere Entwickelung der Epidermiszellen liefert, fallen die Zellen zunächst der Obliteration, dann von Innen her auch partieller Resorption anheim. Das heranwachsende Endosperm übt einen Druck nach aufsen hin aus und prefst die schliefslich ganz entleerte „Nährschicht“ (denn als solche fungiert das Integumentargewebe mit Ausnahme der Epidermis) zusammen. Im reifen Samen findet man nur wenige Schichten wohl erhaltenen Parenchyms (Fig. 27, 2) unter der Epidermis, die ganze innere Partie (Fig. 27, 3) ist obliteriert und partiell resorbiert.

In dem Integumentargewebe ist deshalb so reichlich Stärke aufgespeichert, weil die Verdickung der Epidermiszellen (Fig. 27, 1) eine sehr starke wird und viel Baumaterial braucht.

Die Entwickelung dieser für den Stramoniumsamen sehr charakteristischen Epidermis ist eigenartig. Bereits in einem verhältnismäfsig frühem Stadium hebt sich die Epidermis des Integumentes scharf gegen das darunter liegende Gewebe ab (Fig. 14, 1): ihre Zellen sind grofs und radial gestreckt und aufsen stark verdickt. Die Aufsenwand zeigt eine Differenzierung in eine äufsere Schicht, die den Charakter einer Schleimmembran besitzt (Fig. 14, *sl*) und eine innere derbere, die zapfenförmig nach innen vordringt (Fig. 14, *sc*). Betrachtet man die Epidermis von aufsen, so sieht man, dafs die Zellen nunmehr nicht mehr mit geraden Wänden aneinander stossen, sondern schwach wellige Verbiegungen zeigen (Fig. 15). Im weiteren Verlaufe der Entwickelung strecken sich die Epidermiszellen weiter in radialer Richtung. Diese Streckung ist bei den Zellen in der Nähe des Funiculus — am Hilum des Samen — besonders stark. Gleichzeitig verstärken sich die welligen Verbiegungen der Seitenwände so erheblich, dafs das Bild, welches man jetzt bei Tangentialschnitten erhält, der Fig. 16 entspricht. Quer durchschnitten bieten diese Zellen nun das in Fig. 22 dargestellte Bild. Es scheint, als ob hier kleine Zellen mit grofsen abwechselten. Thatsächlich hat man aber nur Abschnitte verschieden getroffener Zellen vor sich, wie leicht verständlich wird, wenn man sich denkt, dafs der Schnitt etwa in der Richtung *a—a* in Fig. 16 geführt wurde. Aber die Zellen sind nicht nur an ihren Seitenwänden gefaltet, sondern haben auch an der Aufsenwand eine eigentümliche Veränderung erfahren, die gewissermafsen auch eine Faltung, aber in vertikaler Richtung ist (Fig. 23), die sich mit einer verstärkten Horizontalfaltung der oberen Membranpartie kombiniert. Es sieht aus als ob zahlreiche Zapfen in die nunmehr stark verdickte Schleimmembran (*sl*, Fig. 23) hineinragten. Von der Fläche betrachtet, müssen diese Zapfen wie breite „Tüpfel" erscheinen (Fig. 17). Schon jetzt sind die Grenzen der Epidermiszellen, wie sie auf dem Querschnitte (Fig. 23) aus den oben angeführten Gründen nicht mehr festzustellen sind, auch auf dem Tangentialschnitte undeutlich, da die Faltungen der Zellen eben vielfach ineinandergreifen. In der That ist nicht mehr zu sagen, zu welchen der vier Zellen die Zapfen der Fig. 17 gehören. Nunmehr beginnen auch die Seitenwände sich zu verdicken und zwar mit Netzleisten (Fig. 23 u. 24). Wiederum ist die horizontale Faltung der Zelle der Grund, warum man an Querschnitten immer nur einen Streifen der Wand mit den Netzleisten sieht. Man braucht sich immer nur gegenwärtig zu halten, dafs der Schnitt in der Richtung *a—a* (Fig. 16) geführt wurde, um sofort zu erkennen, dafs, je nachdem man eine Falte trifft oder nicht, man bald ein Stück Lumen, bald eine Membranpartie in der Fläche, bald eine solche radial-längsdurchschnitten sehen wird. Bei Fig. 24 (*W*) z. B. ist eine Zellgrenze getroffen. Die nach oben hin in die Schleimmembran sich vorwölbenden Zapfen zeigen oft deutliche Schichtung (Fig. 22), besonders nach Behandeln mit Schwefelsäure. Die untere, innere Membran der Zellen zeigt auch eine vertikale Faltung der Wände, aber in das Innere der Zelle hinein (Fig. 25 u. 26). Sekundäre Zapfen pflegen hier nicht in dem Mafse aufzutreten, wie an der Aufsenwand. Da diese es sind, die dort ganz besonders das Bild komplizieren, so ist dasselbe bei der Innenwand einfacher. Die Verdickung der Wand schreitet nun immer weiter fort, die anfangs (Fig. 23 u. 24) breiten Tüpfel werden immer enger (Fig. 25) und verschwinden endlich ganz (Fig. 26). Schliefslich verrät nur ein welliger Verlauf der Schichten (Fig. 26) und die Perlschnurform der trennenden Wand zweier Zellen, dafs ursprünglich breite Tüpfelflächen vorhanden waren. Das Lumen wird zu einer sanduhrförmigen Bildung verengt, da die Verdickung in mittlerer Höhe der Zellen am stärksten und in den Winkeln am geringsten ist (Fig. 26 u. 27). Es enthält einen braunen, feinkörnigen Inhalt. Gleichzeitig mit der fortschreitenden Verdickung der Seitenwände und der Innenzapfen erfolgt nun auch eine Verdickung in den durch mit verstärkter Horizontalfaltung kombinierter Vertikalfaltung entstandenen oberen Zapfen. Betrachtet man daher die Epidermis eines nicht ganz reifen Samens von aufsen, so erhält man ein Bild wie Fig. 18. Hier scheinen die mittleren und unteren Konturen der Zellen durch, aber trotzdem ist nicht festzustellen, zu welcher der beiden benachbarten Zellen die (hier querdurchschnittenen) Zapfen gehören, denn die Zellen verzahnen sich mit diesen Zapfen so innig, dafs die Grenze der einzelnen Zelle in ihrem oberen Teile völlig verwischt ist. Welche Zapfen zu einer Zelle gehören, kann man nur feststellen, wenn man die Zellen durch Schultze'sche Maceration isoliert. Fig. 19 zeigt eine solche isolierte Epidermiszelle von aufsen, Fig. 20 in der Seitenansicht. Aus Fig. 20 ist zugleich ersichtlich, dafs die Zapfen in erster Linie einer verstärkten Horizontalfaltung der oberen Membranpartie ihre Entstehung verdanken. Beim ganz reifen Samen ist die Verdickung, besonders auch der Innenwand, noch weiter vorgeschritten (Fig. 27, 1). Da die Zapfen gewissermafsen nur eine ringsumlaufende kranzartige (Fig. 19), obere (Fig. 20) Bekrönung der Zellen bilden, so wird man sie auf medianen Querschnitten nicht immer finden und dies ist in der That der Fall (Fig. 27). Beim reifen Samen ist die Schleimschicht der Epidermiszellaufsenwand ziemlich dick (*sl*, Fig. 27). Die Epidermiszellen enthalten dann einen braunen Inhalt. Dieser bedingt, kombiniert mit einer Braunfärbung der verdickten Seiten- und Innenwände, die dunkle Farbe des Samen.

Auch dieser Fall zeigt wieder, dafs wir zu einem richtigen Verständnis fertiger Zustände nur durch die Entwickelungsgeschichte gelangen können.

Der innersten Schicht der beim reifen Samen leeren Nährschicht liegt eine einfache Zellreihe an. Es ist dies der Nucellarrest (*Nuc*, Fig. 27), der von Anbeginn dort zu finden ist (Fig. 13 u. 14). Auf diesen folgt beim reifen Samen dann das ziemlich mächtige Endosperm (*End*, Fig. 7 u. 8), in welches der stark gekrümmte Keimling eingebettet ist (*Em*, Fig. 7 u. 8), der aus einer ziemlich langen Radicula und zwei Kotyledonen besteht (Fig. 7). Das Gewebe des Endosperms besteht aus ziemlich dickwandigen Zellen (*End*, Fig. 27), die, in Ölplasma eingebettet, reichlich Aleuronkörner (*al*, Fig. 27)

enthalten. Die innerste Schicht des Endosperms ist als Quellgewebe entwickelt (*Qu*, Fig. 27).

Die Aleuronkörner besitzen als Einschlüsse ein bis zwei Kristalloide und ein bis mehrere Globoide (Fig. 28). Betrachtet man sie in Alkohol, so erscheinen sie wulstig aufgetrieben und oft verbogen (Fig. 28, *a*), läfst man vorsichtig Wasser zutreten, so löst sich die Grundmasse, und Globoide und Kristalloide treten deutlicher hervor (Fig. 28, *b*). Bei Zutritt von Jodkalijod bleiben fast nur die Globoide übrig und man sieht nun, dafs dieselben sehr mannigfaltige Formen besitzen (Fig. 28, *c*). Meist sind es zu Perlschnüren aneinander gereihte Kügelchen. Die Gröfse der Aleuronkörner beträgt im Endosperm 5,5—11 mik, meist etwa 7 mik. In den äufseren Schichten des Endosperms und in den Kotyledonen und der Radicula sind sie kleiner, meist 3—6 mik.

Die Aleuronkörner sind selbst bei ganz alten vieljährigen Samen noch sehr empfindlich gegen Wasser. Da nun nach meinen Erfahrungen alle Samen, die ihre Keimfähigkeit verloren haben, gegen Wasser relativ resistente Aleuronkörner besitzen, die Aleuronkörner keimfähiger Samen dagegen sehr empfindlich gegen Wasser sind, so war vorauszusehen, dafs Datura Stramonium sehr lange seine Keimkraft behält und dies stimmt in der That mit den Erfahrungen. Einige Autoren behaupten, der Stechapfel keime noch nach 100 Jahren.

Das Pulver.

Das Pulver der Blätter ist besonders durch die mit Kuticularwarzen besetzten Haarfragmente charakterisiert. Auch bieten die Kristalle — soweit sie nicht zertrümmert sind — einen guten Anhaltspunkt. Bei den Spaltöffnungen ist zu berücksichtigen, dafs die der Oberseite drei, die der Unterseite drei bis fünf Nebenzellen besitzen. Ober- und Unterseite sind an der differenten Faltung der Epidermiszellen zu unterscheiden.

Tafel 65.

Erklärung der Abbildungen.

(Datura Stramonium L.)

Fig. 1[a]. Schema der Infloreszenz von Datura Stramonium (nach Eichler).

„ 1. Querschnitt durch die Mittelrippe des Blattes und das angrenzende Gewebe.

„ 2. Epidermis der Blattoberseite über einer Facette. (Flächenansicht.)

„ 3. Epidermis der Blattoberseite über einem Seitennerven. (Flächenansicht.)

„ 4. Epidermis der Blattunterseite.

„ 5[a]. Diagramm einer Blüte (nach Eichler).

„ 5. Aufgesprungene reife Frucht. Das gegen den Beschauer gerichtete Blatt ist zu $^2/_3$ abgetragen, so dafs die centrale Scheidewand- und Placentarsäule mit den Samen sichtbar wird. Vom oberen Teile der Placenta sind die Samen abgelöst. *w*, echte Scheidewand, *w*„ falsche Scheidewand. Es ist ersichtlich, dafs letztere nicht bis zur Spitze der Frucht reicht. Daher ist die Frucht oben zweifächerig, unten vierfächerig (Fig. 9).

„ 6. Ein Same von aufsen.

„ 7. Ein Same median längsdurchschnitten.

„ 8. Ein Same querdurchschnitten, in der Richtung *a*—*a*, Fig. 7.

„ 9. Fruchtknoten, im unteren Teile querdurchschnitten (nach Berg).

„ 10. Ein junges Ovulum, längsdurchschnitten.

„ 11. Ein junges Ovulum kurz vor der Befruchtung.

„ 12. Dasselbe zur Zeit der Befruchtung.

„ 13. Querschnitt durch das Integument und den Nucellus des in Fig. 11 dargestellten Ovulums.

„ 14. Querschnitt durch die gleichen Gewebe eines Ovulums nach der Befruchtung.

„ 15. Epidermiszellen des Integumentes eines älteren Ovulums von aufsen. (Flächenansicht.)

Fig. 16. Dasselbe in einem späteren Stadium der Entwickelung. Die wellige Verbiegung der oberen Zellpartie ist schärfer ausgeprägt als in Fig. 15.

„ 17. Dasselbe in einem noch späteren Stadium. Die Zapfenbildung im oberen Teile hat begonnen. Schon jetzt ist aber nicht mehr zu sagen, zu welcher der fünf benachbarten Zellen die Zapfen (*zpf*) gehören. Das Lumen der mittleren Zelle ist getönt.

„ 18. Die Samenschalepidermis eines nicht ganz reifen Samens. (Flächenschnitt.) *a* die durchscheinenden unteren Zellgrenzen.

„ 19. Eine durch Schultze'sche Maceration isolierte Epidermiszelle eines reifen Samens, von aufsen gesehen.

„ 20. Eine durch Maceration isolierte Epidermiszelle von der Seite.

„ 21. Isolierte Epidermiszelle eines halbreifen Samens von aufsen. Die Bildung der Zapfen aus den oberen Falten der Zelle ist noch deutlich.

„ 22—26. Succedane Entwickelungsstadien der Epidermiszellen der Samenschale. Querschnitt.

„ 22. Junges Stadium. Die Schicht *sc* der Fig. 14 u. 25 durch Schwefelsäure papillös geworden und dann geschichtet erscheinend.

„ 23. Etwas älteres Stadium (entsprechend Fig. 17). Netzleistenverdickung beginnt.

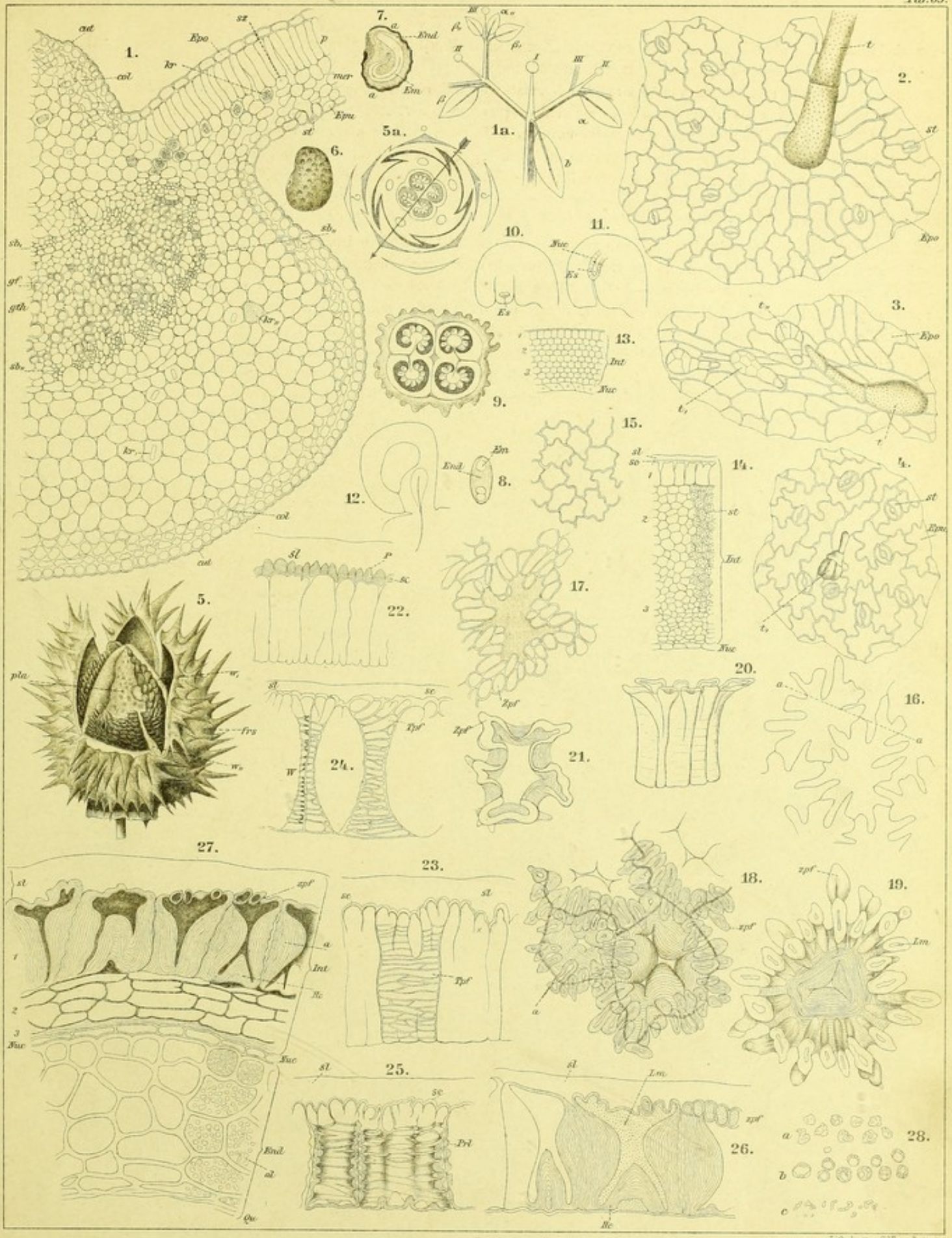
„ 24. Netzleistenverdickung fortgeschritten.

„ 25. Noch älteres Stadium, Leisten sehr breit. *Prl* perlschnurartige Verdickung der Seitenwände.

„ 26. Aus nahezu reifem Samen. Tüpfel verschwunden, durch starke Auflagerung neuer Schichten ausgeglichen.

„ 27. Querschnitt durch die Randpartie eines reifen Samens. *sl* in Fig. 14, 22—27 Schleimmembran. (Die Fig. 10—27 mit Benutzung Schlotterbeck'scher Zeichnungen.)

„ 28. Aleuronkörner. *a* in Alkohol, *b* in Wasser, *c* die Globoide isoliert.



Lith. Anst. v. C. Kirn, Leipzig.

Flor. lavendulae.

Lavendelblüten, Fleurs de lavande, Lavande femelle, Lavender flowers.

Die Flor. lavendulae sind die Blüten von Lavandula officinalis Chaix (Lavendula vera DC.), einem reich verästelten, meist einige Dezimeter hohen Strauche, der aber auch bisweilen höher wird. Die blütentragenden Zweige sind 20—40 cm lang, tragen am Grunde lineale Blätter in dekussierten Paaren, die ebenso wie die Zweige filzig behaart und an den Rändern zurückgerollt sind.

Die Inflorescenz ist eine unterbrochene Ähre. Jeder der 4—5 Partialinflorescenzen bildet einen Scheinquirl. Jeder Scheinquirl besteht aus zwei gegenüberstehenden cymösen Inflorescenzen, deren Achsen so stark verkürzt sind, dafs es auf den ersten Blick scheint, als entsprängen alle Blüten an einem Punkte. Es läfst sich aber leicht nachweisen, dafs dies nicht der Fall ist, sondern dafs wir eine Gipfelblüte unterscheiden können, unterhalb welcher entweder auf jeder Seite je eine Seitenblüte oder je eine kleine zweiblütige Cyma entspringt. Im einfachsten Falle haben wir also ein dreiblütiges Dichasium (Fig. 1, unten und 1a), im entwickeltsten ein fünfblütiges Dichasium (Fig. 1, oben und 1b) mit wickeligen Seitenachsen. Als seltenere Zwischenform figuriert ein vierblütiges Dichasium mit Gipfelblüte, an der einen Seite mit einer Blüte, an der anderen mit einem zweiblütigen Wickel, als extreme, besonders bei den gipfelständigen Partialinflorescenzen zu beobachtende Form eine sechs- oder gar siebenblütige Inflorescenz, wo einer oder beide der seitenständigen Wickel dreiblütig sind. Überhaupt herrscht die Tendenz vor, dafs die oberen Inflorescenzen blütenreicher, die unteren blütenärmer sind. Die untersten zeigen fast immer nur dreiblütige Partialinflorescenzen. Aber auch bei diesen sind die beiden übrigen Blüten wenigstens angedeutet. Ihre Deckblätter wenigstens findet man gewöhnlich leicht und bei mikroskopischer Betrachtung in der Achsel derselben auch eine kleine, nicht entwickelte Knospe (Fig. 1a). Die Aufblühfolge ist stets so geregelt, dafs die Gipfelblüte zuerst aufblüht, dann folgen die zwei nächst benachbarten, also morphologisch unteren, und dann die zwei äufsersten oberen Blüten.

Wenn die Mittelblüte (I) aufgeblüht ist, beginnen die Seitenblüten (II) sich erst zu öffnen und die letzten Blüten (III) sind noch im Knospenzustande (Fig. 1, oben). Die Seitenblüten erschliefsen sich daher erst dann völlig, wenn die Mittelblüte abgeblüht ist (Fig. 1, unten).

An den Knoten der Inflorescenzachsen stehen sich nun stets je zwei solcher Partialinflorescenzen gegenüber (Fig. 1, unten). Nach dem oben Gesagten finden wir also an den Knoten Scheinquirle, von im einfachsten Falle im ganzen sechs, im kompliziertesten von im ganzen 12—14 Blüten, erstere unten, letztere oben. Die Regel bilden sechs- und zehnblütige Scheinquirle. Im unteren Teile der Ähre stehen die Scheinquirle entfernt voneinander, im oberen, da dort die Internodien sehr kurz sind, gedrängt. Das, sowie die relative Reichblütigkeit der oberen Inflorescenzen bedingt das eigenartige Aussehn der Inflorescenz des Lavendel. Jede der Partialinflorescenzen ist von einem relativ grofsen Deckblatte behüllt (Fig. 1 u. 2, *D*), welches unten breit-eiförmig und am Grunde abgerundet, oben in eine feine lange Spitze ausgezogen ist. Diese Deckblätter sind meist trocken und bräunlich, besonders am Rande reich behaart und von einem Hauptnerven und mehreren Nebennerven durchzogen, die alle an der Basis entspringen. Die Deckblätter der einzelnen Blüten der Inflorescenz, die ganz versteckt liegen und erst nach Abpräparieren des Inflorescenzdeckblattes resp. bei mikroskopischer Untersuchung sichtbar werden, sind schmal, eilanzettlich-pfriemlich und etwa 1 mm lang.

Die Deckblätter der Partialinflorescenzen stehen in dekussierten Paaren, die aufeinander folgenden Paare alternieren also miteinander (Fig. 1).

Die Blüten sind zygomorph in Kelch und Corolle und proterandrisch. Die Antheren verstäuben also den reifen Pollen, bevor die Narbe bestäubungsreif, also empfängnisfähig geworden ist. Die Befruchtung bedarf also der Vermittelung der Insekten.

Der gamosepale, bläulich-graue Kelch ist röhrig, im mittleren Teile etwas erweitert, gestreift, meist von 11 bis 13 Nerven (Fig. 6 u. 8) durchzogen. Er ist 5—6 mm lang und am oberen Rande reichlich gekerbt. Er trägt ein dorsal gestelltes Läppchen (*Za*, Fig. 6), das dem einen hinteren Kelchblatte entspricht und die Zygomorphie des Kelches bedingt. Die übrigen vier Kelchblätter sind so völlig miteinander verwachsen, dafs man ihre Grenzen nicht erkennt. Doch sind, wenigstens bisweilen, am oberen Kelchrande aufser dem Läppchen vier Zähnchen zu bemerken, die, wie der Verlauf der Nerven lehrt, den vier Kelchblattspitzen entsprechen. In

diese treten nämlich Nerven bis zur Spitze ein (Fig. 6). Auch in das Läppchen tritt ein solcher ein. Dies ergiebt fünf Hauptnerven, die den Kelch bis zur Spitze durchziehen. Beiderseits vom Läppchennerven verlaufen zwei kürzere in konvergierenden Bögen und auch die vier übrigen Hauptnerven haben je einen konvergierenden Nebennerven, macht also im ganzen elf Nerven und soviel sind auch im typischen Falle stets vorhanden (Fig. 6). Es kommt nun aber vor, dafs von der Kelchbasis her sich Tertiärnerven einschieben, besonders in den Kelchblättern, die dem Läppchen nicht benachbart sind und so findet man alsdann an der Basis wohl auch 12 oder 13 Nerven (Fig. 8) oder auch noch mehr. Das Läppchen ist, wie aus Fig. 7 ersichtlich, dem Rücken des Kelches aufsen angeheftet. Aufsen ist der Kelch stark behaart, innen unten kahl, im oberen Teile gegen den Rand zu schwach behaart. Nach dem Abblühen und Welken der Corolle schliefst er sich oben.

Die circa 10—12 mm lange gamopetale, zygomorphe Corolle ist oben blau, im Röhrenteil farblos, die zweiblättrige Oberlippe (*Ob*, Fig. 2 u. 3) besitzt fast die doppelte Länge der dreiblättrigen Unterlippe (*Ut*, Fig. 2 u. 3). Auf der Aufsenseite ist die Corolle von der Spitze bis fast zur Basis der Röhre mit Sternhaaren dicht besetzt. Nur die Röhrenbasis ist kahl. Auf der Innenseite liegen andersgestaltete Haare und zwar vornehmlich an der Stelle des Schlundes, wo die Stamina inseriert sind (×, Fig. 3). Von dort ziehen sie sich bis zu den Spitzen der Corollenlappen hinauf, sind aber auf den Zipfeln spärlich. Nach dem Abblühen wird die Corolle braun, schrumpft stark und wird gänzlich unscheinbar, so dafs die Droge vornehmlich aus den derben Kelchen besteht.

Die vier Stamina sind im oberen Viertel der Röhre inseriert und ragen aus dem Schlunde nicht heraus. Sie sind fast gleich lang, wenigstens ist die sonst bei den Labiaten häufige scharfe Differenzierung in zwei lange und zwei kurze Staubfäden hier stark verwischt. Die Länge der Stamina beträgt etwa 1,5 mm, die beiden oberen, hinteren sind bisweilen etwas höher inseriert als die beiden vorderen, unteren. Oft stehen aber beide auf gleicher Höhe und sind auch oft gleich lang. Die nierenförmigen, 1 mm breiten, anfangs violetten, dann braunen Antheren sind durch Verschmelzen der Thecae einfächerig und springen durch einen Scheitelspalt auf. Auch sie sind, besonders in der Nähe des Spaltes, behaart.

Der Stempel sitzt einem hohen, honigabsondernden Discus auf (*Dis*, Fig. 7). Der aus zwei Carpellen entstehende, durch falsche Scheidewände aber in vier Klausen geteilte Fruchtknoten enthält vier anatrope Ovula (*ov*, Fig. 7). Der gynobasische Griffel ist 3—4 mm lang und trägt ebenfalls, besonders am oberen Teile, Haare. Die keulige Narbe (*Na*, Fig. 7) besteht aus zwei fast gleich grofsen Hälften.

Die Anatomie der Blütenstandachsen ist charakteristisch. Sie sind vierkantig, mit stark hervorgezogenen Eckleisten. Die dazwischen liegenden Flächen sind rinnenförmig. In den vier Ecken verlaufen grofse Kollenchymstreifen. Innerhalb derselben liegen gleichfalls breite, halbmondförmige Bastzellbündel, die Belege der vier Hauptbündel, die also demgemäfs in den Ecken der Stengel verlaufen. Die Ecken sind nur wenig behaart. Die Rinnen jedoch sind aufs dichteste besetzt mit den alsbald zu beschreibenden Sternhaaren, zwischen denen reichlich Öldrüsen liegen. Unter der Spaltöffnungen führenden Epidermis liegt das reichdurchlüftete Assimilationsgewebe und dann folgt ein interfaszikularer Libriformstreifen, der die Eckbündel untereinander verbindet. Diesem sind in der Mitte der Rinne kleine Sekundärbündel aufsen angelagert. Die Mitte des Stengels füllt ein grofszelliges, parenchymatisches Mark.

Die Deckblätter der Partialinflorescenzen sind nur wenige Zellreihen dick. Nur an den Nerven ist das Gewebe etwas zellenreicher. Die Zellen der äufseren unteren Epidermis sind höher, an der Aufsenwand stärker verdickt und mit einer derberen Kuticula versehen, als die der Unterseite. Der Fläche des Blattes, besonders den Nerven sind nur wenige und meist kurze Haare aufgesetzt. Dieselben sind entweder kurze, kugelige, einzellige Trichome ($t_{,,}$, Fig. 13) oder kurze Sternchen ($t_{,}$, Fig. 13) oder Köpfchenhaare ($t_{,,,}$, Fig. 13). Auch einige vereinzelte Öldrüsen (*oed*, Fig. 13 u. 14) finden sich auf beiden Seiten. Der Rand des Blattes dagegen ist reich behaart und besonders ziemlich dicht mit Sternhaaren besetzt (Fig. 12), denen auch längere spiefsige einzellige Haare beigemengt sind ($t_{,,}$, Fig. 12). Die Seitenwände der Epidermiszellen sind wellig verbogen, sowohl auf der Ober-(Innen-)Seite (Fig. 13), wie auf der Unter-(Aufsen-)Seite (Fig. 14). Auch Spaltöffnungen finden sich auf beiden Seiten, mehr aber auf der Unterseite (*st*, Fig. 14). Die Deckblätter werden von einem im oberen Teile Seitenäste entsendenden, in die langausgezogene Spitze eintretenden Mittelnerven und zwei reichgegabelten Seitennerven durchzogen, denen sich oft noch zwei Randnerven beigesellen. Die Nervenbündel liegen dem Innenrande des Blattes genähert. Das Mesophyll ist ein reichdurchlüftetes Sternparenchym.

Der Kelch und seine Nervatur ist oben beschrieben. Durchschneidet man ihn quer, so sieht man, dafs sein Umrifs gefaltet, vielbuchtig ist (Fig. 8). In den — der Regel nach elf — Rippen verlaufen die Nervenbündel (*gfb*, Fig. 8). Dieselben führen ein sehr kleines Gefäfsbündel, das aus wenigen zarten Gefäfsen (*gf*, Fig. 9) und einigen wenigen Siebelementen (*sb*, Fig. 9) besteht und aufsen von einem breiten Bastzellmantel bescheidet ist (*B*, Fig. 9). Letzterer fehlt bisweilen oder ist auf zwei kleine Bastzellgruppen beschränkt. Das Mesophyll besteht aus einem zarten, Chlorophyllkörner führenden Parenchym. Die einen blauen Zellsaft führende Epidermis der Aufsenseite besteht über den Nerven aus gestreckten Zellen und trägt zahlreiche, dicht gedrängt stehende Sternhaare ($t_{,}$, Fig. 9), die auch sonst an den Deckblättern, an der Corolle (Fig. 15, 16, 17) und den Antheren (Fig. 20) sich finden und für den Lavendel sehr charakteristisch sind. Dieselben besitzen eine feinwarzige Kuticula und eine nicht sehr stark verdickte Wand. Sie enden entweder in einen mehrstrahligen, einer langen Tragzelle aufsitzenden Stern oder sind Etagenhaare, d. h. eine Zelle des ersten Sternes streckt sich und erzeugt an der Spitze einen zweiten Stern, eine Zelle des zweiten streckt sich und erzeugt einen dritten Stern. Man kann

oft zwei bis drei, bisweilen vier Etagen übereinander unterscheiden. Die oberen Sterne sind jedoch nur armstrahlig und enthalten oft nur einen Strahl. Die Spitze bildet eine kugelige, oft ziemlich lange Zelle. Auch die Seitenstrahlen können sich wieder gabeln. Im Innern führen die Haarzellen einen blauen oder violetten, durch Chloral rot werdenden Zellsaft und dieser ist es vornehmlich, der die blaue Farbe der Kelche bedingt, die durch den Haarfilz in graublau abgestumpft wird. Diese Sternhaare bedecken auch die Ränder der Kelchrippen, fehlen aber den Thälern ganz (Fig. 8 u. 9). Hier finden sich vielmehr neben den Spaltöffnungen (*st*, Fig. 9 u. 11) kleine Köpfchenhaare (*t*$_{,,,}$, Fig. 9) und aufserordentlich zahlreiche Öldrüsen (*oed*, Fig. 9 u. 11). Die Öldrüsen sitzen oft so dicht, dafs sie sich fast berühren. Ihre grofse Zahl erklärt es, warum Lavendelblüten bis 3 Proc. Ölausbeute geben. Sie sind typische Labiatendrüsen (Angew. Pflanzenanatomie S. 463), d. h. sie besitzen eine Basal- oder Tragzelle, eine Stielzelle und acht dieser aufsitzende Sezernierungszellen. Das Öl liegt zwischen diesen und der blasig abgehobenen Kuticula. In diesem Raume findet man auch bisweilen Kristalle (wie bei Mentha, s. d.). Derartige Öldrüsen findet man auch in geringerer Zahl an den Deckblättern der Partialinflorescenzen und der Corolle. Die Epidermiszellen besitzen in den Thälern wellig verbogene Seitenwände (Fig. 11).

Die innere Epidermis des Kelches besteht (mit Ausnahme der Stellen vor den Bündeln, wo die Zellen dünnwandig bleiben, ×, Fig. 9) aus sehr stark und sehr eigenartig, an der Aufsenwand und den Seitenwänden verdickten Zellen (Fig. 9, *Epi*), die von der Fläche betrachtet (Fig. 10) etwas wellig verbogene Seitenwände und im oberen Teile ein schmales, stark gekrümmtes und verbogenes Lumen zeigen, in dem sich kleine, viereckige Oxalatkristalle (*kr*, Fig. 9 u. 10) finden.

Im unteren Teile ist der Kelch kahl, im oberen treten dann zuerst einige langgestielte Köpfchenhaare auf und ganz oben, sowie am oberen Rande liegen zahlreiche, dicht gedrängt stehende, fest verfilzte, sehr lange Fadenhaare (*t*$_{,,,,}$, Fig. 10), die entweder einfach bleiben oder sich in zwei, oft gleich lange, stark gestreckte Äste teilen. Über den Nerven läuft die Behaarung ein Stück weiter herab. Von diesem Verhalten macht nur das Läppchen (*Za*, Fig. 6) eine Ausnahme. Dasselbe trägt am Rande typische Sternhaare und auf der Fläche sehr kurze Sternhaare der in Fig. 12 u. 19 dargestellten Art.

Die Corolle hat im unteren Teile der Röhre einen fast kreisrunden, wenig wellig gebogenen Querschnitt (Fig. 8, *cor*). Hier ist sie ganz kahl und besteht aus einem wenigreihigen, stark lückigen Mesophyll, in dem die zahlreichen (meist 12 bis 18) Bündelchen verlaufen, und zwei Epidermen mit im Querschnitt stark radial gestreckten Zellen. Weiter oben, wo die Corolle aus dem Kelche herausragt, wird die wellige Biegung stärker und der Durchmesser dicker und hier treten nunmehr auch Haarbildungen auf. Dieselben sind besonders reichlich auf der Innenseite an der Stelle, wo die Stamina inseriert sind und unterhalb dieser Stelle (Fig. 3). Hier besitzen die Haare eine ganz eigenartige Gestalt. Sie sind sehr lang und mit zahlreichen buckeligen Auftreibungen versehen. Sie enden in eine kegelige Spitze (*t*$_{v}$, Fig. 16). Weiter nach oben hin nehmen die Haarbildungen eine noch eigenartigere Gestalt an (*t*, Fig. 16 u. 18). Ein langer, an zahlreichen Stellen buckelig aufgetriebener, einzelliger Stiel trägt eine kurze Zelle und diese ein kugeliges Köpfchen. Die Buckel sind unterhalb der das Köpfchen tragenden Zelle oft zu einem Quirl orientiert (Fig. 18). Das Köpfchen sezerniert in der üblichen Weise ein Sekret, das zur Anlockung der Insekten dient. Besonders an der Spitze erscheint die Kuticula des Köpfchens oft blasig abgehoben, dort eine Tasche bildend (×, Fig. 16). Gerade in der Nähe der Antheren erscheint eine Anlockung besonders erfolgreich. Diejenigen Epidermiszellen, die nicht zu Haaren ausgestülpt sind, besitzen kegelige Vorwölbungen (Fig. 16) und entweder gerade oder weiter oben sehr eigenartig wellig-verbogene Seitenwände (Fig. 18) mit centripetalen Wandverdickungen. Die Epidermis der Aufsenseite ist dicht besetzt mit den oben bereits beschriebenen Etagen-Sternhaaren (*t*, Fig. 16 u. 17). Die Seitenwände der Epidermiszellen sind wellig verbogen (Fig. 17). Da und dort, jedoch vereinzelt, finden sich im oberen Teile der Blumenkrone Öldrüsen. Die Epidermiszellen beider Seiten enthalten im oberen Teile der Corolle einen blauen Zellsaft, der mit Chloral rot wird. Der im Kelch steckende Teil der Corolle ist farblos.

Weiter oben, dort wo die Corolle in die fünf Zipfel geteilt ist, sitzen auf der Innen-(Ober-)Seite keine Haare mehr, sondern jede Zelle ist in eine Papille ausgestülpt (*Epo*, Fig. 15), eine Erscheinung, die wir bei Blumenblättern sehr oft finden. Der Aufsen-(Unter-)Seite sind jedoch auch hier zahlreiche Sternhaare aufgesetzt (*t*$_{,}$, Fig. 15).

Das Mesophyll ist oben nur wenige Zellen dick (Fig. 15), weiter unten dicker (Fig. 16). Sowohl in ihm wie in den Epidermiszellen findet man oft Oxalatkristalle, meist kleine Drusen (Fig. 16).

Die Filamente der Staubfäden sind ebenfalls mit Haaren besetzt. Wenigstens am unteren Teile tragen dieselben (Fig. 19) einfache kurze Kegelhaare oder kurze Gabelhaare mit warziger Kuticula. Die Filamente führen ein zartes, centrales Bündelchen.

Die nierenförmigen Antheren (Fig. 4 u. 5) springen mit einem Längsrifs auf. Der Faserschicht (fibröse Schicht, Endothecium) liegt eine einreihige Epidermis auf (Fig. 20), bei der einige Zellen in sehr lange gewundene oder verkrümmte, da und dort schwach buckelig aufgetriebene Haare mit kegeliger Spitze (t$_{v}$, Fig. 20) ausgestülpt sind. Die in eine gelbe weiche Masse eingebetteten Pollenkörner sind rund und mit sechs länglichen, gestreckten Austrittsstellen versehen. Bei den dazwischen liegenden Partien zeigt die Exine eine körnige Beschaffenheit, herrührend von einer Stäbchen- bez. Netzleistenschicht (Fig. 21). Sie bieten daher ein sehr eigenartiges Bild: von oben gesehen (Fig. 21 a) ein sechsstrahliger Stern, halb von oben eine mit körnigen Bändern belegte Kugel (Fig. 21 b), von der Seite ein Elipsoid (Fig. 21 c).

Der gynobasische Griffel endigt in eine kantige Narbe, die mit feinen Narbenpapillen besetzt ist (*Na*, Fig. 7). Er ist,

besonders im oberen Teile, mit Härchen besetzt, die denen der Filamente gleichen (Fig. 19). Er führt zwei Bündelchen für je einen Narbenschenkel eines und ein grofses centrales leitendes Gewebe kollenchymatischer Zellen, in dessen verschleimten Membranen die Pollenschläuche herabwandern.

Die vier Klausen des Fruchtknotens enthalten je ein anatropes Ovulum. Der Discus ist parenchymatisch. An der Basis des Kelches liegt ein ringförmig umlaufender Streifen kurzer Sclereïden (bei ×, Fig. 7). Es ist dies die „Trennungslinie". Unterhalb dieses Streifens lösen sich die Blüten vom Stiel.

Die Droge besteht fast nur aus den blauen Kelchen, in denen noch bisweilen die stark geschrumpfte, bräunlich verfärbte Corolle sitzt. Letztere kann man um so eher entbehren, als sie arm an Öldrüsen ist.

Bei weitem das Charakteristischste des Lavendel sind die Haare, von denen sich nicht weniger als acht Formen finden:

1. Typische Etagen-Sternhaare t, mit und ohne blauen Zellsaft (an der Aufsenseite des Kelches an den Nerven [Fig. 9], an der Aufsenseite der Corolle [Fig. 15, 16, 17] mit Ausnahme der Basis der Röhre, am Rande der Deckblätter [Fig. 12]).
2. Lange einfache oder gegabelte Fadenhaare $t_{,,,}$ (am oberen Rande des Kelches und dem obersten Teile der Innenseite desselben [Fig. 10]).
3. Kurze Kegelhaare $t_{,}$ (am Filament [Fig. 19], am Griffel und auf den Deckblättern [Fig. 13, 14]).
4. Kleine einfache Köpfchenhaare $t_{,,}$ (auf der Aufsenseite des Kelches in den Thälern [Fig. 9], an den Deckblättern [Fig. 12 u. 13]).
5. Lange Buckelhaare mit kegeliger Spitze t_V (stark gebuckelt, auf der Innenseite der Corolle, dort wo die Stamina inseriert sind [Fig. 16, t_V], schwach gebuckelt an den Antheren [Fig. 20]).
6. Buckelhaare mit sezernierendem Köpfchen t (im oberen Teile der Innenseite der Corolle [Fig. 16, 18]).
7. Öldrüsen des Labiatentypus *oed* (viele an der Aufsenseite des Kelches in den Thälern [Fig. 9 u. 11], wenige auf der Aufsenseite der oberen Corolle und den Deckblättern [Fig. 13, 14]).
8. Kurze Papillen (auf der Oberseite der Corollenlappen [Fig. 15, 16]).

Tafel 66.

Erklärung der Abbildungen.

(Lavendula officinalis Chaix.)

Fig. 1. Inflorescenz des Lavendel. Unten zwei dreiblütige, einander gegenüberstehende Partialinflorescenzen, zusammen einen Scheinquirl bildend, oben eine fünfblütige Partialinflorescenz, die Aufblühfolge zeigend. *D* Deckblatt der Partialinflorescenz.

„ 1a. Aufrifs einer dreiblütigen,

„ 1b. Aufrifs einer fünfblütigen Partialinflorescenz.

„ 2. Isolierte Blüte mit dem Deckblatte der Partialinflorescenz (mit Benutzung einer Bergschen Figur).

„ 3. Corolle in der Mitte der Unterlippe (*Ut*) aufgeschnitten und ausgebreitet. Bei × an der Insertionsstelle der Stamina langgestreckte gebuckelte Haare, bei *y* gebuckelte Haare mit Drüsenköpfchen. *Ob* Oberlippe.

„ 4. Staubfaden von vorn, die behaarte Anthere aufgesprungen.

„ 5. Staubfaden von hinten.

„ 6. Kelch in der gleichen Richtung wie die Corolle (zwischen den beiden vorderen, unteren Blättern) der Länge nach aufgeschlitzt, *Za* hinteres, oberes Kelchblatt, als Läppchen entwickelt.

„ 7. Längsschnitt durch Fruchtknoten und Kelch in der Mitte des Kelchläppchens (*Za*) geführt.

Fig. 8. Querschnitt durch den Kelch, die Basis der Kronenröhre und den Griffel, etwa wie bei $a-a$, Fig. 7, geführt (Lupenbild).

„ 9. Querschnitt durch eine Rippe und ein Thal des Kelches.

„ 10. Flächenschnitt durch die innere Epidermis des Kelches.

„ 11. Flächenschnitt durch die äufsere Epidermis des Kelches, in einem Thal.

„ 12. Querschnitt durch den Rand eines Deckblattes.

„ 13. Flächenschnitt durch die innere Epidermis eines Deckblattes (*D*, Fig. 1) an der Basis.

„ 14. Flächenschnitt durch die äufsere Epidermis eines Deckblattes.

„ 15. Querschnitt durch einen Zipfel der Corolle.

„ 16. Querschnitt durch die Corolle, etwa bei *y* (Fig. 3).

„ 17. Äufsere Epidermis des oberen Teiles der Corolle mit den Sternhaaren, Flächenansicht.

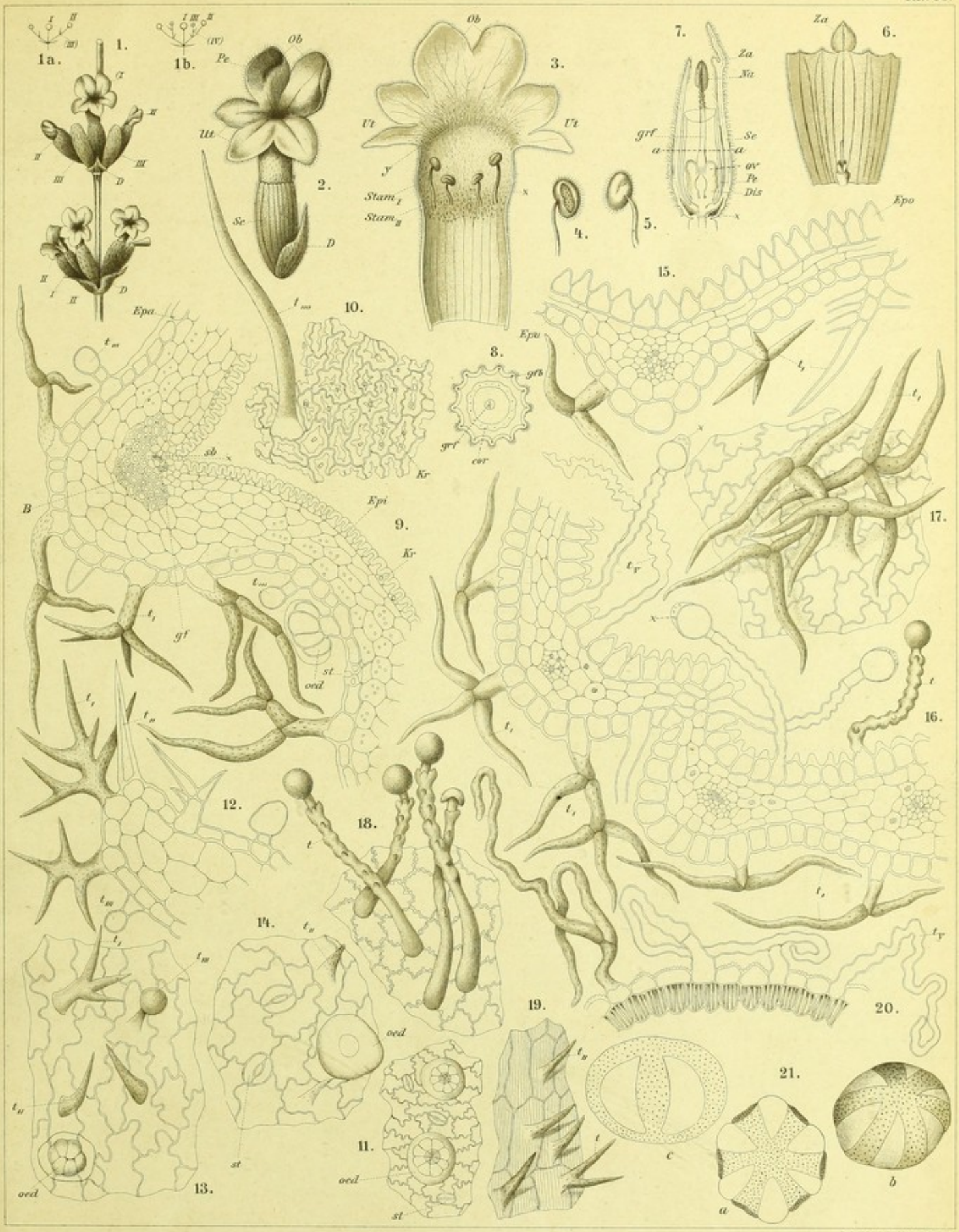
„ 18. Innere Epidermis der Corolle bei *y* (Fig. 3), Flächenansicht.

„ 19. Epidermis des Filamentes, Flächenansicht.

„ 20. Querschnitt durch die Wand der Anthere.

„ 21. Pollenkörner a) von oben, b) halb von oben, c) von der Seite.

Lavendula.



Lith. Anst. v. C. Kirst, Leipzig.

Rhiz. rhei.

Rad. rhei, Chinesischer Rhabarber, Rhubarbe, Rhubarb.

Die sogenannte Rhabarberwurzel ist das Rhizom von mehreren Rheumarten, unter denen Rheum palmatum L. (und eine Varietät desselben, das *β.* tanguticum Maxim.) sich sicher befindet, zu denen aber wohl auch Rheum officinale Baill. (nebst Collinianum, das Baillon: Rheum hybridum L. var. collinianum genannt hat) und möglicherweise Rheum Franzenbachii Münt. gehört. Von Rheum palmatum L., Rh. palmatum L. *β.* tanguticum Maxim. (wohl kaum von ersterem verschieden) und Rh. officinale Baill. lag mir frisches Material vor, von Rh. palmatum *β.* tanguticum Wurzeln des Originalexemplars Przewalski-Maximowicz' aus dem botanischen Garten in St. Petersburg, von Rh. officinale das Rhizom des Originalexemplars Baillons aus dem botanischen Garten der École de médecine in Paris, von Rh. palmatum und officinale ferner Handelsmaterial aus Erfurt. Ausserdem ein sehr reiches Drogenmaterial aller Sorten des Handels.

Nur die Rhizome von Rh. palmatum zeigen die Farbe der Droge und durchschnitten und getrocknet ganz den charakteristischen Geruch, Rh. officinale ist selbst in älteren Stücken heller und riecht durchschnitten und getrocknet keineswegs genau wie Rhabarber, sondern mehr krautig. Ich betrachte es daher als ausgemacht, dafs wenigstens der beste chinesische Rhabarber des Handels von Rheum palmatum L. stammt, von welcher Pflanze er bereits von Linné abgeleitet wurde. Rh. officinale scheint übrigens dem Rh. palmatum sehr nahe zu stehen, einige betrachten es direkt als einen Bastard von Rh. palmatum und einer anderen Rheumart. Das erscheint nicht unmöglich, doch noch nicht genügend gestützt.

Schon sehr frühzeitig, einige Wochen nach Keimung der Samen, verdickt sich das Hypocotyl und die die unmittelbare Fortsetzung desselben nach unten bildende primäre Wurzel rübenartig und auch das an der Spitze des Hypocotyls gelegene kurze epicotyle Glied zeigt bereits Verdickung. Letzteres bleibt kurz und streckt sich wenig. Aus ihm entsteht hauptsächlich das spätere Rhizom. Frühzeitig stirbt die Hauptwurzel ab (×, Fig. 2) und an ihrer Stelle treten mehrere Nebenwurzeln (*wu*, Fig. 2) auf. Am Epicotyl entwickeln sich nun dicht übereinander und in spiraliger Anordnung die Blätter. Die Internodien bleiben sehr kurz, die Blattinsertionen liegen daher dicht übereinander (*Epic*, Fig. 2). Auch späterhin strecken sich die Internodien nicht erheblich. Das Rhizom zeigt daher eine sehr deutliche und dichte Ringelung (Fig. 2), die auch bei älteren, mehrjährigen Rhizomen noch sehr klar hervortritt (Fig. 1). An der Spitze liegt stets eine Terminalknospe (*kn*, in Fig. 1 u. 2), die im Frühjahr austreibt. Unterhalb derselben werden frühzeitig eine oder mehrere neue Knospen angelegt (×, Fig. 8) für das folgende Jahr. Fig. 1 stellt ein mehrjähriges Rhizom dar, das frisch ein Gewicht von circa 3000 g hatte. Die Terminalknospe ist deutlich. Die in den Achseln der Laubblätter entstandenen Knospen des letzten Jahres sind als mehr oder weniger grosse helle Vorwölbungen zu sehen ($kn_{,,}$, Fig. 1). Die Knospen früherer Jahre sind sehr stark gestreckt und zeigen stielartige Basen ($kn_{,,,}$, Fig. 1), die bereits auch ihrerseits Wurzeln entwickelt haben ($wu_{,}$, Fig. 1). In diesem Stadium lassen sich diese Knospen leicht von dem Hauptwurzelstocke abtrennen und sind im Stande sich selbständig weiter zu entwickeln — eine bequeme Art der Vermehrung der Pflanze, die auch in Asien geübt werden dürfte.

Sie lösen sich auch von selbst vom Hauptwurzelstock (dem Centralknollen) ab, wenn derselbe nach Abblühen der Pflanze abzusterben anfängt und diese Knospen zu Nebenwurzelstöcken (Nebenknollen) herangewachsen sind.

Die Laubblätter, die, wie bereits erwähnt, dicht übereinander entstehen, sterben gänzlich ab und lassen nur eine breite Narbe zurück. Nur an der Spitze des Rhizoms sieht man noch, da und dort wenigstens, die Reste der Scheiden der Blätter (*bl*, Fig. 1). Das in Fig. 1 dargestellte Exemplar ist etwa vier- bis fünfjährig, aber bereits schwammig. Es dürfte daraus hervorgehen, dafs die Rhabarberrhizome des Handels wahrscheinlich von etwa dreijährigen Pflanzen vor Eintritt in die Blüteperiode gesammelt werden. Diese Rhizome können natürlich sowohl blühreife Hauptwurzelstöcke wie blühreife Nebenwurzelstöcke sein.

Rheum palmatum weicht in der Rhizombildung nicht wesentlich von Rh. officinale ab.

Aus vergleichender Untersuchung der Rhizome in den verschiedenen Phasen der Entwickelung geht des ferneren hervor, dafs ganz junge ein- bis zweijährige Rhizome sehr reich an Stärke und arm an Emodin und Chrysophansäure

sind, während alte, etwa fünfjährige Rhizome weich und schwammig oder hart und holzig sind, dabei arm an Stärke und Emodin und Chrysophansäure. Die gleichmäfsige Erfüllung mit Stärke und den Oxymethylanthrachinonen ist eigentlich nur im mittleren Lebensalter zu finden, vor der Blüteperiode, also etwa im dritten oder vierten Jahre.

Für den Handel werden die Knollen bez. Rhizome des Rhabarber sehr stark beschnitten. Zunächst werden sämtliche Wurzeln entfernt, dann die Spitzenknospen und sämtliche Seitenknospen (Nebenknollen, Nebenwurzelstöcke $kn_{,,,}$), ferner der ganze terminale, also jüngste Teil der Centralknollen. Die Droge besteht also vorwiegend aus den basalen, also ältesten Rhizompartien. Alsdann wird auch die Korkschicht und ein grofser Teil der Rinde oft bis zum Kambium, ja bisweilen darüber hinaus entfernt (Fig. 3).

Die Wurzeln der Rheumarten besitzen oft eine so grosse Mächtigkeit und einen so erheblichen Durchmesser und Farbstoffreichtum, dafs es begreiflich erscheint, dafs dieselben ebenfalls zu Heilzwecken benutzt werden. Ob dies in Asien geschieht, ist nicht bekannt. In Europa wird es aber jedenfalls umfangreich geübt, denn das Material, welches mir von Rhiz. rhei gallici und austriaci vorliegt, besteht vorwiegend aus Wurzelstücken und nicht aus Rhizomabschnitten. Wo solche letztere darin angetroffen werden sind sie meist klein und kegelförmig und repräsentieren offenbar den ganzen geschälten Centralknollen. Diese Sorten werden von Rheum Rhaponticum abgeleitet. Bei Rhiz. rhei anglic. liegen die Sachen etwas anders. Von dieser Droge, deren Stammpflanzen Rheum Rhaponticum und Rh. officinale sind, liegen mir sowohl flache Rhizomstücke, dem echten Rhabarber ziemlich ähnlich, als auch rundliche Rhizomquerscheiben, als auch dicke Wurzelstücke, von den Rhaponticstücken recht verschieden, vor.

Sehr eigentümlich ist das Aussehn des chinesischen Rhabarber auf dem Querschnitt, auf der Innen- und der Aufsenseite. Wie bereits erwähnt, wird die Rinde meist bis in die Nähe des Kambiums abgeschält, bisweilen geht die Schälung sogar über dieses hinaus bis in den Holzkörper hinein. Man erhält daher auf dem Rhizomquerschnitt ein Bild, das Fig. 3 entspricht. Bei Fig. 3 schneidet die Schälung rechts etwa mit dem Kambium ab (*c*), oben (*c,*) ist noch etwas Rinde (*R*) sichtbar. Auf das Kambium, das in Wellenlinien ringsum läuft, folgt dann eine radialstrahlige Partie (*Rstr*), die sich übrigens auch nach Aufsen über das Kambium hinaus fortsetzt, soweit von der Rinde etwas übrig geblieben ist. Diese radialstrahlige Partie ist selten regelmäfsig strahlig. Meist verlaufen die braunroten Strahlen, die nichts anderes als die den Holzkörper durchschneidenden Marktstrahlen sind, unregelmässig, in seichten Bögen, in Wellenlinien, in Schleifenform (*Rstr*, Fig. 3 u. 6). Zwei dieser Markstrahlen streichen bisweilen parallel von einander. Aber nur selten zeigen mehr wie zwei annähernd parallelen Verlauf. Unterbrochen wird die radialstrahlige Partie von oft ziemlich beträchtlichen, elliptischen Erweiterungen, um die herum ausbiegend die Markstrahllinien streichen. Diese Erweiterungen, die bald ein marmoriertes Aussehn besitzen (*bsp*, Fig. 3), bald eine strahlige Maser führen (*bsp,*, Fig. 3) sind entweder die Blattspuren, welche von den Blattinsertionsstellen zu dem normalen Längsbündelstamme führen (*ω*, Fig. 8) oder die äufseren Querbündel (siehe weiter unten), die durch die Rinde, das Kambium und den Holzkörper hindurchlaufen und so die Knospen- oder Blattbündel mit den inneren Stammbündeln in Verbindung setzen. Bei dünneren Rhizomstücken sieht man diese äufseren Querbündel wohl auch als besonders breite orangerote Streifen in radialer Richtung die strahlige Partie durchziehen (Fig. 3). Von Aufsen oder im tangentialen Flächenschnitt betrachtet zeigt die strahlige Rhizompartie in Holz und Rinde ziemlich das gleiche Aussehn (Fig. 5). Man bemerkt relativ regelmäfsige helle rhombische Felder (×) und die Mark- bez. Rindenstrahlen als mehr oder weniger lange, gerade oder gekrümmte Strichelchen (*mk*, Fig. 5). Dadurch bekommt die Aufsenseite der Droge ein sehr eigenartiges Aussehn (Fig. 5). Nun folgt eine körnige Schicht von marmoriertem Aussehn (*mar*, Fig. 3 u. 6), in der der Verlauf der Markstrahlen ganz undeutlich wird. Diese Schicht ist bei mäfsig dicken Stücken, wie sie der Handel jetzt meist enthält, sehr deutlich (II, Fig. 6) und sowohl gegen Innen wie gegen Aufsen scharf abgesetzt. Bei älteren Rhizomstücken (Fig. 3) ist sie weniger deutlich, da sie durch Heranwachsen der nächstfolgenden Zone zusammengedrückt wird. Sie besitzt ein körniges Aussehn: rotbraune Punkte liegen in einer weifsen Grundmasse. Deutlicher tritt sie, auch bei älteren und dickeren Stücken auf dem radialen Längsschnitte oder einem medianen Längsdurchschnitte durch das Rhizom hervor, wie er in der Droge so häufig ist, da die Rhizome, um sie besser trocknen zu können, längs halbiert werden. Betrachtet man die Innenseite eines solchen Rhizomstückes (Fig. 4), so tritt die marmorierte Zone (*mar*) als eine deutlich differenzierte Schicht hervor.

Die dritte Zone des Querschnittes (III, Fig. 6) ist die merkwürdigste. Sie wird gebildet von höchst eigentümlichen „Maserstrahlenkreisen“, die, wenn man sie analysiert, sich als aus zahlreichen geraden oder gekrümmten braunroten, um einen Punkt strahlig angeordneten Linien bestehend, erweisen (*Mas*, Fig. 6 u. Fig. 3). Bei jüngeren Rhizomstücken sind diese Masern deutlicher, weil armstrahliger, und liegen lockerer (Fig. 6), bei älteren sind sie reichstrahliger und liegen oft sehr dicht gedrängt. Dadurch werden sie undeutlicher (Fig. 3). Wie man auf radialen Längsschnitten oder den schon oben erwähnten medianen Längsdurchschnitten durch das Rhizom, also durch Betrachtung der Innenseite der Drogenstücke (Fig. 4) leicht feststellen kann, gehören diese Maserstrahlenkreise unregelmäfsig längsverlaufenden Bündeln an. Sie bilden auf dem radialen Längsschnitte eine gestrichelt marmorierte Zone (*Mas*, Fig. 4), die sich von der gekörnt marmorierten vorhergehenden auch bei dicken Stücken noch scharf abhebt.

Die vierte Zone (IV, Fig. 6) setzt sich an die dritte unmittelbar an. Sie ist ziemlich breit und nimmt bei den dickeren Rhizomen die ganze Mitte, oft fast die Hälfte des Quer-

schnittes ein (Fig. 3). Sie ist auf dem Querschnitte sehr unregelmäfsig gezeichnet, bald mehr gekörnt-marmoriert, bald mehr gestrichelt-marmoriert (Fig. 3), doch läfst sich deutlich erkennen, dafs längere Radialstreifen prävalieren (Fig. 3 u. 6). Auf dem radialen Längsschnitte, resp. auf der Innenseite der median längsdurchschnittenen Drogenstücke kann man leicht feststellen, dafs diese Radialstreifen des Querschnittbildes auch hier als Radialstreifen auftreten, wenigstens im äufseren Teile und dafs sie sich unmittelbar an die Schicht der Maserstrahlenkreise ansetzen (×, Fig. 4). Gegen die Mitte der Innenfläche der Drogenstücke verschwinden diese Radialstreifen und an ihrer Stelle treten wieder zahlreiche Maserstrahlenkreise auf (*stk*, Fig. 4). Diese letzteren sind aber nichts anderes als diese gleichen Radialstreifen aber querdurchschnitten. Das ganze Gewebe von der marmorierten Schicht an ist also von Masern durchzogen, die in der äufseren Partie (*Mas*, III, Fig. 4) längsverlaufen, in der inneren (*m*, IV) querstreichen. Will man die Maserstrahlenkreise der Schicht III sehen, so mufs man den Querschnitt (Fig. 3), will man die Strahlenkreise der Schicht IV sehen, so mufs man den medianen Längsdurchschnitt (Fig. 4), und zwar in der Mitte betrachten.

Bei den europäischen Rhabarbern zeigt der Querschnitt, wenn Wurzeln vorliegen, einen deutlich radial-strahligen Bau: die braunrothen Markstrahlen laufen als Radiallinien von der Mitte nach der Peripherie, eingebettet in eine weifse, mehlige Grundmasse (Fig. 9). Die Rhizomstücke der europäischen Rhabarber zeigen an der Peripherie auch einen deutlich radialstrahligen Bau. Am inneren Rande dieser Zone liegen einige zerstreute Masern. Das ganze Innere besteht aus einem sehr lockeren, rotpunktierten Marke, das nur wenig von Querbündeln durchzogen ist (Fig. 15). Das „Mark" ist oft ganz geschwunden, so dafs man im Innern eine grofse Höhlung findet.

Um den merkwürdigen Bau des chinesischen Rhabarber zu verstehen, mufs man die Jugendstadien zum Vergleiche heranziehen. Durchschneidet man den Rhizomteil (*Epic*) der Fig. 2, also ein ganz junges Exemplar, der Länge nach, so erhält man das in Fig. 8 dargestellte Bild. Es ergiebt sich bei Betrachtung desselben zunächst, dafs die Internodien sehr kurz sind, wie dies ja auch schon durch die enge Ringelung der Aufsenseite (Fig. 2, *Epic*) angedeutet ist. (α—β—γ—δ—ε—ζ—η—ϑ etc. Fig. 8) repräsentieren aufeinander folgende Internodien. Sodann läfst sich leicht feststellen, dafs zwei verschiedene Gefäfsbündelsysteme das Rhizom durchziehen. Zunächst ein äufseres (*sb—c. I Rstr*, Fig. 8). Dasselbe kann man das normale nennen. Seine Elemente streichen der Länge nach. Es sind die Blattspuren. Die Blattbündel treten oben in das Rhizom ein (*y*, Fig. 8). Ihr Siebteil bleibt aufsen (*sb*, Fig. 8), ihr Gefäfsteil dringt ins Innere und legt sich, in flachem Bogen vordringend, an die Innenseite der schon angelegten Gefäfsteile an. Die äufseren Gefäfsteilpartien (*au* der Fig. 8) stammen also von den ältesten, die innersten (*i* der Fig. 8) von den jüngsten Blattanlagen, resp. Blättern. Zwischen dem Gefäfsteil und dem Siebteil dieser Bündel liegt das Kambium, das sich frühzeitig zu einem Ringe zusammengeschlossen hat (Fig. 7), der als normaler Verdickungsring fungiert und Rinde wie normalen Holzkörper vermehrt. Dies System kann man das System der normalen Längsbündel oder der normalen Blattspurbündel nennen. Sein Gefäfsteil entspricht der radial-strahligen Partie des alten Rhizoms (*Rstr*, Fig. 3). Während nämlich im jungen Rhizom die Gefäfse noch ziemlich dicht bei einander liegen (Fig. 8), rücken sie später durch reichlich dazwischen sich bildendes Parenchym auseinander (*gf* in Fig. 12). In der Droge findet man daher im Gefäfsteil, meist weit von einander entfernt, isolierte Gefäfse, eingebettet in viel Stärkeparenchym. Die ursprünglich isolierten Blattspurbündel fliefsen frühzeitig zu einem homogenen Bündelcylinder zusammen (Fig. 7).

Aufser diesem Systeme normaler Längsbündel findet sich dann im Innern ein zweites System anormaler, offener innerer Längsbündel (III *Mas*, Fig. 8), die unter dem Vegetationspunkte, d. h. unmittelbar unter der Gipfelknospe (*kn*, Fig. 8) angelegt werden (*a*, Fig. 8). Dies System offener Längsbündel ist ein inneres, rein stammbürtiges, scheint aber zu den Seitenknospen in dauernder Beziehung zu bleiben. Wenigstens liefs sich feststellen, dafs dort, wo Seitenknospen angelegt worden waren, ein Strang von diesen her bis zu dem inneren Längsbündelcylinder verläuft und mit letzterem verschmilzt (*z*, Fig. 8). Ob auch selbständige Verbindungsbrücken, also Querstränge, von dem inneren anormalen Bündelsystem zu dem Cylinder der normalen Längsbündel vorkommen, läfst sich auf Längsschnitten nicht ganz mit Sicherheit feststellen, da nicht bestimmt zu sehen ist, ob das Bündel in einer tieferen oder höheren Lage nicht doch in eine Knospe ausbiegt, deren es ja zahlreiche ringsum giebt (Fig. 2). Doch will es mir scheinen, dafs solche nicht in Knospen austretende Querstränge vorkommen (Fig. 8). Jedenfalls aber treten die anormalen Längsbündel untereinander durch Querstränge über das Mark hin (*qs*, Fig. 7) und auch seitlich untereinander (×, Fig. 7) in Verbindung. Die Querstränge, die das Mark durchschneiden (*qs*, Fig. 7 u. 8), verlaufen aber nur in den Knoten, also an der Grenze der Internodien. Sie stellen die typischen nodialen Bündelanastomosen dar. Da nun aber die Internodien sehr kurz sind und sich auch im Alter wenig strecken, die Knoten also, wie die enge Ringelung zeigt, dicht übereinander liegen (Fig. 1 u. 8), so liegen auch die Bündel dicht übereinander.

Wir haben also aufser dem System der normalen Längsbündel (I *Rstr*, Fig. 7 u. 8) ein inneres System anormaler Längsbündel (III *Mas*, Fig. 7 u. 8), ein System markständiger, diese Längsbündel miteinander verbindender innerer anormaler Querbündel (*qs*, Fig. 7 u. 8) und schliefslich ein System von äufseren anormalen Querbündeln, die, von den anormalen Längsbündeln ausgehend, nach Aufsen hin den Cylinder der Normalbündel durchschneiden (*z*, Fig. 7 u. 8).

Warum nennt man nun die inneren Bündel anormale? Es rührt dies daher, dafs sich bei ihnen die Lage von Holzteil und Siebteil umgekehrt hat. Während nämlich bei den normalen Längsbündeln der Siebteil aufsen und der Gefäfs-

teil innen liegt (*sb* und *gth* in Fig. 7 u. 8), liegt bei ihnen der Siebteil innen und der Gefäfsteil aufsen. Während die normalen Längsbündel kollateral sind, sind die anormalen konzentrisch. Es kommt dies daher, dafs sie unter dem Vegetationspunkt in der Weise angelegt werden, dafs zunächst ein Siebteilstrang aus dem Prokambium entsteht, dieser sich mit einem Kambiumstreifen umgiebt und der letztere nun ganz in normaler Weise nach Innen hin Siebteilelemente, nach Aufsen Gefäfsteilelemente bildet. Da auch die Gefäfsteil und Siebteil durchschneidenden Mark- bezw. Rindenstrahlen normal angelegt werden, so entsteht ein Gebilde, das querdurchschnitten einen Stern bilden mufs. Da nun nur die Mark- bezw. Rindenstrahlen die Farbstoffe führen, so erscheinen die Bündel querdurchschnitten als braune Maserstrahlenkreise (*stk*, Fig. 4, 5 u. 6, *Mas*). Solche Querschnitte durch anormale, mit selbstständigem Dickenwachstum begabte Bündel findet man in sehr verschiedenen Schichten. Die anormalen Längsbündel werden auf einem Querschnitte durch das Rhizom im Querschnitte, also als Maserstrahlenkreise erscheinen (Fig. 3, 6 u. 7, III *Mas*), die äufseren anormalen Querbündel wird man in Querschnittsansicht bei einem tangentialen Flächenschnitte durch die Partie I oder II der Fig. 3 oder 7 erhalten (Fig. 5, *stk*) und die inneren anormalen Querbündel werden als Maserstrahlenkreise im inneren Teile eines medianen Längsschnittes durch das Rhizom erscheinen (*stk* in Fig. 4). Maserstrahlenkreise müssen daher bei der Droge sichtbar sein auf der Aufsenseite, auf der centralen Partie der Innenseite und auf dem Querschnitte. Dies ist in der That der Fall (vergl. Fig. 3, 4 u. 5). Andererseits wird man die anormalen Längsbündel in Längsansicht erhalten auf dem Längsschnitte durch das Rhizom (Fig. 8 und Fig. 4, III, *Mas*), die äufseren und die inneren anormalen Querbündel dagegen auf dem Querschnitte durch das Rhizom (*qs* und *z* Fig. 7).

So klar die Verhältnisse bei einem jungen Rhizom liegen, so sehr komplizieren sie sich und werden unübersichtlich, wenn das Rhizom älter wird. Ohne junge Stadien herbeizuziehen, läfst sich der Bau der Droge absolut nicht erklären. Diese Komplikation tritt besonders dadurch ein, dafs die anormalen, konzentrischen Bündel sogenannte offene sind. Ihr Kambium bleibt dauernd thätig und selbst in alten Rhizomen sind die Zellen desselben noch teilungsfähig. In der That vergröfsern sich die mitten im Gewebe liegenden Bündel fortdauernd und schieben das Grundparenchym bei Seite. Sie sind daher von einem Kranze obliterierter Zellen umgeben. Da nun diese Vergröfserung oft sehr erheblich ist, die Bündelstränge ohnedies nahe bei einander liegen, und die inneren Querbündel wegen der Kürze der Internodien dicht übereinander streichen, so ist die Folge davon, dafs bei älteren Rhizomen eine solche Fülle von Maserstrahlenkreisen auf Querschnitt und Innenseite durcheinander auftritt, dafs man die Zugehörigkeit derselben und ihre Beziehungen zu einander nicht mehr feststellen kann.

Je jünger ein Rhizomstück ist, um so klarer treten die Verhältnisse noch hervor. Am undeutlichsten sind sie bei ganz alten Rhizomen (Fig. 3), deutlicher schon sind sie bei der Mehrzahl der Drogenstücke (Fig. 6), die eine Dicke von etwa 2 cm besitzen, am deutlichsten an einjährigen Rhizomen (Fig. 7 u. 8), und zwar stimmen Rheum officinale, Rh. palmatum und Rh. Emodi im Bau des Rhizoms ganz überein. Auch die übrigen Rheumarten, die Rhabarber liefern, zeigen keine grofsen Abweichungen. Da die europäischen Rhabarber, soweit sie nicht aus Wurzeln bestehen, relativ junge Rhizome darstellen, kann man bei ihnen oft den Bautypus noch relativ am besten verfolgen (Fig. 15). Denn im grofsen und ganzen gleicht ihr Bau dem des chinesischen Rhabarber. Auch bei ihnen ist besonders das System der anormalen Längsbündel gut entwickelt und man sieht daher auf dem Querschnitte am inneren Rande der radialgestreiften Zone (I *Rstr*, Fig. 15) regelmäfsig gut entwickelte Maserstrahlenkreise (Fig. 15, III, *Mas*). Der wesentliche Unterschied, der (wohl hauptsächlich von Rheum Rhaponticum gesammelten) europäischen Rhizome von den chinesischen scheint mir in einem sehr grofsen Marke zu liegen, ferner in undeutlich entwickelter marmorierter Zone und wenigen Querbündeln (*qs*, Fig. 15).

Der anatomische Bau des Rhizoms des chinesischen Rhabarber ist folgender: Das Periderm ist stets abgeschält. An den mir vorliegenden frischen Exemplaren von Rheum officinale konnte ich feststellen, dafs es aus mehrreihigem, rotbraun gefärbtem Kork, dem zarten Phellogen und einer schmalen Phellodermschicht besteht. Auch die primäre Rinde ist bei der Droge abgeschält. Sie besteht aus zarten, tangentialgestreckten Parenchymzellen. In das Gewebe sind Gruppen gelber Zellen eingebettet. Dann folgt die von rotbraunen Rindenstrahlen in radialer Richtung durchzogene sekundäre Rinde, von der bei der Droge im besten Falle nur die inneren Schichten erhalten sind. Diese aber sind höchst charakteristisch dadurch, dafs in ihnen mächtige Schleimhöhlen liegen (*Schl*, Fig. 3, 7 u. 12). Dieselben finden sich nicht weit aufserhalb des Kambiums und entstehen dadurch, dafs eine gröfsere Anzahl von nahe bei einander liegenden Schleimzellen durch Zerreifsen der Querbrücken zusammenfliefsen und auf diese Weise eine Höhle entsteht. Die ursprünglichen Schleimzellen scheinen Zellen mit Schleimmembranen zu sein. In der Mehrzahl der Fälle, wo dem Rhabarberstücke noch etwas Rinde anhaftet, findet man diese Schleimhöhlen auch noch in der Droge (Fig. 3, *Schl*). Da sie in dem Siebteile der anormalen Bündel, den Masern, fehlen, so findet man sie nie an Stücken, die bis zum Kambium oder darüber hinaus geschält sind. Sie bilden die „harzglänzende Schicht am Kambium“ der Autoren. Legt man ein frisches, querdurchschnittenes Rhizom in Wasser, so quellen an der Stelle, wo die Schleimhöhlen liegen, ringsum gewaltige Schleimmassen hervor.

Der Siebteil der sekundären Rinde, nach dem oben Ausgeführten der Siebteil der normalen Längsbündel, besteht aus zum Teil obliterierten Siebsträngen (*sb*, Fig. 10), die eingebettet sind in Phloemparenchym. Das letztere führt reichlich Stärkekörner und Oxalatdrusen. Die Farbstoffe jedoch (die Oxymethylanthrachinone: Emodin und Chrysophansäure und die brannen Glycoside z. B. das Chrysophan) sind hier

auf die Rindenstrahlen beschränkt. Betrachtet man diesen Teil im tangentialen Längsschnitt, so erhält man das in Fig. 13 dargestellte Bild. Die Rindenstrahlen (*rst*) bestehen aus rundlichen Zellen und sind 5—30 und mehr Zellen hoch. Im Querschnitt beträgt ihre Breite 1—4 Zellen (Fig. 10). Zwischen den braunen Rindenstrahlen, die als dunkle Strichelchen auf der Aufsenseite der Droge (Fig. 5, *mk* u. 5a) hervortreten, liegt das weifse, die hellen Felder der Droge (Fig. 5, ×) bildende Rindengewebe: die obliterierten Siebstränge (*sb*, Fig. 13) eingebettet in Stärke und Oxalat (*kr*) führendes Phloemparenchym (*php*). Nur in der Nähe des Kambiums findet man auch bei der Droge noch intakte Siebröhren (Fig. 14b).

Das Kambium ist mehrreihig (*c*, Fig. 10). Auch Markstrahlkambium ist deutlich. Der Gefäfsteil, nach dem Oben Ausgeführten der Gefäfsteil der normalen Längsbündel, ist in radialer Richtung von rotbraunen, im Tangentialschnitt 5 bis 30 und mehr Zellen hohen Markstrahlen durchzogen. In dem weifsen Gewebe zwischen diesen liegen isoliert und ziemlich weit von einander entfernt Gefäfse, einzeln oder zu weniggliedrigen Gruppen vereinigt (*gf*, Fig. 10), die von Holzparenchym begleitet werden, das ganz den Charakter gewöhnlichen Parenchyms trägt. Tracheiden fehlen. Auf dem tangentialen Längsschnitte sieht man, dafs die Gefäfse in einiger Entfernung von obliterierten Strängen begleitet werden. Grofse Oxalatzellen sind im Gewebe zerstreut (*kr*, Fig. 10). Dieselben führen eine ungewöhnlich grofse Druse, die meist aus derben Kristallen (Fig. 10 u. 14, *kr*), seltener aus kleinen nadelartigen Individuen besteht (×, Fig. 10) und 40 bis 85 mik im Durchmesser mifst. Sie bewirken, dafs die Droge beim Kauen knirscht. Die Gefäfse sind in überwiegender Zahl derbe Netzleistengefäfse (Fig. 14), seltener eigentliche Leitergefäfse. Ihr Durchmesser beträgt 65—175 mik, der der engen 25—30 mik. Ihr Verlauf ist ein geschlängelter. Sie anastomosieren und umziehen die dunklen Markstrahlen in flachen Bögen (Fig. 5a). Die grofsen weifsen Felder (Fig. 5a) führen die Hauptanastomosen. In jedem dieser Felder liegen mehrere feinere Verzweigungen. Die das ganze parenchymatische Gewebe des Rhizoms erfüllende, das Aussehn der sogenannten „weifsen Grundmasse" bedingende Stärke (*st*, Fig. 14) besteht aus rundlichen Körnern mit Spalt, die bald einzeln liegen, bald zu mehreren (2—4) zusammengesetzt sind. Ihr Durchmesser beträgt meist 11—17 mik, doch kommen auch kleinere daneben vor von 3—6 mik Gröfse. Einige Zellen des Grundgewebes führen auch Schleim.

Die anormalen offenen Bündel des inneren Teiles des Rhizoms die, wie oben ausgeführt, die Maserstrahlenkreise (*stk*, Fig. 4 u. 6) bilden, bestehen aus denselben Elementen, sind aber abweichend gebaut, der Siebteil liegt bei ihnen innen, der Gefäfsteil aufsen (Fig. 11), das Kambium durchschneidet in Kreisform die Maser in der Mitte. Die braunen geraden oder gewundenen, um einen Punkt gestellten Maserlinien sind die Rinden- bez. Markstrahlen (*rst* und *mk*, Fig. 11). Sie laufen von einem Punkte, der primären Bündelanlage, aus strahlig nach allen Seiten (Fig. 4, 6, 11) und enthalten die Oxymethylanthrachinone und die Glycoside. Im Siebteil der Maserbündel findet man zahlreiche Keratenchymbündel, obliterierte Siebstränge (*sb*, Fig. 11), begleitet von wenig Phloemparenchym und grofsen Oxalatzellen. Das kreisförmige Kambium (*c*, Fig. 11) ist schmal, der Gefäfsteil analog dem Gefäfsteil der normalen Längsbündel aus wenigen Gefäfsen und viel Holzparenchym gebildet. Letzteres führt gleichfalls Stärke, Schleim und Oxalat. Der Siebteil der Masern gleicht also ganz dem Siebteil der normalen Längsbündel, der Gefäfsteil ganz dem Gefäfsteil der letzteren.

Derartige „Masern", d. h. also Querschnittsansichten offener anormaler Bündel findet man auf der Aufsenseite der Droge (Fig. 5), auf der mittleren Partie der Innenseite (Fig. 4) und in der mittleren Partie des Querschnittes (Fig. 3). Den gröfsten Durchmesser haben die Maserstrahlenkreise der inneren Längsbündel (auf dem Drogenquerschnitt [*Mas*, Fig. 3] deutlich), da sich dieselben am bequemsten vergröfsern können, am kleinsten sind die Masern der äufseren Querbündel (auf der Aufsenseite [Fig. 5] sichtbar), da dieselben zwischen das andere Gewebe eng eingekeilt sind. Die Mitte zwischen beiden halten die inneren Querbündel (*stk*, Fig. 4). Da die Masern sich fortdauernd vergröfsern, so findet man die gröfsten Masern in alten Rhizomen und in dem unteren, also ältesten Teile der Rhizome, die kleinsten Masern in jungen Rhizomen. Da die europäischen Rhabarber von jungen Rhizomen stammen, sind ihre Masern stets sehr klein (Fig. 15).

Das Mark ist sehr grofs und besteht aus einem lockeren, Stärke und Oxalat führenden Parenchym, in das einige Schleim- und Farbstoffzellen eingebettet sind. Die Oxymethylanthrachinone sind also auf die Markstrahlen beschränkt. Dadurch entsteht das marmorierte Aussehn. Der Farbstoff des Rhabarber, der in den Rindenstrahlen, den Markstrahlen und einzelnen Zellen des Markes enthalten ist, aber auch den Stärkezellen nicht ganz fehlt, ist ein Gemisch mehrerer. Er löst sich mit gelbroter Farbe in Alkali, mit gelber in Chloral. Läfst man Chloralpräparate längere Zeit in Glycerin liegen, so kristallisiert einer der Farbstoffe (wie es scheint das Emodin) in sehr langen Nadeln in den Zellen aus (Fig. 14a).

Anfangs enthalten die Rhizome wenig Oxalat und auch wenig Farbstoff. Gegen die Zeit der Blütenbildung, also im dritten bis fünften Jahre, nimmt Stärke, Farbstoff und Oxalat zu, später sinkt der Gehalt an diesen drei Körpern wieder. Die besten Rhizome erhält man also von Pflanzen, die noch nicht Blütenstände gebildet haben, aber unmittelbar davor stehen.

Wurzeln fehlen der chinesischen Droge stets. Doch sind sie regelmäfsig in europäischen Rhabarbern, besonders dem Rad. Rhei gallic. und austriac. zu finden. Der Querschnitt (Fig. 9) zeigt radialstrahligen Bau in Rinde und Holz bis zum Centrum. Braunrote Mark- und Rindenstrahlen durchziehen das mehlig-weisse Grundgewebe. Masern fehlen. Auch hier finden sich die oben beim Rhizom beschriebenen Schleimhöhlen aufserhalb des Kambiums in der Rinde.

Das Pulver.

Das Pulver (Fig. 14) ist sehr charakteristisch. Die Fragmente der grofsen Netzleistengefäfse fallen zunächst auf. Dann

die ungewöhnlich grofsen Kristalldrusen, deren drei Typen in Fig. 10, 11, 14 dargestellt sind. Die gröfsten, die ich fand, mafsen 100—145 mik, sind also mit blofsem Auge zu erkennen. Bastfasern und Sclereiden, sowie Tracheiden fehlen gänzlich. Die Stärke ist weniger charakteristisch. Die Körner messen meist 11—17 mik, die kleinen 3—6 mik (s. oben). Oft sind noch Zellen, mit Stärke erfüllt, sichtbar (Fig. 14, rechts). Bemerkenswert sind die Reaktionen. So wird z. B. mit Kali das Pulver tieforangegelb und der Farbstoff geht in Lösung. Die Oxylmethylanthrachinonreaction erhält man am besten, wenn man etwas Pulver in Wasser verteilt, dann mit Benzol ausschüttelt und einige Tropfen des Benzols auf dem ausgehöhlten Objektträger verdunstet. Der Rückstand färbt sich mit Ammoniak tief kirschrot.

Die roten schollenartigen Farbstoffinhalte der Zellen sieht man am besten unter Öl. Sie lösen sich in Wasser.

Verfälschungen mit Curcuma, Stärkemehl (Weizen) oder anderen organischen Pulvern sind leicht durch das Mikroskop zu ermitteln. Man vergleiche die entsprechenden Tafeln.

Tafel 67.

Erklärung der Abbildungen.

Rheum palmatum und officinale.

Fig. 1. Ein etwa vierjähriges Rhizom von Rheum officinale Baillon (Von Baillons Originalexemplar durch Prof. Blanchard in Paris erhalten). Länge 30 cm. Nach Photographie.

„ 2. Einjähriges Exemplar von Rheum palmatum β. tanguticum. Durchmesser des Rhizoms: 3 cm. Nach Photographie.

„ 3. Altes Rhizomstück der Droge. Radius: 5 cm. Querschnitt. Lupenbild. Nach Photographie.

„ 4. Innenseite eines alten Rhizomstückes der Droge. Rechts die Mitte. Lupenbild. Nach Photographie.

„ 5. Das gleiche Rhizomstück wie Fig. 4 von Aufsen. Tangentialschnitt am Kambium. Lupenbild. Nach Photographie.

Fig. 5a. Einige Felder aus dem Lupenbild des tangentialen Längsschnittes durch den Gefäfsteil der Normalbündel der Droge. Schematisiert.

„ 6. Querschnitt durch ein etwas jüngeres Rhizomstück wie in Fig. 3 dargestellt. Schematisiert (mit Benutzung einer Berg'schen Abbildung).

„ 7. Querschnitt durch ein noch jüngeres, ungefähr zweijähriges Rhizom.

„ 8. Längsschnitt durch das in Fig. 2 dargestellte einjährige Rhizom von Rh. palmatum β. tanguticum.

„ 9. Querschnitt durch eine Wurzel, ausgelesen aus europäischem Rhabarber (Rhiz. rhei austriac.). Lupenbild.

Tafel 68.

Fig. 10. Querschnitt durch ein Rhabarberrhizom am Kambium. Droge.

„ 11. Querschnitt durch das Centrum einer Maser. Droge.

„ 12. Lupenbild des Querschnittes durch ein zweijähriges Rhizom (wie Fig. 7) mit erhaltener Rinde, um die Schleimhöhlen zu zeigen.

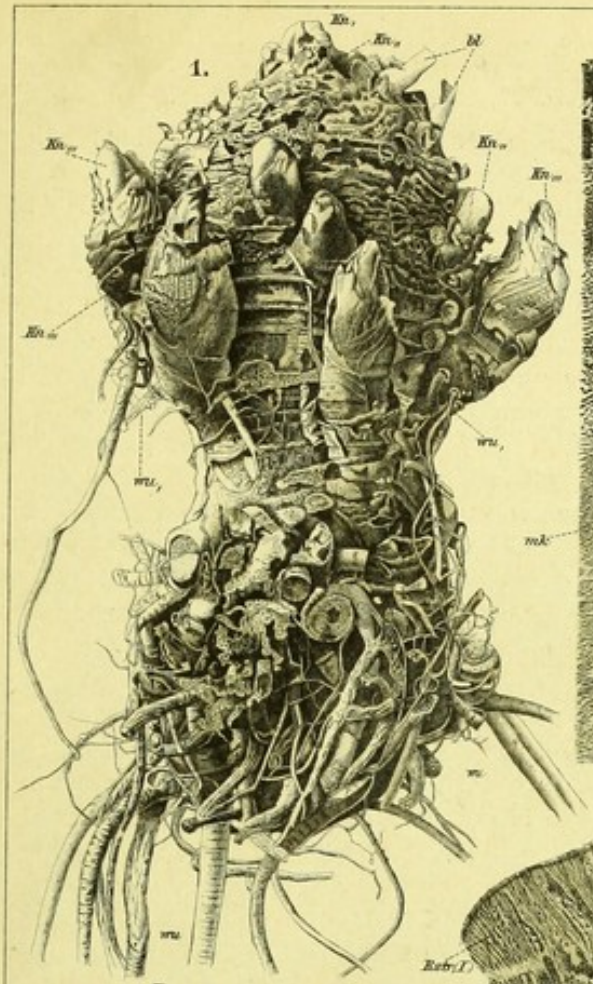
„ 13. Tangentialer Längsschnitt durch die sekundäre Rinde der Droge.

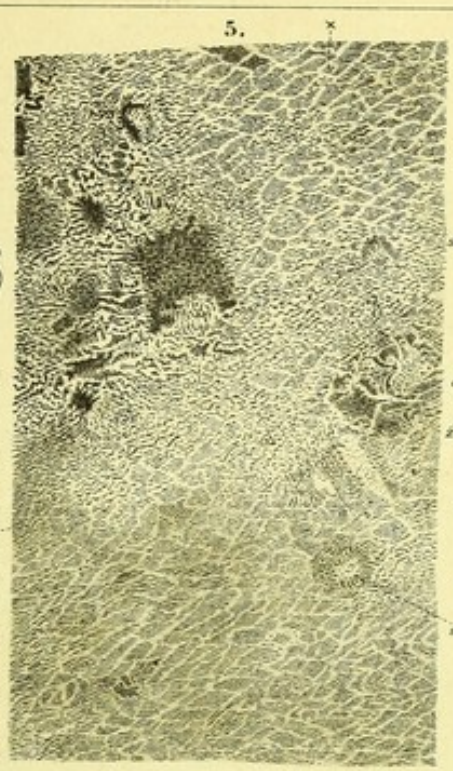
Fig. 14. Elemente des Rhabarberpulvers.

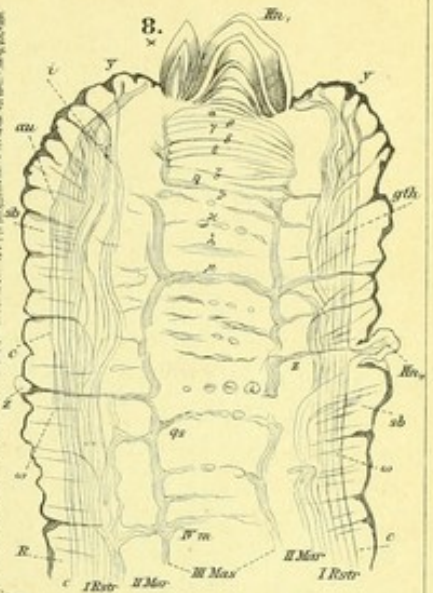
„ 14a. Braune Kristalle (Emodin? Chrysophan?) aus einem Glycerinpräparat der Droge.

„ 14b. Siebröhren aus der Kambialpartie der Droge.

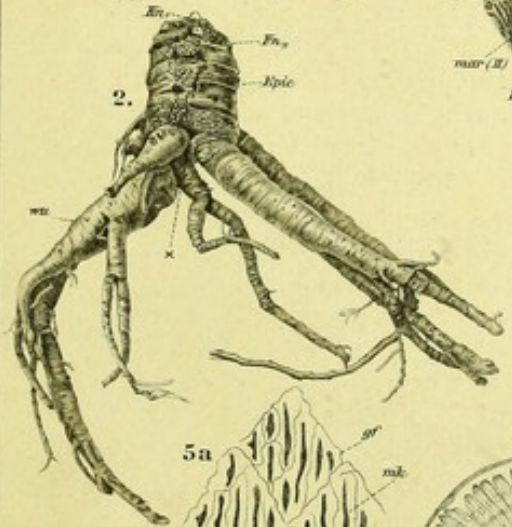
„ 15. Lupenbild durch ein Rhizomstück des englischen Rhabarber von 5,5 cm Durchmesser.

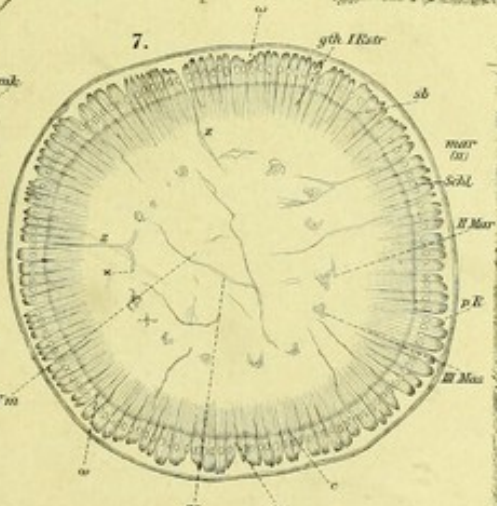


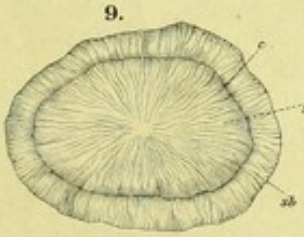


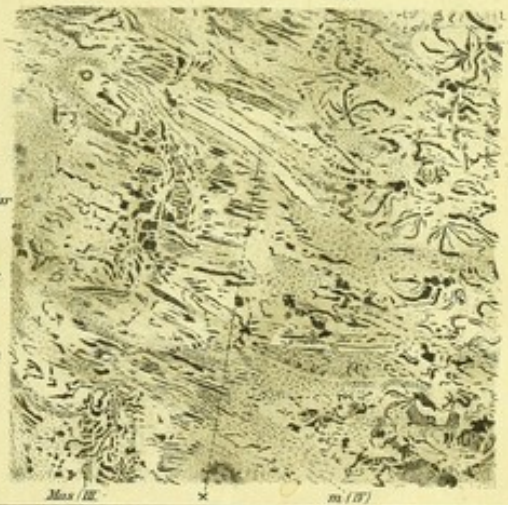


6.



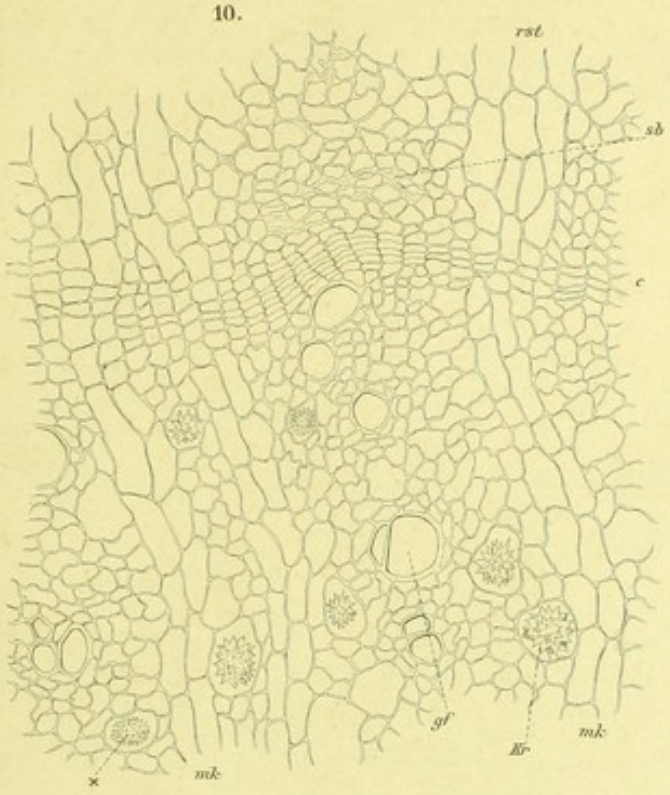


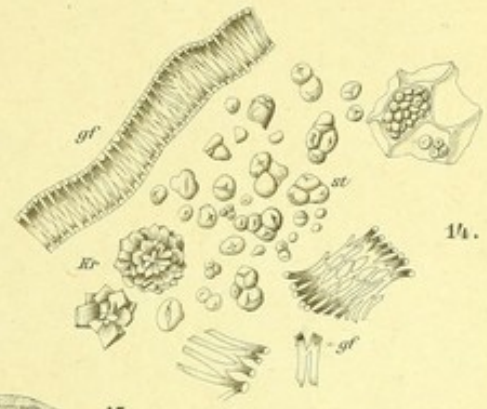




Lith. Anst. v. C. Kirst, Leipzig

10.

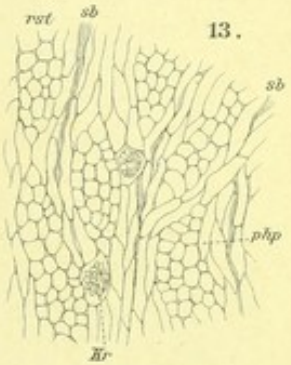




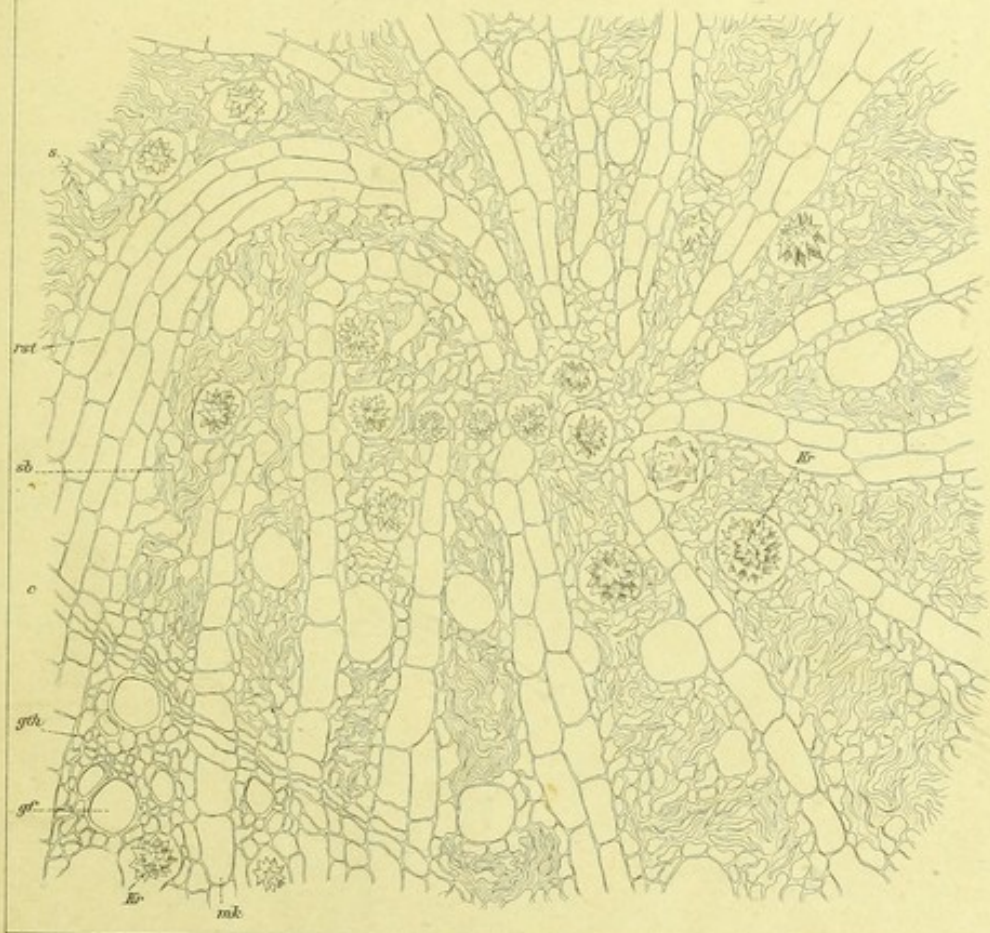
14.

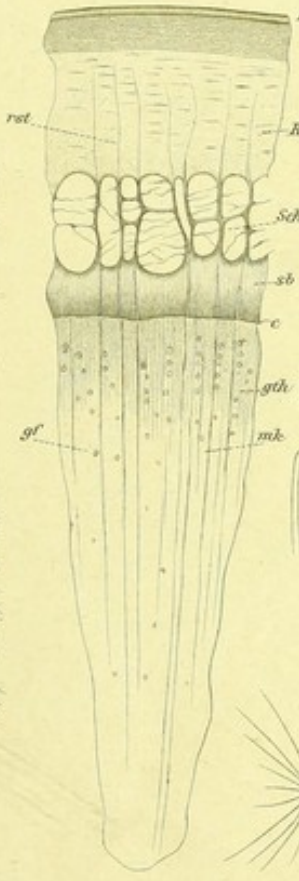
I Estr

15.



11.





14b

14a

Lith. Anst. v. C. Kirst Leipzig

Folia aurantii.

Orangenblätter, Bigaradeblätter, Feuilles d'Oranger, Bitterorange leaves.

Die Blätter von Citrus vulgaris Risso (C. aurantium L. var. amara, C. Bigaradia Duh.) sind als aus gefiederten Blättern umgebildet zu betrachten, denn die Flügel des sogen. geflügelten Stieles sind nichts anderes, als reduzierte Blätter. Wir haben ein unpaarig gefiedertes Blatt vor uns, an dem nur das Endblatt normal entwickelt ist, die paarigen Blätter dagegen stark reduziert sind. Diese Reduzierung ist bei den einzelnen Citrusarten sehr verschieden, am stärksten bei Citrus limonum, limetta und medica, wo „der Blattstiel kaum geflügelt" ist, am schwächsten bei C. decumana, wo die Flügel 10—12 mm breit sind. Citrus vulgaris steht in der Mitte. Hier beträgt seine Breite auf jeder Seite der Mittellinie ca. 5—8 mm, bei Citrus bergamia Risso und C. aurantium Risso ist er etwas schmäler; der Flügel ist verkehrt-herzförmig. Gegen das Endblatt hin ist die geflügelte Partie durch ein Gelenk abgegliedert, so dafs sie sich hier leicht ablöst. Das Gewebe ist an dieser Stelle bis nahe zum Bündel eingeschnürt und da die Zellen an der schmalen Brücke klein sind (sie führen auch keine Kristalle), so bricht der Stiel hier leicht. Die Droge besteht daher fast nur aus den abgebrochenen Endblättern und führt fast gar nicht die „geflügelten Blattstiele", so dafs man in der Form und Gröfse des Flügels kaum ein sehr brauchbares diagnostisches Hilfsmittel für die Droge besitzt. Meist läfst es im Stich. Das Endblatt, aus dem also die Droge zumeist allein zu bestehen pflegt, ist selten länger als 8—10 cm und breiter als das der Citrone, bis 4,5 cm, eiförmig-länglich, oder breit-elliptisch, zugespitzt, scheinbar ganzrandig. Bei näherer Betrachtung sieht man aber entfernt gestellte, sehr zarte Kerbzähnchen. Die Blätter sind immergrün, kahl, auf der Oberseite dunkler als auf der Unterseite, sehr deutlich, besonders in der Durchsicht, drüsig punktiert. Die sehr zahlreichen Ölbehälter erscheinen besonders bei den frischen und den aufgeweichten Blättern, wenn man sie gegen das Licht hält, als helle Punkte. Sie reichen bis zum Blattrande. Unter jedem Blattzahn liegt ein Ölbehälter. Der kleine Stachel, den man bisweilen in der Achsel der Laubblätter findet, ist als den transversal stehenden Primärblättern der Achselknospen homolog zu setzen.

Die Anatomie der Blätter zeigt einige Besonderheiten. Die Epidermis der Oberseite besteht aus im Querschnitt nahezu quadratischen Zellen (Fig. 1, 4—7 *Epo*), deren Kuticularpartie der Aufsenwand zapfenförmig nach innen vorspringt (Fig. 6 u. 7) und die von der Fläche gesehen (Fig. 2) quadratisch oder oblong erscheinen. Über den Ölbehältern vertieft sich die Epidermis muldenförmig und zeigt dort, von der Fläche betrachtet, einen abweichenden Bau. Man sieht daselbst eine deutlich um einen Mittelpunkt gruppierte Zellgruppe. Dies tritt auf der Blattunterfläche noch deutlicher hervor (×, Fig. 3), weil hier die Partien über den Ölbehältern auch frei an Spaltöffnungen sind (Fig. 3). Sonst gleicht die Epidermis der Blattunterseite ziemlich der der Oberseite. Auf der Unterseite liegen sehr zahlreiche Spaltöffnungen (*st*, Fig. 3), dieselben sind verhältnismäfsig klein und von vier bis fünf Nebenzellen umgeben.

Das Mesophyll besteht auf der Blattoberseite aus zwei bis drei Reihen schlanker Palissaden (*p*, Fig. 1), auf der Blattunterseite aus einem dicken, reich durchlüfteten Merenchym. Der äufsersten Reihe der Palissaden sind grofse Kalkoxalatzellen eingelagert, die breiter als die umgebenden Palissaden, aber kaum länger zu sein pflegen und die sich stets unmittelbar an die Epidermis anlegen. Sie enthalten einen, in einer Cellulosetasche sitzenden grossen Oxalatkristall. Derselbe entsteht innerhalb des Plasmaschlauches, also im Zellinhalte (Fig. 4, *kr*) und wächst im Zellsafte heran (×, Fig. 1). In diesem Stadium, wo die Blätter meist 20—30 mm lang sind, ist der Kern noch deutlich zu sehen (*ke*, Fig. 4). Bald erblickt man alsdann rings um ihn herum eine gröfsere Anzahl Kugeln, die sich mit Osmiumsäure braun-schwarz färben und die man daher wohl für Oleoplasten ansprechen kann (*y*, Fig. 1). Das Blatt hat nunmehr eine Länge von 60 mm erlangt. Nun beginnen die innere Wand und auch die Seitenwände der Kristallzelle sich zu verdicken und Zellwandleisten wachsen um den bereits jetzt völlig ausgebildeten Kristall herum, ihn gewissermafsen einfangend. Löst man in diesem Stadium den Kristall mit Salzsäure heraus, so bleibt eine becherförmige, oben offene Bildung an der Basis der Zelle zurück (Fig. 5, ×). Es scheint, dafs die Bildung der Tasche durch den Reiz eingeleitet wird, den der Kristall auf die untere Membranpartie dadurch ausübt, dafs er sich an dieselbe anlegt. Nach und nach umwachsen die Membranlappen die Oxalatkristalle voll-

ständig und schliefslich liegt der Kristall in einer von der Innenwand gebildeten Zellwandtasche (Fig. 7), die bisweilen sogar mit der äufseren Wand der Kristallzelle verwächst (Fig. 6). Stets verdickt sich die Innenwand der Kristallzellen stark (Fig. 6 u. 7), so dafs das Kristall in ein dickes Zellwandpolster eingebettet erscheint. (Angew. Anatomie S. 110, Fig. 114.) Letzteres besteht, wie die mikrochemischen Reaktionen lehren, aus Cellulose. Die Kristalle gehören zum tetragonalen System. Aufser an dieser Stelle besitzt aber das ausgewachsene Blatt noch an zahlreichen anderen Stellen Kristalle (Angew. Anatomie S. 321, Fig. 370), so an der Blattunterseite, im Merenchym und besonders in der Nähe der Gefäfsbündel. Alle diese oft sehr zahlreichen und meist vortrefflich ausgebildeten Kristalle sitzen in Taschen und diese scheinen alle auf die gleiche Weise zu entstehen wie die oben beschriebenen. Die Oxalatzellen der subepidermalen Partie der Blattunterseite sind erheblich kleiner als die der Oberseite. Sie besitzen auch hier etwa die Länge der benachbarten Zellen (Fig. 1). Entsprechend der Gröfse der Zellen wird das Membranpolster der Kristallzellen des Merenchyms nie sehr dick. Zuerst entstehen die subepidermalen Kristalle der Oberseite, dann die subepidermalen Kristalle der Unterseite, dann die der Blattmitte und der Bündelscheiden.

Zum zweiten sind dem Blattgewebe Sekretbehälter eingelagert. Dieselben besitzen fast kugelige Gestalt und sind schizo-lysigene Ölbehälter. Da ihr Bau und ihre Entwickelungsgeschichte, wie wir uns überzeugten, bei den Laubblättern die gleiche ist wie bei den Blumenblättern, dem Fruchtknoten und der Fruchtschale, so sei dieselbe an dieser Stelle geschildert.

Zunächst macht sich die Lage eines künftigen Sekretbehälters in den jüngsten Entwickelungsstadien dadurch bemerklich, dafs sich eine Gruppe von vier Zellen von der Umgebung durch anderen Inhalt, anderes Lichtbrechungsvermögen, dünne Wand und besondere Gröfse abhebt. Der feingranuliert erscheinende, chromatophorenfreie Inhalt führt einen grofsen Zellkern. Die kleinen Körnchen, die man im Inhalte bemerkt, verhalten sich gegen Reagentien (Jod, Alkohol, Salzsäure, Schwefelsäure, Salpetersäure, Kali, Millons Reagens, Chlorzink, Kupferoxydammon) indifferent, speichern keine Farbstoffe (Eosin, Methylgrün, Anilinviolet, Hämatoxylin, Pikrocarmin, Fuchsin), sind daher infolge ihres negativen Verhaltens zunächst chemisch nicht zu definieren. Da sie später verschwinden, können sie wohl zu den resinogenen Substanzen gerechnet werden. Jedenfalls bilden die vier grofsen Zellen, in denen sich diese Körnchen finden, die offenbar aus einer Mutterzelle hervorgehen, das „Kanalgewebe", aus dem der Behälter entsteht. Denn schon frühzeitig tritt in ihnen Zellteilung auf und es entsteht durch dieselbe ein rundlicher Komplex zarter Zellen (Fig. 26), der frei von Chlorophyll und Stärke bleibt und sich so von dem umgebenden Gewebe scharf abhebt. Nunmehr entsteht an dem mittleren Begrenzungspunkte der mittelsten Zellen ein kleiner Intercellularraum (Fig. 27). Die Zellen weichen dort auseinander, es entsteht ein schizogener Raum. Derselbe erweitert sich allmählich und erreicht im mittleren Entwickelungsstadium eine ziemliche Gröfse (Fig. 28). Die gegen den Intercellularraum hin liegenden Membranpartien wölben sich gegen den Raum hin kappenartig vor und bilden in den Kappen zunächst eine Schleimmembran, die dann zur resinogenen Schicht wird (Fig. 28). In ihr, die stets eine körnige Beschaffenheit zeigt, entsteht das ätherische Öl. In mittleren Entwickelungsstadien findet man die Reste der resinogenen Schicht ohne Schwierigkeit im Innern des Behälters (Fig. 1, *scb*). Nachdem die resinogene Schicht gebildet ist, beginnen die Zellen des Kanalgewebes, deren Zahl nunmehr durch Teilung mindestens auf sechs bis acht gestiegen ist, zu Grunde zu gehen, ihre Wände verschleimen und werden resorbiert, so dass eine unter der resinogenen Schicht liegende Schleimplasmamasse entsteht (×, Fig. 29), die schliesslich mit der resinogenen Schicht verschmilzt (Fig. 30). Aber noch lange bleibt dieselbe quellbar und scharf abgegrenzt gegen den Intercellularraum und noch lange sind Reste der Membranen der zu Grunde gegangenen Zellen in ihr sichtbar (Fig. 30). Schliefslich bleibt aber nichts oder so gut wie nichts von den zu Grunde gegangenen Zellen übrig und nur ein grofser Öltropfen liegt im Innern des Behälters: die resinogene Schicht und die Schleimschicht werden aufgebraucht. Die Behälter sind also typisch schizo-lysigen. (Angew. Anatomie S. 517.) Übrigens beteiligen sich an dem zu Grunde gehen nur die Zellen des Kanalgewebes, d. h. nur die Zellen, welche aus den ursprünglichen vier Centralzellen (Fig. 26) durch Teilung hervorgegangen sind. Das diese umgebende Gewebe vergröfsert sich zwar auch durch Teilung seiner Zellen entsprechend der Vergröfserung des Kanals und erzeugt eine mehr oder weniger deutlich sich abhebende, die Behälter umgebende Randschicht, die Zellen gehen aber nicht zu Grunde (Fig. 15). So kommt es, dafs die rundlichen Ölbehälter der Blätter, Blüten und Früchte, wenn diese völlig ausgebildet sind, nicht mit einem Sezernierungsepithel ausgekleidet sind, sondern Zellmembranreste und Fetzen als Begrenzung gegen Innen erkennen lassen oder mit einer körnigen Schicht ausgekleidet sind, in der oft Membranreste sichtbar sind. Dies hat ja bekanntlich dazu geführt, die Behälter für reinlysigen zu erklären, was sie, wie aus Obigem hervorgeht, nicht sind. In den Blättern liegen sie besonders auf der Oberseite im Palissadengewebe und reichen bis ins Merenchym hinein. Aufsen stofsen sie an die Epidermis, die über ihnen muldenförmig vertieft ist.

Die Nerven treten zwar deutlich, aber nicht sehr scharf hervor. Nur der Mittelnerv wölbt sich kräftig nach unten vor. Das Bündel des Mittelnerven besteht eigentlich aus zwei, durch eine Lücke (×, Fig. 1) getrennten Bündelstreifen (Fig. 1), einem gröfseren gegen die Blattunterseite gerichteten Bündelbogen und einem kleineren, gegen die Blattoberseite gerichteten Streifen. Beide zeigen im Holzteil radialstrahligen Bau. Die den Siebteilen der Bündel nach aufsen hin aufgelagerten Bastzellstränge sind bei Blättern (wie sie in Fig. 1 dargestellt), bei denen die Oxalatzellen der Oberseite noch nicht völlig ausgebildet sind, auch noch nicht völlig entwickelt, doch sieht man die Bastzellanlagen bereits deutlich (*B*, Fig. 1).

Bei älteren Blättern findet man beiderseits vom Hauptnervenbündel kräftige Bastzellstreifen als mechanische Belege der Bündel und auch die sekundären Nerven, sowie einige der nächsthöheren zeigen dergleichen, nur natürlich schwächere Belege. Das Nervenbündel ist von der stärkeführenden Parenchymscheide umgeben (*psch*, Fig. 1). Besonders stark sind die Bastzellen in dem Mittelnerven des basalen „Flügels“ (s. oben) entwickelt. Der Bau der Flügel gleicht dem des übrigen Blattes, doch pflegen nur zwei Palissadenreihen entwickelt und das Mesophyll sehr kristallreich zu sein.

Das Hesperidin ist im Zellsafte der parenchymatischen Elemente des Blattes gelöst. Es scheint besonders die Epidermis zu bevorzugen. Legt man frische Blätter oder in Wasser aufgeweichte in Alkohol, so kristallisiert es in mehr oder weniger deutlichen Sphaeriten aus.

Flor. aurantii.

Flor. naphae, Orangeblüten, Bigaradeblätter, Fleurs d'Oranger, Orange flowers.

Die Orangeblüten des Drogenhandels pflegen die noch nicht geöffneten Blütenknospen von Citrus vulgaris Risso zu sein (Fig. 8). Vielleicht sind die Blütenknospen ölreicher als die geöffneten Blüten. Die Blüten stehen entweder einzeln in den Blattachseln oder bilden kleine Trauben. Sie sind gestielt, von gewimperten Deckblättern behüllt und besitzen einen kleinen, undeutlich fünfzähnigen, napfartigen Kelch von 5—6 mm Durchmesser (*Se*, Fig. 8, 9 u. 10). Die fünf gewölbten, fleischigen, aufsen kahlen Blumenblätter sind in der Knospe oben zusammengeneigt (Fig. 8 u. 9), frisch weifs, getrocknet gelbbräunlich und durch die Ölbehälter der Aufsenseite braunfleckig. Jeder ovale braune Fleck der Aufsenseite entspricht einem Ölbehälter. Die zahlreichen (20—25) Stamina sind meist in vier- bis fünffache Bündel vereinigt (Fig. 10, 11, 13) —: Polyadelphia. Der dicke Griffel (*grf*, Fig. 9 u. 13) endigt oben in eine keulenförmige Narbe (*Na*, Fig. 9) und sitzt einem meist acht (8—12-)teiligen Fruchtknoten auf. Dieser Fruchtknoten sitzt wiederum auf einem runden Diskus (*Dis*, Fig. 9 u. 13).

Die Kelchblätter sind ziemlich derb (*Se*, Fig. 9 u. 13) und dick (Fig. 17 a). Auf der Innen-(Ober-)seite sowohl, wie auf der Aufsen-(Unter-)seite sitzen der Epidermis Haare auf (*t*, Fig. 17 a, 18, 19, 20), doch sind dieselben auf der Innenseite zahlreicher und dünnwandiger (Fig. 19). Die Haare haben eine relativ dicke Aufsenwand und entweder keine oder zahlreiche dünne Querscheidewände (Fig. 20), besonders die Spitze der Kelchblätter ist reich behaart. Die Epidermiszellen der Innenseite (Fig. 19) zeigen eigenartige Streckungen und gruppieren sich in charakteristischer Weise um die Haarbasen. Die Epidermiszellen der Aufsenseite sind weniger gestreckt. Auf der Aufsenseite findet man reichlich Spaltöffnungen (*st*, Fig. 18). Die Partien des Mesophylls, welche unter der inneren Epidermis liegen, sind gestreckt und die Zellen zeigen kollenchymatische Verdickungen (Fig. 17 a). Kristallzellen (*kr*, Fig. 17 a) finden sich besonders auf der Aufsenseite der Blätter, Sekretbehälter nicht eben sehr zahlreich im Mesophyll (*scb*, Fig. 17 a).

Die fünf (4—6) Korollenblätter sind ziemlich dick, in der Mitte wohl 40, gegen die Blattspitze hin noch 20 Zellreihen und mehr stark, verschmälern sich aber gegen den Rand hin rasch und sind an letzterem nur wenige Reihen dick. Ihr parenchymatisches Mesophyll ist reich durchlüftet (*mes*, Fig. 15) und wird von einer Reihe der Innenseite genäherter zarter Nerven (*gfb*, Fig. 15) durchzogen. Zahlreiche Sekretbehälter typischen Baues (*scb*, Fig. 15) sind in das Gewebe eingestreut. Die Epidermis der Aufsen-(Unter-)seite (*Epa*, Fig. 15) besteht aus, von der Fläche betrachtet, polyedrischen oder gestreckten Zellen (Fig. 17), deren Kuticula da und dort Längsfalten zeigt; die Epidermiszellen der Innen-(Ober-)seite sind fast alle papillös ausgestülpt (*Pap*, Fig. 15 u. 16), die Kuticula, auch der Papillen, ist längsfaltig. Spaltöffnungen (*st*, Fig. 15) scheinen nur auf der Innenseite in geringer Zahl vorzukommen.

Die Stamina (Fig. 9—13) sind bei der Knospe etwa so lang als der Griffel und bleiben auch nach dem Aufblühen, welches durch Zurückschlagen der Corollenblätter erfolgt, gleich lang. Ihre pfriemlichen Filamentarteile sind besonders in den basalen Partien zu bandartigen Streifen verwachsen, doch bleibt auch in den unteren Teilen das einzelne Filament noch gut erkennbar. In der Mitte jeder der Filamente verläuft ein kleines Gefäfsbündelchen. Im oberen Teile sind die Filamente frei. Die Staubfadenbündel oder -Bänder sind verschiedenzählig. Bald werden sie aus nur zwei, bald aus drei und mehr Staubfäden gebildet. Die grofsen gelben Antheren sind dithecisch. Die runden Pollenkörner haben fünf Meridionalfalten, in deren Mitte die Poren liegen.

Der Griffel endigt in eine kopfige Narbe (Fig. 9, 13, 14), die etwas gelappt erscheint und deren Mitte trichterartig vertieft ist (×, Fig. 21). Sowohl die trichterartige Vertiefung wie der ganze Narbenkopf sind dicht mit Narbenpapillen besetzt (*Np*, Fig. 14, 21, 22), die dem Stiele fehlen. Dieselben besitzen Schleimmembranen und die Membranschleime sind es, die die Narbe zur Empfängniszeit schleimig machen. Macht man, von der Spitze beginnend, succedane Querschnitte (Fig. 21 bis 25) durch den Narbenkopf, den Griffel und den Frucht-

knoten, so kann man das leitende Gewebe (Fig. 14, 21, 22) vortrefflich verfolgen: die Narbenpapillenschicht senkt sich nämlich an acht Stellen gewissermafsen in das Griffelgewebe hinein und dringt bis in die Fruchtknotenfächer hinab. Durchschneidet man die Narbe zunächst im obersten Teile (bei α, Fig. 13 u. 14), so sieht man an dem betreffenden Schnitte in der Mitte die grofse Trichteröffnung (×, Fig. 21) und von dieser gehen acht Kanäle hinab (*y*, Fig. 21). Dieselben werden weiter nach unten zu eng und spaltenförmig und bilden dann lange, radial gestaltete, gewundene Kanäle (*l*, Fig. 21). Zwischen denselben liegen acht Doppelbündel. Etwas tiefer, etwas weiter nach unten (bei β, Fig. 13 u. 14), sieht man die gewundenen Streifen des leitenden Gewebes noch sehr deutlich (*l*, Fig. 22). Namentlich treten dieselben dadurch sehr klar hervor, dafs sie von einer Schicht palissadenartig gestreckter Zellen begrenzt sind. So oder doch sehr ähnlich bleibt nun das leitende Gewebe durch den Griffel hinab (Fig. 14) erhalten, nur werden die Streifen des leitenden Gewebes kürzer und gerade und orientieren sich um die freie Mitte wie die Speichen eines Rades. Erst oberhalb des Fruchtknotens verändert sich das Bild. Hier werden die Streifen zunächst ganz kurz (*l*, Fig. 23). Wie in der Röhre eines Trichters werden hier alle von oben herabkommenden Pollenschläuche gesammelt. Während die Aufnahmsfläche für die Pollenschläuche auf der Oberfläche der Narbe sehr grofs ist, ist die Eintrittsstelle des die Pollenschläuche „leitenden Gewebes“ in die Fruchtknotenfächer sehr klein und eng. Da diese Stelle unmittelbar über der Anheftung der Ovula und über der Mikropyle derselben liegt (Fig. 24 u. 25), so werden also die Pollenschläuche, die in dem leitenden Gewebe abwärts wandern, ohne Ausnahme direkt zur Mikropyle geführt. Eine weitere Einrichtung macht dies noch leichter möglich. Dort, wo das leitende Gewebe an der Spitze der Fruchtknotenfächer in diese eintritt, sind die Fächer mit einem dichten Filz langer Haare ausgekleidet (*lt*, Fig. 24 u. 31), die auch die Basen der Ovula dicht umgeben (Fig. 24, 25 u. 35). Wir dürfen diese als „Leithaare“ betrachten, denn die in den Spalten herabkommenden Pollenschläuche werden durch sie zur Mikropyle geführt. In der Randschicht der Narbe liegen einige wenige grofse Sekretbehälter (*scb*, Fig. 21 u. 22), der Griffel ist frei von Sekretbehältern, im Fruchtknoten liegen aber wieder zahlreiche in der Randpartie (Fig. 23—25). Dort, wo das leitende Gewebe in die Fruchtknotenfächer eintritt, ist das Fruchtknotengewebe von zahlreichen Bündeln unregelmäfsig durchzogen (*gfb*, Fig. 23). Etwas tiefer laufen acht Vertikalstränge (einfache oder gedoppelte) zwischen den Fächern und diese Stränge stehen durch Horizontalstränge mit dem Bündelnetz des Randes in Verbindung (Fig. 24). Noch tiefer — dort, wo die Ovula sitzen — treten die Vertikalstränge vor die Fächer (Fig. 25) und so entsteht ein innerer Bündelkranz, der auch die Ovula versorgt. Aufserhalb der Fächer, der Mitte derselben entsprechend, laufen dann wie ler acht Längsbündel (*y*, Fig. 25) und am äufseren Rande der Fachwände ebenfalls acht kleinere Bündel. Diese beiden letzteren versorgen das reichverzweigte Anastomosennetz der Randschicht (Fig. 25). In jedem Fache liegen je zwei Ovula nebeneinander (Fig. 25, *ov*) und etwa drei bis vier in jeder Reihe übereinander.

Die Ovula (Fig. 35) sind anatrop und besitzen zwei Integumente. Sie sind in ihrer Basis dicht mit Leithaaren (*lt*, Fig. 35) umgeben.

Die Entwickelung der Ovula zu den Samen wird weiter unten beschrieben.

Der Diskus (Fig. 9 u. 13) besteht aus parenchymatischem Gewebe.

Fruct. aurantii immatur.

Unreife Pomeranzen, Orangettes.

Die Entwickelung des Fruchtknotens zur Frucht geht nach dem Abfallen der Staubfäden, des Griffels und der Blumenblätter vor sich. Als Fruct. aurantii immaturi werden namentlich die unreif abfallenden, jungen, grünlich-braunen, von Diskus und Kelch losgelösten Früchtchen (Beeren) benutzt, die je nach dem Zustande der Reife einen sehr verschiedenen Durchmesser besitzen. Der Durchmesser schwankt zwischen 8 und 20 mm. Sie besitzen an der Basis eine breite, achtstrahlige Stielnarbe, an der Spitze die kleine helle Narbe des abgefallenen Griffels.

Die Entwickelung der Fruchtknotenwand, deren allgemeine Bauverhältnisse man aus Fig. 25 ersieht, zur Fruchtschale, geht in folgender Weise vor sich. Die äufsere Partie, in der die Ölbehälter (*scb*, Fig. 24 und 25) liegen, verändert sich wenig. Die Zellen teilen sich reichlich (Fig. 36), bleiben aber zunächst parenchymatisch. In den unreifen Orangefrüchten sind sie kaum verdickt (Fig. 36). Die Zahl der Ölbehälter vermehrt sich nach Befruchtung der Ovula noch nicht unbeträchtlich, so dafs in den unreifen Früchten ziemlich viele zu finden sind. Dieselben (*scb*, Fig. 37) liegen in einfacher oder doppelter Reihe in der Randzone (*scb*, Fig. 31). Äufserlich markiert sich ihre Lage durch zahlreiche kleine Gruben auf der Oberfläche. In der aus polyedrischen Zellen aufgebauten Epidermis (*Ep*, Fig. 37) liegen ziemlich viele Spaltöffnungen (*st*, Fig. 37) und die Epidermis sowohl wie die subepidermale Zellschicht enthält gelbe und grüne Chromatophoren. In den etwas tiefer liegenden Zellschichten finden sich Oxalatkristalle in eigenartigen Cellulosetaschen (*Kr*, Fig. 37). Etwas weiter nach innen, schon am inneren Rande der Sekretbehälter wird das Gewebe dickwandiger und

einige Zellen nehmen kollenchymatische Gestalt an. Noch weiter nach innen weichen die Zellen auseinander und es bereitet sich das reich durchlüftete Gewebe der inneren Schicht der Fruchtschale der reifen Frucht vor. Die Wände dieser Zellen quellen in Kali. Gefäfsbündel, deren Äste meist radial streichen, durchziehen das ganze Gewebe der Fruchtwand, besonders die äufseren Schichten (Fig. 31 und *gfb*, Fig. 36). Das ganze Parenchym enthält (übrigens schon zur Blütezeit) reichlich Hesperidin. In der Droge, die 10 Proz. davon enthält, findet man dasselbe zu unregelmäfsigen Schollen (*He*, Fig. 37) eingetrocknet, die nur selten kristallinisches Gefüge zeigen. Legt man jedoch frische Früchte in Alkohol oder weicht die Droge 24 Stunden in Wasser ein und übergiefst dann mit Alkohol, so kristallisiert das Hesperidin in schönen Sphaerokristallen (Fig. 46 u. 37, *He*,) aus, die sich mit lebhaft gelber Farbe leicht in verdünntem Kali lösen und ihren inneren Bau (radial gestellte Nadeln und konzentrische Schichtung) beim Zusatz von Salpetersäure verraten. Das meiste Hesperidin enthalten Früchte von 5 — 15 mm Durchmesser. Die Früchtchen sind gewöhnlich achtfächerig (Fig. 25 u. 31) und enthalten in den Fächern entweder stark geschrumpfte oder ganz geschwundene Ovula oder junge unreife Samen. In die Fruchtfächer ragen von aufsen her eigentümlich gestaltete, keulenförmige Gebilde, sogen. Zotten, die als Fruchtwandpapillen bezeichnet werden mögen (*Fpap*, Fig. 31 u. 36) und den Charakter von Emergenzen besitzen. Dieselben werden schon frühzeitig, vor Befruchtung der Ovula, angelegt (*Fpap*, Fig. 25) und entstehen zunächst dadurch, dafs sich einige Zellen der inneren Epidermis der Fruchtwand strecken und teilen und dann auch die subepidermalen Zellschichten sich an dieser Streckung und Teilung beteiligen und so die Bildung kleiner Höcker (*Fpap*, Fig. 25) hervorrufen, als welche die Zotten im reifen Fruchtknoten erscheinen. Diese Höcker wachsen nun ziemlich rasch zu zunächst kegeligen, dann keulenförmigen Zotten (*Fpap*, Fig. 36) heran, so dass schon die Fächer der kleinen unreifen Früchtchen aufsen dicht mit diesen Zotten ausgekleidet sind (*Fpap*, Fig. 31), die man schon mit blofsem Auge als kleine haarartige Gebilde wahrnehmen kann. Diese Papillen wachsen zum Fruchtfleisch heran. Sie strecken sich stark und verdicken sich, und ihr Inhalt, der anfangs reichlich Hesperidin, dann transitorische Stärke führt, wandelt sich zum Teil in Zucker um. Man erhält mit alkalischer Kupferlösung starke Reduktion (besonders stark bei der Apfelsine).

Gleichzeitig entstehen aus farblosen Leukoplasten zahlreiche gelbliche Chromatophoren, die zwar sehr klein sind, aber deutlich kristallinische Gestalt besitzen (Fig. 39). Diese bedingen die gelbe Farbe der Zotten der reifen Frucht. Zunächst erscheint der Querschnitt der jungen Zotten rundlich (Fig. 44) und die Zellen zeigen keine Differenzierung. Später, wenn die Zotten weiter heranwachsen, müssen sie sich in den Raum teilen und sie platten sich gegeneinander etwas ab. Dadurch erscheint ihr Querschnitt etwas eckig (Fig. 45). Die Notwendigkeit, sich in den verfügbaren Raum zu teilen, führt aber auch dazu, dafs nur der gegen die Spitze hin liegende Teil der oft bis 15 mm langen Zotte sich keulig verdickt. Die Basis bleibt bei den längeren stets schlank. So kommt es, dafs die langen, radial gestellten Fruchtfleischzotten alle gestielt erscheinen (Fig. 32 u. 33). Dafs sie alle an der äufseren Wand und an den äufseren Partien der Seitenwände entspringen, kann man auch an der reifen Frucht einer Orange und Apfelsine noch leicht konstatieren (×, Fig. 32 u. 33), besonders wenn man die Früchte welken läfst. Bei der reifen Frucht ist auch das Gewebe der Zotten differenziert. Man erkennt deutlich eine kleinzellige, subepidermale, faserartige Randschicht fast sclerenchymatischer Zellen und eine grofszellige, dünnwandige, saftstrotzende, centrale Partie. In letzterer namentlich liegen die Chromatophoren (Fig. 45). Die ersten Phasen der Entwickelung der Zotten zeigt Fig. 36, *I—IV*. In den Zotten findet man auch Kalkoxalatkristalle.

Neben den Fruchtfleischzotten entstehen nun auch noch andere Gebilde an den Aufsen- und besonders den Seitenwänden der Fruchtfächer. Man könnte dieselben als Schleimzotten bezeichnen (Fig. 36 u. 38). Die ersten Stadien ihrer Entwickelung gleichen denen der Fruchtfleischzotten. Aber schon frühzeitig entwickeln sie sich in anderer Richtung weiter. Die Randzellen der keulenförmig anschwellenden Spitze stülpen sich papillenartig aus und es entsteht so an der Spitze ein eigenartiger Glomerulus (*Schz*, Fig. 36). Späterhin scheinen diese Spitzenpapillen Schleim abzusondern. Man findet wenigstens in den Köpfchenzellen eigentümlich spiralig gekrümmte Gebilde (Fig. 36 b), ähnlich denen, die auch bei anderen Schleimzotten beobachtet werden, oder dicke Schleimmembranauflagerungen, die bewirken, dafs zwischen den durchscheinenden Zellen solche mit hellem lichtbrechenden Inhalte erscheinen (*y*, Fig. 36), welche wie kleine Schleimklumpen aussehn. Schliefslich klappt die Spitzenzelle zusammen und man sieht am oberen Rande der Zotte zahlreiche eingestülpte Zellen (×, Fig. 38), die demselben ein sehr eigenartiges Aussehn verleihen. Vielleicht haben diese Schleimzotten den Zweck, das ganze Fruchtknotenfach schlüpfrig zu machen, damit die von aufsen nach innen vordringenden und sich sehr frühzeitig fest ineinander schiebenden und aneinander pressenden Fruchtfleischzotten leichter aneinander vorbeigleiten und nicht einander zerquetschen.

Jedenfalls wird das Fruchtknotenfach auch noch durch folgenden anderen Vorgang schlüpfrig gemacht. An der Innenwand der Fächer, dort wo die Ovula sitzen, findet man zahlreiche einzellige Haare (*lt*, Fig. 35 u. 31), die wir oben als „Leithaare“ bezeichnet haben, da sie in unmittelbarer Beziehung zum leitenden Gewebe des Griffels stehen. Diese Haare verschleimen bald nach der Befruchtung der Ovula und schon frühzeitig findet man an ihrer Stelle einen grofsen hyalinen Schleimklumpen, in dem sich zahlreiche fädige Gebilde bemerkbar machen. Doch sind Reste der Leithaare auch in halbreifen, ja selbst in ganzreifen Früchten zu finden.

Das Gefäfsbündelsystem der unreifen Früchtchen entspringt an der Basis der Frucht von acht Bündeln, die vom Fruchtstiele aus in die Basis des Früchtchens eintreten. Schon hier gabeln sich diese acht Bündel. Acht innere

Bündelstämme streichen am inneren Rande je eines Fruchtfaches in der Mittelsäule des Früchtchens zum Griffel auf (×, Fig. 9 u. 25). Diese versorgen die Ovula und treten im Griffel und der Narbe (Fig. 21—23) als acht Doppelbündel hervor. Sie treten an der Basis des Griffels, d. h. an der Spitze des Früchtchens mit den äufseren Bündeln in Verbindung (Fig. 24). Acht äufsere Bündel, den basalen acht Bündelstämmen entspringend, streichen am äufseren Rande der Fruchtfächer (*y*, Fig. 9 u. 25) und entsenden sowohl in tangentialer wie in radialer Richtung zahlreiche gekrümmte Äste. Diese bilden das reichverzweigte Bündelsystem der Fruchtschale (*frw*, Fig. 31). Die Gefäfse der Bündel sind Spiralgefäfse.

Die Samen sind häufig nicht entwickelt oder nach kurzer Entwickelung abortiert. Man findet jedenfalls auch unter den reifen Früchten zahlreiche, die samenlos sind. Es ist dies eine bei Kulturpflanzen nicht eben seltene Erscheinung.

Die Entwickelung der Ovula zu den Samen geht auf folgende Art vor sich. Die anatropen Ovula besitzen zwei Integumente, von denen das äufsere höchstens sechs (an der Spitze mehr wie sechs), das innere vier Zellschichten (an der Spitze bisweilen mehr wie vier) dick ist (Fig. 35 u. 49). Die Epidermis des äufseren Integumentes (*ia*) entwickelt sich in einer sehr eigenartigen Weise zu einer Sclereiden-Schleimepidermis. Die Aufsenwand ist frühzeitig verdickt (1. Fig. 50) und bald zeigen die Zellen auch eine ausgesprochene palissadenartige Radialstreckung (1. Fig. 51). Die Aufsenwand differenziert sich schon in diesem Stadium, indem die ganze äufsere Schicht den Charakter einer Schleimmembran annimmt (Fig. 51), die innerste Schicht aber mit der Seiten- und Innenwand zusammen eine, das Lumen umkleidende, harte, sclerenchymatische Schicht bildet (Fig. 52 u. 53). Dadurch erhält man das eigenartige Bild einer Sclereidenschicht mit schleimiger Auflagerung. Diese letztere zeigt auch sonst kaum noch den Charakter einer zu besonderen Zellen gehörenden Membran, sondern mehr den einer homogenen, über die ganze Epidermis gebreiteten Schleimauflagerung (×, Fig. 52 bis 54). In sie hinein wachsen nämlich wie in eine gleichmäfsige Schleimmasse die oberen Enden der inneren Schichten der Epidermiszellen (Fig. 53 u. 54, 1). Dieselben bilden bald kurze Kegel oder feine Spitzen, bald gegabelte Zapfen oder gar hakenförmig gekrümmte oder hin- und hergebogene Enden. Es sieht aus, als wüchsen diese Partien in die Schleimmasse hinein, wie Pilzfäden in Gelatine. Im Querschnitt betrachtet, zeigen die Epidermalsclereiden palissadenartige Streckung, von der Fläche im Tangentialschnitt betrachtet erscheinen sie als gestreckte und mehr oder weniger stark gekrümmte, dickwandige Zellen, mit stumpfkegeligen Enden aneinander gefügt. Ihre Wand ist stark getüpfelt. Infolge dieser Thatsache und der starken Krümmung ist das Bild, das man beim radialen Längsschnitt von ihnen erhält (Fig. 54, 1) ein sehr eigenartiges. Es sieht aus, als hätte man eine breite, reich mit gekreuzten Spaltentüpfeln versehene Wand vor sich, die nach aufsen in gerade oder gekrümmte Zapfen ausläuft. Die die Zapfen bildende Innenwand der Epidermalsclereiden zeigt nicht überall gleichmäfsige Verdickung. Besonders die Zapfen zeigen neben verdickten Partien dünne.

Das übrige Gewebe des äufseren Integumentes ist und bleibt parenchymatisch, doch obliterieren die Zellen sowohl der Mittelschicht (Fig. 49—53, 2), wie der inneren Epidermis (Fig. 49—53, 3), die im Jugendzustande reichlich zum Aufbau der Sclereidenepidermis verwendete Stärke führen, bald nachdem sie dieselbe abgegeben haben, ein wenig, verhalten sich also wie eine typische Nährschicht. Die Obliteration ist bei Citrus übrigens gering. Die innere Epidermis bleibt am längsten erhalten und ist auch noch beim reifen Samen zu finden (Fig. 53, 3).

Das innere Integument (Fig. 35, *ii*), welches niemals Stärke führt, schon im Ovulum schmäler als das äufsere (Fig. 49), geht frühzeitig nahezu vollständig zu Grunde, besonders die äufsere Epidermis desselben und die mittleren Partien (Fig. 49—52, 4), die innere Epidermis jedoch bleibt lange erhalten und ist auch im reifen Samen noch als „braune Haut“ wahrzunehmen (Fig. 49—54, 5).

An das innere Integument legt sich der Nucellus an (*Nuc*, Fig. 49—54, 6), der ebenso wie ein ihm oft innen aufgelagerter Endospermrest, auch im reifen Samen noch in Form einiger, meist zum Teil obliterierter, zum Teil verdickter und gelbe Eiweifsmassen führender Zellschichten wahrzunehmen ist und beim Ablösen der Samenschale dieser innen anhängt.

Das Innere des reifen Samens besteht aus mehreren Keimlingen (Polyembryonie), im Maximum sechs bis acht, von denen aber höchstens drei keimfähig sind, die anderen sind als kleine Läppchen zwischen die grofsen eingeschoben. Durchschneidet man die Samen daher längs, so läfst sich das Verhältnis leicht feststellen (Fig. 57) und auch ein Querschnitt bietet ein ähnliches Bild (Fig. 56). Nur ist dasselbe natürlich sehr mannigfaltig und variiert von Same zu Same. Bald sind die kleinen neben die grofsen geschaltet, bald schieben sie sich in dieselbe ein, bald umgeben gröfsere die kleineren. Längs- und Querschnitte orientieren daher nur unvollkommen über den Sachverhalt. Man thut daher am besten, wenn man die Samen aufbricht und die einzelnen Keimlinge mit der Hand herauspräpariert. Sie besitzen die in Fig. 58 dargestellte Form und auch ein Längsschnitt (Fig. 55) belehrt darüber, dafs an einer kurzen, kegeligen Radicula (*Rad*) zwei grofse Kotyledonen (*Cot*) sitzen, die eine kleine Plumula (*pl*) zwischen sich nehmen. Bei den gröfsten Keimlingen sind die Kotyledonen dick und fleischig, bei den kleinsten zart, blattartig dünn.

Die Keimlinge von Citrus entstehen nun keineswegs alle im Embryosack (*Ems*, Fig. 47), wie dies die Regel ist, sondern nur einer derselben ist das Produkt der Eizelle (*Eiz*, Fig. 47), die anderen sind sogen. „Nucellarembryonen“ (*Ne*, Fig. 47), die aus der Randschicht des Nucellargewebes der Nucellusspitze ohne einen eigentlichen Geschlechtsakt hervorgehen. Der Embryosackkeimling eilt aber den Nucellarembryonen voran und ist der bestausgebildete. Im jüngsten Stadium erhält man daher ein der Fig. 47 entsprechendes Bild, späterhin sieht man die einzelnen Embryonen von der

Nucellarwand abgelöst (Fig. 48). Das Parenchym der Keimlinge ist von Prokambiumsträngen durchzogen, in denen schon einige Spiralgefäfse ausgebildet sind. Bei den Kotyledonen ist das Gefäfsbündelsystem (Fig. 56) der Innenseite genähert.

In den Zellen der Kotyledonen findet sich fettes Öl und Aleuron. Die Körner des letzteren sind in Ölplasma eingebettet, von ziemlich mannigfaltiger Gestalt, meist rundlich-oval, 2—10, meist 5 mik grofs und führen zahlreiche rundliche Globoide.

Cort. fruct. aurantii.

Cort. aurantiorum, Cort. aurantii fructus, Flavedo fruct. aurant., Pomeranzenschalen, Bigaradeschalen, Orangenschalen, Ecorce d'Orange amère, Bitterorange Peel.

Die Pomeranzenschalen sind die von der reifen Frucht von Citrus vulgaris Risso abgelösten Schalen. Die Schälung erfolgt entweder in der Weise, dafs man Quadranten ablöst oder die Frucht ähnlich einem Apfel schält, indem man das Messer in Spirallinie herumführt. Bei der ersten Schälmethode hängt der äufseren Schale noch die innere, weiche weifse Schicht an, bei der anderen fehlt die letztere und die „Pomeranzenschale" besteht nur aus der äufseren Schicht der Fruchtschale (Flavedo aurantiorum). Der Ort, wo die Ablösung der Fruchtschale bei dem gewöhnlichen, zuerst erwähnten Schälverfahren erfolgt, ist die lockere Schicht aufserhalb der Fruchtfächer, dort, wo die inneren Fruchtwandbündel (*y*, Fig. 25) verlaufen. Man findet die letzteren daher auf der Innenseite der Pomeranzenschalen als fädiges Netzwerk.

Bau und Entwickelung der Samen und der Fruchtfleischpapillen ist oben geschildert worden. Auch die Fruchtschale wurde bereits von der Fruchtknotenwand bis zur halbreifen Frucht (Fruct. aurantii immaturi) verfolgt. Die weitere Entwickelung, die die Fruchtschale bis zur völligen Reife der Frucht durchmacht, führt nur zu geringen Veränderungen. Dieselben betreffen fast nur die inneren Fruchtwandpartien. Hier wird das Gewebe dadurch, dafs grofse Intercellularen zwischen den Zellen entstehen, sehr lückig und schliefslich entsteht ein tangential gestrecktes, in Wasser stark quellendes typisches Sternparenchym (Fig. 41). Dort, wo die Arme desselben aufeinander stofsen, ist die Wand siebartig porös. Dies letztere ist bei der reifen Frucht fast ganz hesperidinfrei (es färbt sich mit Kali kaum gelb) und ganz frei von ätherischem Öl, also wertlos. Es wird daher meist abgeschält. Der Rest — die äufsere Fruchtschale — trägt den Namen „Flavedo aurantiorum".

Hesperidin in nicht unbeträchtlicher Menge findet sich dagegen in dem derben Gewebe der äufseren Fruchtwandschichten (Fig. 40), die aus derbwandigen, verschieden stark verdickten Zellen bestehen, die oft kollenchymatische Ecken besitzen. Doch ist der Hesperidengehalt bedeutend geringer als bei der unreifen Frucht. Es wird also ein Teil beim Reifungsprozesse verbraucht. Auch monokline Oxalatkristalle findet man hier (*kr*, Fig. 10) und durch Eisenchlorid nachweisbaren Gerbstoff, der im Gegensatz zum Hesperidin reichlicher in der reifen Frucht auftritt als in der unreifen. Dies äufsere Gewebe wird von zahlreichen, Spiralgefäfse führenden Bündelsträngen durchzogen (*gfb*, Fig. 40) und enthält auch die gegen die Fruchtreife hin sich stark vergröfsernden Ölbehälter (*scb*, Fig. 40), die oft einen Durchmesser von 1 bis 2 mm erreichen, so dafs sie schon mit blofsem Auge als grofse ovale Höhlen zu erkennen sind (*scb*, Fig. 34). Man findet in ihnen das ätherische Öl in grofsen Tropfen und oft auch noch als centralen Ring die tröpfchenreiche resinogene Schicht (*rsg*, Fig. 40). Zwischen ihr und dem Randgewebe liegt dann die in Desorganisation begriffene Mittelschicht, in der man neben erhaltenen Zellen — in der äufseren Partie — auch zahlreiche Zellreste, z. B. nackte Plasmamassen — in den inneren Partien — findet.

Die aus polyedrischen Zellen bestehende Epidermis der Fruchtschale führt Spaltöffnungen (*st*, Fig. 42). Die Epidermiszellen führen zur Zeit der Fruchtreife gelbe Chromatophoren in Körnerform, bei den grünschaligen Varietäten (Curaçaoschalen) und bei nicht ganz reifen Früchten grüne Chlorophyllkörner. Die über den Ölbehältern liegenden Epidermiszellen sind oft arm an Chromatophoren. Auch in dem subepidermalen Fruchtschalenparenchym finden sich reichlich Chromatophoren (Fig. 43).

Die anfänglich noch relativ derben Seitenwände der Fruchtfächer werden beim Heranreifen der Frucht stark zusammengepreſst und bilden zum Teil die von der Apfelsine her jedermann bekannten, papierdünnen, die Abschnitte einhüllenden Häute. Während nämlich das mittlere Gewebe der Seitenwände der Fruchtfächer und das centrale Gewebe der Mittelsäule und die Innenschicht der äufseren Fruchtwand lückig und markig werden, strecken sich etwa drei, rings um jedes Fach laufende Schichten interstitienloser Zellen stark tangential, parallel zur Oberfläche der Fächer, verdicken ihre Zellen sclerenchymatisch und bilden schliefslich — zur Fruchtreife — eine zwar sehr dünne, aber feste, aus gestreckten, stark verdickten Fasern mit schrägen Tüpfeln bestehende derbe Haut (*y*, Fig. 32 u. 33). Die Wände der Zellen derselben sind verholzt. Da diese derbe Haut an sehr lückiges Gewebe grenzt, lassen sich die acht Fruchtabschnitte leicht aus der Schale und voneinander lösen, wie dies von den Apfelsinen her allgemein bekannt ist.

Der Bau der Früchte von Citrus vulgaris, C. Aurantium (Apfelsine), C. limonum (Citrone), C. trifoliata, und C. decumana (Pompelmus) stimmt im allgemeinen überein. Doch besitzt die Fruchtschale oft eine verschiedene Dicke. Die dünnsten Fruchtschalen besitzt Citrus limonum, die dicksten C. decumana. Die Dicke schwankt zwischen 3 und 10 mm. Bei C. Aurantium ist die gelbe äufsere Partie der Fruchtschale dünner, bei C. limonum Risso ist das Schwammgewebe dichter und fester als bei der Pomeranze.

Die meisten Embryonen (bis zwölf) finden sich in den Samen von Citrus Aurantium, bei C. vulgaris sechs bis acht (Fig. 56 u. 57), noch weniger bei C. trifoliata, am wenigsten bei C. limonum (zwei bis drei). Citrus trifoliata führt Sekretbehälter, auch in der Randschicht Kotyledonen. Der Durchmesser der Aleuronkörner der Samen beträgt bei Citrus vulgaris 2—7 mik, bei C. Aurantium 2—8 mik, bei C. limonum 2—10 mik, bei C. trifoliata 6—8,5 mik.

Tafel 69 u. 70.

Erklärung der Abbildungen.

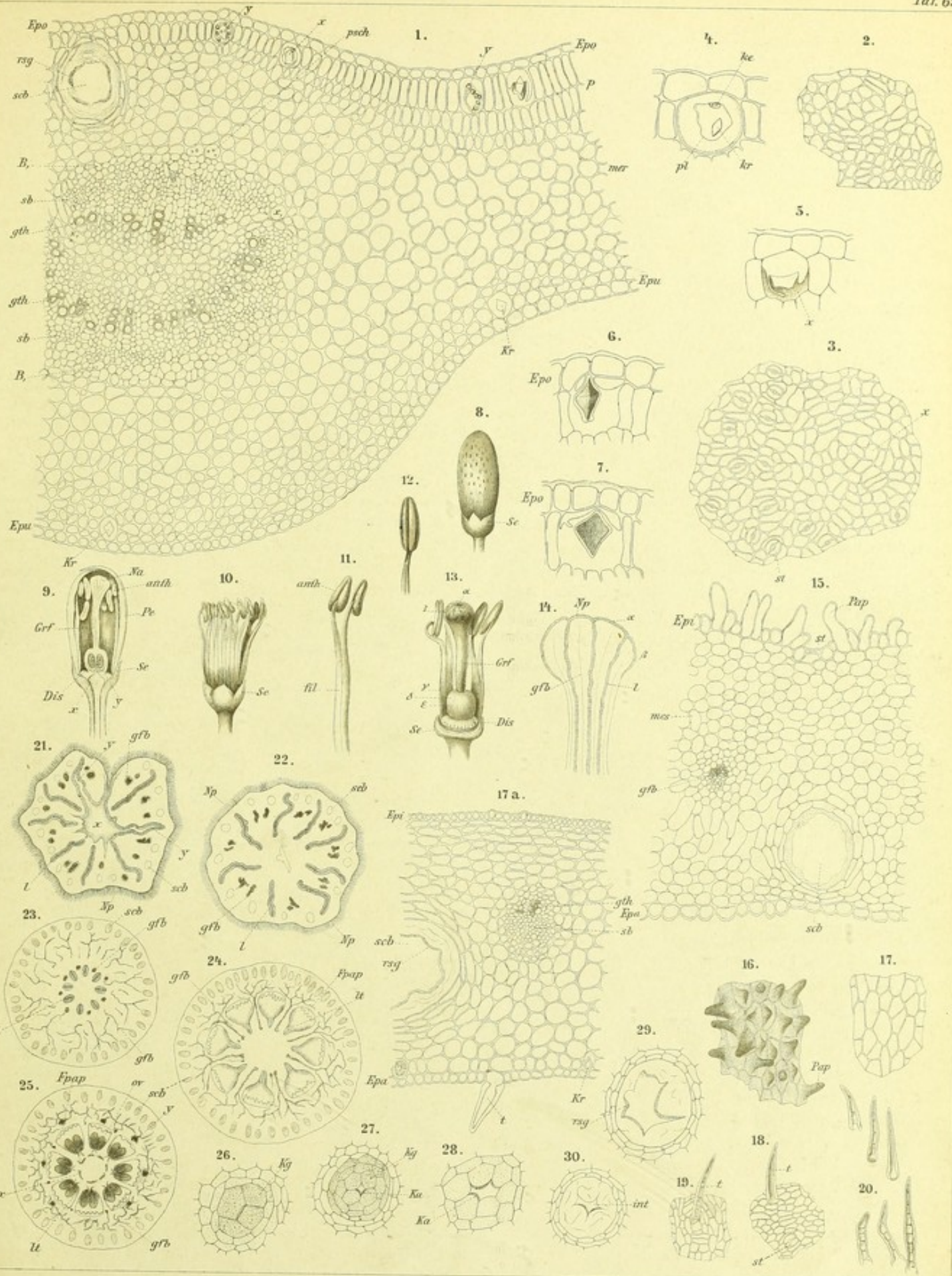
(*Citrus vulgaris Risso.*)

Tafel 69.

Fig. 1. Querschnitt durch ein junges Laubblatt am Mittelnerv; der Sekretbehälter noch nicht ganz fertig; ebenso auch die Kristalle.
„ 2. Epidermis der Oberseite des Laubblattes, Flächenschnitt.
„ 3. Epidermis der Unterseite, Flächenschnitt.
„ 4—7. Entwickelung der Oxalatkristalle an der Laubblatt-Oberseite.
„ 4. Kristall im Zellinhalt gebildet. Plasmaschlauch kontrahiert.
„ 5. Kristall mit HCl gelöst, die basale becherartige Zellhauttasche sichtbar, Kristall also noch nicht ringsum eingeschlossen.
„ 6 u. 7. Kristall eingeschlossen in der Zellhauttasche.
„ 8. Blütenknospen, wie sie die Flor. naphae des Handels bilden.
„ 9. Diese Blütenknospe längsdurchschnitten.
„ 10. Dieselbe nach Ablösung der Corollenblätter; die Stamina sind freigelegt.
„ 11. Zwei miteinander (polyadelphisch) verwachsene Stamina.
„ 12. Anthere eines Staubfadens.
„ 13. Griffel freigelegt. Die Buchstaben α bis ε bezeichnen die Stellen, wo die Querschnitte Fig. 21—25 durchgelegt wurden.
„ 14. Griffelspitze mit Narbe. Schematischer Längsschnitt.
„ 15. Querschnitt durch ein Corollenblatt. Die papillentragende Seite ist die Innenseite.
„ 16. Epidermis der Corolle, Innenseite. Tangentialschnitt.
„ 17. Epidermis der Corolle. Aufsenseite. Tangentialschnitt.
„ 17a. Querschnitt durch ein Kelchblatt. *Epi*, Epidermis der Innenseite.
„ 18. Epidermis der Aufsenseite des Kelchblattes. Tangentialschnitt.
„ 19. Epidermis der Innenseite des Kelchblattes. Tangentialschnitt.
„ 20. Haare von Innen- und Aufsenseite des Kelches.
„ 21—25. Succedane Querschnitte durch den Stempel von oben nach unten. Lupenbilder.
„ 21. Querschnitt durch die Narbe bei α, Fig. 13. × Centraltrichter, *l* leitendes Gewebe.
„ 22. Querschnitt durch die Narbe bei β, Fig. 13.
„ 23. Querschnitt durch den Griffel bei γ, Fig. 13.
„ 24. Querschnitt durch den obersten Teil der Fruchtknotenfächer bei δ, Fig. 13. *lt* Leithaare.
„ 25. Querschnitt durch den mittleren Teil der Fruchtknotenfächer, bei ε, Fig. 13. × innerer Bündelkranz, *y* äufserer Bündelkranz vor den Fächern. *Fpap* Fruchtwandpapillen, die zum Fruchtfleisch werden.
„ 26—30. Entwickelungsgeschichte der schizo-lysigenen Sekretbehälter in Laubblatt, Kronenblatt und Fruchtknotenwand.
„ 26. Die vier Mutterzellen des Kanalgewebes (*kg*) mit einer eigentümlichen körnigen Substanz erfüllt.
„ 27. Die vier Mutterzellen haben durch Teilung ein vielzelliges Kanalgewebe (*kg*) erzeugt. In der Mitte ist ein schizogener Raum entstanden. Die diesen begrenzenden Zellen zeigen Kappen (*Ka*). In diesen entsteht das Öl.
„ 28. Der schizogen entstandene Raum hat sich vergröfsert, ebenso die Ölkappen (*Ka*).
„ 29. Der schizogen entstandene Raum hat sich weiter vergröfsert. Die Zellen des Kanalgewebes sind verschleimt und im Begriffe zu Grunde zu gehen. Die resinogene Schicht deutlich (*rsg*).
„ 30. Ein ähnliches Stadium wie Fig. 29 nach Behandlung mit Chloralhydrat. Die Schleimmasse des Kanalgewebes, in der man noch Membranreste sieht, ist gequollen.
Weitere Entwickelungsstadien der Ölbehälter findet man in Fig. 1 u. 17a, weitere in Fig. 15 u. 37, fertige Behälter in Fig. 40 dargestellt.

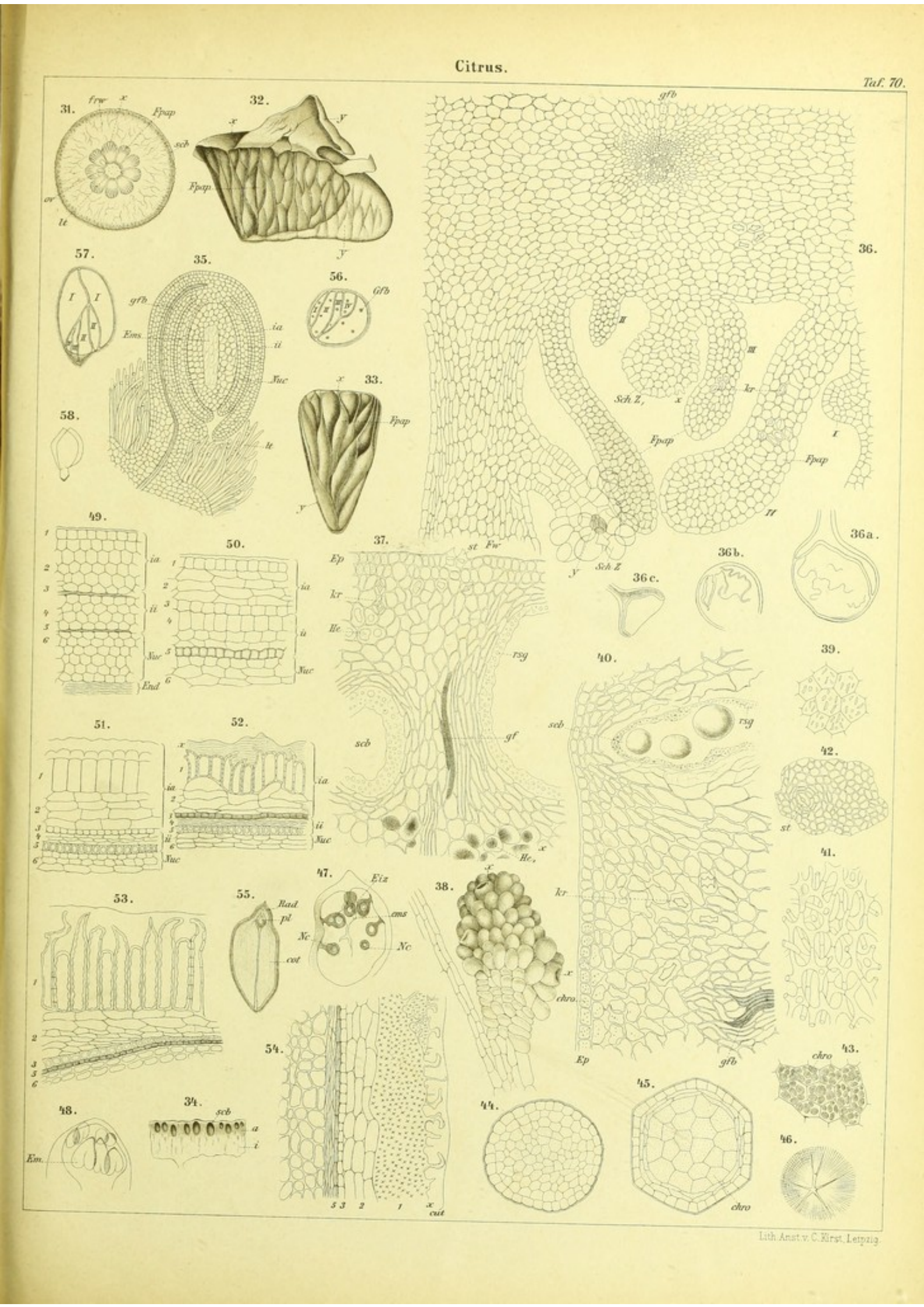
Tafel 70 (Fortsetzung).

Fig. 31. Querschnitt durch eine unreife Pomeranzenfrucht (Fruct. aurant. immatur.). Lupenbild. *Fpap* Fruchtwandpapillen, *lt* Leithaare.
„ 32. Fruchtfleischabschnitt („Schnitz") einer reifen Frucht von der Seite. Die Hüllhaut z. Th. abgelöst und zurückgeschlagen (*y*). Die Fruchtwandpapillen ausgewachsen zu gestielten keulenförmigen Gebilden (*Fpap*) × Aufsenseite.
„ 33. Fruchtfleischabschnitt querdurchschnitten. × Aufsenseite. *Fpap* wie bei Fig. 32. Lupenbild.
„ 34. Querschnitt durch die Fruchtschale der reifen Frucht (Cort. fruct. aurantii). Lupenbild.
„ 35. Ovulum aus dem Fruchtknoten der reifen Blüte (Fig. 25). An der Basis die Leithaare (*lt*).
„ 36. Querschnitt durch die Randschicht der Fächer einer unreifen Frucht mit den Fruchtwandpapillen (*Fpap*) und den Schleimzotten (*Schz*).
„ 36a, b, c. Randzellen junger Schleimzotten a und b vor dem Einsinken, c nach dem Einsinken der Spitzenzelle. Eingesunkene Spitzenzellen auch bei ×. Bei *y* eine schleimerfüllte Zelle.
Die Entwickelungsgeschichte der Fruchtfleischpapillen erhellt durch Vergleich von Fig. 36 I, II, III, IV mit Fig. 32 u. 33 *Fpap*.
„ 37. Querschnitt durch die Randschicht der Fruchtschale der gleichen Frucht wie in Fig. 36 dargestellt. *He* Hesperidinklumpen, wie man sie in der Droge findet; *He*, Hesperidinsphaerokristalle aus Alkoholmaterial (vergl. auch Fig. 46).
„ 38. Schleimzotte (*Schz*, Fig 36) mit eingesunkenen Randzellen (×).
„ 39. Gelbe Chromatophoren aus den das Fruchtfleisch bildenden keulenförmigen Gebilden (*Fpap*, Fig. 32 u. 33 und *chro*, Fig. 45).
„ 40. Querschnitt durch die Randschicht der reifen Fruchtschale (*a*, Fig. 34).
„ 41. Querschnitt durch die markige weifse innere Schicht der Fruchtschale (*i*, Fig. 34).
„ 42. Epidermis der reifen Fruchtschale, Flächenansicht.
„ 43. Helle Chromatophoren aus der äufseren Fruchtwand der reifen Frucht.
„ 44. Querschnitt durch eine junge Fruchtwandpapille.
„ 45. Querschnitt durch eine alte Fruchtwandpapille aus der reifen Frucht. Die derbe Randschicht ist ausgebildet, die Abplattung ist deutlich.
„ 46. Hesperidinsphaerokristall.
„ 47. Polyembryonie. Entstehung der Nucellarembryonen (*Nc*) aufserhalb des Embryosackes (*ems*) aus der Randschicht der Nucellus. *Eiz* Eizelle.
„ 48. Polyembryonie. Ältere Nucellarembryonen und der aus des Eizelle hervorgegangene Embryo (*Em*).
„ 49—53. Entwickelung der Samenschale aus den Integumenten des Ovulums (Fig. 35). *ia* äufseres, *ii* inneres Integument. *Nuc* Nucellus. Die Zahlen bezeichnen die korrespondierenden Gewebe. *1* Sclereidenepidermis mit Schleimauflagerung, *5* braune Haut.
„ 53. Querschnitt durch die reife Samenschale.
„ 54. Radialer Längsschnitt durch die reife Samenschale.
„ 55. Längsschnitt durch einen ausgebildeten Keimling. Lupenbild.
„ 56. Querschnitt durch einen polyembryonischen Samen.
„ 57. Längsschnitt durch einen solchen.
„ 58. Herauspräparierter, isolierter Keimling.



Lith. Anst. v. C. Kirst, Leipzig.

Citrus.



Lith. Anst. v. C. Kirst, Leipzig.

Flor. malvae.

Malvenblüten, Rosspappelblüten (wilde Käsepappel, wilde Malve, grosse Hasenpappel), Fleurs de Mauve sauvage, Wild Mallow-flowers.

Unter dem Namen Malvenblätter sind in der Pharmakopoea germanica und helvetica sowohl die Blätter von Malva silvestris L. wie die von Malva neglecta Wallroth (Malva vulgaris Fries, Malva rotundifolia C. Bauhin), unter dem Namen Malvenblüten jedoch nur die von Malva silvestris L. offizinell.

Ich lege der Beschreibung die Blüten von Malva silvestris L. zu Grunde.

Die Blüten sind $1^1/_2$ bis 3 cm lang und gestielt. Sie sind zu in den Achseln der Laubblätter stehenden Büscheln vereinigt, die zusammengesetzte Trauben bilden mit wickeligen Verzweigungen. Die Blumenkrone ist drei- bis viermal länger als der Kelch, die Blätter derselben an der Spitze tief ausgerandet, hellpurpurrot mit dunkleren Adern. (Unterschied von Malva neglecta, wo die Blütenblätter nur zwei- bis dreimal länger als der Kelch, hellrosa oder fast weiss und mit dunkleren Adern versehen sind.)

Der Aufsenkelch (Hüllkelch, Hochblattinvolucrum, *hb*, Fig. 1 u. 23a) besteht aus drei freien, spatelförmigen, zugespitzten, besonders am Rande stark behaarten Blättern von 5—7 mm Länge. Der Kelch (*sc*, Fig. 1 u. 23a) der actinomorphen, fünfzähligen Blüte ist gleich lang oder etwas länger als der Aufsenkelch, bis 8 mm, gamosepal, in fünf dreieckige Zipfel gespalten, besonders aufsen und am Rande behaart. Die in der Knospenlage gedrehten Corollenblätter (*Pc*, Fig. 1 u. 2) sind 2—2,5 cm lang (meist 2 cm von der Basis bis zum Grunde der Gipfeleinbuchtung), keil-umgekehrt-eiförmig, an der Spitze tief ausgerandet (Fig. 2), am Grunde mit zwei dichten Haarbüscheln versehen (*t*, Fig. 2) und daselbst mit der Staubfadenröhre verwachsen (×, Fig. 1), hell purpurrot mit dunkleren Adern. Auch das Staubfadenbündel (*anth*, Fig. 1) ist purpurrot, 10—12 mm lang, oben in zahlreiche, schwach behaarte Filamente gespalten, unten zu einer weiten Röhre verwachsen, die ganz allmählich in die Corolle übergeht. Die Antheren sind nierenförmig (Fig. 3a, 3b, 3c) in der Mitte angeheftet, quergestellt, monothecisch. Sie öffnen sich durch einen über den Scheitel laufenden Querspalt. Das Gynaeceum besteht meist aus 10 (8—11) Carpellen, die einen scheibenförmigen, in der Mitte eingedrückten Fruchtknoten bilden. Der Griffel (*grf*, Fig. 1) zeigt so viele Narbenschenkel als Carpelle vorhanden sind. Er bildet unten eine solide Säule, die sich nach oben hin etwa auf halber Höhe in die fädigen Narbenschenkel zerteilt. Das Bündel der letzteren bleibt entweder in der Staminalröhre eingeschlossen (im männlichen Stadium der Blüte) oder tritt aus letzterer hervor (im sogenannten weiblichen Stadium). Im letzteren Falle biegen sich die Narbenschenkel nach aussen um, legen sich an die Antheren an, ja biegen sich in sie hinein, den Pollen herausholend, oder verfilzen gar mit den ganzen Staubfäden und sind demnach im stande sich mit Pollenkörnern auch ohne Fremdbestäubung zu beladen.

Die Blüten von Malva neglecta Wallroth sind kleiner als die von Malva silvestris. Die Blumenblätter überragen an Länge nicht so stark die Kelchblätter (siehe oben), besonders bietet aber der Kelch ein gutes Unterscheidungsmittel. Bei Malva silvestris sind die Kelchblattzipfel fast dreieckig und die Blätter des Hochblattinvolucrums schmal-spatelförmig, ungefähr ebenso lang wie die Kelchblätter (Fig. 23a). Bei Malva neglecta sind die Kelchblattzipfel zugespitzt und die Blätter des Hochblattinvolucrums sehr schmal lineal-lanzettlich, stets kürzer als die Kelchblätter (Fig. 23b).

Die drei Blätter des Hochblattinvolucrums der Blüte von Malva silvestris sind am Rande sehr stark behaart. Die Haare sitzen hier auf mehrzelligen Polstern, sind derbwandig, einzellig (selten zweistrahlig) und aufserordentlich lang, bis 2 mm, so dafs sie wie ein Strahlenkranz den Rand einsäumen. Ihre Spitze ist kegelig. Auf der Innenseite finden sich gar keine oder nur sehr vereinzelte kurze einzellige Haare; die Aufsenseite besitzt die gleichen langen Haare wie der Rand, doch sind dieselben hier nicht ganz so lang. An der Basis der Hüllkelchblätter finden sich vereinzelte Sternhaare. In dem reichdurchlüfteten Mesophyll finden sich reichlich Kalkoxalatdrusen und Schleimzellen. Die Nerven, an der Basis der Blätter nur wenig gegabelt, verzweigen sich gegen die Spitze hin zu einem reich anastomosierenden Bündelnetze. Die Epidermiszellen der Aufsen-(Unter-)Seite sind geradwandig, die der Innen-(Ober-)Seite wellig gebogen. Spaltöffnungen liegen auf beiden Seiten.

Die Kelchzipfel sind am Rande mit ganz den gleichen, sehr langen (bis 2 mm), einzelligen Haarwimpern versehen wie die Hüllkelchblätter. Auch bei ihnen sitzen dieselben (*t*, Fig. 20) auf mehrzelligen Polstern (×, Fig. 18 u. 20) und sind, soweit sie diesen eingefügt sind, an der Basis reich getüpfelt (*t*, Fig. 17). Auf der Blattaufsen-(Unter-)Seite finden sich dergleichen einzellige, lange, Zellpolstern eingefügte Haare ebenfalls reichlich, besonders auf den Nerven. Dieselben sind aber hier schon oft zweistrahlig (Fig. 18 $t_{,,,}$), nehmen also Sternhaarcharakter an. Die kegeligen Zellpolster, auf denen sie sitzen, sind bisweilen ziemlich hoch (×, Fig. 18 u. 16). Diese Haare werden nun hier begleitet von aufserordentlich zahlreichen, ziemlich dicht gestellten typischen Sternhaaren (Fig. 19), die bald der Epidermis direkt eingefügt, bald auf mehr oder weniger hohen Zellpolstern erhoben sind (Fig. 16) und 2, 3, 4, 6, 7, 8 oder 9 Haarstrahlen besitzen

(Fig. 19). Dazwischen liegen Köpfchenhaare mit mehrzelligem Stiel und ein- oder mehrzelligem Köpfchen (*t*,, Fig. 16, 18, 19).

Die Blattinnen-(Ober-)Seite führt besonders gegen die Spitze der Blattzipfel hin und an diesen selbst sehr zahlreiche, unregelmässig gekrümmte, hin- und hergebogene Wollhaare (*t*,,, Fig. 16 u. 22), die einzellig und der Epidermis mit bauchig erweiterter Basis eingefügt sind. Aufser diesen finden sich nur noch einige der eben erwähnten Köpfchenhaare hierselbst (*t*,, Fig. 16), die jedoch an der Blattbasis, dort, wo der Kelch der Krone aufliegt, zu einer lückenlosen Schicht anwachsen. Die Wände der Epidermiszellen sind auf beiden Seiten des Blattes wellig gebogen (*Ep*, Fig. 17 u. 21), Stomata (*st*, Fig. 17 u. 21), finden sich auf beiden Seiten, mehr auf der Aufsenseite. Das zarte Mesophyll führt Schleimzellen (*Sche*, Fig. 16) und besonders in der unter der Epidermis der Oberseite gelegenen Schicht Oxalatdrusen (Fig. 16).

Die Blumenblätter (*Pe*, Fig. 1 u. 2) sind ziemlich dünn. Sie messen nur wenige Zellschichten. Nur an den Nerven, die ein reich anastomosierendes Netz bilden, sind sie dicker (Fig. 13). Der Farbstoff ist im Zellsaft gelöst. Die Epidermiszellen der Unterseite sind wellig verbogen (Fig. 15, *ep*), die der Oberseite ziemlich gerade (*ep*, Fig. 14). Auf beiden Seiten sind spärlich Köpfchenhaare mit mehrzelligem Stiel zu finden (*t*,, Fig. 14 u. 15), ähnlich den Mitscherlich'schen Körperchen des Kakao. An der Basis der Corolle sind dieselben reichlicher zu finden. Daselbst finden sich auch, die Einbuchtung zwischen je zwei Corollenblättern ausfüllend, zwei Haarrandstreifen (*t*, Fig. 2), deren Haare einzellig und gerade sind (*t*, Fig. 14). Die Schleimzellen (*Sche*, Fig. 13) zeigen, wenn man zu dem in Alkohol liegenden Schnitte Glycerin fliessen läfst, deutliche Schichtung. Sie sind bisweilen durch Resorption der trennenden Wände zu Schleimhöhlen erweitert (Fig. 13, rechts). In der Längsrichtung sind sie gestreckt (*Sche*, Fig. 15), die Nerven entspringen drei basalen Bündelstämmen (Fig. 2), meist treten fünf mittlere Nerven kräftiger hervor als die übrigen.

Die Filamente der Staubfäden sind im oberen Teile normal, d. h. sie führen ein zartes Bündel in der Mitte und sind im Querschnitt rundlich. Ihr Gewebe enthält einzelne Schleimzellen, die aus gestreckten Zellen aufgebaute Epidermis einzelne zarte Sternhaare. Auf halber Höhe sind sie zu einer geschlossenen Röhre verwachsen, die den Griffel rings umgiebt. Diese Röhre führt auf der Aufsenseite reichlich einfache oder 2, 3—4strahlige kurze eigentümliche, sehr charakteristische Sternhaare (Fig. 10 u. 11) und einige vereinzelte Reihenhaare (Fig. 12). Die nierenförmig über die Filamentspitze gelegten Antheren besitzen in der jungen Blüte die Form, wie sie in Fig. 3a dargestellt ist. Sie springen mit einem Längsrifs über dem Gipfel auf und bieten dann das in Fig. 3b u. 3c dargestellte Bild. Der Querdurchschnitt derselben ist an der Basis (Fig. 5) etwas anders als weiter oben (Fig. 6 u. 6a). Die Antherenwand führt natürlich auch hier eine Faserschicht (*2*, Fig. 5 u. 6). Dieselbe ist mit einer einschichtigen Reihe zarter Zellen, deren Aufsenwände verdickt sind, bedeckt (*1*, Fig. 5, 6). Die Pollenkörner (Fig. 4) sind ziemlich grofs, besitzen eine grobstachelige Exine und (zwischen den Stacheln) zahlreiche runde Austrittsstellen, die in der Aufsicht als kleine Kreise (×, Fig. 4), im medianen Durchschnitt als helle Kanäle erscheinen (×, Fig. 4a); die äufsere Schicht der dicken Exine ist als Stäbchenschicht ausgebildet (*y*, Fig. 4a). Sucht man die Pollenkörner auf, die sich an den Narbenpapillen gefangen haben, so findet man, dafs alle an der den Papillen zugekehrten Seite reichliche Mengen Pollenschläuche getrieben haben (*Pols*, Fig. 4a), nicht an der gegenüberliegenden Seite.

Der Griffel ist im unteren Teile solide und führt daselbst am Rande so viele kleine Bündel als Carpelle und Narbenschenkel vorhanden sind. Das leitende Gewebe liegt in der Mitte. Nach oben gabelt es sich in die einseitig behaarten Narbenschenkel (Fig. 7). Diese besitzen einen sehr charakteristischen Querschnitt. Auf der einen Seite liegen die zahlreichen Narbenpapillen (*Pap*, Fig. 8 u. 7), auf der andern sind sie kahl. In der Mitte streicht das Bündelchen (*gfb*, Fig. 8), zwischen diesem und den Narbenpapillen findet sich ein breiter Streifen mechanischer Zellen (*B*, Fig. 8). Dieser dient offenbar dem Krümmungsmechanismus der Narbenschenkel (siehe oben).

Der niedergedrückt scheibenförmige, in der Mitte den Griffel tragende Fruchtknoten hat soviel Fächer als Narbenschenkel vorhanden sind, im Durchschnitt zehn. In jedem Fache liegt ein anatropes, epitropes, aufsteigendes Ovulum (*ov*, Fig. 1) mit nach unten gerichteter Mikropyle, das zu einem gekrümmten, nierenförmigen, im Querschnitte keilförmigen Samen heranwächst.

Fol. malvae.

Malven-, Käsepappel- oder Rosspappelblätter, Feuilles de mauve, Mallow-leaves.

Unter dem Namen Malvenblätter sind gewöhnlich die Blätter von Malva silvestris L. und Malva neglecta Wallroth in Gebrauch (Pharm. germ. et helv.), sowie auch die von der mehr nördlichen Malva rotundifolia L.

Die Blätter von Malva silvestris L., der höheren und kräftigeren Art, sind gröfser als die von Malva neglecta Wallroth. Nur die unteren Blätter sind am Grunde herzförmig ausgeschnitten. Je weiter man nach oben kommt, um so flacher wird dieser herzförmige Einschnitt, die obersten zeigen ihn oft gar nicht. Am Rande sind die Blätter, je nach der Höhe der Insertion, bald drei-, bald fünf- oder siebenlappig mit mehr oder weniger tiefen Einschnitten. Der Rand ist gekerbt-gezähnt. Die Zähne des Randes sind ungleich gross. Der Durchmesser der Blätter wechselt sehr, oft beträgt er

5—8 cm, steigt aber bisweilen, besonders bei der belgischen Ware, auf 12 cm und mehr. Die gröfsten, die ich beobachtete, mafsen 18 cm. Die Behaarung ist sehr verschieden, offenbar je nach dem Standort wechselnd. Bald findet man ziemlich reich oder sehr reich behaarte, bald fast kahle Blätter, ganz kahle sind mir jedoch nie begegnet. Der Blattstiel ist dagegen immer behaart. Die Nebenblätter sind nur 5—7 mm lang, sie fallen leicht ab.

Die Blätter von Malva neglecta Wallroth messen im Durchmesser weniger als die von Malva silvestris, meist 3—7,5 cm, sie sind länger gestielt, von fast kreisrundem oder nierenförmigem Umriss, am Grunde stets tief herzförmig eingeschnitten. Die 3—5—7 Einschnitte des Randes gehen selten tief, so dafs die Lappen kurz bleiben. Die ungleichen Kerbsägezähne des Randes gleichen denen von Malva silvestris. Die Behaarung wechselt noch mehr wie bei Malva silvestris. Ich habe Blätter getroffen, die nur sehr spärlich behaart waren. Der Blattstiel ist stets behaart, besonders gegen oben hin.

Die Nervatur der Blattzähne, sonst ein gutes diagnostisches Hilfsmittel, ist bei den Malven weniger brauchbar. Die Blattzähne sind bei Malva silvestris sehr grofs und stumpf abgerundet. Ein kräftiger Nerv tritt in den Zahn ein, verläuft in der Mitte desselben in fast gerader Richtung, zeigt zahlreiche Seitennerven und endigt pinselförmig mit mehreren kurzen Ästen. Unterhalb des Vereinigungspunktes der letzteren setzen sich die beiderseitigen Zahnrandnerven an und bilden mit der fast regelmäfsig zu beiden Seiten des Hauptnervs vom gleichen Punkte unter einem Winkel von 80° in geringer Entfernung vom pinselartigen Nervenende ausgehenden Sekundärnerven oftmals je ein kleines gewölbtes Dreieck. Das Nervennetz im Zahne ist ein reich verzweigtes. Die Sekundärnerven, die meist nahezu rechtwinklig vom Hauptnerven abgehen, bilden mit den Randnerven oftmals ungleichseitige Vierecke. Aufserhalb des typischen Randnerven liegt oft noch ein zweiter zarterer Randnerv mit blind endigenden Ästen oder vom typischen Randnerven streichen blinde Äste gegen den Blattrand. Gegen die Einbuchtung zwischen je zwei Zähnen läuft ein kräftiger Nerv. Dieser setzt sich daselbst an die Randnerven der Zähne an. Der Rand der Zähne ist mit zarten Haaren, die Zahnspitze oft mit einer derberen Borste besetzt. Die Haare sitzen oftmals Gewebspolstern auf.

Bei Malva neglecta Wallroth sind die Blattzähne mit einer ganz ähnlichen Nervatur versehen. Da die typischen Randnerven weniger deutlich hervortreten, so sind die oben erwähnten Eigentümlichkeiten nicht so ausgeprägt. Auf die Nervatur der Zähne läfst sich hier jedenfalls kein Unterschied basieren.

Das Blatt von Malva silvestris ist folgendermafsen gebaut. Die Lamina zeigt eine einreihige Palissadenschicht und ein mehr-(3—4)schichtiges Merenchym. Letzteres besteht aus zahlreichen, typischen Sternparenchymzellen, die ziemlich dicht liegen, also keine sehr grofsen Interzellularen zwischen sich lassen. Eingebettet in das Mesophyll finden sich hier und da typische Schleimzellen mit Schleimmembran (bez. der Malvaceenschleimzellen vergl. Rad. althaeae); auch vereinzelte Epidermiszellen zeigen Schleimmembranverdickungen. Oxalatdrusen finden sich besonders in der Nähe der Nervenbündel. Die Epidermis der Oberseite gleicht ziemlich der der Unterseite. Beide besitzen Zellen, deren Wände wellig gebogen sind (Fig. 23), beide führen Spaltöffnungen (*st*, Fig. 23). Die letzteren sind von 3 (bis 4) Nebenzellen umgeben und zeigen an den Enden eigentümliche Zapfen (×, Fig. 23).

Die Haare sind meist einzellige, etwas gekrümmte Borsten mit kolbig-verdickter Basis. Sie sind besonders auf der Unterseite der Nerven reichlich zu finden und sitzen dort, wie auch an einigen Stellen der Blattunterseite, für gewöhnlich Gewebspolstern auf (*t*, Fig. 23). Neben diesen einzelligen Haaren, die die Mehrzahl bilden und z. B. immer den Rand säumen, trifft man dann auch noch, wennschon für gewöhnlich nur vereinzelt und nur auf der Blattunterseite, zwei- bis sechs- oder gar siebenstrahlige Sternhaare an. Die Oberseite führt in der Regel nur einzellige Haare. Die Basis der Blätter ist meist stärker behaart wie der übrige Teil. Manchmal fehlen die Haare fast ganz auf der Blattfläche und sind nur auf die Nerven und den Blattrand beschränkt und auch dort spärlich (vergl. oben). Auch die Köpfchenhaare mit ein- oder mehrzelligem Stiel sind besonders an den Nerven zu finden.

Die stark nach unten vorspringenden Hauptnerven führen ein grofses collaterales Bündel mit radialstrahlig-fächerförmig angeordnetem Gefäfsteil. Auf der Unterseite des Nerven liegt ein breites, subepidermales Kollenchymband, auf der Oberseite ein keilförmig vorspringender subepidermaler Kollenchymstreifen.

Oft findet man Teleutosporenhäufchen der Puccinia Malvacearum auf den Blättern.

Der Blattstiel ist bei Malva silvestris 10 cm oder mehr lang, oben rund im Querschnitt, unten oberseits flach oder rinnig vertieft, meist sehr stark behaart, besonders gegen die Basis der Blattspreite hin. Bei Malva neglecta ist er gewöhnlich länger, circa 20 cm. Die längsten, die ich mafs, waren 27 cm lang.

Fol. althaeae.

Eibischblätter, Altheeblätter, Feuilles de guimauve, Marsh-mallow leaves, Althea-leaves.

Die Blätter von Althaea officinalis L. sind nicht sehr lang gestielt, der Blattstiel mifst etwa 4 cm. Die Nebenblätter sind lineal, zugespitzt, 5—8 mm lang. Sie fallen leicht ab. Die Blattspreite ist meist 5—8 (bis 10) cm lang und an der breitesten Stelle 4—6 (bis 8) cm breit. Die oberen Blätter sind eiförmig, an der Spitze stumpf, an der Basis abgerundet oder schwach herzförmig, die unteren drei- bis fünflappig mit längerem Mittellappen. Die Lappen sind spitz, die Einschnitte

zwischen ihnen nicht tief. Der Rand ist doppelt gesägt-gekerbt. Sie sind beiderseits so dicht behaart, dafs sie graufilzig erscheinen.

Die Blätter zeigen nur eine Reihe Palissaden (*p*, Fig. 24 u. 26) und wenige Reihen reich durchlüfteten Merenchyms (*mer*, Fig. 24 u. 26), das aus ungewöhnlich gestreckten Zellen besteht. Die Epidermiszellen der Oberseite sind, im Querschnitt betrachtet, ziemlich grofs und hoch (*Epo*, Fig. 24 u. 26), die Epidermiszellen der Unterseite sind flacher. Von der Fläche betrachtet gleichen sie einander. Sie besitzen wellig verbogene Seitenwände (Fig. 27). Wegen der aufserordentlich starken Haarbedeckung beider Seiten sind sie schwer zu erkennen. Spaltöffnungen (*st*, Fig. 26 u. 27) finden sich auf beiden Seiten. Die Haare sind hier auf der Blattfläche, im Gegensatze zu Fol. Malvae, nur selten einzellige Borsten, sondern in der Regel mehrstrahlige Sternhaare ($t_{,,,}$, Fig. 24, 26, 27). Man findet 2—6, seltener sogar bis acht einzellige Sternstrahlen. An der Basis sind die Haare resp. die Sternstrahlen meist mit etwas erweiterter Haarwurzel der Epidermis eingefügt. Daselbst zeigen sie auch die charakteristische Tüpfelung. Auf Gewebspolster sind sie für gewöhnlich nicht erhoben, jedenfalls bleiben die letzteren flach. Am Blattrande finden sich fast ausschliefslich einzellige Borsten. Der stark nach unten ausladende Mittelnerv führt ein grofses Bündel, dessen radialstrahliger Holzteil (*gth*, Fig. 24) von Markstrahlen durchzogen wird und dessen der Blattunterseite zugekehrter Siebteil (*sb*, Fig. 24) durch Rindenstrahlen eine Gliederung in einzelne Streifen erfährt. An der Oberseite der Mittelnerven läuft ein im Querschnitte rundlicher Kollenchymstreifen, an der Unterseite ein bogenförmiges subepidermales Kollenchymband (*col*, Fig. 24). Besser wie beim Mittelnerven ist bei den Sekundärnerven das Kambium zwischen Gefäfs- und Siebteil zu sehen (*c*). An diesen Sekundärnerven ist die Lamina der Regel nach etwas eingezogen (Fig. 26), so dafs das Querschnittsbild bogenförmige Vorwölbungen und Einschnürungen erkennen läfst. Kalkoxalatdrusen (Fig. 25) finden sich vornehmlich in der Nähe der Nerven (Fig. 24 u. 26). Auch die eigentümlichen Köpfchenhaare (*t*,, Fig. 24 u. 26) sind besonders in der Nähe der Nerven zu finden. Ebenso trifft man die Schleimzellen ganz besonders im Nervenparenchym (*Schc*, Fig. 24). Daselbst sind sie oft sehr zahlreich. Neben diesem führt dann in erster Linie die Epidermis Schleimzellen (*Schle*, Fig. 24 u. 26). Ja man kann die Epidermis sogar vornehmlich als den Sitz des Schleimes der Altheeblätter betrachten. Die Schleimzellen der Epidermis führen ebenso wie die des Mesophylls, den Schleim in der Form von Schleimmembranen. Während aber die Schleimzellen der Nerven ringsum gleichmäfsig stark verdickte Membranen besitzen (*Schc*, Fig. 24), sind die Schleimzellen der Epidermis meist nur an der Innenseite verdickt (*Schle*, Fig. 24, 26 u. 28).

Das Pulver.

Das Pulver der Malven- und Althaeablätter ist an den charakteristischen Haaren leicht kenntlich und zu unterscheiden. Da besonders beim feinen Pulvern diese Haare stark zertrümmert werden, ist besonders auf die Haarbasis zu achten, die in der Regel erhalten bleibt und sehr eigenartig gestaltet ist (vergl. die Abbildungen). Prävalieren reichgliedriger Sternhaare zeichnet Althaea vor Malva aus.

Althaeablattpulver ist als Verfälschung von Fol. digitalis beobachtet worden.

Tafel 71.

Erklärung der Abbildungen.

(*Malva silvestris L.*)

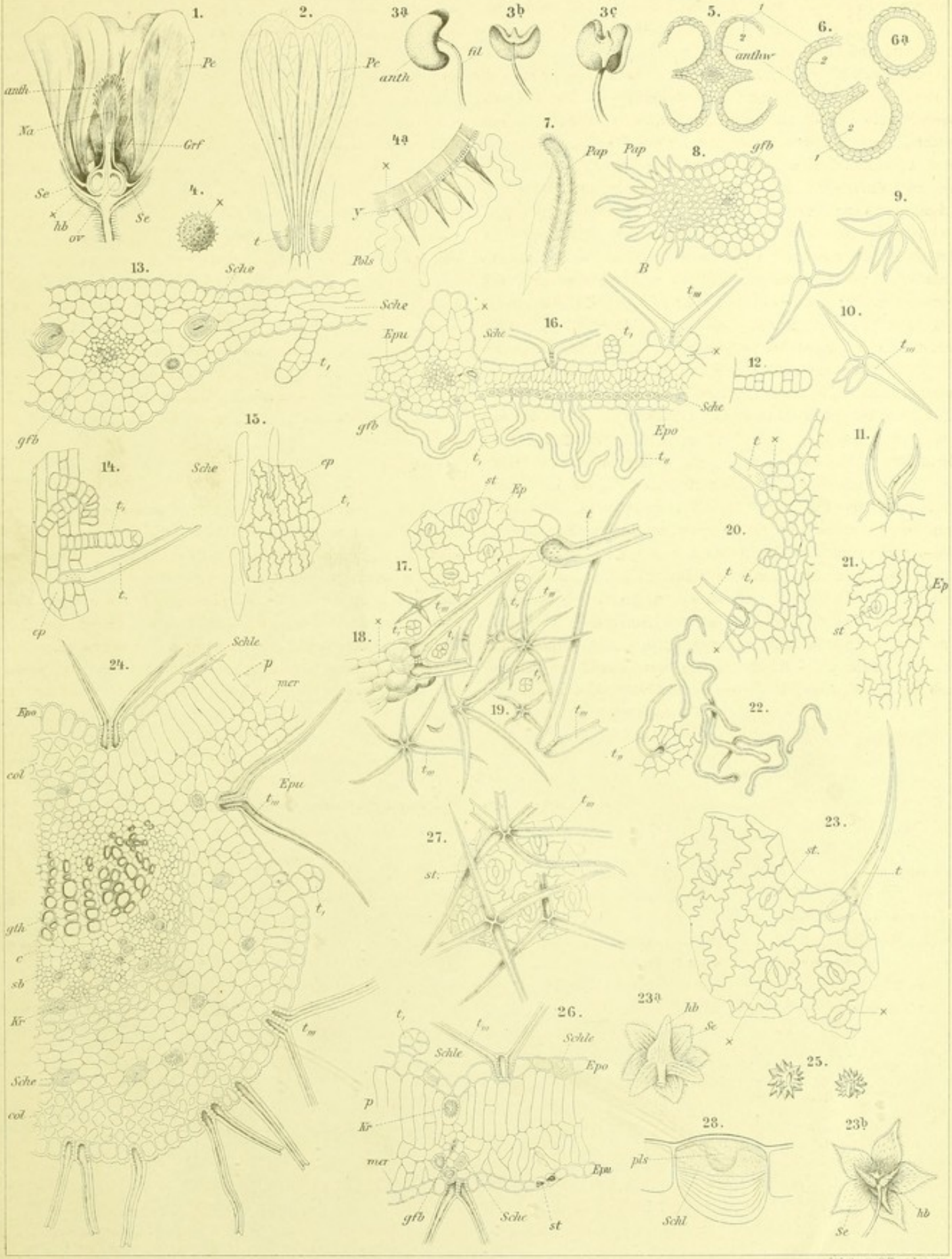
Fig. 1. Längsschnitt durch eine Blüte.
„ 2. Ein Blatt der Corolle, an der Basis zwei Randhaarstreifen (*t*).
„ 3 a, b, c. Antheren.
„ 4. Pollenkorn.
„ 4 a. Rand eines Pollenkornes mit ausgetretenen Pollenschläuchen. × Austrittsstellen, *y* Stäbchenschicht.
„ 5, 6, 6 a. Querdurchschnitte durch die Antherenwand.
„ 7. Narbenschenkel.
„ 8. Narbenschenkel, quer durchschnitten.
„ 9—11. Sternhaare vom Filament.
„ 12. Mehrzelliges Haar vom Filament.
„ 13. Querschnitt durch ein Blumenblatt, am Nerven (*gfb*).
„ 14. Epidermis der Oberseite des Blumenblattes, Flächenansicht.
„ 15. Epidermis der Unterseite des Blumenblattes, Flächenansicht. *Schc* durchscheinende Schleimzellen.
„ 16. Querschnitt durch ein Kelchblatt. *Epo* Epidermis der Innen- oder Oberseite.
„ 17—19. Flächenansichten der Epidermis und der Haare der Aufsen-(Unter-)Seite des Kelchblattes.
Fig. 18. Haartragender Gewebshöcker.
„ 20. Blattrand des Kelches, Innen- oder Oberseite.
„ 21. Epidermis der Oberseite des Kelches, Flächenansicht.
„ 22 Haare von der Oberseite des Kelches
„ 23. Epidermis der Oberseite des Laubblattes von Malva silvestris L.
„ 23 a. Aufsenkelch (*hb*) und Kelch (*se*) der Blüte von Malva silvestris L., von unten gesehen.

(*Malva neglecta Wallroth.*)

Fig. 23 b. Aufsenkelch (*hb*) und Kelch (*se*) der Blüte von Malva neglecta Wallroth.

(*Althaea officinalis L.*)

Fig 24. Querschnitt durch ein Laubblatt, am Mittelnerven.
„ 25 Oxalatkristalldrusen aus dem Laubblatt.
„ 26. Querschnitt durch das Laubblatt an einem Nervenast.
„ 27. Epidermis der Oberseite des Laubblattes mit den Sternhaaren.
„ 28. Epidermiszelle des Laubblattes mit in Bildung begriffener Schleimmembran.


1.
Pe
anth
Na
Grf
Se
hb
ov
Se
2.
Pe
t
3a
anth
fil
3b
3c
4.
4a
y
Pols
5.
anthw
6.
6a
7.
Pap
8.
Pap
gfb
B
9.
10.
11.
12.
13.
Sche
Sche
gfb
16.
Epu
Schl
gfb
Epo
Schl
15.
Schl
cp
14.
cp
17.
st
Ep
18.
19.
20.
21.
Ep
st
22.
23.
st.
23a
hb
Se
23b
hb
Se
24.
Schle
p
mer
Epo
col
Epu
gth
c
sb
Kr
Schl
col
25.
26.
Schle
Schle
Epo
p
Kr
mer
Epu
gfb
Schl
st
27.
st.
28.
pls
Schl

Rad. gentianae rubr.

Enzianwurzel, Roter Enzian, Racine de gentiane, Gentian-root.

Die Enzianwurzel könnte ebensogut Enzianrhizom heifsen, denn oftmals besteht bei den Stücken der Droge die reichliche Hälfte aus Rhizom, wenigstens bei den von Gentiana lutea L. stammenden Stücken. Die entsprechend der geringeren Gröfse der ganzen Pflanze erheblich kleineren Rhizome und Wurzeln von Gentiana pannonica Scop., Gentiana purpurea L. und Gentiana punctata L. zeigen zwar oftmals das gleiche Verhältnis, doch überwiegt bei ihnen bisweilen der Rhizomteil so stark, dafs ich vorziehen würde, sie „Rhizoma gentianae" zu nennen. Aber auch in der Droge von lutea habe ich Stücke gefunden, die fast ganz aus Rhizom bestanden. Was Rhizom ist und was Wurzel, ist leicht zu entscheiden, da das Rhizom deutliche Querringelung zeigt (Fig. 1, 4 u. 5).

Das Rhizom von Gentiana lutea L. (dies sei der Beschreibung zu Grunde gelegt) ist ein vertikal in der Erde stehender unterirdischer Sprofs, der sich aus dem hypokotylen Gliede, sowie dem Epikotyl der Keimpflanze entwickelt und der eine sogar an der Droge der Regel nach noch gut zu erkennende Eigentümlichkeit besitzt. Die Hauptwurzel, in welche das hypokotyle Glied nach unten zu ausläuft, stirbt nämlich frühzeitig ab und an ihre Stelle tritt eine seitlich von der Ursprungsstelle derselben, also an der Basis des Rhizoms resp. des früheren hypokotylen Gliedes entspringende oder eine weiter oben am Rhizom entstehende Nebenwurzel. Da nun im letzteren Falle alle unterhalb der Insertionsstelle der Wurzel liegenden Rhizomteile allmählich absterben, so bieten die Drogenstücke vier Typen dar. Im ersten Falle (Fig. 4) ist die Hauptwurzel (*wu*) noch erhalten und die Nebenwurzel (*nwu*) beginnt zu erstarken, im zweiten Falle (Fig. 1) ist die Hauptwurzel abgestorben (bei ×, Fig. 1), die neben der Hauptwurzelinsertionsstelle inserierte Nebenwurzel ist erstarkt und bildet nunmehr das Ernährungsorgan (*wu*, Fig. 1), im dritten Falle ist eine weiter oben am Rhizom entstehende Nebenwurzel (z. B. $wu_{,,}$ Fig. 4) herangewachsen und erstarkt; der oberhalb derselben liegende Rhizomteil ist am Leben und in lebhafter Thätigkeit, der darunter liegende beginnt abzusterben (Fig. 5). Doch kann das Absterben noch lange Zeit sich hinziehen. Dann haben wir ein langes Rhizomstück mit abgestorbener Basis und einer mehr oder weniger kräftigen Nebenwurzel. Endlich kann der Fall eintreten, dafs sich der zweite und dritte Typ miteinander kombinieren, d. h., dafs aufser der an der Insertionsstelle der (abgestorbenen) Hauptwurzel entspringenden Nebenwurzel auch eine oder mehrere der weiter oben entstehenden Nebenwurzeln heranwachsen. Dann bleibt natürlich das unterhalb der letzteren liegende Rhizomstück erhalten und an dem langen Rhizome sitzen eine oder mehrere Wurzeln. Die Regel ist, dafs die Hauptwurzel fehlt. Die sie vertretende Nebenwurzel kann, wenn erstarkt, sich in ein oder mehrere gleichmäfsige Zasern teilen oder mehr oder weniger kräftige Seitenwurzeln bilden. Doch neigt im allgemeinen Gentiana nicht zu reichlicher Zaserbildung. Tritt Bildung von kräftigen Nebenwurzeln ein, so pflegt die relative Hauptwurzel abzusterben. Junge Rhizome sind unverzweigt. Oft wird das senkrecht im Boden stehende, nur wenig gekrümmte Rhizom viele Centimeter lang, bevor an seiner Spitze Gabelungen eintreten. An älteren Rhizomen von Gentiana lutea findet man fast regelmäfsig Gabelung (Fig. 5). Diese Rhizome erscheinen dann vielköpfig. Bei Gentiana purpurea fand ich schon bei relativ dünnen Rhizomen (wie sie etwa der Fig. 4 entsprechen) Mehrköpfigkeit. Die Bildung solcher Rhizomgabelungen geschieht in der Weise, dafs eine oder mehrere, in der Achsel von Laubblättern sitzende Knospen heranwachsen (Fig. 4). Bei Fig. 4 sind aufser der Hauptknospe (*kn*) bereits drei solcher Seitenknospen entwickelt ($kn, kn_{,,}, kn_{,,,}$), bei Fig. 5 zwei. Angelegt werden übrigens frühzeitig viele solcher Knospen (*kn*, Fig. 5), aber dieselben kommen oft Jahrzehnte lang nicht zur Entwickelung. Bestimmt kommen sie zur Entwickelung erst, wenn die Pflanze sich zum Blühen anschickt. Denn nach dem Abblühen stirbt die terminale Knospe ab und eine oder mehrere Seitenknospen übernehmen dann die Führung.

Bei den Stücken der Droge, soweit dieselbe von Gentiana lutea stammt, sind Knospen selten, da für gewöhnlich vor dem Trocknen die Knospen entfernt (Fig. 1) und Rhizom wie dickere Wurzeln der Länge nach halbiert werden. Dagegen fand ich sie bei den schmächtigeren Rhizomen von Gentiana purpurea und punctata noch recht oft. Durchschneidet man eine solche Knospe der Länge nach, so findet man, dafs der flache Vegetationspunkt in der Mitte einer breiten, flachen Mulde liegt (Fig. 6), die die Spitze des Sprofses bildet, und dafs die Blätter der Knospe dicht gedrängt ihn umschliefsen. Die Blätter bilden zweigliedrige dekussierte Blattpaare (Fig. 4, oben, u. 5). Ihre Basen sind verwachsen und umschliefsen also den Sprofs ringsum (Fig. 4). Sie hinterlassen nach dem Abfallen Blattnarben, die ziemlich dicht aufeinander folgen (I, Fig. 4) und bei denen die Narben der Herbstblätter oft deutlicher hervortreten als die übrigen. Verfolgt man das

Rhizom dann weiter nach unten, so findet man, dafs diese Querstreifen immer enger aneinander rücken (II, Fig. 4) und die basalen Partien des Rhizoms aufserordentlich dicht und fein geringelt sind (Fig. 1 bei *y* u. 5). Diese sehr zahlreichen und feinen Ringelungen kommen durch eine Faltung der sehr reich durchlüfteten, lebhaft sich teilenden lockeren äufseren Rindenschicht offenbar infolge Stauchung des Rhizoms zu stande, entsprechen also nur zum Teil Blattansatzstellen. Denn, obwohl fortdauernd oben am Rhizom neue Partien hinzuwachsen, tritt dasselbe doch niemals über den Boden. Die Wurzeln mögen es ja wohl, besonders in lockeren Böden, etwas nach unten ziehen, aber im allgemeinen dürfte die Basis des Rhizoms festliegen. Dies bedingt nun eine Stauchung und demgemäfs eine Faltung der lockeren Randpartie, die um so stärker hervortreten wird, je tiefere Partien des Rhizoms in Betracht kommen. Diese Stauchung kommt auch in den ganz aufserordentlichen Verbiegungen und Verkrümmungen der Gefäfse im centralen Teile des Rhizoms zum Ausdruck. Die Querringelung setzt sich an der Grenze von Rhizom und Wurzel meist scharf ab (*y*, Fig. 1 u. 4), oft sogar aufserordentlich scharf (*y*, Fig. 1), so dafs ein Zweifel darüber, wieweit das Rhizom reicht, nicht bestehen kann. Denn den Wurzeln pflegen die zarten Querfalten gänzlich zu fehlen. Sie besitzen nur Längsrunzeln (*wu*, Fig. 1 u. 4). Das Rhizom wird oft 20 und mehr Jahre alt, bevor es einen blütentragenden Sprofs treibt.

Die Farbe der Rhizome und Wurzeln ist ein eigenartiges rötliches-braun. Im Innern erscheinen sie frisch hell, trocken hell-rötlich-braun.

Das Lupenbild des Rhizoms (Fig. 2) gleicht im allgemeinen dem Lupenbilde der Wurzel (Fig. 3), bei beiden hebt sich die Rinde und Holzkörper trennende Kambiumlinie deutlich hervor. Ein ausgesprochen radial-strahliger Bau ist weder in der Rinde noch im Holzkörper zu konstatieren, doch zeigen bisweilen die Randpartien des letzteren und die dem Kambium benachbarten Teile der Rinde da und dort zarte, wenig deutliche Radialstrahlen (Fig. 2 u. 3), die nach Befeuchten im Holzkörper stärker, in der Rinde schwächer hervortreten oder dort ganz verschwinden, resp. Tangentiallinien Platz machen. Der einzige Unterschied zwischen dem Lupenbild von Rhizom und Wurzel ist der, dafs in dem centralen Teile des ersteren die dort streichenden Gefäfse aufserordentlich gebogen und verkrümmt sind und das Gewebe in grofsen Bogen und Schleifen durchziehen, während auch die central gelegenen Gefäfse der Wurzel ziemlich gerade streichen oder doch nur wenig gekrümmt sind.

Der primäre Bau der Wurzel — da die Hauptwurzel der Droge meist fehlt, berücksichtige ich nur Nebenwurzeln — ist diarch oder triarch (Fig. 16). Es liegen also im Innern zwei oder drei Gefäfsplatten (*gth*) und mit diesen alternierend zwei bezw. drei Siebteilstreifen (*sb*, Fig. 16). Das Perikambium (*pc*) ist zart, die Endodermis ungewöhnlich derbwandig (*end*, Fig. 16) und schon bei zarten Wurzeln deutlich in Teilung begriffen. Oft zeigen schon Wurzeln von nur 0,23 mm Durchmesser ein oder mehrere Radialwände. Die Zellen der primären Rinde sind sehr zartwandig und führen (ob immer?) eine endotrophische Mycorhiza (*y*, Fig. 16). Nur die subepidermale Zellreihe, die man wohl der Verkorkung ihrer Primärwände wegen als äufsere Endodermis betrachten kann, ist derbwandig und kleinzellig (×, Fig. 16). Die Epidermiszellen besitzen eine stark verdickte Aufsenwand (*Ep*, Fig. 16). Schon frühzeitig wird die primäre Rinde abgeworfen. Sie ist schon stark zerrissen bei 0,3 mm dicken Wurzeln, aber noch bei 0,7 mm dicken findet man sie bisweilen erhalten, allerdings sind dann die inneren Zellschichten stark obliteriert. Nach dem Abwerfen erfolgt dann das sekundäre Wachstum des centralen Gefäfsbündelcylinders in typischer Weise (Angew. Anatomie, S. 368), dessen radialer Bau nunmehr kollateral wird (Fig. 17). Bei einer 1 mm dicken Wurzel finden wir folgenden Bau. Zu äufserst liegt die in lebhafter Teilung begriffene (innere) Endodermis (*end*, Fig. 17). Die Zellen derselben sind ebenso im Querschnitt wie in der Flächenansicht höchst merkwürdig gebaut (Fig. 17 u. 18). Die primäre Membran der Mutterzelle (×, Fig. 18) ist verkorkt und tritt daher der Umrifs der letzteren auf das deutlichste sowohl im Querschnitt (Fig. 17) als auch im Flächenschnitt (Fig. 18) hervor. Die Wände der durch lebhafte Teilung innerhalb der Mutterzelle entstandenen Tochterzellen (*y*, Fig. 18) bleiben dauernd unverkorkt. Sie sind relativ dick und quellbar. Unterhalb dieser eigenartigen Endodermis liegt das Perikambium. Die Zellen desselben sind bereits in diesem Stadium verkorkt und in Tangentialteilung begriffen (*pc*, Fig. 17). Das Perikambium ist also zum Phellogen geworden. Die auf das Perikambium folgende Zellschicht hat sich ebenfalls durch Teilung vermehrt und hat ein eigenartiges kollenchymatisches Gewebe erzeugt (*col*, Fig. 17). Der Siebteil der Bündel ist nach aufsen geschoben (*sb*, Fig. 17) und ist nach innen zu vom Kambium begrenzt (*c*, Fig. 17). Der Gefäfsteil liegt im Innern (*gth*, Fig. 17). In dieser Phase der Entwickelung sind die Holz- und Siebbündel (ich zähle 3—5) noch fast ganz isoliert, die Gefäfsteile noch nicht zu einem centralen Cylinder, die Siebteile noch nicht zu einer peripheren Röhre zusammengeflossen, das Kambium für gewöhnlich auf die Bündelstreifen beschränkt und noch nicht interfascicular ausgebildet. In diesem Stadium kann man also von Gefäfs- und Siebteile trennenden Markstrahlen bez. Rindenstrahlen reden (*mk*, Fig. 17). Das verwischt sich aber bald. Kurze Zeit nachdem die Endodermis infolge vermehrter Korkzellbildung abgestofsen worden ist, schliefst sich das Kambium zum Ringe und nunmehr sind Mark- und Rindenstrahlen nicht mehr deutlich wahrzunehmen. Und so bleibt es nunmehr. Immerhin kann aber auch noch bei einer älteren 15 mm dicken Wurzel, wenigstens in den äufseren Partien bisweilen eine den Gefäfsteilen benachbarte Zellreihe als Markstrahl gedeutet werden (*mk*, Fig. 8) und die Fortsetzung derselben in der Rinde als Rindenstrahl (*rst*, Fig. 8). Dies ist aber keineswegs immer der Fall. Oft ist nichts zu finden, was einem Markstrahl ähnlich sähe.

Der Bau der fertigen Wurzeln, wie sie in der Droge vorliegen, ist nunmehr leicht zu verstehen. Zu äufserst liegt, da die Endodermis frühzeitig abgestofsen wird, ein aufsen ab-

sterbender und sich von Innen her ergänzender Korkmantel (*k*, Fig. 7), der, wie wir oben sahen, perikambialen Ursprungs ist. Dann folgt eine schmale, bisweilen kollenchymatische Schicht oder doch eine Partie, deren Zellen dickere Tangentialwände besitzen (*col*, Fig. 7), die ihren Ursprung in der subperikambialen Zone nimmt. Diese Partie ist nach innen hin ziemlich stark zerrissen. Ihre Zellen bleiben auch in der Längsrichtung kurz und rundlich. Dann folgt die Schicht der primären Siebbündel (*sb*, Fig. 7 u. 10), die stark nach aufsen geschoben wurden, und endlich gegen das Kambium hin die sekundäre Rinde. Dieselbe besteht vorwiegend aus besonders in den äufseren Rindenpartien reichdurchlüftetem Phloemparenchym, dessen Zellen (*php*, Fig. 8) meist wohl erhaltene Zellkerne (*ke*, Fig. 11) und dicke quellbare Wände besitzen, die mit Chlorzinkjod sich bläuen. In den inneren Rindenpartien sind und bleiben die Phloemparenchymzellen so lang wie die Kambiumzellen, aus denen sie entstehen. In den äufseren Partien teilen sie sich und die Teilprodukte runden sich ab zu rundlichen Parenchymzellen, die, da sie der Rindendehnung nicht folgen, sich von einander lösen und Interzellularräume bilden. Sie zeigen bisweilen getüpfelte Wände (Fig. 12). Eingebettet in dieses Phloemparenchym finden sich Siebbündel von meist rundlichem Querschnitt (*sb*, Fig. 8). Dieselben bestehen vornehmlich aus Siebröhren, deren Glieder so lang wie eine Kambiumzelle sind (*s*, Fig. 11 u. 13) und nur wenig geneigte, in der Droge oft durch Callus verschlossene (Fig. 13) Siebplatten besitzen. Begleitet werden diese Siebröhren von eigentümlichen unverholzten Ersatzfasern (*Er*, Fig. 11), deren Wände eine charakteristische Skulptur erkennen lassen: sich rechtwinklig kreuzende zarte Streifen oder Netzleisten, die nur bei bestimmter Einstellung sichtbar sind. Die Siebbündel und ihre Ersatzfaserbelege bilden, wie der tangentiale Längsschnitt zeigt, anastomosierende Verbände.

Im ganzen Gewebe der Rinde, mit Ausnahme der Siebröhren, findet sich reichlich Kalkoxalat in feinen Nädelchen und kleinen gestreckten Tafeln. Die Kriställchen (*kr*, Fig. 7, 11, 12, 13) liegen fast immer der unteren Querwand der Zelle an. Sie folgen dem Gesetze der Schwere und sinken also auf den Boden der Zelle herab. Auch Zellkerne sind sehr häufig. Fast jede Zelle enthält einen Kern (*ke*, Fig. 11, 12, 13). Enzianwurzel eignet sich daher gut zur Demonstration der Zellkerne im Praktikum. Ebenso ist mindestens ein Tropfen mit Osmiumsäure sich schwärzendes fettes Öl in jeder Zelle nachweisbar. Stärke fehlt. Alkalische Alizarinlösung färbt die Inhalte, besonders die Zellen des Kambiums und der Rinde, aber auch die Gefäfswände tief blauviolett.

Übrigens liegen vornehmlich in den den Gefäfsstreifen entsprechenden Rindenstreifen Siebbündel (Fig. 8) weniger in in den gewissermafsen interfascicularen Partien, wo auch das Kambium (*c*, Fig. 8) viel später erst in Aktion tritt (vergl. Fig. 17, wo es daselbst noch ganz fehlt). Schon oben ist erwähnt worden, dafs die Membranen in Wasser quellen; wenn konzentrierte Schwefelsäure zerfliefst, erfolgt noch stärkere Quellung und vorübergehend werden Schichten sichtbar. Auch wirkliche Schleimbildung ist da und dort zu beobachten, die sowohl im Parenchym wie in den Siebbündeln ihren Sitz hat. Letztere sind ja auch anderwärts, z. B. beim Gummiarabikumbaum Hauptsitz der Schleimbildung. Fig. 15 zeigt ein in Verschleimung begriffenes Siebbündel. Hier, wie beim Parenchym, ist besonders eine Verschleimung der Interzellularsubstanz zu beobachten. Von dort geht jedenfalls die Verschleimung aus. Die verschleimten Partien färben sich mit Chlorzinkjod nur mattblau.

Innerhalb des Kambiums liegt der Gefäfsteil. Derselbe besteht aus zahlreichen isolierten oder zu weniggliederigen Gruppen vereinigten Gefäfsen und Holzparenchym. Da und dort sind in das Gewebe auch hier Siebteilgruppen eingestreut (*sb*, Fig. 9). Die Gefäfse (*gf*, Fig. 8 u. 9) sind entweder Leiter- oder Netzleistengefäfse (Fig. 14). Im äufseren Teile gegen das Kambium hin sind sie oft zu undeutlichen Radialreihen angeordnet (Fig. 3), dort verlaufen sie auch in der Längsrichtung ziemlich gerade. Im innersten Teile der Wurzel sind sie unregelmäfsiger verteilt (Fig. 3), auch verlaufen sie dort nicht gerade, sondern sind etwas gekrümmt. Die Gefäfse sind die einzigen Elemente des Querschnittes, die sich mit Phloroglucin-Salzsäure rot färben. Im Gefäfsteile findet sich ferner reichlich Holzparenchym, dessen Zellen nicht wesentlich von den Phloemparenchymzellen abweichen. Sie führen Oxalatnädelchen, fettes Öl, je einen Zellkern und Plasmareste. Sie lassen zwischen sich mehr oder weniger grofse Interzellularen und sind im Querschnitt oft eigentümtümlich hin und her gebogen, bizarr verkrümmt nnd verzerrt (Fig. 8 u. 9). In den äufseren Partien des Gefäfsteils behalten die Holzparenchymzellen die Länge der Kambiumzellen, im centralen Teile erleiden sie Teilungen und dort liegt daher ein Gewebe rundlicher Parenchymzellen mit reichlichen Interzellularen. Die Siebbündel des Holzkörpers weichen in nichts von denen der Rinde ab. Auch in ihnen beobachtet man manchmal Schleimbildung. Verholzt sind nur die Gefäfswände.

Der anatomische Bau des Rhizoms weicht in keinem Punkte wesentlich von dem dickerer Wurzeln ab. Auch das Lupenbild (Fig. 2) ist sehr ähnlich dem der Wurzel (Fig. 3). Nur im centralen Teile beobachtet man reichlichere Biegungen und Krümmungen der dort befindlichen Gefäfse.

Die die Stengel rings umschliefsenden Blatttuten führen einen Kranz grofser Bündel mit mächtigen Belegen. Sclereiden fehlen auch ihnen, wie dem Rhizom und den Wurzeln.

Das Pulver.

Das Pulver des Enzian bietet wenig Charakteristisches. Stärke fehlt, Gypsnadeln erhält man reichlich, wenn man in konzentrierter Schwefelsäure beobachtet, wo dann auch die Öltröpfchen gut hervortreten. Am besten legt man in Chlorzinkjod ein. Da treten die sich gelb färbenden Fragmente der Netzleistengefäfse und die dicken, sich schnell bläuenden Wände der übrigen Gewebselemente deutlich und wohl von einander unterschieden hervor.

Tafel 72.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Rhizomstück (*Rhiz.*) mit ansitzender Nebenwurzel (*wu*) bei × die Narbe der abgestorbenen Hauptwurzel. Das Rhizom reicht bis *y*.

„ 2. Lupenbild des Rhizoms.

„ 3. Lupenbild einer dickeren Nebenwurzel.

„ 4. Junges Rhizom mit mehreren Sprofsanlagen an der Spitze (kn—$kn_{,,,}$). Die Hauptwurzel (*wu*) noch erhalten. Das Rhizom reicht bis *y*.

„ 5. Rhizom mit mehreren Sprofsanlagen an der Spitze. Eine oben am Rhizom entspringende Nebenwurzel (*wu*) bewirkt die Ernährung. Das unter der Ansatzstelle derselben liegende Rhizomstück beginnt abzusterben.

„ 6. Sprofsscheitel längsdurchschnitten. Lupenbild.

„ 7. Querschnitt durch die Randschicht einer dickeren Wurzel.

„ 8. Querschnitt durch die Kambialschicht derselben Wurzel.

„ 9. Querschnitt durch die innerste centrale Schicht derselben Wurzel.

Fig. 10. Radialer Längsschnitt durch die Randschicht der Wurzel.

„ 11. Längsschnitt durch ein Siebbündel nebst benachbartem Gewebe (frisches Sommermaterial).

„ 12. Getüpfelte Zelle der Rinde, Längsansicht.

„ 13. Längsschnitt durch ein Siebbündel (Droge). Siebröhren mit Callus.

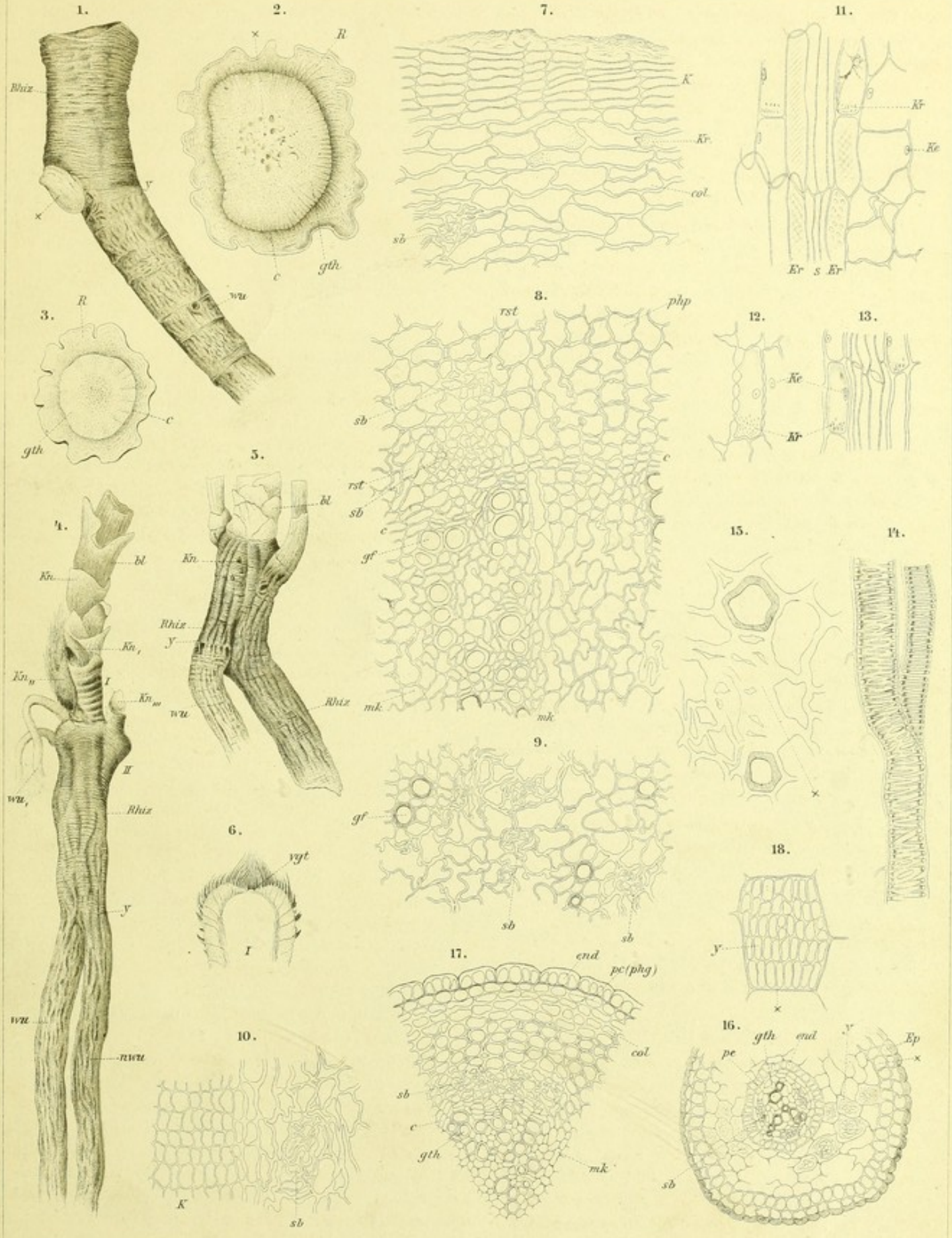
„ 14. Gefäfs in Längsansicht.

„ 15. Querschnitt durch ein in Verschleimung begriffenes Siebbündel.

„ 16. Querschnitt durch eine ganz zarte Wurzel, die noch den primären Bau zeigt.

„ 17. Querschnitt durch eine etwas ältere Wurzel, bei der noch die jetzt zu äufserst liegende innere Endodermis (*end*) erhalten ist.

„ 18. Eine Zelle dieser inneren Endodermis mit ihren zahlreichen Tochterzellen. Flächenansicht.



Lith. Anstalt v. C. Kirst, Leipzig

Anthodia cinae.

Inflorescentia cinae, Flores cinae, Sem. cinae, Sem. contra, Sem. santonici, Sem. sanctum, Wurmsamen, Zittwersamen, Sebersaat, Semencine ou Barbotine, Wormseed.

Seit dem 17. Jahrhundert ist es bekannt, dafs die Droge kein Same ist. Es ist unschwer festzustellen, dafs sie aus den unentwickelten Blütenkörbchen einer Composite besteht. Die Stammpflanze, die in Turkestan heimisch ist, ist eine Form der weitverbreiteten Artemisia maritima, die man als Artemisia maritima L. α pauciflora Ledebour oder als Artemisia maritima L. var. Stechmanniana Bess. (Artemisia pauciflora Weber) bezeichnen kann, die aber von einigen auch als besondere Art, als Artemisia Cina Berg, von Artemisia maritima abgetrennt wird.

Ich verdanke Herrn Woldemar Ferrein einige ganze Originalpflanzen, die derselbe aus Turkestan erhielt. Diese wie die Handelsware sind der Beschreibung zu Grunde gelegt. Die erwähnten Pflanzen hatten ohne die Wurzeln eine Höhe von circa 45 cm, besassen fast keine Laubblätter mehr, aber individuenreiche Blütenstände. Die Blütenkörbchen, die ihrerseits je eine Partial-Inflorescenz repräsentieren, sind nun wiederum zu rispenartigen Blütenständen vereinigt. Die Seitenachsen dieser Rispen entspringen in der Achsel von zarten, gefiederten Hochblättern, deren Scheide die Achse umfafst und die zwei lineale Seitenfiederblättchen und ein in mehrere lineale Lappen zerteiltes mittleres Fiederblatt besitzen (Fig. 27). Die weiteren Verzweigungen und die oberen Rispenstrahlen entspringen gleichfalls in der Achsel von Hochblättern, aber dieselben sind je weiter nach oben um so einfacher gebaut. Zuerst fällt die Zerteilung der Mittelfieder weg, dann die beiden Seitenfiedern. Die obersten Hochblätter sind nur einfach lineale Blättchen (×, Fig. 1). Die Zweiglein, welche an der Spitze das Körbchen tragen, sind oft auch noch mit kleinen Hochblattschuppen besetzt (*y*, Fig. 1 u. 2), die als Vorblätter des Hüllkelches, der das eigentliche Hochblattinvolukrum des Körbchens (*hb*, Fig. 1 u. 2) bildet, zu betrachten sind.

Die bräunlich-grünen, länglichen oder eilänglichen Blütenkörbchen, wenn unentwickelt (wie bei der Droge) geschlossen, wenn reif sparrig offen, sind 3—4 mm lang und etwa 1 mm breit und im Querschnitt (Fig. 2a) fast rund. Sie sind sitzend oder kurz gestielt. Der Hüllkelch besteht aus 10—18 Blättchen. Die untersten äufseren sind breit elliptisch, etwa 0,5 mm lang und relativ dick. Die oberen inneren oblong oder lineal. Alle haben eine stumpfe Spitze und einen hyalinen häutigen Rand an der Spitze und an den Seiten, die äufseren eine braungrüne, kielartig vorspringende Mittelrippe. Alle sind mit gelben Drüschen besetzt. Die 3—6 Blüten sind hermaphrodite, aktinomorphe Scheibenblüten. Sie sitzen auf flachem kahlem Blütenboden. Der Fruchtknoten der (in der Droge fehlenden) ganz entwickelten Blüten ist circa 1 mm lang, umgekehrt kegelförmig, von der Seite etwas zusammengedrückt, kahl. Der Kelch nur als schwacher, kaum sichtbarer Ringwulst entwickelt. Die Corolle ist bei den ganz entwickelten Blüten circa 2 mm lang, keulenförmig, dem Fruchtknoten schief aufgesetzt, fünflappig, mit spitzen Lappen, drüsig. Die Stamina sind unterhalb der Mitte der Corolle inseriert. Sie tragen sehr lange Antheren. Der Griffel ist 2 mm lang und gegen die Mitte in zwei Narbenschenkel gespalten.

Die Blüten des Körbchens sind bei der Droge in der überwiegenden Zahl noch unentwickelt. Durchmustert man eine gröfsere Anzahl von Inflorescenzen, so kann man Blüten in allen Stadien der Entwickelung finden. Zunächst solche, bei denen die Blütenteile — Corolle, Stamina, Griffel — erst als kleine wulstige Höcker angelegt sind (Fig. 3—6) oder als gestreckte Wülste erscheinen (Fig. 8), dann solche, bei denen die Differenzierung schon weiter vorgeschritten ist (Fig. 7 u. 9) und namentlich die Blätter der Corolle schon deutlich hervortreten und endlich Blütenknospen, die schon eine deutliche Scheidung des Fruchtknotens von der übrigen Blüte erkennen lassen (Fig. 10). Wirklich vollständig ausgebildete Blüten habe ich in der Droge nur äufserst selten gefunden. Die obere Grenze bezeichnet etwa Fig. 10. Auch in diesem Stadium sind schon die Blüten und der Blütenboden mit Öldrüsen dicht besetzt (*oed*, Fig. 10). Auch das Ferrein'sche Exemplar, welches nach Angabe der Sammler den Zustand darstellt, in dem die Droge abgelesen wird, zeigt die Blütenknospen noch ganz unentwickelt. Dagegen besitzen die Exemplare der Pflanze, welche sich im Flückiger-Herbar[1]) finden und die Knapp im Frühsommer 1884 bei Tschimkent sammelte, fast ausschliefslich sparrig geöffnete Körbchen und entweder völlig entwickelte Blüten (Fig. 10a) oder gar keine mehr. Dieselben sind bei den unteren, älteren Körbchen bereits herausgefallen. Daraus folgt, dafs die Cina nicht im Sommer gesammelt werden kann, sondern im Frühjahr gesammelt werden mufs, wenn die Körbchen noch unentwickelt sind.

1) Dasselbe ist im Pharmazeutischen Institut der Universität Bern aufgestellt.

Bei den Blüten der Droge ist der Fruchtknoten noch kaum entwickelt, wohl aber erkennt man bereits, wenigstens an den am meisten vorgeschrittenen, die fünf Petala und bei einem Durchschnitt die fünf Antheren (*anth*, Fig. 11), welche die Staubfadenröhre bilden. (Vergl. andere Compositenblüten, wie z. B. Matricaria, Arnica und andere). Die Corolle bleibt zart. Wird sie an der Stelle oberhalb der Ansatzstelle der Filamente durchschnitten (Fig. 12), so zeigt sie höchstens fünf Zellschichten. Sie ist aufsen reichlich mit den für die Compositen typischen Öldrüsen (*oed*, Fig. 12) besetzt, die aus zwei nebeneinander stehenden Reihen von zarten Zellen bestehen und oben die zwei sezernierenden Zellen tragen (Fig. 16). Die Kuticula ist abgehoben. Zwischen ihr und den sezernierenden Zellen liegt das Sekret, das eine ölige Masse bildet, in der bisweilen feine Kriställchen von Santonin sich finden. Diese Öldrüsen finden sich auch in gröfster Zahl an der Aufsenseite der Hüllkelchblätter (*oed*, Fig. 18, 19, 20). In ihnen entsteht nicht nur das Cineol führende ätherische Öl, sondern auch das Santonin, welches man auch im Innern der Körbchen bisweilen (freilich selten) in lockeren Kristallen aufserhalb des Gewebes findet. (Andere dort auftretende Kristallfragmente sind Quarzsand, noch andere vielleicht Cinaebenkampfer.) Läfst man daher zu trocken zertrümmerten Körbchen alkoholische Natronlauge fliessen, so färben sich die eben erwähnten freiliegenden Kristalle, wo vorhanden, rot (unter gleichzeitiger Bildung von Santoninnatriumnadeln) und der Inhalt des Öldrüsensekretraumes, soweit er aus Santonin besteht, tief rot. Das Öl bleibt zunächst ungefärbt. Diese Reaktion tritt am intensivsten an den Drüsen der älteren Hüllkelchblätter, weniger stark an denen der jüngeren Hüllkelchblätter und denen der Blüten ein, wo man oft infolge Platzens der Öldrüsen und Verschmieren ihres Inhaltes eine allgemeine superficielle Rotfärbung beobachtet. Es scheint, dafs das Santonin nur in den Öldrüsen entsteht.

Dort, wo die Antheren liegen, ist die Corolle (*Pe*, Fig. 11) nur zweischichtig, aber auch mit Öldrüsen besetzt (*oed*, Fig. 11). Die Filamente (*Fil*, Fig. 12) führen ein zartes centrales Bündel und gleichen bei den entwickelten Blüten den Filamenten anderer Compositenblüten, so z. B. bezüglich der Ausbildung der Epidermis. Die fünf Antheren besitzen ein nach oben hin kegelförmig verlängertes, von Kristalldrusen (*kr*) durchsetztes Connectiv (*con*, Fig. 15) und sind dicht erfüllt mit rundlichen, dreibuchtigen Pollenkörnern (*Pol*, Fig. 11 u. 11a). Der im Querschnitt rundliche Griffel gabelt sich nach oben hin in zwei Narben (*grf*, Fig. 11), die mit kleinen Papillen dicht besetzt sind und nach oben hin in langzellige Haarpinsel endigen. Der Fruchtknoten (*fk*, Fig. 10a) besitzt an seiner Basis einen Kranz derber Zellen. Hier liegt die Ablösungsstelle der Frucht. Er ist von fünf Bündelchen durchzogen. So liegen die Verhältnisse bei entwickelten oder nahezu entwickelten Blüten, die, wie schon erwähnt, in der Droge selten sind.

Die in den unentwickelten Blütenkörbchen der Droge vorwiegend vorkommenden Blüten sind noch ganz meristematisch und die Gewebshöcker, welche die Anlagen der einzelnen Blütenorgane bilden, bestehen nur aus plasmaerfüllten Parenchymzellen. Querschnitte durch nicht mehr ganz junge Blütenknospen (Fig. 11 b) lassen immerhin schon die fünf Staubgefäfsanlagen deutlich als fünf Primordien erkennen, die zwischen die Anlage der Corolle und des Griffels eingeschoben sind. In ihnen bilden sich dann später die Pollenmutterzellen. Am frühzeitigsten entstehen die Gewebshöcker der Corollenblätter. In dem Stadium, das in Fig. 8 dargestellt ist, sind die (später anatropen) Ovula (*ov*) bereits angelegt, die Integumente aber erst als Ringwall angedeutet.

Die Hauptmasse der Droge wird demnach von den Hüllkelchblättern gebildet, die in spiraliger Anordnung um die die Blüten tragende Sprofsspitze orientiert sind (Fig. 1, 2 u. 2a) Ihr Bau wird durch die Fig. 18—20 und Fig. 544 der Angew. Anatomie illustriert, ihr Umrifs durch Fig. 17 und die Fig. 503 der Angew. Anatomie. Die flache Seite liegt innen, die gewölbte nach aufsen, wie ein Durchschnitt durch ein Körbchen (Fig. 2a) zeigt. Die inneren Hüllkelchblätter sind zarter als die äufseren. Sie enthalten oft noch keinerlei mechanische Elemente (Fig. 18). Die mittleren und die äufseren führen dergleichen (*B*, Fig. 19 u. 20) und sind zum Teil sogar reich damit ausgestattet. Ebenso ist die Verdickung der Epidermisaufsenwand bei den äufseren Hüllkelchblättern erheblich mächtiger wie bei den inneren. Der Bau der Hüllkelchblätter ist also verschieden je nach der Partie des Körbchens, aus der man das Blatt entnimmt. Die innersten, noch mehr oder weniger meristematischen Blätter mögen hier übergangen werden. Sie bieten wenig Charakteristisches. Der Beschreibung lege ich die äufseren Hüllkelchblätter zu Grunde. Dieselben bestehen aus einer mehrschichtigen mittleren Partie, die den Nerven führt und zwei beiderseits an diese sich ansetzenden breiten Flügeln, die entweder ein- oder höchstens zweischichtig sind (×, Fig. 18—20). Die Flügel sind sehr charakteristisch. Die Zellen ihrer inneren Epidermis sind mit einer sehr stark verdickten äufseren Wand versehen, die nur gegen den Flügelrand hin etwas an Dicke abnimmt. Die nach aufsen gerichtete Epidermisaufsenwand ist relativ dünn. Betrachtet man diese Flügel von der Fläche, so sieht man, dafs sie aus gestreckten derben Zellen bestehen, die in fächerartig angeordneten Reihen liegen (Fig. 17, ×). Sie besitzen entweder glatte oder fein getüpfelte Wände (Fig. 24 u. 25). Sehr selten sind Spaltöffnungen (*st*, Fig. 25) und stets nur an den der mittleren Partie benachbarten Stellen der äufseren Seite zu treffen. Die mittlere Partie des Blattes besitzt auf der Innenseite eine Epidermis, die im allgemeinen mit der der Flügelinnenseite übereinstimmt. Die Aufsenseite der Epidermiszellen ist also auch hier stark verdickt. Die Epidermiszellen der Aufsenseite aber weichen von denen der Flügel (soweit solche daselbst überhaupt vorhanden sind) stark ab. Sie sind nur bei den innersten, halbmeristematischen Hüllkelchblättern zartwandig (*Epa*, Fig. 18), bei den mittleren schon zeigen sie an der Aufsenseite Verdickung (Fig. 19) und bei den äufsersten Hüllkelchblättern ist die Aufsenwand der Epidermiszellen nicht nur stark verdickt, sondern auch mit einer derben, wellig verlaufenden, an der Begrenzungslinie der Zellen eingefalteten

Kuticula bedeckt (*Epa*, Fig. 20 u. Fig. 544 der Angew. Anatomie). Von der Fläche betrachtet sind sie über dem Mittelnerven etwas gestreckt und zeigen getüpfelte Wände. Seitlich vom Mittelnerven sind sie isodiametrisch, und ihre Wand ist bisweilen etwas wellig verbogen (Fig. 23). Hier liegen nun in zwei breiten, beiderseits vom Mittelnerven und zwischen diesem und den Flügeln longitudinal verlaufenden Streifen auf der Aufsenseite des Blattes die Spaltöffnungen (*st*, Fig. 21, 23, 17) und die Öldrüsen (*oed*, Fig. 17—20), die Spaltöffnungen meist dem Mittelnerv genähert (Fig. 17). Die Öldrüsen, deren Flächenansicht das bekannte Bild der zwei nebeneinander liegenden, von der blasig abgehobenen Kuticula umschlossenen Zellen darbietet (Fig. 17, *oed*), deren Seitenansicht aus Fig. 18 bis 20 (*oed*) erhellt, führen unter der Kuticula das Santonin haltige Ölsekret (vergl. oben). Sie sind an dieser Stelle der Hüllkelchblätter aufserordentlich zahlreich und finden sich sogar schon an den jüngsten Hüllkelchblättern reichlich (Fig. 18). Diese Öldrüsen der Hüllkelchblätter dürften denn auch das Wertvollste der Droge sein. Das bei den innersten, jüngsten Hüllkelchblättern meristematische Mesophyll differenziert sich nun bei den älteren in eigenartiger Weise. Bei den mittleren Hüllkelchblättern findet man, der Epidermis der Blattaufsenseite anliegend, einen breiten Beleg mechanischer Elemente, der in der Mitte des Blattes über dem Nerven mehrschichtig, gegen die Seiten sich in einschichtige, oft unterbrochene Reihen auflöst und wohl auch von der Epidermis zurücktritt (*B*, Fig. 19). Die im Körbchen etwas weiter nach aufsen liegenden Hüllkelchblätter, die bereits in bescheidenem Mafse der Assimilation dienen, zeigen ein starkes Zurücktreten der mechanischen Elemente. Unter der Epidermis der Aufsenseite findet sich eine Reihe Chlorophyllkörner führender, isodiametrischer Zellen und der mechanische Beleg beschränkt sich auf die Umgebung des Nervenbündels. Bei den noch weiter aufsen liegenden Hüllkelchblättern tritt das assimilierende Gewebe in noch erfolgreichere Konkurrenz mit dem mechanischen. Die subepidermalen Chlorophyllzellen zeigen radiale Streckung, also Palissadenform (*p*, Fig. 20) Oftmals bemerkt man sogar mehrere Reihen von chlorophyllreichen Palissaden (Fig. 544 der Angew. Anatomie) und der mechanische Beleg ist auf einige wenige Zellen an der Aufsenseite der Bündel reduziert. Es unterliegt also keinem Zweifel: die äufseren Hüllkelchblätter dienen der Assimilation, die von den spärlichen und kleinen Laubblättern offenbar nicht ausreichend besorgt werden kann, die mittleren mechanischen Zwecken, sind also der eigentliche Hüllkelch. Vorwiegend in den der Assimilation dienenden äufseren Hüllkelchblättern ist denn auch für bessere Ableitung gesorgt. Der Blattnerv, der bei den übrigen Blättern einfach und unverzweigt bleibt (Fig. 18, 19 und Fig. 503 der Angew. Anatomie), entsendet bei ihnen beiderseits Äste, deren Endigungen sich im Assimilationsgewebe verteilen (*Ne*, Fig. 17). Dieser Nerv besteht aus einigen wenigen zarten Leisten- und Spiraltracheen und einigen zarten Siebelementen. Die mechanischen Zellen sind kurz (Fig. 22). Sie tragen nicht den Charakter von typischen Bastzellen, sind bisweilen sogar an den Enden nicht zugeschärft, sondern abgestutzt. Das Parenchym der Hüllkelchblätter führt Oxalatdrusen.

Auf der Aufsen- resp. Unterseite der Hüllkelchblätter finden sich bisweilen, nicht immer, Haare. Ich habe dieselben sowohl bei der Droge, wie bei dem Ferrein'schen Material, wie bei dem von Knapp gesammelten des Flückiger-Herbar's und einem „Artemisia Cina aus Dorpat durch Willkomm 1872" bezeichneten Muster meiner Sammlung gefunden. Besonders die äufseren, der Assimilation dienenden Hüllkelchblätter scheinen reich an diesen Haaren zu sein (*t*, Fig. 17), während die inneren meist haarfrei sind (Fig. 503 der Angew. Anatomie). Diese Haare folgen dem Artemisia-Typus, sind also T-Haare, d. h. auf einer Stielzelle sitzt ein Balken auf. Während nun aber bei unseren Artemisien der Stiel lang und der T-Balken nicht sehr viel länger als der Stiel ist (Fig. 286 der Angew. Anatomie) ist hier der Stiel sehr kurz und die beiden Strahlen sind aufserordentlich lang, vielfach hin- und hergebogen und durch einander geschlungen, so dafs man nur sehr schwer die Details erkennen, ein Haar bis zur Ansatzstelle verfolgen kann (Fig. 17). Einige der Haare sind übrigens auch als einfache Fadenhaare entwickelt.

Bisweilen, wenn schon sehr selten, fand ich den inneren, von den Hüllkelchblättern umschlossenen Raum noch von einem weiten Gewebsringe umgeben, der gegen Innen (*i*, Fig. 14) durch eine derbwandige Epidermis, gegen Aufsen (*a*, Fig. 14) durch eine obliterierte Schicht abgeschlossen war. Derselbe hatte in dem oben erwähnten Falle den in Fig. 14 abgebildeten, in einem anderen Falle den in Fig. 13 dargestellten Bau, war aber nur in zwei Fällen zu beobachten. Ob es sich hier um einen nur bisweilen entwickelten inneren Hüllkelchbecher oder einen Hypanthial-Ringwall handelt, konnte ich nicht entscheiden. Sein grofser Umfang schliefst die Zugehörigkeit zu den Blütenorganen aus.

Bisweilen sind Reste der Blätter und Blütenstandsachsen der Droge beigemengt. Die Blätter sind oben beschrieben. Wo Reste derselben vorhanden sind, sind es meist solche der oberen einfach linealen und nicht der gefiederten unteren Blätter (Fig. 27). Durchschneidet man ein solches lineales Blatt quer, so findet man, dafs es aus drei Teilen besteht, einem rundlichen centralen Teile, der das Hauptnervenbündel führt und zwei sich seitlich daran ansetzenden, durch tiefe Buchten resp. Rinnen davon getrennten, gleichfalls im Querschnitt rundlichen Seitenteilen, die kleinere, mit dem Hauptnerven durch Queräste in Verbindung stehende Bündelchen führen. Öldrüsen liegen reichlich in den Rinnen.

Die Blütenstandsachsen sind von einer derben, Spaltöffnungen führenden Epidermis bedeckt (*st*, *Ep*, Fig. 26). Unter derselben folgt eine breite Parenchymschicht und dann ein aus vier Teilen bestehendes Bündel. Zwei breite Bündelstreifen liegen einander gegenüber und zwei schmale ebenfalls. Zwischen diesen vier Streifen finden sich vier Durchlafsstellen. Das Ganze ist von einem Bastzellbelege rings umgeben, der aber diesen Durchlafsstellen meist fehlt, über der Mitte der Bündel jedoch mehrschichtig ist (Fig. 26). Zu innerst liegt ein schmaler Markkörper.

Das Pulver.

Das Cinapulver, das durch alkoholisches Natron gelb und, soweit die Sekretdrüsenfragmente in Betracht kommen, orangerot wird, ist sehr charakteristisch. Es besteht natürlich vorwiegend aus Fragmenten der Hüllkelchblätter. Die Blüten verschwinden diesen gegenüber ganz. Nur Pollenkörner (Fig. 11a) finden sich relativ häufig, oft noch zu Gruppen vereinigt. Bisweilen die Inhalte ganzer Antheren. Reichlich treten besonders die Fragmente der mechanischen Elemente und der Flügel der Hüllkelchblätter hervor: Die charakteristischen kurzen Bastzellen (Fig. 22) und die eigenartigen Flügelzellen (Fig. 24 u. 25), aber auch Spaltöffnungen und Sekretdrüsen führende Epidermisfetzen (Fig. 23), sowie die langen gebogenen Haare (*t*, Fig. 17) bilden charakteristische Elemente des Pulvers. In den parenchymatischen Zellen sieht man da und dort kleine Oxalatdrusen. Auch Reste der Nervenbündel, an denen noch Teile des umgebenden Gewebes hängen, sind bisweilen zu finden.

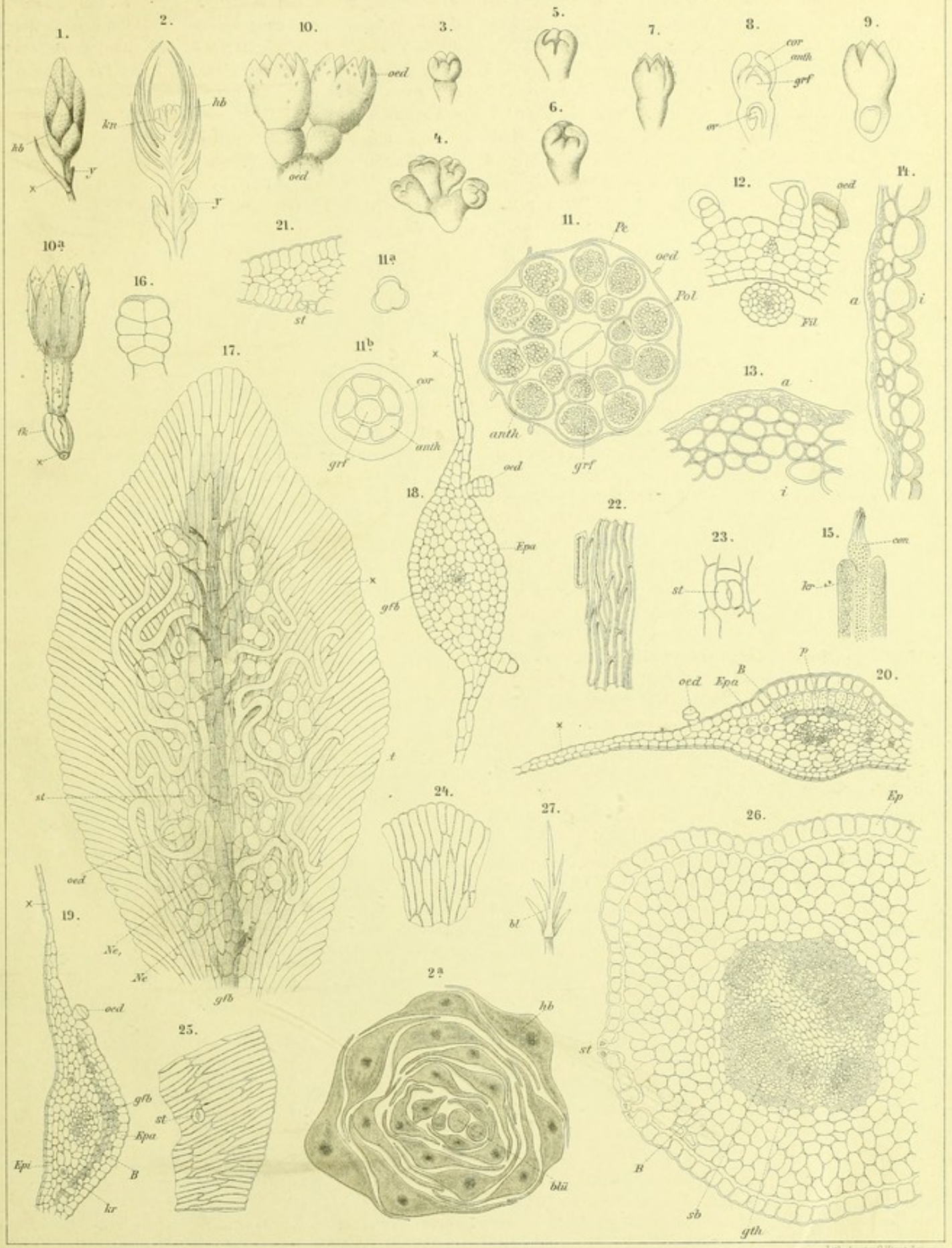
Läfst man das Pulver einige Zeit in alkoholischer Natronlauge liegen, so kristallisiert das Santoninnatrium in Drusen derber Kristalle oder in Sphaeriten aus.

Tafel 73.

Erklärung der Abbildungen.

(Artemisia Cina Berg.)

Fig. 1. Ganzes unentwickeltes Blütenkörbchen von der Seite.
„ 2. Dasselbe längsdurchschnitten.
„ 2a. Querschnitt durch ein Körbchen. Lupenbild. In der Mitte drei Blütenanlagen (*blü*).
„ 3—6. Ganz junge Blütenknospen.
„ 7—9. Etwas ältere Blütenknospen.
„ 10. Die entwickeltsten Blüten der Droge. Fig. 1—10 von Drogenmaterial.
„ 10a. Entwickelte Blüte aus dem reifen Körbchen (Flückiger-Herbar).
„ 11. Querschnitt durch eine ziemlich entwickelte Blüte (etwa eine solche, wie in Fig. 10 dargestellt), an der Stelle geführt, wo die Antheren liegen und die Corolle sehr dünn ist.
„ 11a. Reifes Pollenkorn.
„ 11b. Querschnitt durch eine unentwickelte Blüte der Droge (Entwickelungsstadium etwa wie Fig. 8), an der gleichen Stelle geführt wie bei Fig. 11.
Fig. 12. Querschnitt durch die Corolle im mittleren Teile der Blüte, dort wo die Filamente liegen.
„ 13 u. 14. Teile des Querschnittes durch den die ganze Innenseite des Körbchens bisweilen umschliefsenden Gewebsring. *i* Innenseite.
„ 15. Oberer Teil einer halbreifen Anthere.
„ 16. Öldrüse von Blüten und Hüllkelch.
„ 17. Äufseres Hüllkelchblatt, von Aufsen gesehen, vergl. auch Fig. 503 der Angew. Anatomie.
„ 18. Inneres Hüllkelchblatt, querdurchschnitten.
„ 19. Mittleres „ „
„ 20. Äusseres „ „
„ 21. Teil eines äufseren Hüllkelchblattes mit einer Spaltöffnung.
„ 22. Mechanische Zellen aus dem Hüllkelchblatt.
„ 23. Spaltöffnung eines Hüllkelchblattes von der Fläche gesehen.
„ 24 u. 25. Zellen der Flügel eines Hüllkelchblattes, von der Fläche gesehen.
„ 26. Querschnitt durch einen Inflorescenzstiel.
„ 27. Laubblatt aus der unteren Partie der Stengel.



Lith. Anst. v. C. Kirst, Leipzig

Folia Digitalis.

Fingerhutblätter, Feuilles de Digitale (Grande Digitale), Foxglove-leaves.

Die Blätter von Digitalis purpurea L. sind verschieden gestaltet, je nachdem sie der basalen Blattrosette des ersten Jahres oder dem blütentragenden Stengel des zweiten entstammen.

Im ersten Jahre entwickelt die Pflanze nämlich nur ein Büschel aufserordentlich grofser Blätter, die mit dem (bis 25 cm) langen Stil bis 60 cm Länge und 15 cm Breite erreichen, für gewöhnlich aber nur ca. 20 cm lang werden. Diese Blätter sind allmählich in den Blattstiel verschmälert, sodass derselbe geflügelt erscheint. Im Umriss sind die Blätter eiförmig oder eilänglich, am Rande gekerbt mit ungleich grossen Kerbzähnen, an der Spitze stumpflich bespitzt. Diese Basalblätter sollen nicht verwendet werden, da sie angeblich weniger wirksam sind als die Stengelblätter.

Die Pflanze erzeugt nämlich erst im zweiten Jahre einen blütentragenden Stengel und an den unteren Partien desselben spiralig angeordnete Stengelblätter, die je weiter nach oben umso kleiner werden. Diese sollen verwendet werden. Da sie vom Stengel abgerissen werden und der Blattstiel am Stengel hinabläuft, so findet man bei der Droge oft noch Fetzen der Epidermis und des darunterliegenden Gewebes des Stengels an der Basis der Blattstiele.

Diese Stengelblätter sind mehr ei-lanzettlich oder oblong-lanzettlich wie eiförmig oder eilänglich und am unteren Teile des Stengels noch ziemlich gross, bis 25 cm lang und 10 cm breit. Sie sind in den Blattstiel verschmälert, der dadurch geflügelt erscheint, und sitzen mit breiter Basis dem Stengel an. Je weiter die Blätter nach oben gehen, umso kürzer werden sie — die mittleren sind etwa 15 cm lang — und umso kürzer auch der Stil. Die obersten Blätter sind sitzend. Diese Stengelblätter sind dadurch ausgezeichnet, dass sie relativ lang und scharf zugespitzt sind und die Kerbzähne besonders bei den oberen Blättern eng stehen und scharf hervortreten, auch eckiger wie bei den Blättern der Basalrosette sind. Jeder Zahn läuft in ein meist gebräuntes Spitzchen aus.

Diese Blattzähne sind für die Diagnose wichtig. Sie werden daher weiter unten gesondert behandelt werden.

Aufser dem unterseits kräftig vorgewölbten Mittelnerven finden sich zu beiden Seiten meist vier kräftige Sekundärnerven, zwischen denen ein reiches Netzwerk von ebenfalls noch aus der Blattfläche unterseits hervortretenden Tertiär- und Quaternärnerven liegt. Die von den letzteren umschlossenen Façetten lassen im durchfallenden Lichte noch ein weiteres feines, ins Blattgewebe eingebettetes Netz zarter Nerven erkennen. Diese Nervatur, die das Blatt unterseits fast runzelig, oberseits feinbuckelig erscheinen läfst, ist für Digitalis sehr charakteristisch (vergl. Angew. Anatomie, Fig. 376).

Die Behaarung ist aufserordentlich wechselnd. Es hängt dies offenbar vom Standorte ab (Digitalis purpurea bevorzugt Waldlichtungen der Mittelgebirge). Neben beiderseits, besonders unten, stark behaarten Blättern finden sich solche, die fast nur auf der Unterseite behaart sind, oder gar solche, die daselbst nur an den Nerven Haare tragen. Im allgemeinen sind die Blätter des ersten Jahres schwächer behaart und die sonniger Standorte stärker. Stets bevorzugen die Haare die Nerven der Unterseite. Je nach der Behaarung wechselt auch die Farbe der Blätter etwas. Meist erscheinen sie oberseits dunkelgrün und unterseits weifslich-grau.

Da die Blätter des Stengels, besonders die oberen, die wirksamsten sind, so sollten Blätter, die mit Stiel länger als 30 cm sind, ausgeschlossen werden, ebenso die Blätter der basalen Rosette des ersten Jahres, die ich oft in der Droge gefunden habe (in einem Falle bestand die Droge nur aus solchen!) und die, da sie sehr stattlich sind, der Ware ein gutes Aussehen geben.

Die Anatomie der Blätter ist einfach. Zunächst fällt das völlige Fehlen aller Kalkoxalatkristalle auf. Dadurch sind selbst kleine Fragmente von solchen der Fol. belladonnae, Fol. Stramonii und Fol. Hyoscyami zu unterscheiden (vergl. S. 168).

Die Epidermis der Blattoberseite besteht aus im Querschnitt nahezu quadratischen oder etwas tangential gestreckten Zellen (*Epo*, Fig. 2), die, von der Fläche betrachtet, gerade oder nur wenig gekrümmte Wände zeigen (Fig. 3). Die Epidermis der Blattunterseite zeigt im Querschnitt tangential-gestreckte oder quadratische Zellen, (Fig. 2 *Epu*) die von der Fläche betrachtet, über den Façetten starke wellige Biegungen zeigen (Fig. 4) und nur über den Nerven gerade Wände besitzen. (× Fig. 4). Über dem Mittelnerven sind die Epidermiszellen der Unterseite derb- und geradwandig und zeigen Tüpfel. Die Cuticula besitzt hier Längsfalten. Kali färbt den Inhalt der Epidermiszellen und Haare gelb, Jodjodkali erzeugt in ihnen einen starken braungelben Niederschlag und conc. Schwefelsäure färbt erst grünlich gelb, dann treten feine Nädelchen

im Inhalte auf. Ich bin daher geneigt, den Sitz der mit der summarischen Bezeichnung Digitalin belegten Körpergruppe vornehmlich in die Epidermis zu verlegen.

Spaltöffnungen finden sich auf beiden Seiten, doch vornehmlich auf der Unterseite (Fig. 2. 3. 4). Sie sind klein und liegen entweder im Niveau der Epidermis oder sind etwas über dieselbe emporgehoben. Daher welkt das Blatt leicht (Angew. Anatomie S. 434). Aus der Lage der Spaltöffnungen kann man einen Schlufs auf den Standort ziehen. Je mehr sie über die Epidermis emporgehoben sind, um so schattiger stand die Pflanze. Die Zahl der Nebenzellen beträgt 3—4 (meist 4). Die Haare bedecken die ganze Fläche des Blattes, sind aber namentlich auf der Blattunterseite und besonders auf den Nerven reichlich zu finden, wo sie auch ihre gröfste Länge erreichen. Die meisten Haare sind einfache Reihenhaare mit stumpfer Spitze (*t*, Fig. 1—6). Diese Ausbildung der Haarspitze ist für Digitalis sehr charakteristisch und findet sich nicht bei den als Verwechslung vorkommenden ähnlich aussehenden Blättern (s. unten). Die Zahl der Haarzellen beträgt 2—6. Meist sind die Haare gerade oder doch wenig umgekrümmt, oft ist eine oder die andere Haarzelle obliteriert. Kuticularwarzen oder -leisten finden sich nicht, oder sind doch nur schwach angedeutet, was ebenfalls für die Diagnose wichtig ist. Bisweilen ist die Endzelle köpfchenartig angeschwollen. Neben diesen Reihenhaaren finden sich dann noch vereinzelt kleine Köpfchenhaare (*t,*, Fig. 1, 2, 5, 6) mit ein- oder zweizelligen Köpfchen.

Das Mesophyll besteht auf der Oberseite aus 1—3 Reihen Palissaden (*p*, Fig. 2), auf der Unterseite aus einem reichdurchlüfteten Kugel- oder Sternparenchym (*mer*, Fig. 2). Auch hier macht sich eine Differenz bemerkbar, je nachdem die Pflanze einen sonnigen oder schattigen Standort besitzt. Je schattiger der Standort ist, umso lockerer wird das Palissadenparenchym und um so kürzer werden seine Zellen.

Der Hauptnerv besitzt ein halbmondförmig gekrümmtes Gefäfsbündel (Fig. 1a). Gegen die Blattoberseite hin liegt der strahlig angeordnete Gefäfsteil (*gth*, Fig. 1), gegen die Unterseite der halbmondförmige Siebteil (*sb*, Fig. 1). Sowohl in der Rinne an der concaven Seite des Gefäfsteiles wie aufsen am Siebteil findet sich je ein mechanischer Beleg collenchymatisch verdickter Zellen (*col*, Fig. 1), am Gefäfsteil zudem reichgetüpfeltes Holzparenchym. Die Gefäfse sind in dem der Blattoberseite zugewendeten Abschnitte des Gefäfsteiles zarte Spiralgefäfse, an der anderen getüpfelte Gefäfse. Die Siebröhren zeigen nahezu horizontal gestellte Siebplatten. Auch unter der Epidermis, sowohl der Ober- wie der Unterseite der stark nach unten ausladenden, im übrigen aus grofsen Parenchymzellen bestehenden Mittenrippe finden sich ein- bis zweireihige Collenchymstreifen (*col,*, Fig. 1).

Die Mittelrippe läuft direkt in den Blattstiel aus, dessen Bündel im Querschnitt noch ausgesprochener die halbmondförmige Krümmung zeigt (Fig. 1a), die schon in der Mittelrippe hervortrat.

Die Blattzähne, deren Nervatur hier wie bei den übrigen Blättern an durch Kochen mit Chlorallösung aufgehellten Blättern studiert wurde, sind sehr charakteristisch und mögen, da sie bei keiner der Verfälschungen ganz gleich wiederkehren, also ebenso wie die Haare zur Erkennung der letzteren gut verwendbar sind, hier näher beschrieben werden (Fig. 7). Sie sind zunächst dadurch ausgezeichnet, dafs sie ungleich grofs sind. Sehr grofse, weit hervortretende, gewölbte Kerbzähne wechseln oft mit sehr kleinen ab. Sie tragen ein knorpeliges, zapfenartiges helles Spitzchen, das besonders bei älteren Blättern gut ausgebildet ist, oft braun bis schwarz bei diesen wird und auf der Blattoberseite eine grofse Wasserspalte trägt (Fig. 7, ×). Gegen dieses Spitzchen tritt oft in horizontaler Richtung oder schief von unten her der Hauptzahnnerv heran und verbreitert sich vor demselben pinselförmig (Fig. 7). An die Spitze der Hauptzahnnerven setzen sich beiderseits zwei Randnerven an, die in wellig verlaufenden Bögen mit den Seitennerven der Hauptzahnnerven bald je ein Dreieck, bald je ein Viereck bilden.

Bei Digitalis grandiflora L. bilden die Blattzähne relativ kleine, vorgestülpte Kegel, in die schräg von unten her ein pinselförmig verbreitertes Nervenende eintritt (Fig. 8). Auch hier liegt an der Zahnspitze eine Wasserspalte. Haare sind in geringerer Menge und meist nur auf Blattrand und Nerven zu finden. Sie sind aber länger (oft zehnzellig).

Bei Digitalis ambigua Murr. sind die Blattzähne ebenfalls relativ klein (Fig. 9). Sehr kleine wechseln mit deutlicher hervortretenden dreieckigen ab. Unterhalb des Zahnspitzchens spreizen die Äste des Hauptzahnnerves mehrfach auseinander. Die Zahnspitze trägt 2—3 Wasserspalten. Die Behaarung ist spärlich.

Bei Digitalis lutea L. spreizt der im Zahn sich pinselartig verbreiternde Nerv an seiner Spitze ebenfalls, doch ist die Behaarung noch viel spärlicher als bei D. ambigua.

Bei Salvia Sclarea L. finden sich Blattzähne (Fig. 9a), die denen von Digitalis purpurea ähnlich sind, doch treten hier die Zahnnerven nicht so kräftig hervor wie bei Digitalis purpurea. Die breiten grossen Blattzähne lassen ferner das knorpelige Spitzchen nicht so deutlich hervortreten. Vom pinselförmig an der Zahnspitze sich verbreiternden Nervenende gehen bogige Randnerven ab und bilden mit den an den Hauptzahnnerv sich fast im rechten Winkel ansetzenden Seitennerven je ein Dreieck mit gewölbten Seiten (Fig. 9a). Sehr leicht kenntlich ist Salvia Sclarea an den Haaren, die scharf zugespitzt sind, derbe Wände besitzen und mit Cuticularwärzchen dicht besetzt sind, sowie den typischen Labiatendrüsen, die natürlich Digitalis ganz fehlen. Ferner finden sich kleine Drüsenhaare mit ein- und zweizelligen Köpfchen und ein- bis zweizellige Borsten.

Bei Verbascum nigrum zeigen die Blattzähne einen von Digitalis ganz abweichenden Bau (Fig. 10). Sie sind sehr breit und stumpf-abgerundet. Ein starker Nervenast tritt nahezu horizontal in den Zahn ein. An seine Spitze setzt sich beiderseits je ein bogenförmig zurücklaufender Randnerv

an, der mit den Seitennerven des Hauptzahnnerves Drei- oder Vierecke bildet. Aufserhalb dieser derben Randnerven verläuft noch ein zarterer Randnerv. Das Blatt besitzt ferner die typischen Verbascum-Sternhaare (Fig. 10).

Bei Verbascum phlomoides L. sind Blattzähne kaum angedeutet (Fig. 11). Ein derber Randnerv streicht in Wellenlinie am Rande entlang. An denselben setzen sich Bögen eines zarteren Randnerven an, die mit jenem anastomosieren. Die Zähne sind in der Nervatur kaum angedeutet. Sternhaare sind reichlich vorhanden. Um die Zahnnervatur zu erkennen, ist es hier wie bei den übrigen Verbascum-Arten nötig, die Haare mit einem Skalpell abzuschaben.

Bei Verbascum Lychnitis L. wechseln grofse, breite Zähne mit kleinen. Beide sind stumpf abgerundet und zeigen an der Spitze oft eine wellige Vertiefung (Fig. 12). Ein eigentlicher Hauptzahnnerv tritt selten deutlich hervor. Der gegen die Zahnspitze gerichtete Nervenast krümmt sich an der Spitze um und läuft in 2 bogige Randnerven aus, die mit den Seitenästen der Zahnnerven Vierecke mit gewölbten Seiten bilden. Die Behaarung ist der von V. phlomoides ähnlich, aber schwächer.

Bei Verbascum Thapsus L. treten die breiten und flachen Zähne wenig hervor (Fig. 13), von einer Zahnnervatur kann daher nicht eigentlich gesprochen werden. Die sekundären Randnerven bilden auch hier Bögen.

Bei Verbascum thapsiforme Schrader liegen die Zähne sehr entfernt von einander (Fig. 14), treten aber prägnanter hervor. Sie sind übrigens nur klein, trotzdem aber leicht aufzufinden, da der an sie herantretende Nervenast sich pinselförmig zerteilt und sich an sein Ende die Seitennerven in spitzem Winkel ansetzen. Die Behaarung ist sehr stark.

Bei Conyza squarrosa L. sind ebenfalls nur kleine und entfernt stehende Zähne vorhanden (Fig. 15). Auch hier hat der Zahnnerv ein pinselartig zerteiltes Ende, die Seitennerven gehen aber im Bogen von seiner Spitze ab. Auch die Haare weichen von denen der Digitalis ab. Sie laufen meist in eine gebogene Spitze aus. Oft fehlt das Endglied. Die kurzen Fusszellen verschleimen bisweilen. Da und dort finden sich typische Compositendrüsen.

Die Blätter von Symphytum officinale L. sind ganzrandig.

Bei Teucrium Scorodonia L. finden sich Blattzähne, die etwas an die von Digitalis purpurea erinnern, aber in dem Nervenverlauf einige Unterschiede zeigen (Fig. 16). Sie sind breit gewölbt, stumpf abgerundet, kräftig hervortretend, durch tiefe Einschnitte von einander geschieden. Das Spitzchen tritt nicht immer deutlich hervor, manchmal ist es nur angedeutet. Die sich an die pinselförmig verbreiterte Spitze des Hauptzahnnerven mit spitzem Winkel ansetzenden kräftigen Seitennerven sind selten gebogen, meist verlaufen sie ziemlich geradlinig. Aufserhalb dieses Randnerven läuft noch ein zweiter etwas zarterer, aber doch noch ziemlich kräftiger Randnerv. An der Zahnspitze liegen auf der Blattoberseite meist 3 (bis 5) Wasserspalten, und auch auf der Blattunterseite findet sich bisweilen eine Wasserspalte. Die einfachen Haare sind spitzer als bei Digitalis und derbwandiger. Die Cuticularwarzen treten deutlicher hervor. Daneben finden sich typische Labiatendrüsen und spitze, einzellige Borsten.

Bei Piper angustifolium Ruiz et Pavon, deren Blätter (Fol. Matico) äufserlich viel Ähnlichkeit mit den Fol. Digitalis zeigen, findet sich ein schwach gekerbter Rand. Längs desselben verläuft in flachen Bögen ein Randnerv, der durch rechtwinklig zum Rande gestellte Quernerven mit dem nächstinneren Parallelnerven in Verbindung tritt (Fig. 17), mit diesem Vierecke bildend. Die Behaarung ist besonders am Blattrande und auf der Blattunterseite deutlich, spärlich auf der Blattoberseite und dort vorwiegend auf die Nerven beschränkt. Die ziemlich langen, bis 10-zelligen Haare besitzen eine streifige Cuticula und eine scharfe Spitze. Das Hypoderm und die Ölzellen, die beide der Digitalis fehlen, bilden ein weiteres Unterscheidungsmerkmal.

Auch Malvaceenblätter kommen der Digitalis beigemischt vor. Besonders im Pulver finden sich bisweilen Fragmente derselben, die an den charakteristischen Sternhaaren kenntlich sind.

Das Pulver.

Das Pulver der Digitalisblätter kommt oft verfälscht in den Handel, besonders finden sich darin Sternhaare von Malvaceenblättern und typische, stark verdickte Sclereïden unbekannter Provenienz, bisweilen auch Oxalatkristalle. Da der Digitalis sowohl die Sternhaare wie Sclereïden oder Kristalle fehlen, liegt also sicher eine Verfälschung mit einer fremden Droge vor, denn auch in der Blütenstandsachse von Digitalis purpurea fand ich keine Sclereïden, und die Samenschale führt nur Zellen mit eigenartiger Netzleistenverdickung, keine typischen Sclereïden.

Im Pulver der Digitalisblätter sind die Haare mit stumpfer Spitze das einzige sichere Erkennungsmittel. Leider sind dieselben oft zertrümmert und nicht immer in beträchtlicher Zahl vorhanden. Verwendung von erstjährigen Blättern oder Beseitigung der Mittelrippe drücken ihre Zahl herab. Die Fragmente des Mesophylls und der Gefäfsbündel bieten nichts charakteristisches. Fetzen der beiden Epidermen treten da und dort hervor.

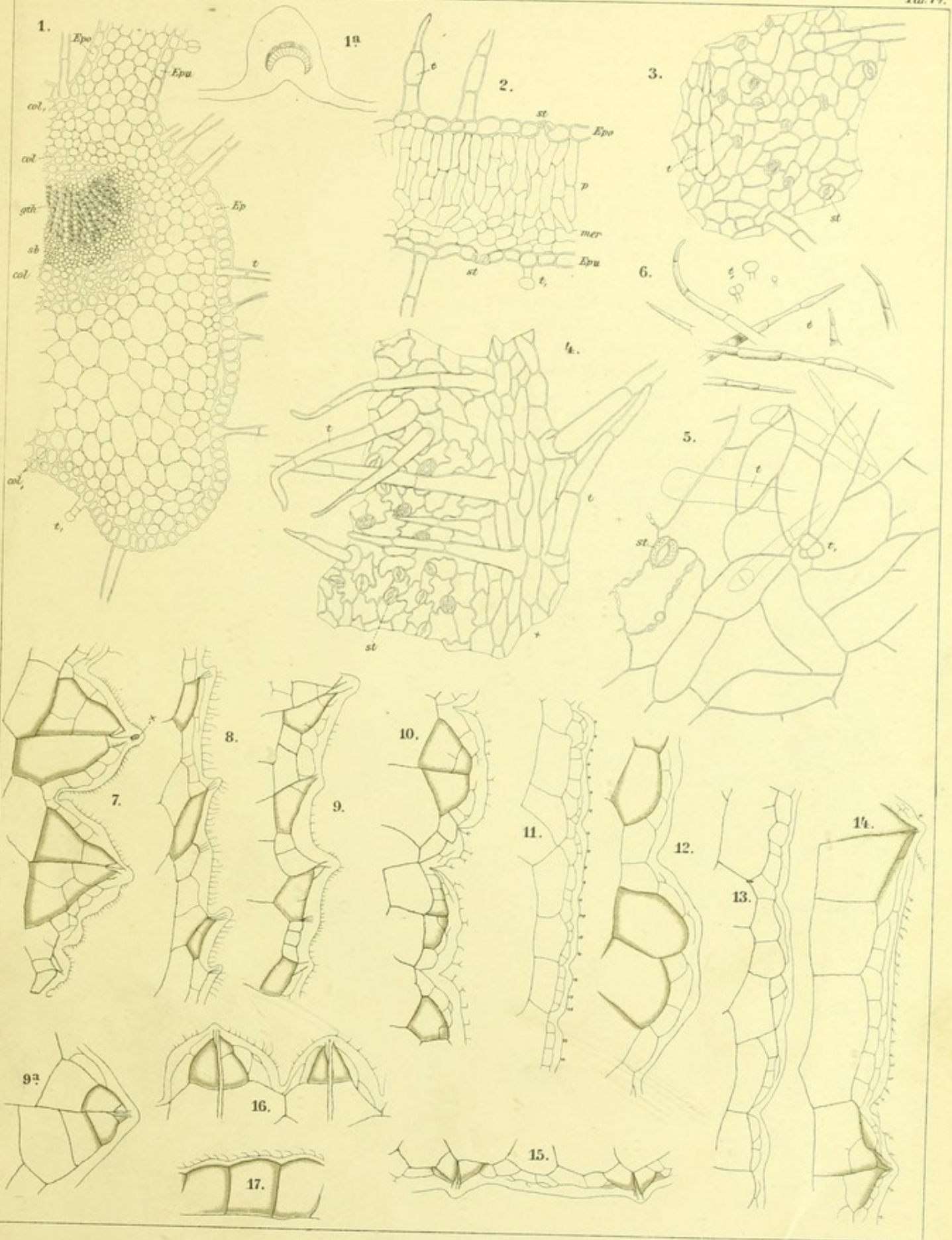
Tafel 74.

Erklärung der Abbildungen.

(Digitalis purpurea L.)

Fig. 1. Querschnitt durch die Mittelrippe des Blattes.
„ 1a. Querschnitt durch den Blattstiel. Lupenbild.
„ 2. Querschnitt durch die Blattlamina.
„ 3. Flächenansicht der Epidermis der Blattoberseite.
„ 4. Flächenansicht der Epidermis der Blattunterseite.
„ 5. Dasselbe an einer anderen Stelle.
„ 6. Einzelne Haare.
„ 7. Blattzähne, Lupenbild, mit Chloral aufgehellt. Auch die Fig. 8—17 sind nach mit Chloral aufgehellten Blättern gezeichnet (mit Benutzung Virchow'scher Figuren). Die charakteristischen Nervenpartien sind durch Töne hervorgehoben.

Fig. 8—17. Verwechslungen der Digitalisblätter, Blattrand mit den Zähnen.
„ 8. Blattrand von Digitalis grandiflora.
„ 9. „ „ „ ambigua.
„ 9a. Blattrand von Salvia Sclarea.
„ 10. „ „ Verbascum nigrum.
„ 11. „ „ „ phlomoides.
„ 12. „ „ „ Lychnitis.
„ 13. „ „ „ Thapsus.
„ 14. „ „ „ thapsiforme.
„ 15. „ „ Conyza squarrosa.
„ 16. „ „ Teucrium Scorodonia.
„ 17. „ „ Piper angustifol.



Lith. Anst. v. C. Kirst, Leipzig.

Sem. faenugraeci.

Bockshornsamen, Hornkleesamen, Fenugrec, Fenugreck.

Die Früchte von Trigonella Faenum Graecum L., einer in Süd- und Westasien heimischen, frühzeitig auch ins Mittelmeergebiet gebrachten, jetzt in Südfrankreich, Thüringen, Mähren und der Schweiz kultivierten Papilionacee, werden bis 16 cm lang und sind sichelförmig gebogene Hülsen (Fig. 1 und 2). Sie laufen an der Spitze in ein langes zugespitztes Ende aus und enthalten eine wechselnde Anzahl von Samen (5—20, meist 5—12). Eine Anzahl der Samenanlagen pflegt unentwickelt zu bleiben oder nach kurzer Entwickelung zu verkümmern (×, Fig. 2). Diese Samen sind, von der Seite betrachtet, vierseitig-prismatisch oder rautenförmig, aber oft mannigfach verzerrt. Doch tritt bei der überwiegenden Mehrzahl der rhombische Umriss deutlich hervor (Fig. 3). Die Länge beträgt 3,5—5 mm, die Breite 2—3 mm (die chinesischen sind kleiner, die indischen gröfser). Sie sind sehr hart und entweder glatt oder wenig runzlig, quellen aber in Wasser so stark auf, dafs ihr Volumen auf das Vielfache anwächst und oftmals die Schale gesprengt wird. Diese Quellung erfolgt hauptsächlich durch Wasseraufnahme seitens des Schleimendosperms. Fig. 4 a zeigt einen ungequollenen, Fig. 4 b einen gequollenen Samen quer durchschnitten. Die Farbe ist gewöhnlich ein helles Zimmtbraun, doch variiert sie etwas zwischen einem helleren, mehr gelblichen Farbentone mit einem Stich ins Grüne, oder Blaugrüne und einem dunkleren, mehr bräunlichen Tone. Durch eine tiefe Furche (×, Fig. 3) wird der Same in zwei ungleiche Hälften geteilt, in eine kleinere dreieckige und eine gröfsere undeutlich dreieckige, mehr trapezförmige. Die kleinere ist auch die kürzere und an ihrer Spitze befindet sich das am reifen Samen kaum deutlich hervortretende Hilum (*Hi.*, Fig. 3 u. 2), die Anheftungsstelle des Samens. Hier sitzt der Same einem sehr langen Funiculus (*Fun.*, Fig. 2) an, der, da er sehr zart ist, leicht abbricht und deshalb den Samen der Handelsware fehlt. In der kleineren Hälfte steckt die etwas gekrümmte Radicula (*rad.*, Fig. 3 und 5), in der gröfseren die Cotyledonen (*cot.*, Fig. 5), eingebettet in ein schleimiges Endosperm. Legt man die Samen einige Zeit in Wasser, so kann man die Samenschale leicht abstreifen und den Keimling herauslösen. Man sieht alsdann (Fig. 6), dafs die Samenschale eine kleinere und eine gröfsere Tasche besitzt (Fig. 6). In ersterer lag die Radicula. Auch ein medianer Längsschnitt durch den Samen, parallel der Breitseite geführt, läfst die gegenseitige Lage von Radicula und Cotyledonen erkennen (Fig. 5). Schneidet man einen Samen oberhalb des Hilums, also etwa in der Mitte quer durch (es ist am besten, denselben vorher in Wasser quellen zu lassen und dann in Alkohol einzulegen), so erkennt man schon mit blofsem Auge auf der einen Seite die runde Radicula, auf der anderen die beiden plankonvexen Cotyledonen (*rad.* und *cot.*, Fig. 4 b, vergl. auch Fig. 193 der Angew. Anatomie) entweder mit dem Rande gerade gegen die Radicula gerichtet oder schief gegen dieselbe geneigt. Rings um die Cotyledonen liegt, besonders breit an den flachen Seiten, das glänzende, glashelle Endosperm (*End.*, Fig. 4a u. b). An der dicksten Stelle des Samens mifst die Testa *ca.* 170, das Endosperm aber 680—720 mik (im gequollenen Zustande gemessen), trocken ist das Endosperm kaum viel dicker als die Testa (Fig. 4 a). Mit der Lupe erkennt man in Radicula und Cotyledonen die Procambiumstränge: in der Radicula einen zentralen Cylinder, in den Cotyledonen eine Reihe solcher Stränge. Auch die Mittelrippe tritt schon jetzt deutlich hervor.

Die Anatomie des Samens zeigt folgende Eigentümlichkeiten. Der Same wird rings von der Samenschale umgeben. Diese zeigt zu äufserst eine einreihige Palissadenepidermis, die aus Palissadensclereïden besteht. Die Zellen derselben sind 13—22 mik. breit und 65—80 mik hoch und besitzen im inneren Teile, d. h. in der gegen die Samenmitte gerichteten Partie ein weites Lumen (1d, Fig. 7 und 8). Dasselbe verengert sich nach aufsen (1 c, Fig. 7 und 8) und ist im äufseren Teile der Zelle nur schmal und spaltenförmig (1 b, Fig. 7 und 8). In den äufseren Partien erscheint die Wand getüpfelt (1 b und 1 c, Fig. 8). Die Membran der Epidermiszellen ist zu äufserst cuticularisiert (*cut.*, Fig. 7). Dann folgt eine helle Schicht (1 a, Fig. 7), die zapfenförmig nach innen vordringt (ähnlich wie die Cuticularschichten von Blattepidermen). Diese helle Schicht ist indifferent gegen polarisiertes Licht, färbt sich mit Jod graublau, reagiert mit Jod-Schwefelsäure nur schwach auf Cellulose, ist löslich in Kali und besteht aus einer gallertigen Cellulosemodifikation. Der Hauptmasse nach wird die Zellmembran aus einer mit Jod sich sehr schwach gelb färbenden, mit Jod-Schwefelsäure intensive Cellulosereaktion gebenden Substanz gebildet, die ihrerseits wieder zapfenartig in die helle Schicht vorspringt. Diese

Zapfen, die entweder kegelige oder mannichfach verbogene, bisweilen aufsen napfförmig verbreiterte Bildungen darstellen, (1 b, Fig. 7), sieht man dann auch in der Art gefärbter Körner in der weichen Masse der hellen Schicht liegen, wenn man einen Flächenschnitt durch den äufseren Teil der Samenschale betrachtet (1 *a*, Fig. 8). Die Zapfen sind die Fortsetzungen der eigentlichen, das Lumen umgebenden Wandschicht nach aufsen. Diese Wandschicht, die bei gekreuzten Nicols stark aufleuchtet (aufsen polychrom, innen orange), ist von Tüpfeln durchzogen, die im Flächenschnitt durch die Samenschale (Fig. 8) wie normale Tüpfel (1 b und 1 c, Fig. 8), im Querschnitte durch die Samenschale (Fig. 7) als zarte Längsstreifung der Membran, besonders deutlich im polarisierten Lichte, erscheinen. Die „Lichtlinie" oder besser „Lichtzone" (*Ll.*, Fig. 7) verläuft ziemlich tief innen, 50—60 mik unter der Cuticula (der obere Rand *ca.* 50 mik) und ist ziemlich breit (10—15 mik). Sie wird besonders dadurch sehr deutlich, dafs aufserhalb von ihr eine dunklere Schicht verläuft. Bisweilen springen Gruppen von Palissadenzellen mit ihrer zapfenförmigen Innenschicht weiter in die helle äufsere Schicht hervor als die übrigen (×, Fig. 7). Zwischen dieselben schiebt sich dann meist ein nur sehr schmaler Cellulosezapfen ein. Diese Gruppen sind es, die die zarten Höcker der Samenoberfläche bilden, die besonders bei Betrachtung der letzteren mit der Lupe hervortreten. Auch bei Flächenschnitten durch die äufsere Partie der Palissadenepidermis sind diese Gruppen deutlich (×, Fig. 8). Bei tiefer Einstellung des Flächenschnittes sieht man das weite Lumen der Palissaden, die in undeutlichen Reihen angeordnet sind (1 d, Fig. 8) und hier keine Tüpfel zeigen. Bei etwas höherer Einstellung (1 c, Fig. 8) treten die Tüpfel hervor und bei noch höherer (1 b, rechts) erscheint das Lumen punktförmig. Der Inhalt der Palissadenzellen ist körnig, färbt sich mit Jod gelb und giebt Gerbstoffreaktion mit Eisenchlorid und Osmiumsäure.

Unter den Palissadensclereïden liegt eine Schicht Säulenzellen (T-Zellen, Träger-, Sanduhr-, Spulen-Zellen), die (*tz.* und 2., Fig. 7) durch breite Längsstreifenverdickungen gezeichnete Seitenmembranen besitzen. Diese Leistenverdickungen sind besonders deutlich auf Flächenschnitten zu erkennen (Fig 8_2 und Fig. 344 in der Angew. Anatomie). Innen und aufsen ist die Membran unverdickt (vergl. auch Fig. 192 der Angew. Anatomie). Dort wo (innen) die Cotyledonen liegen, also an den Seiten der grofsen Tasche, sind die Säulenzellen flach konisch, zusammengedrückt und etwa 70 mik hoch, an dem Radicularende jedoch besitzen sie die bei den Papilionaceen (vergl. z. B. Pisum, Phaseolus, Tafel 47. 48) so häufige Knochen- bezw. Säulenform. Dort sind sie auch erheblich höher (33 mik und mehr). Ihre Membran leuchtet bei gekreuzten Nicols mit weifsem Licht. Die Säulenzellen berühren sich seitlich nicht. Nur in ihren basalen Partien stofsen sie aneinander, in der Mitte lassen sie relativ weite interzellulare Luftlücken zwischen sich. Dann folgt die Nährschicht der Samenschale (3 und 4, Fig. 7). Dieselbe zeigt eine sehr verschiedene Mächtigkeit. Bald sind es nur wenige Zellschichten, bald, so besonders in der Falte zwischen Cotyledonen und Radicula viele. Stets ist der innerste Teil stark obliteriert (4, Fig. 7) und oftmals gelb gefärbt, während der äufsere aus noch in der Form erhaltenen, ziemlich grofsen Parenchymzellen besteht (3, Fig. 7). Im reifen Samen führt die Nährschicht keine Stärke mehr. Dieselbe ist vollständig aufgebraucht. Wohl aber findet man in unentwickelten Samen die ganze, dann auch in keiner Zone obliterierte Schicht dicht mit Stärke erfüllt (auch die Säulenzellen führen in diesem Stadium Stärke). Diese transitorische Stärke verschwindet relativ spät. Sie dient für die Verdickung der Palissadensclereïden und zur Bildung der sogleich zu erwähnenden Schleimmembranen des Endosperms.

Bis hierher reicht die Samenschale. Innen liegt derselben ein nicht immer sichtbares, sehr zartes braunes Häutchen auf, das an der Spitze der Radicula einen beutelförmigen Sack bildet (*Nuc.*, Fig. 8 a). Ich halte dasselbe für den Rest des Nucellus.

An der Stelle, wo das Hilum sitzt, hat die Samenschale einen etwas abweichenden Bau. Führt man einen medianen Längsschnitt durch die Stelle, wo das Hilum liegt (Fig. 8 a), so sieht man zunächst die Micropylaröffnung als sehr feinen Kanal in der Umkrümmungsstelle der Radicularspitze (*Mp*, Fig. 8 a) (dieselbe tritt auch bei geeignet geführten Querschnitten als Spalte hervor, Fig. 7 b). Bis hierher und auch noch über der Ansatzstelle des Funiculus (*fun.*, Fig. 8 a) ist die Palissadensclereïden-Epidermis normal gebaut. Nur an letzterer Stelle sind die Sclereïden relativ niedrig. Dafür liegt ihnen aber hier eine zweite Schicht auf (*y*, Fig. 8 a), welche wir wohl analog den Beobachtungen bei anderen Papilionaceen (vergl. Taf. 47 und 48) als zum Funiculus gehörig betrachten dürfen. Weiter nach unten aber verändert sich das Bild. Die Palissadensclereïden werden erheblich höher. Der innere gefärbte Teil erscheint stark gestreckt, aber auch der äufsere, helle Teil ist dicker geworden. Dies Verhältnis bleibt, soweit die Raphe (*Ra*, Fig. 8 a) reicht, bestehen. Dann kehren die Palissadensclereïden zur Normale zurück. Am besten ist die Form der Palissadensclereïden übrigens auf Querschnitten zu erkennen, die etwa bei b (Fig. 8 a) geführt sind (Fig. 7 a). Hier sieht man denn auch, dafs die Säulenzellenreihe (2 Fig. 7 a) über der Raphe fehlt, nachdem ihre Zellen schon in der Nähe derselben ihre Form etwas geändert haben. Aber auch sonst sind einige Variationen im Bau der Samenschale in der Nähe der Ansatzstelle des Funiculus, der hauptsächlich nur in Form eines stark zusammengefallenen Parenchymrests sichtbar bleibt (*fun.*, Fig. 8 a), zu bemerken. Unter derselben findet sich wie bei so vielen Papilionaceen (Taf. 47 und 48) eine Tracheideninsel (*Tri*, Fig. 8 a). Dieselbe besteht aus kurzen Tracheiden und tritt sowohl auf dem radialen Längsschnitt (Fig. 8 a), wie auf dem Flächenschnitt (Fig. 8 b), wie auf dem Querschnitt (Fig. 7 b) als ein gestrecktes Oval hervor. Über derselben liegt, wie ein Flächenschnitt lehrt, die Nabelspalte (*nsp.*, Fig. 8 b) und umgeben ist sie von einem hellen Hofe (×, Fig. 8 b). An diese Tracheideninsel

lehnt sich das Raphebündel an und läuft von hier aus (*z.*, Fig. 8a) ein Stück weit hinab (Fig. 8b) bis zur Chalaza (*chal.*, Fig. 8a und 8b), die aber äufserlich sich nur wenig bemerklich macht. Sie bildet nämlich nur das Ende der äufserlich als Längswulst hervortretenden Schwiele, als welche die Raphe erscheint, wenn man den Samen von der inneren Kante her betrachtet (Fig. 3a *Ra*). Bemerklicher macht sich auch äufserlich die ganze um das Hilum liegende Partie. Sie erscheint nämlich bräunlich gefärbt. Es rührt dies daher, dafs das um die Tracheideninsel herum liegende und hier sternförmig ausgebildete Parenchym der Samenschale (×, Fig. 7b, 8a und 8b) braune Inhaltskörper führt.

Das nun folgende Endosperm wird rings umgeben von einer einreihigen „Kleber- bez. Aleuronschicht“ (5, Fig. 7), deren Zellen bisweilen durch Teilung sich verdoppeln. Die ziemlich grofsen Zellen derselben variieren in Form und Gröfse ziemlich beträchtlich. Von der Fläche betrachtet, erscheinen sie isodiametrisch (5, Fig. 8). Meist sind sie dickwandig. Sie führen neben einem Zellkern einen körnigen Inhalt, der sich mit Jod stark, nicht aber mit Osmiumsäure (wenigstens nicht stark) färbt, bisweilen auch ein Öltröpfchen. Bei näherer Betrachtung sieht man, wenn der Schnitt in Wasser liegt, nur eine schaumige Masse (Fig. 7. *y*). Behandelt man den Schnitt zuvor mit Alkohol und läfst dann Natriumphosphat zufliefsen, so erscheint ein Maschennetz (Fig. 21a), läfst man jedoch zu dem mit Alkohol mazerierten Schnitte Wasser zufliefsen, so treten einschlufsfreie Aleuronkörner hervor (Fig. 21b).

Um den unteren Teil der Radicula liegt innerhalb dieser „Kleberschicht“ nur eine zarte Schicht obliterierten Gewebes. Um den oberen Teil der Radicula jedoch und ganz besonders um die Cotyledonen, diese rings einhüllend, findet sich ein breites Endosperm, das schon auf dem Lupenbilde als glashelle Masse erscheint (*End.*, Fig. 4), im trockenen Samen zu einer schmalen, hornartig harten Schicht zusammengetrocknet ist (Fig. 4a) und beim Einlegen der Samen in Wasser aufserordentlich stark aufquillt (Fig. 4b). Seine Zellen sind gegen die Cotyledonen hin radial gestreckt. Ihre Membranen sind aufserordentlich stark verdickt und als Schleimmembranen entwickelt. Sie quellen in Wasser stark, nicht in Kali. Die Schichtung der Schleimmembran (Fig. 7 und 15) bei Schnitten, die in Wasser liegen, gänzlich unsichtbar (×, Fig. 15), wird besonders in den inneren sekundären Membranverdickungsschichten deutlich — die der zarten primären Membran anliegenden Schichten zeigen keine oder undeutliche Schichtung — wenn man den Schnitt erst in Wasser und dann in Glycerin legt, oder Kali zufliefsen läfst, wo der Schleim eine körnige Beschaffenheit annimmt oder Conc. Schwefelsäure zusetzt. Oftmals tritt aber die Schichtung erst nach einiger Zeit hervor. Gegen Jod, Jodschwefelsäure und Chlorzinkjod verhalten sich die verschleimten, im polarisierten Lichte nur schwach leuchtenden Membranen indifferent, durch Jodschwefelsäure wird wenigstens nur die als zarte Linie sichtbare primäre Membran (*pm.*, Fig. 15) gebläut (aber auch nicht immer, sicher erst nach vorherigem Erwärmen mit verd. Kali). Bei dieser Behandlung treten anfangs die Schichten sehr deutlich hervor und die breite, der primären Membran anliegende ungeschichtete Verdickungsschicht wird gelblich gefärbt. Die Schleimmembranen reagieren also wie echter Schleim. Das Lumen der Schleimzellen ist klein und meist stark verzogen. Der Inhalt färbt sich mit Jod gelb.

Die Entwickelung der Schleimmembran geht in der Weise vor sich, dafs zunächst im Inhalte der jungen Endospermzellen kleine Schleimtropfen auftreten (Fig. 12), die alsdann zu gröfseren Schleimblasen zusammenfliefsen (Fig. 13). Dann entsteht ein zunächst schmaler, dann allmählich breiter werdender Schleimbeleg an der primären Wand, der anfangs hyalin und ungeschichtet ist (Fig. 14), aber von Anfang an wie echter Schleim reagiert. Erst im letzten Entwickelungsstadium zeigt die nun zu einer breiten Schleimmembran herangewachsene sekundäre Verdickungsschicht der Endospermzellen Schichtung (Fig. 15). Das Lumen ist zu einer schmalen Spalte zusammengeschrumpft, führt aber noch lange Stärke.

Nach innen zu wird der Endosperm von einer Schicht stark kollabierten „Quellgewebes“ begrenzt.

Die sekundären Schleimmembranverdickungsschichten bilden den Reservestoff des Samens. Sie werden bei der Keimung aufgebraucht. Zunächst verflüssigen sie sich und dann wird ihr Inhalt fortgeführt. Schliefslich bleiben nur noch die zarten primären Membranen übrig, die zusammenschrumpfen, aber nicht gelöst werden. Nunmehr bewirkt Alkohol in den entleerten Zellen keine Schleimfällung mehr. Die Schleimsubstanz wird den Cotyledonen durch das Quellgewebe zugeführt. So lange der Schleimvorrat reicht, also Kohlenhydrate in die als Saugorgane funktionierenden Cotyledonen reichlich übertreten, führen die letzteren viel Stärke. Dann schwindet dieselbe.

Das Gewebe der Cotyledonen ist ein zartes Parenchym von meristematischem Charakter, welches durchzogen ist von einer Reihe von Prokambiumsträngen (*proc.*, Fig. 11). An der flachen Seite der Cotyledonen, dort wo dieselben aufeinander liegen — es ist dies die morphologische Oberseite — findet sich ein Palissadengewebe von 2—4 Reihen (*p.*, Fig. 11). Die andere Blatthälfte füllt ein zartwandiges Merenchym (*mer.*, Fig. 11). An der Grenze beider laufen die eben erwähnten Prokambiumstränge, die bei der epigäen Keimung der Samen zu Nervenbündeln werden. Das Gewebe der Radicula besteht in der Randschicht aus einem zarten collenchymatischen Gewebe (×, Fig. 9), das bis zur Bündelscheide reicht. Im Innern liegt ein Prokambiumbündelstrang (*proc*, Fig. 10). Derselbe besteht im einfachsten Falle aus 4 Prokambiumsträngen, die Kreuzstellung zeigen. Höchstens treten 8 solcher Stränge auf. In einigen dieser Stränge sind bereits junge Gefäfse zu bemerken (*gf.*, Fig. 10). In der Mitte liegt ein zarter Markkörper.

Der Inhalt der Zellen der Radicula und der Cotyledonen besteht aus einem Ölplasma, in welches Aleuronkörner und Stärkekörnchen eingebettet sind. Legt man den Schnitt in Osmiumsäure, so heben sich die Aleuron- und

Stärkekörner hell ab von dem gebräunten Ölplasma. Behandelt man den Schnitt mit Natriumphosphat, so bleibt das Öl-Plasmanetz übrig und die Aleuronkörner werden gelöst (Fig. 16 b). Legt man in Wasser, so bedeckt sich der ganze Schnitt mit vielen kleinen Öltröpfchen. Beobachtet man in Alkohol und läfst Jodlösung zufliefsen, so werden die kleinen Stärkekörnchen deutlich und es treten die Details an den Aleuronkörnern hervor (Fig. 16 a, 17 und 18). Man sieht alsdann, dafs einige nur aus einer Grundmasse bestehen, in die ein zartes helles Netzwerk eingebettet ist (Fig. 18), andere noch aufserdem ein Kristalloid enthalten (Fig. 17). Läfst man dann vorsichtig erst Wasser und dann sehr verdünntes Kali zufliefsen, so löst sich das Kristalloid und die Grundmasse und es bleibt das eben erwähnte Netz übrig (Fig. 19 und 20), umgeben von der zarten Haut. Hieraus ergiebt sich, dafs bei den Aleuronkörnern des Bockshornsamen Globoide in Körnerform fehlen, die Globoidmafse vielmehr in Form eines Balkengerüstes vorhanden ist. Die Gröfse der Aleuronkörner schwankt. Nur die grofsen, die 10—15 mik messen, führen Kristalloide, die kleinen, 1,5—8 mik messenden sind kristalloidfrei.

Auch der Trigonellin hat seinen Sitz in den Cotyledonen und der Radicula, denn beide werden durch Eisenchlorid rötlich und durch Kali gelb.

Das Pulver.

Betrachtet man das Pulver in Wasser, so treten namentlich die hellen Schleimzellen des Endosperms hervor, betrachtet man in Alkohol, so lassen sich die Aleuronkörner und nach Zufliefsenlassen von Jodlösung auch die Stärkekörner wahrnehmen und messen. Besonders Form, Bau und Gröfse der Aleuronkörner bietet ein vorzügliches diagnostisches Hilfsmittel. Bei Betrachten des Pulvers in Chloral treten alsdann Fragmente der Cotyledonen und der Radicula und namentlich solche der Samenschale in Flächen- und Queransicht in allen Details deutlich hervor. Sowohl die Palissadenschicht als auch die Säulenzellen sind charakteristisch, besonders letztere.

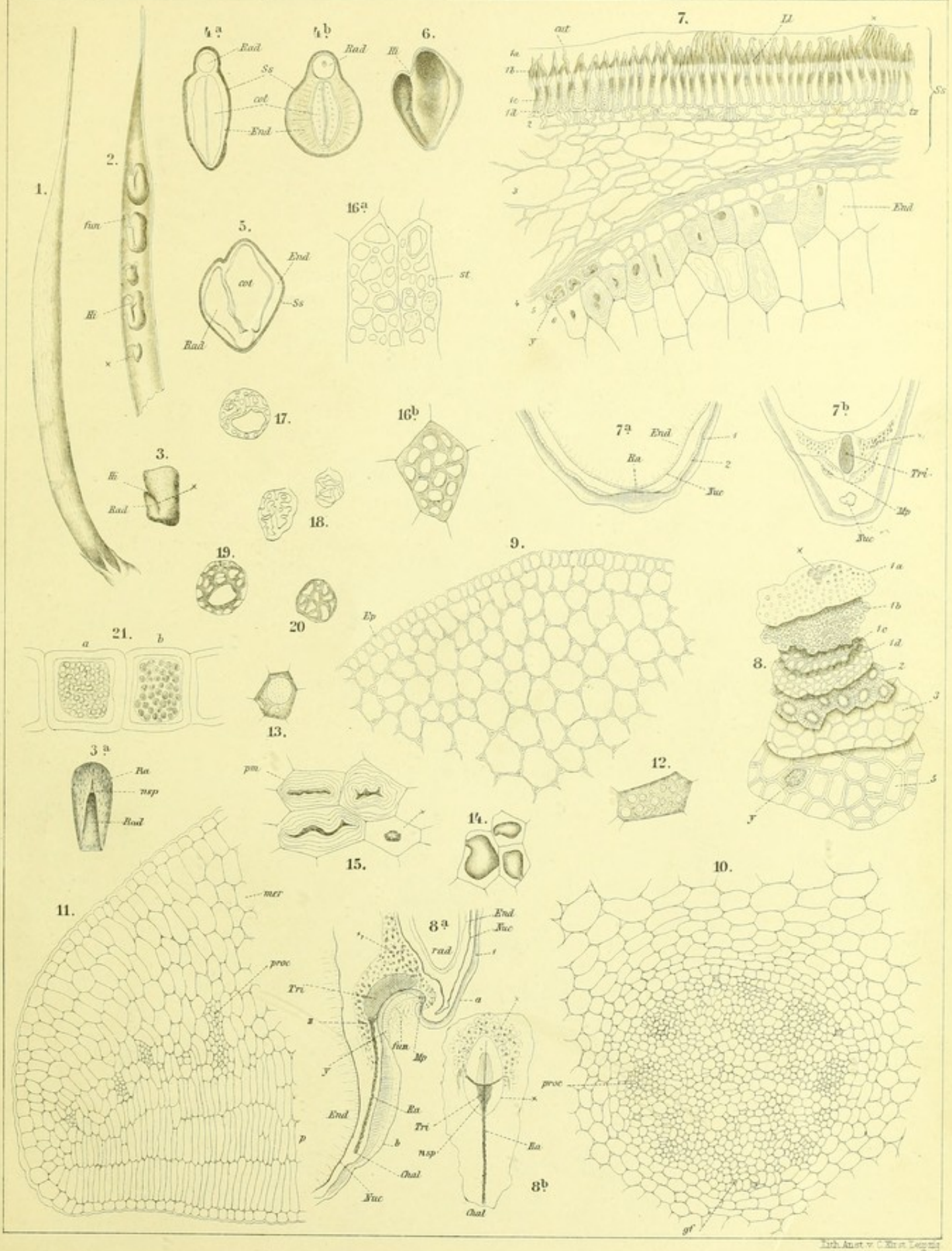
Tafel 75.

Erklärung der Abbildungen.

(Trigonella Faenum Graecum L.)

Fig. 1. Frucht von aufsen.
„ 2. Frucht längs durchschnitten.
„ 3. Same von der Fläche betrachtet.
„ 3a. Same von der Innenseite betrachtet.
„ 4a. Same in der Mitte quer durchschnitten, trocken.
„ 4b. Same, in der Mitte quer durchschnitten, in Wasser.
„ 5. Same, längs durchschnitten.
„ 6. Same, längs durchschnitten, Keimling herausgelöst.
„ 7. Querschnitt durch die Samenschale und den Rand des Endosperms.
„ 7a. Querschnitt durch die Samenschale an der Stelle, wo die Raphe verläuft (etwa bei b, Fig. 8 a).
„ 7b. Querschnitt durch die Stelle der Samenschale, wo die Tracheideninsel und die Nucellusspitze liegt (etwa bei a, Fig. 8 a).
„ 8. Succedane Flächenschnitte durch die Schichten der Samenschale. Die Zahlen 1—5 bezeichnen die correspondierenden Schichten in Fig. 7 und 8.
„ 8a. Medianer Längsschnitt durch die Samenschale, dort wo das Hilum und die Raphe liegt.
Fig. 8b. Flächenansicht der Partie am Hilum, also Fig. 8 a von rechts her betrachtet.
„ 9. Querschnitt durch die Randpartie der Radicula.
„ 10. Querschnitt durch den centralen Bündelcylinder der Radicula.
„ 11. Querschnitt durch den Rand eines der Cotyledonen.
„ 12—15. Entwickelungsgeschichte der Schleimzellen des Endosperms.
„ 16a. Zellen aus den Cotyledonen mit den Aleuron- und Stärke-Körnern (*st*) in Alkohol.
„ 16b. Eine Zelle der Cotyledonen in Natriumphosphat. Das Grundplasmanetz deutlich.
„ 17. Kristalloidführendes Aleuronkorn aus den Cotyledonen, mit Alkohol entfetteter Schnitt, in Jodlösung.
„ 18. Kristalloidfreies Aleuronkorn, ebenso behandelt.
„ 19 und 20 Die Aleuronkörner (Fig. 17 und 18) nach Behandeln mit sehr verd. Kali.
„ 21. Zellen der sog. „Kleber- bez. Aleuronschicht", der Randschicht des Endosperms, a. nach der Maceration mit Alkohol in Natriumphosphat, b. in Wasser. In b. die Aleuronkörner.

Faenum graecum.



Lith. Anst. v. C. Kirn in Leipzig

Rad. belladonnae.

Tollkirschen oder Belladonnawurzel, Racine de Belladonne, Belladonna Root.

Von der Tollkirsche, Atropa Belladonna L., ist die Wurzel, sowie das ansitzende Rhizom mit den Stengelresten unter dem Namen Rad. belladonnae in Gebrauch.

Das Rhizom zeigt zwei Formentypen. Entweder ist es sehr lang und stengelartig — der seltenere Fall — oder es ist kurz und mehrköpfig (Fig. 1, *Rhiz.*). Im ersteren Falle gleicht sein Bau ganz einem typischen Stengel. Es besitzt alsdann einen breiten, derben, strahligen Holzkörper (*gth*, Fig. 2 a), der dem Ganzen eine grofse Festigkeit verleiht und der neben Gefäfsen zahlreiche Libriformfasern enthält.

In den Fällen wo das Rhizom kurz ist und sich nach oben hin in mehrere Äste gabelt, die entweder Knospen oder Stengel tragen, zeigt das Rhizom einen etwas verschiedenen Bau, je nachdem man es unten, wo es in die Wurzel übergeht (bei *c*, Fig. 1), in der Mitte (bei *b*, Fig. 1) oder oben (bei *a*, Fig. 1) durchschneidet. Im unteren Teile ist es weich und wenig holzig (Fig. 2 c). Ein Kranz von Gefäfsbündeln umgiebt ein grofses Mark (*m*, Fig. 2 c), in dem am Rande einige isolierte Gefäfsteilgruppen liegen. Etwas weiter oben legt sich an diesen peripheren Rand (*agth*, Fig. 2 b) ein geschlossener Gefäfsteilcylinder (*igth*, Fig. 2 b) und ganz oben verschwindet der periphere Gefäfsteil ganz oder nahezu ganz, und der Gefäfsteil besteht aus einem derben, strahligen Holzcylinder wie in Fig. 2 a. Wie weit das Rhizom reicht, ist an der Droge leicht auch äufserlich zu sehen. Der Rhizomteil derselben ist nämlich relativ glatt und zeigt Längsstreifen, hie und da auch Querrunzeln (Fig. 1, *Rhiz.*). Auch beim Durchschneiden merkt man bald, ob man ein Rhizomstück vor sich hat. Denn dieselben sind, wenigstens im oberen Teile, viel derber und fester als die Wurzeln, die sich nach dem Aufweichen wie Wachs schneiden lassen. Es rührt dies eben daher, dafs die Rhizome, wie oben erwähnt, einen sehr derben Holzkörper besitzen.

Ursprünglich endigt die junge Hauptwurzel oben in einen Sprofs. Derselbe stirbt aber nach einem Jahre ab und wird durch einen oder mehrere Seitensprosse übergipfelt, die, nachdem sie neue Sprosse gebildet haben, ihrerseits wieder übergipfelt werden. Da diese Übergipfelung sehr dicht unter- und nebeneinander erfolgt, liegt an der Spitze der Hauptwurzel oft ein ganzes Konglomerat von Sprossen verschiedenen Grades (Fig. 1), deren Zugehörigkeit zu den einzelnen Jahren nicht mehr festzustellen ist. Das ganze Verzweigungssystem ist ein Sympodium.

Nach unten zu läuft das Rhizom in die Hauptwurzel aus (*Hwu*, Fig. 1). Dieselbe ist oft aufserordentlich stark und lang. Hauptwurzeln von 30 bis 40 mm Dicke gehören keineswegs zu den Seltenheiten. Daher findet man auch in der Droge ganz gewaltige Wurzeln. Meist allerdings sind dieselben der Länge nach halbiert, um sie besser trocknen zu können. Häufig erscheint die Hauptwurzel gedreht. Nicht selten treten an ihr, besonders dann, wenn ihr Wachstum durch irgend welche Umstände gehindert ist, zahlreiche derbe Nebenwurzeln hervor (*Nwu*, Fig. 1). Aber gar oft unterbleibt dies auch und die Hauptwurzel bleibt mit ihren zarten Nebenwurzeln dauernd das einzige Ernährungsorgan. Zarte Nebenwurzeln treten übrigens auch aus dem Rhizome hervor. Die Wurzeln sind äufserlich dadurch kenntlich, dafs sie grobrunzlich sind (Fig. 1). Dies läfst sie von den Rhizomabschnitten deutlich unterscheiden. Die groben Runzeln sind besonders tief bei den Hauptwurzeln, wo sie bisweilen zu einer förmlichen Zerklüftung des Wurzelkörpers führen. Auch beim Durchschneiden ist die Wurzel leicht kenntlich. Eingeweicht schneidet sie sich wie Wachs, trocken bricht sie körnig-eben und stäubt dabei infolge ihres hohen Stärkegehaltes. Aufsen ist sie grau bis graubräunlich, innen grauweifs, mehlig. Gekaut schmeckt sie anfangs süfslich, dann bitterscharf und würgend. Durchschneidet man die Wurzeln, so findet man eine strahlige Randzone am Kambium und im Innern zerstreute Holzbündel (Fig. 3 d und 4). Auch dies läfst Wurzel und Rhizom leicht unterscheiden.

Der anatomische Bau des Rhizoms ist folgender: Die Rinde ist schmal (Fig. 2 a). Sie ist bedeckt von der Epidermis (*Ep*, Fig. 5) und einer unter derselben liegenden mehrschichtigen Korkschicht (*K*, Fig. 5), dann folgt ein mit Stärke vollgepfropftes Parenchym, in dem vereinzelte Zellen mit sehr kleinen Kalkoxalatkristallen sich finden (*krz*, Fig. 5). Diese sogenannten Kristallsandzellen, die sich in allen Teilen der Pflanze, in Mark und Rinde bei allen Solaneen und Datureen finden, erscheinen grau. Die Kristalle selbst sind aufserordentlich klein, dreistrahlig (Fig. 14). Das Kambium

(*c*, Fig. 5) trennt die schmalen äufseren Siebteile (*sb*, Fig. 5, *sba*, Fig. 2b und 2c) von dem derben Holzkörper (*gth*, Fig. 5). Aufserhalb der durch breite Rindenstrahlen (*rst*, Fig. 5) geschiedenen Siebteile liegt ein lockerer Ring von Bastzellen (*B*, Fig. 5). Diese Bastzellen sind sehr lang und dadurch ausgezeichnet, dafs sie centripetale Wandverdickungen zeigen, die bisweilen zum Verschlusse des Lumens führen (Fig. 5a). Sie besitzen zugeschärfte Enden und linksschiefe Tüpfel. Der Holzkörper besteht seiner Hauptmasse nach aus Libriformzellen (*lf*, Fig. 5), zwischen denen sich einige Gefäfse und Gefäfsgruppen (*gf*, Fig. 5) befinden.

Mehrreihige Markstrahlen durchziehen den Holzkörper in radialer Richtung (*mk*, Fig. 5). Innerhalb des Holzkörpers liegt, wie bei vielen (vielleicht allen) Solanaceen, ein Ring innerer Siebbündel (*sbi*, Fig. 2b und 2c), so dafs also die Bündel bicollateral sind. Auch diese Siebbündel führen, wie die äufseren am Rande, hier also gegen das Mark hin, Bastzellen. Zu innerst liegt das mit Stärke vollgepfropfte Markparenchyn (*m*, Fig. 2b und 2c).

Die Wurzeln sind sehr verschieden von dem Rhizom gebaut. Der primäre Bau der Wurzel ist diarch (Fig. 3a). Wurzeln, die noch diesen Bau zeigen, sind in der Droge selten, kommen aber darin vor. Sie besitzen nur einen Durchmesser von circa 0,2 mm, sind also haarfein. Sehr frühzeitig, wenn die Wurzel einen Durchmesser von circa 0,4 mm besitzt, bildet sich um die zweistrahlige Gefäfsplatte ein derber Libriformcylinder aus. Im Centrum der Wurzel liegt also ein derber Strang festen Gewebes (Fig. 3b). Hat die Wurzel einen Durchmesser von 2 mm erreicht, so ist der primäre radiale Bau sehr vollständig in den sekundären collateralen übergegangen und die Wurzel beginnt die primäre Rinde samt den Wurzelhaaren abzuwerfen. Die Endodermis übernimmt nun die Rolle des äusseren Schutzes (Fig. 3c). Aber noch Wurzeln von circa 4 mm Dicke lassen hie und da Reste der primären Rinde erkennen. Schon bevor die primäre Rinde abgeworfen wird, tritt im centralen Strange Sprengung ein und eine circa 2 mm dicke Wurzel zeigt innerhalb des peripherischen Bündelringes zerstreute Gefäfsgruppen und einen zersprengten Centralstrang (Fig. 3c). Bei Wurzeln von circa 9 mm Dicke, die in der Droge oft vorkommen (Fig. 3d) liegt innerhalb des Kambiumringes und diesem angelagert ein Kranz radial gestreckter Gefäfsteile und innerhalb desselben isolierte Gefäfsteilgruppen. Der Centralcylinder ist ganz zersprengt und kaum noch als solcher zu erkennen, wenigstens stets undeutlich. Dies Bild bleibt dann erhalten und auch die dicksten Wurzeln, z. B. die Hauptwurzeln der Pflanze, zeigen den gleichen Bau (Fig. 4).

Bedeckt sind die Wurzelstücke, wie sie die Droge enthält, mit einer Korkschicht (*K*, Fig. 6), die der Endodermis bezw. dem Perikambium entstammt. Dieselbe stirbt aufsen ab und erneuert sich von innen her.

Die sekundäre Rinde besteht zu äufserst aus einem zarten Parenchym, welches mit Stärkekörnern (*stä*, Fig. 6) vollgepfropft ist. Diese Stärkekörner (Fig. 9), die auch im inneren Teile der Wurzel reichlich sich finden, sind 3—15—20 mik grofs, rundlich oder halbkugelig, einfach oder zu mehreren zusammengesetzt. Sie bedingen das Stäuben der trockenen Wurzel beim Durchbrechen und die Blaufärbung der Querbruchstelle durch Jodlösung. Eingestreut in das Stärkeparenchym findet man dann noch Zellen mit Kalkoxalatsand (*krz*), dessen Kriställchen (Fig. 14) schon oben beschrieben wurden. Der Siebteil (*sb*, Fig. 6) ist schmal, läfst aber schön die Siebröhren mit den geneigten Siebplatten erkennen. Das Kambium (*c*, Fig. 6) läuft als Kreislinie ringsum und ist mehrreihig. An dasselbe legt sich von Innen her ein Kranz grofser Holzbündel, die vorwiegend aus Gefäfsen (*gf*, Fig. 6) neben Holzparenchym bestehen. Derartige Holzbündel finden sich dann auch zerstreut im inneren Teile der Wurzel (Fig. 7). Bei älteren Wurzeln, z. B. der Hauptwurzel, werden die Gefäfse dieser Holzbündel von Libriformfasern (*lf*, Fig. 8) begleitet, die bei dünneren Wurzeln nur an dem zersprengten Centralstrange zu finden sind. Die Gefäfse sind getüpfelt oder leistenförmig verdickt (*gf*, Fig. 8), übrigens oft hin und her gebogen. Kristallsandzellen liegen auch im centralen Teile der Wurzel, einzeln oder zu weniggliederigen Gruppen vereinigt.

Durch Kochen mit verdünntem Kali lassen sich die parenchymatischen Elemente der Wurzel leicht isolieren.

Die Frühlingswurzel enthält Zucker und wenig oder gar keine Stärke. Sie ist auch alkaloidarm. Man sammelt daher die Wurzel im Juli und August von der blühenden resp. fruchtenden Pflanze. Diese zeigt die oben beschriebenen Merkmale, besonders den grofsen Stärkereichtum.

Das Pulver.

Das Pulver der Belladonnawurzel bietet, besonders wenn es aus geschälter Wurzel dargestellt wurde, aufser den Kristallsandzellen wenig Charakteristisches. Das Stärkemehl prävaliert stark. Demgegenüber treten die anderen Elemente, wie die Gefäfse, sehr in den Hintergrund. Reichliche Beimengung von Libriform- oder Bastzellen (Fig. 5a) deutet auf — übrigens unzulässige — gröfsere Mengen von Rhizom.

Fol. Belladonnae.

Belladonna oder Tollkirschenblätter, Feuilles de Belladonne, Belladonna leaves.

Die Blätter von Atropa Belladonna L. zeigen besonders in der Blütenregion eine merkwürdige Anordnung (es sind sogenannte Folia geminata), die dadurch zu stande kommt, dafs das Tragblatt bis zum nächsten Knoten hinaufrückt. So stehen in der Blütenregion vier Organe nebeneinander: eine Blüte oder ein Partialblütenstand, eine Knospe, ein grofses und ein kleines Blatt (Fig. 15). Die Blüte I ist das morphologische Ende der Achse I, die Blüte II das der Achse II u. s. f. Der Blütenstand ist also ein Sympodium, die Blüten also nicht, wie es zuerst scheint, achselständig. Die (scheinbare) Hauptachse ist aus Abschnitten verschiedenen Grades zusammengesetzt. Von den beiden Blättern, welche an den Knoten sitzen, ist das gröfsere (β, Fig. 15) von dem nächst tieferen Knoten heraufgewachsen, gehört also eigentlich nicht an diese Stelle. Es trägt in seiner Achsel den ganzen Sprofs I, der die Blütenstandsachse fortsetzt. Das zweite Blatt (α_1) gehört an die Stelle, wo es sich findet. Es trägt in seiner Achsel eine Knospe (*kn*), die nur selten sich weiter entwickelt und die meist im Knospenzustande verbleibt. Ganz das Gleiche gilt dann auch von den weiteren Verzweigungen. β_1 und β_{11} gehören an den nächst tieferen Knoten u. s. w.; β_1 ist das Deckblatt des Sprofses II u. s. f. Von den „gepaarten Blättern" steht also nur das kleinere an der richtigen Stelle, das gröfsere ist das hinaufgewachsene Deckblatt des betreffenden Sympodialgliedes, das kleinere das sterile Vorblatt desselben. Da die Vorblätter zum Deckblatt transversal stehen, so bilden hiernach diese beiden Blätter ungefähr einen rechten Winkel miteinander. In der vegetativen Region des Stengels liegen die Sachen anders. Hier stehen die Blätter in spiraliger Anordnung am Stengel. Aber auch hier scheinen übrigens die Blätter zum nächstfolgenden Knoten hinaufzurücken. An der Grenze der Blütenregion findet eine Stauchung der Achsen statt, die so stark ist, dafs hier anscheinend aus einem Punkte mehrere scheinbar gleichwertige Achsen trugdoldenartig entspringen, bei schwachen Exemplaren zwei, bei starken ein Scheinquirl von zwei bis sechs. Oberhalb dieser Stelle findet sich dann das oben beschriebene Verhältnis: Sympodien von Wickelcharakter und die Folia geminata. Auch die sekundären Verzweigungen der Inflorescenz zeigen übrigens sympodialen Charakter.

Die Blätter selbst sind eiförmig, elliptisch oder eilänglich, in eine ziemlich feine Spitze auslaufend, an der Basis in den Stiel keilförmig verschmälert, ganzrandig, dünn, 4 bis 20 cm lang. Die von dem Hauptnerven abgehenden Sekundär- und Tertiärnerven bilden Randschlingen. Mit bloßem Auge sieht man nur auf den Nerven Haare, bei Betrachtung mit der Lupe sieht man aber auch dergleichen auf der Fläche; bei dieser Betrachtungsweise treten auch zahlreiche zarte weifse Flecke oder Höcker hervor, die den Oxalatzellen entsprechen, die im Innern des Blattes liegen.

Der anatomische Bau der Blätter ist einfach. Die Epidermis der Blattoberseite (*Epo*, Fig. 10 und 11) besteht aus etwas tangential gestreckten Zellen, die, von der Fläche betrachtet, nur geringe wellige Biegungen der Seitenwände erkennen lassen. Die Kuticula zeigt zarte, unregelmäfsig verlaufende Falten (Fig. 11), die über den Nerven stärker sind, dort gerade verlaufen und daselbst auch auf dem Querschnitte sichtbar werden (*cut*, Fig. 10). Spaltöffnungen sind vorhanden, aber nicht sehr zahlreich. Die Epidermis der helleren Blattunterseite (*Epu*, Fig. 10 und 12) zeigt eine stärkere Wellung der Epidermisseitenwände (Fig. 12) und eine erheblich gröfsere Anzahl von Spaltöffnungen. Die Faltung der Kuticula ist die gleiche wie auf der Oberseite. Die Zahl der Nebenzellen beträgt bei den Spaltöffnungen sowohl der Blattoberseite wie der Unterseite meist 3, seltener 4.

Unter der oberen Epidermis liegt eine meist einreihige Schicht von Palissaden (*p*, Fig. 10), dann folgt ein zartes, reich durchlüftetes Merenchym. In ihm finden sich auch die ziemlich zahlreichen Kristallsandzellen, die eine grofse Menge sehr kleiner Kriställchen (Fig. 14) führen.

Die Haare, welche auf beiden Seiten der Blattfläche liegen und wie gewöhnlich so auch hier die Nerven bevorzugen, sind für gewöhnlich Reihenhaare mit einem kugeligen Köpfchen (*t*, Fig. 10 und 13). Daneben finden sich auch, wennschon bedeutend in der Minderzahl, solche mit mehrzelligem Köpfchen (t_{11}, Fig. 11) und solche mit kegeliger Spitze (*t*, Fig. 11).

Der Mittelnerv ladet stark nach unten aus, etwas auch nach oben. Er führt unter der Epidermis sowohl oberseits wie unterseits einen schmalen Kollenchymstrang (*col*, Fig. 10). Im Grundparenchym liegen auch hier Kristallsandzellen. Das Nervenbündel ist bicollateral. Es führt also Siebteile sowohl oberseits (*sb*,) wie unterseits (*sb*, Fig. 10). Der Gefässteil (*gth*) zeigt undeutlich strahligen Bau. Die Sekundär- und Tertiärnerven liegen im Mesophyll und treten nicht oder doch nur wenig äufserlich hervor.

In der Droge finden sich bisweilen Blüten und Früchte.

Das Pulver.

Das Pulver der Belladonnablätter ist durch die Kristallsandzellen charakterisiert. Auch die eigenartigen Haare sind diagnostisch brauchbar. Bei den Epidermisfetzen mufs man die Zahl der Spaltöffnungsnebenzellen bestimmen. Es sind meist drei. Auch die Faltung der Kuticula ist charakteristisch. Man präpariert in Chloral.

Tafel 76.

Erklärung der Abbildungen.

(Atropa Belladonna L.)

Fig. 1—9. Radix Belladonnae.

Fig 1. Junges Rhizom (*Rhiz*) von Atropa Belladonna L. mit Wurzeln und einigen Sprossen. ×, der Sprofs dieses Jahres, × der abgestorbene Sprofs des Vorjahres. Die Hauptwurzel (*Hwu*) ist im Wachstum gehemmt und hat mehrere starke Nebenwurzeln (*Nwu*) gebildet.

„ 2a. 2b, 2c. Querschnitte durch das Rhizom in verschiedenen Höhen (Lupenbilder). 2a oben bei a (Fig. 1), 2b in der Mitte bei b (Fig. 1) und 2c unten bei c (Fig. 1), dort, wo das Rhizom in die Wurzel übergeht.

„ 3—4. Wurzelquerschnitte (Lupenbilder).

„ 3a. Primärer Bau der Wurzel (diarch).

„ 3b. Beginn des sekundären Dickenwachstums. Im Centrum liegt ein Libriformcylinder.

„ 3c. Die primäre Wurzelrinde wird abgeworfen, der centrale Libriformcylinder ist zersprengt.

„ 3d. Fertige Nebenwurzel, Drogenmaterial.

„ 4. Fertige Hauptwurzel, in der Mitte durchgespalten, Drogenmaterial.

Fig. 5. Querschnitt durch die Rinde und den äufseren Teil des Holzkörpers des Rhizoms.

„ 5a. Bastzellen aus der Rinde des Rhizoms.

„ 6. Querschnitt durch die Randschicht der Wurzel am Kambium.

„ 7. Querschnitt durch den inneren Teil der Wurzel.

„ 8. Gefäfse und Libriform aus einer älteren Wurzel, Längsansicht.

„ 9. Stärkekörner der Wurzel.

Fig. 10—15. Folia Belladonnae.

Fig. 10. Querschnitt durch die Mittelrippe des Blattes und die benachbarte Lamina.

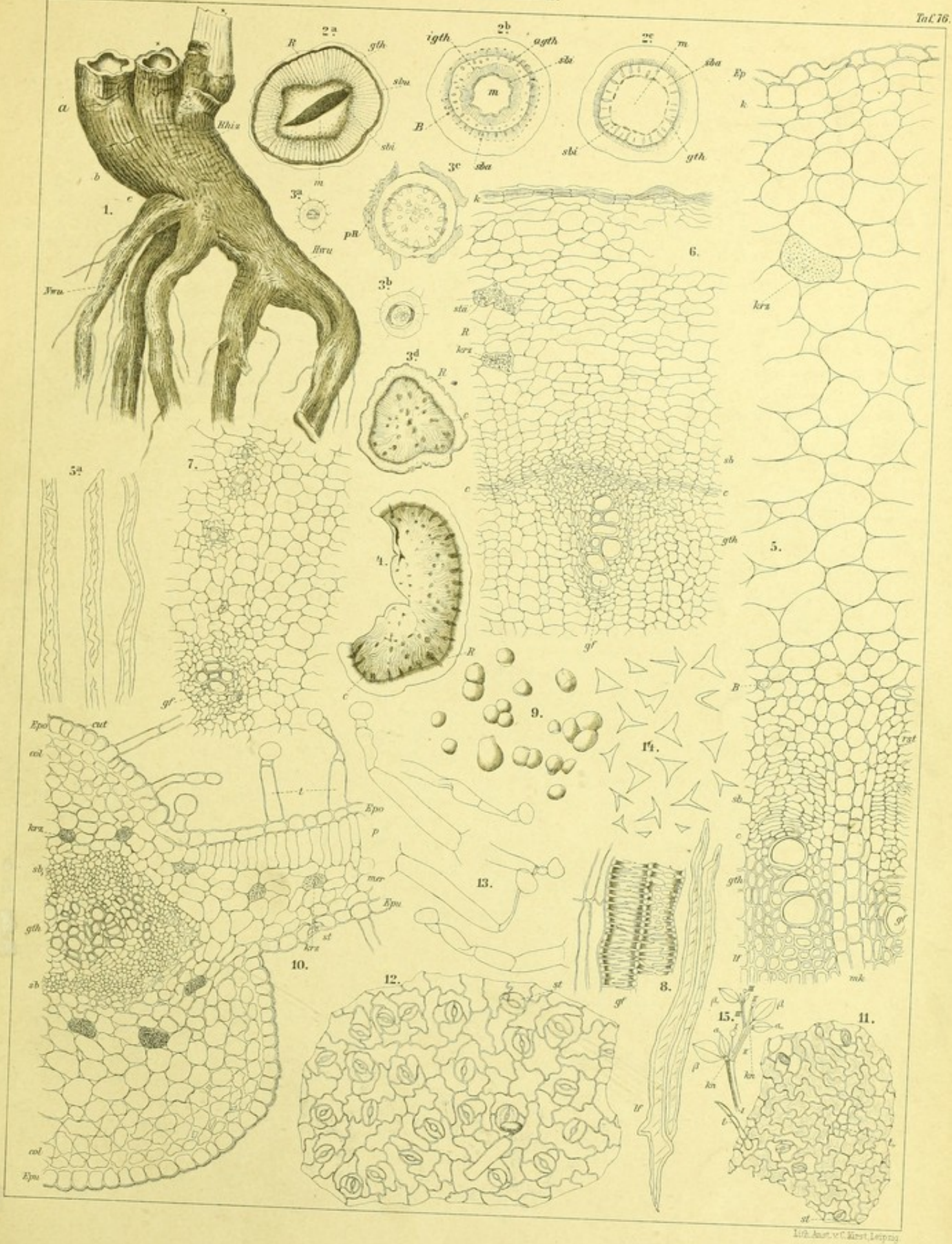
„ 11. Epidermis der Blattoberseite. Flächenschnitt.

„ 12. Epidermis der Blattunterseite. Flächenschnitt.

„ 13. Haare.

„ 14. Kalkoxalatkriställchen aus den Kristallsandzellen.

„ 15. Aufbau der Blütenregion und Deutung der Folia geminata (nach Eichler).



Lith. Anst. v. C. Kirst, Leipzig.

Cubebae.

Fruct. cubebae, Cubeben, Cubèbe, Poivre à queue, Cubebs.

Der Kletterstrauch Cubeba officinalis Miq., (Piper Cubeba L. fil.), ist diclin-dioecisch. Die Blütenstände stehen den Blättern gegenüber und nicht in der Achsel eines Laubblattes. Diese scheinbare Anomalie kommt dadurch zu stande, dafs das Internodium in einen Blütenstand ausläuft, der letztere also morphologisch gipfelständig ist. Aus der Achsel des unter dem Blütenstande inserierten Laubblattes, das scheinbar dem Blütenstande gegenübersteht, entspringt ein neuer Sprofs, der wieder in einen Blütenstand ausläuft u. s. f. Das Ganze ist also ein Sympodium, dessen einzelne Glieder Achsen verschiedener Ordnung sind, die sich in eine gerade Linie richten und die Blütenstände beiseite schieben.

Die männlichen Blütenstände sind kurzgestielte, schlanke, walzenförmige Ähren (Kolben), die eine Länge von ca. 4 cm besitzen. Die Blüten sitzen in der Achsel von spiralig angeordneten Deck- oder Tragblättern so versteckt, dafs man sie von aufsen fast gar nicht sieht (Fig. 5). Im grofsen und ganzen scheint das Verhalten der Tragblätter dem bei Piper nigrum (S. 103 u. Fig. 3) beschriebenen ähnlich, d. h. das Scheinperigon der Blüte besteht aus den Abschnitten dreier Tragblätter, von denen eines die Blüte von unten, die beiden anderen die Blüte von der Seite behüllen. Die von der Seite die Blüte behüllenden Abschnitte, die sich an der Bildung des Scheinperigons in erster Linie beteiligen, greifen so weit über dieselbe, dafs sie wie ein Becher die Blüte umschliefsen (Fig. 5), dabei greifen die seitlichen Abschnitte eines Tragblattes um zwei benachbarte Blüten herum. Das Tragblatt erscheint demgemäfs im Querschnitte T-förmig. Die Tragblätter bestehen aus einem dünnwandigen Parenchym, in dem zahlreiche Ölzellen liegen. An den Seiten, die den Blüten benachbart sind, finden sich grofse Schleimzellen (×, Fig. 5). Die männlichen Blüten sind perigonlos und bestehen nur aus zwei oder drei Staubfäden, welche auf einem kurzen Stiel grofse Antheren tragen (*anth*, Fig. 5), die dicht erfüllt sind mit rundlichen Pollenkörnern mit glatter Exine. Sind nur zwei Stamina vorhanden, so ist das hintere abortiert. In der Regel sind drei ausgebildet, so dafs der Querschnitt durch den Blütenstand bald zwei, bald ein Staubgefäfs trifft (Fig. 5). In der Mitte der Spindel liegt eine grofse Höhle. Rings um dieselbe sind die Gefäfsbündel in einen Kreis angeordnet (*gfb*, Fig. 5).

Der weibliche Blütenstand ist etwa eben so lang wie der männliche, aber etwas dicker. Die weiblichen Blüten sind in der gleichen Weise wie die männlichen inseriert. Auch hier sind demnach die Tragblätter im Querschnitte T-förmig (Fig. 3) und auch im Längsschnitte zeigen sie diese Form (Fig. 2). Die ganz jungen Blüten sind kugelförmig und zeigen nur einen kurzen Griffelkanal (♀ *bt*, Fig. 2). Bei der weiteren Entwickelung schieben sie sich zwischen den Tragblättern vor und nunmehr treten an der Spitze der ♀-Blüte zwei bis vier Narben hervor (*Na*, Fig. 3). In diesem Stadium ist die nunmehr keulenförmige Blüte empfängnisreif. An ihrer Basis wird in der Fruchtknotenhöhle ein einfaches atropes Ovulum sichtbar (*ov*, Fig. 3). Ist die Befruchtung vollzogen, so erfolgt zunächst in der Partie unterhalb des Ovulums ein lebhaftes Wachstum. Infolgedessen wird die junge Fruchtanlage nunmehr vollständig aus der Tragblatthülle hervorgeschoben (*fr*, Fig. 4). Sie sitzt scheinbar auf einem Stiele, der aber wie gesagt nichts anderes ist, als die stielartig verlängerte Fruchtknotenbasis. Diese letztere wird schliefslich einige (bis 10) mm lang. An der Basis der weiblichen Blüte beobachtet man mehrere kleine Spitzchen (*y*, Fig. 3). Es dürften dies Staminodien sein. Die Tragblätter der weiblichen Blüte sind ähnlich wie die des männlichen Blütenstandes gebaut. Sie bestehen aus dünnwandigem Parenchym, in dem einige wenige Ölzellen liegen. Am äufseren Rande sind sie papillös, am inneren, gegen die Blüten gerichteten, wo im Gewebe auch hier wieder je eine grofse Schleimzelle liegt (×, Fig. 3 u. 4), finden sich Haaranlagen, die später auswachsen und die Fruchtstandspindel behaart erscheinen lassen (Fig. 6, *t*). Diese Haare (Fig. 6 b) sind ganz denen ähnlich, die ich beim Pfeffer beschrieben habe (Taf. 25, Fig. 5). Es sind mehrzellige Reihenhaare. Die Schleimzellen (×) der Tragblätter wölben sich, wenn die Blüte aus der Tragblatthülle herausschlüpft, stark gegen die Blüte vor (Fig. 4) und man erhält fast den Eindruck, als ob dieselben die Blüte gewissermafsen herauspressen.

Die Spindel des reifen Fruchtstandes, die sich bisweilen in der Droge, besonders in schlechter Ware, manchmal sogar ziemlich reichlich findet, ist ziemlich dick (3 mm). Um die Centralhöhe liegt ein Kranz grofser Gefäfsbündel (*gfb*, Fig. 6) und um diese ein zweiter Kranz kleiner. Dieselben führen meist Spiralgefäfse neben Netzleistengefäfsen und sind umschlossen von einem dicken Belege von derben Bastfasern (Fig. 6 c). In der vorwiegend von den Tragblattresten gebildeten Randschicht finden sich zahlreiche, mehr oder weniger

isolierte, sclerotisierte Parenchymzellen neben sehr wenigen Ölzellen, so dafs man die Spindel als wertlos betrachten kann und ihre Beseitigung aus der Droge verlangen mufs.

Der reife Fruchtstand ist in Fig. 1 dargestellt. Die Früchte erscheinen bei ihm gestielt. Wie oben ausgeführt, ist der Stiel aber nur die stielartig verlängerte Fruchtbasis.

Die Früchte werden vor erlangter Reife gesammelt. Sie sind kugelig und messen 4—6 mm im Durchmesser. Die stielartige Fruchtbasis ist bis 10 mm (meist ca. 5—7 mm) lang und ziemlich dünn (×, Fig. 7). An der Spitze der Frucht findet man die Reste der Narben. Die Oberfläche ist grobnetzrunzelig (Fig. 1). Die Fruchtschale ist ca. 0,5 mm dick und leicht zerbrechlich. Sie ist es, die in erster Linie die wirksamen Bestandteile enthält. Denn der Same ist in der Droge oftmals ganz geschrumpft. Nur selten erfüllt er die Fruchthöhle nahezu ganz. Er ist nur an der Basis mit der Fruchtwand fest verwachsen (Unterschied vom Pfeffer). Doch scheint die Samenschale oder wenigstens der äufsere Teil derselben oftmals an der inneren Fruchtwand fest hängen zu bleiben, so dafs also in diesem Falle nur der innere Teil der Samenschale und der Samenkern sich von der Fruchtwand ablöst.

Die Entwickelung der Fruchtschale ist folgende. Im jugendlichen Zustande besteht dieselbe ausschliefslich aus dünnwandigem Parenchym. Erst verhältnismäfsig spät beginnt sie sich zu differenzieren. Im halbreifen Zustande ist durch Sclerose einer Anzahl von subepidermalen Parenchymzellen unter der Epidermis eine lockere Schicht von Sclereïden entstanden (Fig. 8, 2). Das durch lebhafte Teilung des Parenchyms des Mesocarps ca. 20—25schichtig gewordene Fruchtwandparenchym (Fig. 8, 3) führt reichlich Ölzellen (*oez*, Fig. 8). Dann folgt eine Zone obliterierten Gewebes (Fig. 8, 4), in welchem die Gefäfsbündel der Fruchtschale verlaufen. Dann kommen noch eine bis zwei Reihen dünnwandiges Parenchym (Fig. 8, 5) und dann eine Reihe radialgestreckter grofser Parenchymzellen (Fig. 8, 6), und zu innerst liegt eine Reihe sehr schmaler Zellen (Fig. 8, 7), die innere Epidermis der Fruchtwand. Die weitere Entwickelung der Fruchtschale setzt namentlich in der Schicht 6 ein, die vollständig sclerotisiert.

Die Wand der reifen oder nahezu reifen Frucht, wie sie in der Droge vorliegt, hat folgenden Bau. Zu äufserst liegt die Epidermis (*Ep*, Fig. 10 u. 12 und Fig. 9, 1), deren Aufsenwände stark verdickt sind. Die Zellen sind, von der Fläche betrachtet, polyedrisch (Fig. 13, 1) und führen oft kleine, wohl ausgebildete Kristalle, bisweilen in grofser Zahl, neben braunen Chromatophoren. An der Spitze der Frucht, dort wo man die Narben zu suchen hat (*Na*, Fig. 12), ist die Epidermis papillös. Nun folgt die äufsere Sclereïdenschicht (Fig. 9, 2 u. 10, *scl*). Die Sclereïden dieser Schicht bilden, wie der Flächenschnitt (Fig. 13, 2) zeigt, keine zusammenhängende Lage, sondern liegen isoliert oder sind zu weniggliedrigen Gruppen vereinigt. Die Sclereïden sind kurz und verhältnismäfsig klein. Das nun folgende dünnwandige Parenchym (Fig. 9 u. 13, 3) führt reichlich Ölzellen (*oez*, Fig. 9 u. 13) mit verkorkter Wand, die Cubebinkristalle und Öltropfen enthalten. Es bildet die Hauptmasse der Fruchtschale. Nur gegen die Spitze der Frucht tritt diese Schicht zurück und macht einem von Sclereïdennestern reichlich durchsetzten Gewebe Platz (Fig. 12). Dann folgt eine schmale Zone obliterierten Parenchyms (Fig. 9, 4). In dieser streichen die Gefäfsbündel (*gfb*, Fig. 9). Dieselben bestehen vornehmlich aus einigen wenigen Spiralgefäfsen (*gf*, Fig. 13) und werden bisweilen von einigen sclerotischen Fasern begleitet (Fig. 13, ×). Dann folgt eine schmale Parenchymschicht (Fig. 9 u. 13, 5), deren Zellen verholzt sind und meist auch keine Stärke enthalten, und darauf die innere Sclereïdenschicht (Fig. 9 u. 12, 6), der innen die äufserst zarte innere Fruchtwandepidermis aufliegt, die oftmals bis zur Unkenntlichkeit obliteriert ist (Fig. 9 u. 12, 7). Die innere Sclereïdenschicht besteht aus relativ grofsen radial gestreckten und meist auch radial oder schief-radial gestellten Sclereïden, die meist in einfacher, bisweilen aber auch in doppelter Schicht liegen. So wenigstens an dem Umfange, an den Seiten der Fruchtschale. Oben an der Spitze, dort wo der Narbenkanal liegt, lockert sich die Schicht und die Sclereïden strecken sich stabförmig. An der Basis der Frucht, dort wo der Same mit der Fruchtschale verwachsen ist, verliert die Sclereïdenschicht ihren typischen Bau (bei *z*, Fig. 7) und hier an der Fruchtbasis liegen Sclereïdeninseln (*y*, Fig. 7 und *scl*, Fig. 11) von ziemlich beträchtlicher Ausdehnung, deren Elemente wenig oder gar nicht gestreckt und erheblich schwächer verdickt sind als die Palissadensclereïden des Umfanges (Fig. 13, 6), aber auch deutliche Schichtung und reichliche Tüpfelung zeigen (Fig. 11, *scl*). In der stielartigen Fortsetzung der Fruchtbasis (×, Fig. 7) fehlt diese Schicht ganz. Hier liegt unter der Epidermis die äufsere Sclereïdenschicht, dann folgt ein schmaler Parenchymstreifen mit einigen wenigen eingestreuten Ölzellen und einigen versprengten Sclereïden, und zu innerst liegt innerhalb eines festen Bastzellpanzers, dessen Zellen denen der Spindel (Fig. 6c) gleichen, ein Bündel zarter Gefäfsbündel. Diese gabeln sich an der Fruchtbasis und entsenden Zweige bis gegen die Narbe hin (*gfb*, Fig. 7). Diese sind es, die als Fruchtwandbündel schon oben erwähnt wurden (*gfb*, Fig. 9), und die die Fruchtwand der Länge nach durchziehen (Fig. 7). An der Fruchtspitze wird dagegen die innerhalb der Gefäfsbündel liegende Fruchtwandpartie ziemlich breit (Fig. 12, 4—5) und zahlreiche Sclereïden und Sclereïdeninseln durchsetzen hier das Gewebe.

Das gesamte Fruchtwandparenchym, oder doch wenigstens die Schicht 3 (Fig. 9), enthält der Regel nach kleine Stärkekörnchen (*stä*, Fig. 9) von meist 2—4 mik Durchmesser, bisweilen auch, wenn die Früchte mit heissem Wasser gebrüht oder am Feuer getrocknet waren, Kleisterballen. Selten fehlt die Stärke ganz.

Die innere Fruchtwandepidermis (Fig. 9, 7) zeigt von der Fläche betrachtet (Fig. 13, 7) ein eigenartiges Aussehn. Die Zellwände zeigen nämlich merkwürdige Verdickungsleisten.

Das Cubebin hat seinen Sitz vornehmlich in der Fruchtwand. Es wird in den Sekretzellen gebildet, gelangt aber

durch Infiltration auch in das übrige Gewebe der Fruchtschale. Läfst man daher zu einem Schnitte konc. Schwefelsäure zufliefsen, so färbt sich derselbe bald intensiv kirschrot und kirschrote Streifen fliefsen von dem Gewebe ab. Durchtränkt man den Schnitt zuvor mit einer Ammonmolybdatlösung, saugt ab und läfst dann konc. Schwefelsäure zufliefsen, so erscheint die Färbung tiefblau. Diese Cubebinreaktion habe ich bei weitaus der überwiegenden Zahl der Cubebenfruchtschalen erhalten. Nur in verschwindend wenigen Fällen blieb sie aus. Bisweilen findet man übrigens in den Sekretzellen neben den Öltropfen kleine Kriställchen, die wohl nichts anderes als Cubebin sind (*cub*, Fig. 11).

In den meisten Früchten ist der Same stark geschrumpft. Dies wird um so mehr der Fall sein, je unentwickelter die Frucht war, als sie von der Pflanze losgelöst wurde. Derartige unentwickelte Früchte verraten sich schon durch ihre geringe Gröfse und die derben Runzeln auf der Oberfläche. Dieselben zerbrechen schon bei gelindem Drucke leicht und lassen dann die Samenanlage als ein dunkles, geschrumpftes Läppchen an der Basis der Frucht und mit dieser verwachsen erkennen. Sucht man jedoch die gröfseren und prallen Früchte heraus, so läfst sich leicht feststellen, dafs diese fast alle einen gut entwickelten Samen enthalten (Fig. 7), der an der Basis der Frucht mit breiter runder Scheibe befestigt ist, sonst aber locker in der Fruchthöhle liegt. Löst man ihn heraus, so findet man, dafs derselbe kugelrund ist und einen Durchmesser von ca. 5 mm besitzt. Er ist rotbraun von Farbe, besitzt an der Basis eine breite, runde, fast schwarze scheibenförmige Anheftungsstelle und eine vertiefte Spitze, in der ein kleines dunkles Spitzchen liegt (Fig. 7). Die Hauptmasse desselben besteht aus Perisperm (*Psp*, Fig. 7), das kleine Endosperm ist geschrumpft (*End*, Fig. 7), ebenso für gewöhnlich der kleine, wenig differenzierte, gerade unter dem Spitzchen liegende Embryo (*Em*, Fig. 7).

Die Samenschale ist schmal und an den verschiedenen Stellen von verschiedenem Bau. Manchmal besteht dieselbe nur aus zwei Schichten (Fig. 9), an der Spitze des Samens aber aus vier bis fünf Zelllagen (Fig. 12). Zu äufserst findet sich, der inneren Fruchtwand eng anliegend, für gewöhnlich eine Reihe derbwandiger brauner Zellen (Fig. 12, 8), die aber bisweilen obliteriert sind (Fig. 9). Von der Fläche betrachtet erscheinen sie derbwandig, gestreckt, oft verbogen (Fig. 13a, 8). Dann folgt eine ein- oder mehrreihige, bisweilen übrigens ganz fehlende (Fig. 9) Schicht dünner parenchymatischer Zellen, die, von der Fläche betrachtet, entweder rundlich oder gestreckt (Fig. 13a, 9) erscheinen. Die innere Epidermis der Samenschale besteht aus kurzen parenchymatischen Zellen (Fig. 9 u. 13a, 10). Dieselben nehmen gegen die Spitze des Samens hin (Fig. 12) sehr eigentümliche Formen an und werden unter der Narbe sogar mehrschichtig. Meist ist die ganze Samenschale zu einer braunen, dem Samen eng aufliegenden Haut zusammengeschrumpft. An der Basis des Samens, dort wo der Same mit der Fruchtschale verschmilzt, ist das Perisperm mit der Samenschale und diese mit der Fruchtschale so eng verwachsen, dafs eine Grenze dieser drei Gewebe nicht zu sehen ist. Sie gehen hier ganz allmählich in einander über (Fig. 11). Innerhalb der hier liegenden Sclereïdennester der Fruchtschale (*scl*, Fig. 11) folgt ein zartes Parenchym und dann eine obliterierte Parenchymschicht (*obl*, Fig. 11). Dann kommt eine Schicht dünnwandiger Zellen, die dicht mit einer braunen Masse erfüllt sind (×, Fig. 11). Diese Partie ist, in ihrem äufseren Teile wenigstens, als zur Samenschale gehörig anzusprechen, denn sie läuft an den Seiten (Fig. 11, oben) in das Samenschalgewebe aus, das hier meist stark obliteriert ist (*Ss*, Fig. 11); in ihrem inneren Teile ($\times_1$, Fig. 11) gehört die Partie aber bereits zum Perisperm, denn das Gewebe geht hier ganz allmählich in das Stärkeperisperm über.

Die Perispermzellen zeigen radiale Streckung gegen einen Centralspalt hin, der in der Mitte des Samens liegt.

Die äufserste Zellreihe des Perisperms (Fig. 9, 11 u. Fig. 13b) ist kleinzellig. Die gegen die Samenschale gerichtete Wand der Randzellen ist stark verdickt (*y*, Fig. 11 u. 9) und hell. Sie hebt sich als „helle Haut“ gegen die „braune Haut“, die Samenschale, scharf ab. Diese Zellreihe und auch noch die nächstfolgenden weichen, was den Inhalt betrifft, von den übrigen Perispermzellen etwas ab. Sie enthalten nur wenige und meist ziemlich grofse Stärkekörner, die eingebettet sind in eine Eiweifsmasse, die aus zahlreichen einzelnen, aber mit einander verklebten, sehr resistenten, z. B. in Kalilauge nur quellenden, darin ebensowenig wie in Natriumphosphatlösung löslichen Aleuronkörnern besteht (Fig. 11e; Fig. 9, 11). Die Stärke (*stä*, Fig. 9) hebt sich bei Jodzutritt scharf gegen die sich gelbfärbenden Aleuronkörner (*al*, Fig. 9) ab. Das innere Perispermgewebe führt zahlreiche Ölzellen (*oez*, Fig. 11) mit verkorkter Membran. Dieselben enthalten Öltropfen und bisweilen auch Kriställchen, die wohl auch hier nichts anderes als Cubebin sind. Allerdings geben Schnitte durch das Perisperm keineswegs regelmäfsig die oben beschriebene Cubebinreaktion mit konc. H_2SO_4 oder mit Ammonmolybdat und Schwefelsäure. Oftmals bleibt dieselbe ganz aus oder tritt nur schwach ein, oder macht einer Gelbbraunfärbung (Pseudocubebinreaktion?) Platz. Wir sind daher, ganz abgesehen davon, dafs ja ein wohl ausgebildeter Same den meisten Früchten der Droge fehlt, berechtigt, in erster Linie die Fruchtschale als Sitz des Cubebins zu betrachten.

Die übrigen Zellen des Perisperms sind mit Stärke vollgepfropft. Diese Stärke nimmt vier verschiedene Formen an. Entweder sind die Zellen so dicht mit Stärkekörnern erfüllt, dafs sich die Körner gegenseitig abplatten (Fig. 11*a*). — In diesen Partien zeigt das Perisperm hornartig-derbe Beschaffenheit („Hornperisperm“) — oder die Körner sind rundlich und liegen locker gehäuft in den Zellen (Fig. 11*b*) — in diesen Partien ist das Perisperm mehlig („Mehlperisperm“), oder es liegen in „Füllstärke“ eingebettet rundliche zusammengesetzte Stärkekörner (Fig. 11*c*) oder endlich es finden sich grofse, unregelmäfsig zusammengesetzte Stärkekörner, eingebettet in kleinkörnige Füllstärke (Fig. 11*d*).

Die Stärkekörner besitzen meist einen Durchmesser von 3,5—8 mik (Maximum 11,5 mik).

Da die Cubeben oft fehlschlagen — als ich in Java war, war gerade eine vollständige Mifsernte zu verzeichnen — so sind Verfälschungen und Substitutionen häufig. In erster Linie steht hier die Fruchtstandspindel (siehe oben), dann folgende äufserlich ähnliche Früchte:

Piper ribesioides Wallich. Die Früchte sind ein wenig gröfser als die der echten Cubeben, übrigens ähnlich gebaut, aber es finden sich hier auch in der äufseren Parenchymschicht (3) Sclereïdennester und die innere Sclereïdenschicht (6) besteht in der Regel aus mehreren Reihen kurzer, nicht radial gestreckter Sclereïden. Die Schicht 4 ist oft lückig zerrissen.

Piper mollissimum Blume (Kebu-Cubeben). Die Früchte sind erheblich gröfser als die der echten Cubebe und mit langem basalem Stielfortsatz versehen. Die äufsere Sclereïdenschicht (2) besteht aus stark zerstreuten kleinen Sclereïden, die innere (6) fehlt ganz.

Piper Clusii DC. Die Früchte besitzen weder eine äufsere noch eine innere Sclereïdenschicht.

Piper guineense Schum. Gleicht im Bau dem Vorhergehenden, giebt aber mit konc. H_2SO_4 die Piperinreaktion nicht.

Piper borbonense DC. hat aufserordentlich kleine Früchte, Sclereïden fehlen in der Fruchtschale.

Piper Lowong Bl. Die Früchte geben die Piperin-Cubebinreaktion nicht, obwohl sie etwas Piperin neben viel Pseudocubebin enthalten.

Ferner kommen als Verwechslungen in Betracht: die Früchte von Piper nigrum L., Daphnidium Cubeba Lour., Rhamnus cathartica und Myrtus Pimenta Lindl. Dieselben sind jedoch sowohl morphologisch als anatomisch von der Cubebe gut zu unterscheiden.

Das Pulver.

Im Pulver prävalieren, wenn dasselbe in Chloral betrachtet wird, neben Parenchym und zahlreichen Öltröpfchen die grofsen Sclereïden der inneren Sclereïdenschicht der Fruchtschale, die als das charakteristische Element der Cubebe betrachtet werden müssen. Die äufsere Sclereïdenschicht tritt zurück, ebenso wie die Elemente des Gefäfsbündels. Dagegen sieht man oft Fragmente der Samenschale, die durch ihre kastanienbraune Farbe auffallen. In relativ geringer Zahl sind die gestreckten mechanischen Elemente der stielartigen Fruchtbasis vorhanden. Überall dort wo derartige gestreckte Fasern in grofser Menge vorhanden sind, kann man auf eine unzulässige Beimischung der Spindel schliefsen. Im Wasserpräparat findet man alsdann auch reichlich Stärkekörner, sowohl einzelne wie die Inhalte ganzer Perispermzellen oder deren Fragmente.

Das Pulver giebt die Cubebinreaktionen mit konc. H_2SO_4 und Ammonmolybdat und Schwefelsäure.

Tafel 77.

Erklärung der Abbildungen.

(Cubeba officinalis Miq.)

Fig. 1. Ganzer Fruchtstand mit unreifen Früchten.

„ 2. Medianer Längsschnitt durch einen weiblichen Blütenstand, jüngstes Entwickelungsstadium der Blüten.

„ 3. Querschnitt durch einen weiblichen Blütenstand, älteres Entwickelungsstadium, Blüten befruchtungsreif.

„ 4. Dasselbe, späteres Stadium. Die unreifen Früchte sind bereits aus den Deckblättern hervorgetreten.

„ 5. Querschnitt durch einen männlichen Blütenstand, die Antheren verstäubungsreif, mit Pollenkörnern erfüllt.

„ 6. Querschnitt durch die Spindel eines Fruchtstandes, die Früchte abgelöst.

„ 6a. Sclereïden aus der stielartigen Fruchtbasis isoliert.

„ 6b. Haare der Spindel des Fruchtstandes.

„ 6c. Bastfasern aus der Spindel des Fruchtstandes (Belege der Gefäfsbündel).

Fig. 7. Medianer Längsschnitt durch eine unreife Frucht mit ausgebildetem Samen.

„ 8. Querschnitt durch die Fruchtschale einer ganz jungen Frucht.

„ 9. Querschnitt durch die Fruchtschale einer nahezu reifen Frucht, wie sie in der Droge prävalieren.

„ 10. Querschnitt durch die Randschicht von Fig. 9, stärker vergröfsert.

„ 11. Längsschnitt durch die Basis des kugeligen Teiles der Frucht dort wo der Same mit der Fruchtschale verwachsen ist.

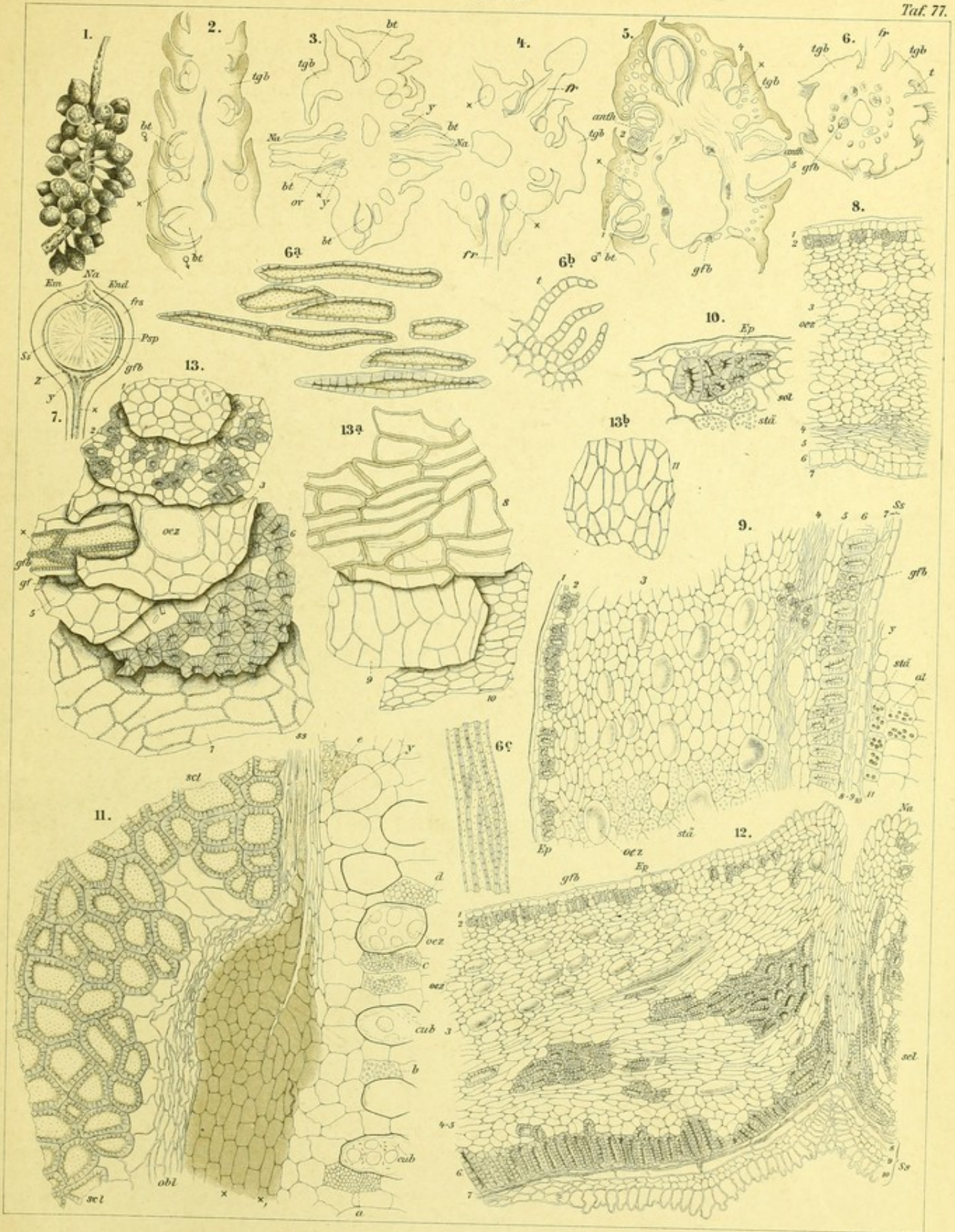
„ 12. Medianer Längsschnitt durch die Spitze der Frucht an den Narben.

„ 13. Succedane Flächenschnitte durch die einzelnen Schichten der Fruchtschale.

„ 13a. Succedane Flächenschnitte durch die einzelnen Schichten der Samenschale.

„ 13b. Flächenansicht der Randschicht der Perisperms.

Die Zahlen 1—11 bezeichnen in den Figuren 8, 9, 12, 13, 13a und 13b die korrespondierenden Gewebe.


1.
2.
3.
4.
5.
6.
8.
9.
10.
11.
12.
13.
6a.
6b.
6c.
13a.
13b.
7.
bt
tgb
fr
anth
gfb
Na
Em
End
frs
Psp
Ss
oez
Ep
sol
stä
scl
obl
cub
sel
Lith. Anst. v. C. Kirst, Leipzig.

Sem. Strophanthi.

Graines de Strophanthus, seed of Strophanthus.

Die offizinellen Strophanthussamen stammen von Strophanthus hispidus P. DC. und Str. Kombé Oliver, zwei afrikanischen Schlingsträuchern, die sich wesentlich dadurch unterscheiden, dafs Str. hispidus reichblütige, endständige, Str. Kombé armblütige, an kurzen, wenig beblätterten Seitenästen endständige Blütenstände besitzt. Die Kombésamen sind grünlich-grau und dicht behaart, die Hispidussamen mehr bräunlich und weniger dicht behaart. Der Bau der Blüten und die Entwickelungsgeschichte der Samen ist bei beiden dieselbe.

Die Blüten zeigen bei der Gattung Strophanthus im Knospenzustande die charaketristische Eigentümlichkeit, dafs ihre Corolle tauartig gedreht ist (Fig. 1, *Pe*). Davon hat ja auch die Gattung ihren Namen (στρόφος = gedrehtes Seil, ἄνθος = Blume). Der fünfteilige Kelch ist bald relativ ansehnlich, bald mäfsig grofs und derb (*Se*, Fig. 1) und bleibt auch späterhin erhalten (Fig. 4, *Se*), die Corolle, unten röhrig, erweitert sich oben glockenförmig. Ihre Zipfel laufen meist in lange, peitschenartige Enden aus. An dem oberen Rande der Corollenröhre, dort, wo sie sich zu erweitern beginnt, sind die fünf Stamina inseriert, (*anth*, Fig. 2), deren Antheren über dem Narbenkopfe dachartig zusammenneigen. Der mehr oder weniger halb unterständige Fruchtknoten (*fk*, Fig. 2) trägt einen geraden Griffel (*Grf*, Fig. 2) mit sehr kurzem zweilappigem Narbenkopf. Der Fruchtknoten zeigt schon frühzeitig (Fig. 3) einen gespaltenen Gipfel. Späterhin wird er, wenn er sich zur Frucht, die eine Kapsel ist, entwickelt, zweigabelig (Fig. 4) und seine beiden Hälften spreitzen auseinander. Auf diese Weise kommt schliefslich jene eigentümliche Frucht (Fig. 5) zu stande, die an einem derben Stiel zwei nahezu in eine Ebene gestellte lange, fingerartige Teile besitzt, die an der Anheftungsstelle sich leicht ablösen. So kommt es, dafs im Handel fast niemals die ganze Frucht angetroffen wird, sondern immer nur diese gestreckten Hälften (Teilfrüchte), die eine Länge von 25—30 cm zu besitzen pflegen, bei Str. hispidus schlank und nach beiden Enden, besonders gegen die Spitze verschmälert, bei Str. Kombé nur gegen die Spitze verschmälert sind. Die Hispiduskapseln sind manchmal gebogen. Die Teilfrüchte springen mit einem Längsrifs an der Bauchseite auf und entlassen hier die Samen.

Die einzelnen Arten der Gattung Strophanthus unterscheiden sich übrigens hauptsächlich durch die Blätter, sowie durch die relativen Gröfsenverhältnisse der Blütenteile. Die beiden offizinellen Strophanthusarten gehören zur Sectio Eustrophanthus, Subsectio Hispidi, zu der auch noch Str. Emini Asch. zu rechnen ist, dessen Samen aber, wie es scheint, kein Strophanthin enthalten.

Die Figuren 1—6 und 9—13 beziehen sich auf die asiatische Art Strophantus dichotomus A. DC. (Str. caudatus [Burm.] Kurz), die zu der Sectio Strophanthellus, Subsectio Dichotomi, gehört, welche sich besonders durch den derben Kelch und die Begrannung der Antheren von der ersten Section unterscheidet. Mir stand kein Alkoholmaterial von Str. hispidus oder Kombé zur Verfügung. Da aber die Entwickelungsgeschichte von Frucht und Samen bei der Gattung Strophanthus viel Übereinstimmendes zeigt, so habe ich kein Bedenken getragen, die Blütenteile von Str. dichotomus hierfür heranzuziehen.

Die Fruchtwand der reifen Frucht von Strophanthus hispidus P. DC. ist sehr hart und läfst sich leicht in zwei Teile spalten, einen inneren pergamentartigen und einen äufseren derb faserigen. Diese Spaltung erfolgt auch schon am Orte des Einsammelns und so kommt es denn, dafs vielfach Früchte resp. (vergl. oben) Fruchthälften (Teilfrüchte) im Handel sind, denen die äufsere derbe, aufsen graubraune Schicht ganz fehlt und die nur von der gelblichen inneren Pergamenthaut bedeckt sind. Übrigens scheint es, dafs man da und dort die äufsere Schicht auch künstlich entfernt, also die Früchte „schält".

Die äufsere Schicht der Fruchtwand erscheint oft verwittert (Fig. 7, 1) und löst sich borkeartig in Schuppen ab. Dann folgt ein braunes Parenchym (Fig. 7, 2), in dem weder Bündel noch Bastfasern streichen. Die Hauptmasse der

Fruchtwand aber besteht aus einem von zahlreichen Bastfaserbündeln (*B*, Fig. 7) und Gefäfsbündeln (*Gfb*, Fig. 7), sowie von sehr vereinzelten Milchröhren durchzogenen Parenchym. Da und dort sieht man in demselben auch gekrümmte Streifen obliterierten Gewebes (*obl*, Fig. 7). Nach innen zu ist ein breiter Streifen des Fruchtwandparenchyms überhaupt obliteriert (Fig. 8a, 4). Der Gefäfsteil der Bündel ist oft fächerartig angeordnet. Die Gefäfse sind meist Spiralgefäfse. Der Siebteil ist oft obliteriert. Die Bastfasern sind meist sehr stark verdickt und verlaufen ohne Anastomosen geradlinig vertikal. Im innersten Teile der Fruchtwand liegt wieder ein braunes Parenchym (Fig. 8a, 5) und dann folgt die „Pergamenthaut" (*Fgh*, Fig. 8a), die sich an der Grenze von 5 und 6 leicht ablöst (s. oben). Sie besteht aus zwei Schichten. Die äufsere wird von mehreren (etwa fünf) Reihen kurzer, gerader Sclereiden gebildet (Fig. 8a, 6), die innere, die zugleich die Fruchtwand nach innen zu begrenzt, besteht aus wenigen Reihen in verschiedener Richtung gestreckter, eng mit einander verzahnter Sclereiden, deren gegenseitige Anordnung besonders auf dem Tangentialschnitte deutlich zu Tage tritt (Fig. 8b). Hier sieht man auch, dafs nicht nur die einzelnen Schichten in verschiedener Richtung streichen, sondern auch die Elemente einer und derselben Schicht nach den verschiedensten Richtungen orientiert sind. Viele Zellen enthalten schön ausgebildete Kristalle (*kr*. Fig. 8b), was besonders deutlich auf dem radialen Längsschnitte hervortritt.

Die Ovula sitzen bei der Gattung Strophanthus in den zwei Fruchtfächern an der zweilappigen Placenta in grofser Zahl dicht bei einander (Fig. 6). Die Ovula sind hemianatrop (Fig. 9) und besitzen nur ein Integument (*i*, Fig. 9), welches aus 5—10 Zellreihen besteht. Der Funiculus ist zunächst ganz kurz, streckt sich aber bei weiterer Entwickelung stark (*Fun*, Fig. 11 u. 12) und zeigt schliefslich eine recht beträchtliche Länge. Er ist alsdann von einem zarten Funicularbündel durchzogen. Sehr frühzeitig entsteht an dem der Mikropyle entgegengesetzten Ende des Ovulums ein Haarschopf (*co*, Fig. 11 u. 12), dessen einzelne Haare aus den Epidermiszellen hervorgehen und dicht bei einander liegen (*t*, Fig. 10). Sie strecken sich rasch sehr beträchtlich, bleiben aber einzellig. Dann beginnt sich der Mikropylarteil des Ovulums zu strecken und verwandelt sich ziemlich rasch in eine lange Granne (*gc*, Fig. 12), deren gegen die Grannenspitze gelegene Epidermalzellen sich zum Teil in lange einzellige Haare ausstülpen. Nunmehr tritt auch in dem Integumente eine weitere Veränderung ein. Das Gewebe des Integumentes wächst nämlich durch lebhafte Teilung sehr stark heran, erreicht eine Dicke von vielen Zellreihen und erfüllt sich mit kleinen Körnern transitorischer Stärke. Es wird zur „Nährschicht". Die Epidermiszellen vergröfsern sich beträchtlich, bilden einen charakteristischen Verdickungsring (× Fig. 25) und stülpen sich in Haare aus (*t*, Fig. 25). Gleichzeitig fällt das subepidermale Gewebe, nachdem es seine Stärke abgegeben hat, zusammen, es obliteriert.

Die reifen Samen (Fig. 14a u. 14b), die zu 100—200 dicht aneinander gedrückt und der Länge nach nebeneinander liegend die Frucht erfüllen, sind, von der Fläche gesehen, breit-lanzettlich, von der Seite betrachtet, fast lineal, also flach gedrückt, im Querschnitt oben rhombisch (Fig. 15), in der Mitte gestreckt oblong (Fig. 16). Die Farbe ist bei Kombé infolge bisweilen ganz aufserordentlich dichter Behaarung grau oder grau-grünlich, bei Hispidus braun oder bräunlich. Doch kommen in der Hispidusdroge auch hellgelbe Samen vor. Die Hispidussamen auch durch geringere Behaarung von der Kombésorte unterschieden, sind auch meist schlanker und schmäler, etwa 11—15 mm lang und 3—3,5 mm breit. Die Kombésamen sind etwa 9—15, selten 20 mm und mehr lang und 3—5 mm breit, also gedrungener als Hispidus. Übrigens wechselt die Gröfse etwas, selbst bei Samen derselben Kapsel (die Samen aus dem Kapselgrunde sind meist kürzer und breiter). An der einen flachen Seite läuft fast von der Spitze (*Hi*, Fig. 14a u. 14b) bis über die Mitte, ja bis fast zum Grunde des Samens, die besonders bei Hispidus deutlich als zarte Leiste hervortretende Raphe (*Ra*, Fig. 14a u. 14b), ein zartes Gefäfsbündel, das sich am Chalazalende pinselförmig verbreitert und in einige Äste gabelt. An dem Chalazalende, also am Grunde sind die Samen der Droge kahl (vergl. weiter unten).

Legt man einen Samen einige Zeit in Wasser, so läfst sich die Samenschale samt dem daranhängenden Endosperm leicht abziehen und der Keimling (Fig. 18) schlüpft heraus. Das Endosperm kann dann mit der Nadel als zarte helle Haut ebenfalls leicht von der Samenschale abgelöst werden.

Nach oben hin läuft der Same in eine lange, äufserst brüchige und sich sehr leicht vom Samen ablösende Granne aus, die, wie oben geschildert, aus dem Mikropylarteile des Ovulums hervorgeht. Sie fehlt der Droge des Handels. Unmittelbar unterhalb der Stelle, wo sich der Same zur Granne verjüngt, liegt das Hilum (*Hi*, Fig. 14a u. 14b). Die Granne ist bei Hispidus ca. 4—5 cm, bei Kombé ca. 5—6,5 cm lang (wenigstens mein Material zeigte diesen Unterschied) und an der Basis rinnenförmig. Bisweilen scheint bei Kombé die Granne bis 10 cm lang zu werden. Die untere Hälfte ist unbehaart, die obere behaart. Die Haare werden ziemlich lang (bis 6 cm). Sie stehen, wenn der Same sich in trockener Luft befindet, spreuwedelartig horizontal ab oder sind gar nach unten zurückgekrümmt (Fig. 14a). Bringt man den Samen aber unter eine feuchte Glocke, so richten sie sich auf (Fig. 14b) und der Haarschopf, der nun wie ein Pinsel aussieht, liegt alsdann der Granne an.

Der reife Same zeigt folgenden Bau:

Zu äufserst liegt die Samenschale (*ss*, Fig. 25 u. 27). Dieselbe besteht aus zwei Teilen, der haartragenden Epidermis und dem mehr oder weniger obliterierten Nährgewebe (*N*, Fig. 25 u. 27.) Die Epidermis besteht aus relativ grofsen Zellen, die bis auf einen für die Gattung Strophanthus charakteristischen, an den Seitenwänden rings umlaufenden Ringwulst (× Fig. 25 u. 27) dünnwandig sind, die aber

wegen dieses Ringwulstes von der Fläche betrachtet (Fig. 28) derbwandig erscheinen. Sie sind in der Samenaxe etwas gestreckt. Die Dicke des Ringwulstes wechselt etwas. Bei Hispidus ist sie oft sehr beträchtlich. Er tritt am besten auf Querschnitten hervor. Bei Kombé läuft jede dieser Epidermiszellen etwa in ihrer Mitte (× Fig. 28) in ein langes Haar aus (Fig. 25 u. 28 *t*), wodurch der Same ein dicht filziges Aussehn erhält. Bei Hispidus, wo die Zellen auch auf dem radialen Längsschnitt eine stärkere Streckung zeigen erfolgt die Ausstülpung in das Haar mehr am oberen d. h. gegen die Samenspitze gerichteten Ende der Epidermiszellen. Bei Hispidus sind auch nicht immer alle Epidermiszellen zu Haaren ausgewachsen und die Haare sind weniger lang, auch regelmäfsig an der dem Samen zugekehrten Seite stärker verdickt, als an der anderen, was zwar auch bei Kombé vorkommt, aber dort seltener ist. Durch die eben erwähnte Anordnung der Haare erscheint der Same weniger behaart als bei Kombé. Die braune Farbe des Hispidussamen kommt dadurch zu stande, dafs sowohl in dem basalen brüchigen Teile der Epidermiszellen wie auch in dem Haarfortsatze braune Körnchen liegen (Fig. 26), die bei Kombé fehlen oder durch einige wenige helle oder grünliche Körner ersetzt sind (Fig. 25). Die Haare sind meist einzellig, selten durch 1—2 Querwände geteilt und in ihrem unteren Teile ziemlich dünnwandig, verdicken sich aber bei Kombé nach oben und zwar meist nur einseitig und unregelmäfsig (Fig. 25). Die Spitze ist kegelförmig. Immer biegen sie sich unmittelbar über der Basalpartie rechtwinklig nach oben um (Fig. 25) und legen sich mehr oder weniger dicht an den Samen an (Fig. 28), mit der Spitze gegen die Samenspitze gerichtet. Durchschneidet man daher einen Samen fein quer, so sieht man von den Haaren oft gar nichts (Fig. 27) oder findet doch nur aufserhalb der Epidermis einige Haarquerschnitte. Will man sie gut sehen, so mufs man radiale Längsschnitte machen (Fig. 25).

Unter der Epidermis folgt dann die Nährschicht (Fig. 25 u. 27 *N*). Dieselbe besteht aus zahlreichen Reihen mehr oder weniger obliterierter, zarter Parenchymzellen, von denen besonders die äufseren Reihen bisweilen wohlausgebildete Kristalle führen. Die Nährschicht ist bald ganz zusammengefallen und dann gebräunt, bald sind noch einige Zellschichten wohl erhalten. Es wechselt dies sehr. In der Nährschicht verläuft auch das vorwiegend aus zahlreichen Spiralgefäfsen bestehende Raphebündel (*Ra*, Fig. 15 u. 16), an der flachen Seite des Samens von der Spitze bis nahe zum Grunde.

Dann folgt das Endosperm (*End*, Fig. 15, 16, 25, 27). Dasselbe umgiebt den Keimling ringsum als helle Haut, die sich (vergl. oben) leicht ablösen läfst. Es besteht aus mehreren Reihen relativ dickwandiger Zellen und geht nach Innen in ein schmales, obliterirtes Quellgewebe (*Qu*, Fig. 27) über. Die Endospermzellen enthalten in Ölplasma (*op.* Fig. 27) gebettet, zahlreiche Aleuronkörner (*al.* Fig. 27) Dieselben sind hier etwas gröfser als in den Kotyledonen und der Radicula. Sie erreichen bisweilen eine Gröfse von 10 mik, die ganz kleinen fehlen oft ganz, die meisten messen 5—7 mik. Auch sind sie empfindlicher gegen Wasser als die Aleuronkörner in den Kotyledonen. Sie enthalten in einer Grundmasse mehr oder weniger zahlreiche kleine Globoide einzeln oder zu perlschnurartigen Reihen vereinigt (Fig. 31). Daneben finden sich, wenn auch nicht ganz regelmäfsig (bei Kombé z. B. häufiger als bei Hispidus), so doch sehr häufig kleine Stärkekörner (*st*, Fig. 27) vom Durchmesser 5—8 mik (bisweilen aber nur 3—4 mik) und bisweilen kleine nadelförmige Oxalatkristalle. Das Quellgewebe ist frei von Stärke und Aleuron.

Die beiden blattartigen Kotyledonen (*cot*, Fig. 18) sind im Querschnitt gestreckt oblong (Fig. 16, *cot*), meist mehr oder weniger gerade, bisweilen an den Enden umgebogen. Sie bestehen aus einem sehr zarten Parenchym, in welches in der Mittelebene eine Reihe von zarten Prokambiumsträngen eingebettet ist (*Proc*, Fig. 29). Besonders das der Mittelrippe entsprechende Prokambiumbündel tritt deutlich hervor. Sie werden begleitet von zarten Milchröhren (*Mi*, Fig. 29 u. 29a). Das subepidermale Gewebe zeigt an den Stellen, wo die Kotyledonen auf einander liegen, palissadenartige Streckung (*p*, Fig. 29). Das Gewebe der Kotyledonen enthält eingebettet in Ölplasma zahlreiche rundliche oder gestreckte Aleuronkörner sehr verschiedener Gröfse. Die Mehrzahl ist 3—7 mik grofs, doch giebt es auch kleinere. Sie enthalten nur Globoide (Fig. 31). In Wasser quellen sie rasch und die Grundsubstanz löst sich schliefslich. Kristalloide fehlen. Jede Zelle führt einen Zellkern.

Das Gewebe der Radicula, die als keulenförmiges Spitzchen (*Rad*, Fig. 18) an der Spitze des Samens, dort, wo die Granne ansitzt, liegt (*Rad*, Fig. 17), besteht aus einer Randschicht (Fig. 30,1), einem gelblichen Cylinder (Fig. 30,2), einem Prokambiumbündelringe (Fig. 30,3) und einem centralen Mark (Fig. 30,4). Das Gewebe ist erfüllt von ganz kleinen, meist rundlichen Aleuronkörnern, die oft nur 1—2 mik messen (*al.* Fig. 30).

Stärke fehlt in Kotyledonen und Radicula meistens, doch kommt sie in nicht ganz reifen Samen bisweilen auch hier vor. Sie ist stets sehr kleinkörnig. Läfst man zu einem nicht zu dickem Schnitte durch den trockenen Samen conc. Schwefelsäure zutreten, so färbt sich das ganze Endosperm sofort schön spangrün und um die Kotyledonen erscheint ein orangerot gefärbter Hof. Bald tritt die grüne Färbung auch in den Kotyledonen hervor, ist aber hier nicht so dauerhaft wie im Endosperm und auch nicht so intensiv. Sie macht hier bald einer violett-rötlichen Färbung Platz und besonders die Epidermen der Kotyledonen erscheinen vorübergehend violett gefärbt. Dann wird der ganze Schnitt, besonders die Prokambiumstränge kirschrot und schliefslich tief orangerot. Noch nach vielen Stunden ist oft das Kotyledonargewebe tiefblau und die ausgetretenen Öltropfen lebhaft kirschrot Diese höchst charakteristischen Reaktionen werden vorwiegend durch das Strophanthin bedingt. (Bei der Kirschrotfärbung ist wohl auch die Raspail'sche Zuckerreaktion be-

teiligt.) Sie bleiben nur an medizinisch unbrauchbaren Samen aus und treten sowohl bei Kombé wie Hispidus vortrefflich ein. Sie sind ein vorzügliches Mittel zur Identifizierung guter Strophanthussamen.

Der Inhalt des Endosperms und der Kotyledonen ist bei Kombé und Hispidus derselbe. Auch die Aleuronkörner bieten keinen Unterschied.

Bereits oben habe ich erwähnt, dafs frühzeitig am Chalazalende des Ovulums ein Haarschopf (coma) entsteht (Fig. 10). Derselbe wird frühzeitig recht beträchtlich und besteht schon aus vielen langen Haaren, wenn die Epidermis der Samenschale noch ganz kahl ist. Löst man einen in diesem Stadium befindlichen unreifen Samen aus der frischen Frucht heraus, so sieht man ihn sehr deutlich (*co*, Fig. 13). Der Droge fehlt er aber ganz. An der Stelle, wo er zu suchen wäre, liegt ein kahler Fleck. Forscht man dann nach, so findet man, dafs er an der Placenta sitzen geblieben ist, als sich der Same, ablöste. Er bildet nämlich am reifen Samen einen basalen den Samen rings einhüllenden Mantel (Fig. 14a, *co.*), der sich, wenn der Same reif ist, an der Samenbasis ablöst. An dem glatten, eng anliegenden Haarmantel gleitet der Same alsdann aufserordentlich leicht heraus, wie ein Schiff auf den glatten Planken beim Stapellauf. Die Coma bleibt an der Placenta sitzen. Die Haare der Coma sind mehrere Centimeter lang und relativ dünnwandig. Sie sind an der Basis schmal und kegelförmig, verbreitern sich dann aber rasch und krümmen sich nach oben um, den Samen einhüllend. Ihre Wand zeigt bisweilen Querstreifung bezw. feine Netzleisten. Löst man sie ab, so läfst sich leicht feststellen, dafs sie unter dem wechselnden Einflusse vor feuchter und trockener Luft Bewegungen ausführen. Legt man nämlich ein solches an der Basis hakenartig gekrümmtes, sonst aber gerades Haar unter eine feuchte Glocke, so beobachtet man, dafs es sich deutlich bogenförmig krümmt und zugleich eine Torsionsbewegung ausführt. Die Ablösung des Samens von der Coma und das Heraustreiben des ersteren aus der Comahülle wird also immer dann erfolgen, wenn zu dem trockenen Objekt Feuchtigkeit, sei es auch nur Wasserdampf, tritt. Alsdann stemmen sich die Haarspitzen gegen den Samen, die Haarbasen reifsen ab und der Same gleitet heraus.

Auch an der Spitze des Samens liegt bei Kombé und Hispidus ein beweglicher farbloser Haarschopf. Schon oben habe ich bereits erwähnt, dafs die Spitze des Samens in eine haartragende Granne ausläuft. Die Basis dieser Granne ist rinnenförmig und wie der obere Teil des Samens noch dicht mit aufwärts gerichteten Haaren besetzt. Die Haare sind hier aber sehr kurz und derb. Weiter nach oben verschwinden sie ganz und die Granne besteht hier nur aus der derben Epidermis und einigen Reihen obliterierten Parenchyms (*obl*, Fig. 24). Die Mitte ist hohl. Die Epidermis ist vollständig sclerotisiert. Sie besteht aus kurzen, stark verdickten Sclereiden, die meist nur wenig in die Länge gestreckt sind (Fig. 23). Die Granne ist also sehr brüchig. Weiter oben, dort, wo die Haare sitzen, fehlt diese sclerotisierte Epidermis und nur das obliterierte Parenchym findet sich auch hier (*obl*, Fig. 19). An Stelle der sclerotisierten Epidermis treten die Haare, deren Wand verholzt ist. Dieselben sind der Granne auf eine weite Strecke angewachsen, laufen an ihr herab (Fig. 20). An der Stelle, wo sie der Granne ansitzen, ist die Wand getüpfelt (*tpf*, Fig. 20). Dort, wo das Haar frei nach aufsen tritt, besitzt es eine Gelenkstelle. Hier (bei ×, Fig. 20) ist die Wand sehr dünn. Weiter nach aufsen ist das Haar auf den beiden Seiten ungleich gebaut. Die gegen die Granne gerichtete Seite ist stark verdickt (*x*, Fig. 19 u. 20), die andere meist, aber nicht immer dünner (*y*, Fig. 19 u. 20) und diese Seite zeigt eine sehr eigenartige Skulptur. Man sieht nämlich bei Betrachtung von der Fläche zahlreiche feine gerade oder Netzleisten, die meist etwas schräg verlaufen und eine zarte, ebenfalls schief um das Haar laufende Längsstreifung (Fig. 22). Die Spitze der Haare ist kegelförmig (Fig. 21). Betrachtet man ein Haar unter Glyzerin, so ist es etwa 30—40 mik dick. Läfst man Wasser zufliefsen, so verbreitert es sich auf 40—45 mik. Legt man die Granne, deren Haare in trockener Luft horizontal abstehen oder gar nach unten geneigt sind (Fig. 14a) unter eine feuchte Glocke, so richtet sich der Haarschopf pinselförmig auf (Fig. 14b), um nach Entfernung der Glocke nach kurzer Zeit wieder in die ursprüngliche Lage zurückzukehren. Die Bewegung erfolgt auch an trockenem Material, dem die Inhaltsstoffe durch Wasser und Alkohol entzogen sind. Auch das Abbrechen der Spitze hindert die Bewegung nicht.

Folgende Ausführung giebt eine Deutung des Bewegungsmechanismus.

Die Membran dieser Haare ist an der Krümmungsstelle (×—*y*, Fig. 20) auf ihrer Aufsenseite, der sogenannten dynamischen Seite (*y*, Fig. 20) so beschaffen, wie bei den sogenannten dynamischen Zellen, d. h. sie kontrahiert sich in der Längsrichtung stärker (oft um 5—7 Proz.) als die Zellhaut gewöhnlicher Haare oder anderer Zellen, also auch stärker als auf der Innenseite des nämlichen Haarteils. Die optische Elastizitätsellipse liegt auf der Aufsenseite (*y*, Fig. 20) quertangential, also in der Richtung der Striche der Skulpturierung, auf der Innenseite (*x*, Fig. 20) longitudinal, d. h. in der Längsrichtung der Zelle, wie bei den Zellhäuten gewöhnlich. Dies kann man sich durch das Polarisationsmikroskop sichtbar machen. Betrachtet man die Haare mit Gypsblättchen Roth I, so erscheint bei bestimmter diagonaler Orientierung der Ellipse des Gypsblättchens die Basis des Haares dort, wo dasselbe angewachsen ist und der ganze, oberhalb der Krümmungsstelle liegende Teil bis zur Haarspitze blau (II. Ordnung). An der Krümmungsstelle dagegen, also dort, wo das Haar die Bewegung ausführt (etwa von ×—y (Fig. 20) ist nur die Innenseite auf kurzer Strecke blau (II. Ordnung), die Aufsenseite dagegen ebenso wie die mittlere Haarpartie gelb (I. Ordnung). Die Thatsache, dass die beiden Seiten an dieser Stelle entgegengesetzte optische Reaktionen zeigen, gestattet den Schluss, dass die stärker schrumpfenden Membranpartien der Konkavseite Querstruktur, die entsprechende Membranpartie

der Convexseite Steilstruktur besitzt. Die Querstruktur der Aufsenseite ist durch die Querskulpturierung angedeutet. Da die Querstreifen nicht genau quer, sondern schief-quer streichen, so wird das Haar nicht eine gerade Bewegung, sondern eine leichte Torsionsbewegung ausführen und dies ist auch thatsächlich der Fall.

Der Haarschopf dient dem Samen als Flugorgan. Da die Haare aufserordentlich brüchig sind, also schon durch Regen zertrümmert werden können, bringt ihn die Pflanze dadurch in Sicherheit, dafs sie, sobald Regen droht, also die Atmosphäre feucht wird, die Haare nach oben zusammenlegt.

Die Strophanthussamen von Sierra Leone meiner Sammlung glichen den Kombésamen, die vom oberen Niger sind aufserordentlich lang behaart und weichen auch sonst etwas von Kombé ab. Die Samen von Mozambique glichen den Hispidussamen. Ganz abweichend sind schon in ihrer äufseren Erscheinung, die vom Zambesi (dunkel, flach) und Lagos (graugelb), beide enthalten denn auch kein Strophanthin. In Frankreich werden die flachen, hellbraunen und kahlen Gabonsamen viel benutzt. Entscheidend sollte immer sein, dafs die Samen die Strophanthinreaktion geben. Andere dürfen keinesfalls angewendet werden.

Von den Verwechslungen der Strophanthussamen kommen ferner die Samen von Kicksia- und Beaumontia-Arten in Betracht.

Ich verdanke Herrn Prof. Hartwich Samen von Kicksia africana und Beaumontia grandiflora. Beide sind leicht von den echten Strophanthussamen zu unterscheiden.

Die Samen von Kicksia africana Benth. sind rotbraun, fein gerunzelt, kahl. Sie besitzen auf der flachen Seite eine Raphe (*Ra*, Fig. 34) und sind besonders durch die stark gefalteten Kotyledonen (*cot*, Fig. 34) ausgezeichnet (Cotyledones contortoplicatae). Die Epidermis der Samenschale besteht aus ziemlich grofsen, einen braunen Inhalt führenden Zellen, die sowohl an den Seitenwänden wie an der Innenwand eigentümliche wulstige Verdickungsleisten zeigen (Fig. 35 ×), die bisweilen in anastomisierende Verbindung treten. An diesen ist der Kicksiasame leicht zu erkennen. Die Nährschicht ist obliteriert. Endosperm und Kotyledonen führen Aleuronkörner, die ähnlich denen von Strophanthus sind. Der Same giebt aber keine Strophanthinreaktion.

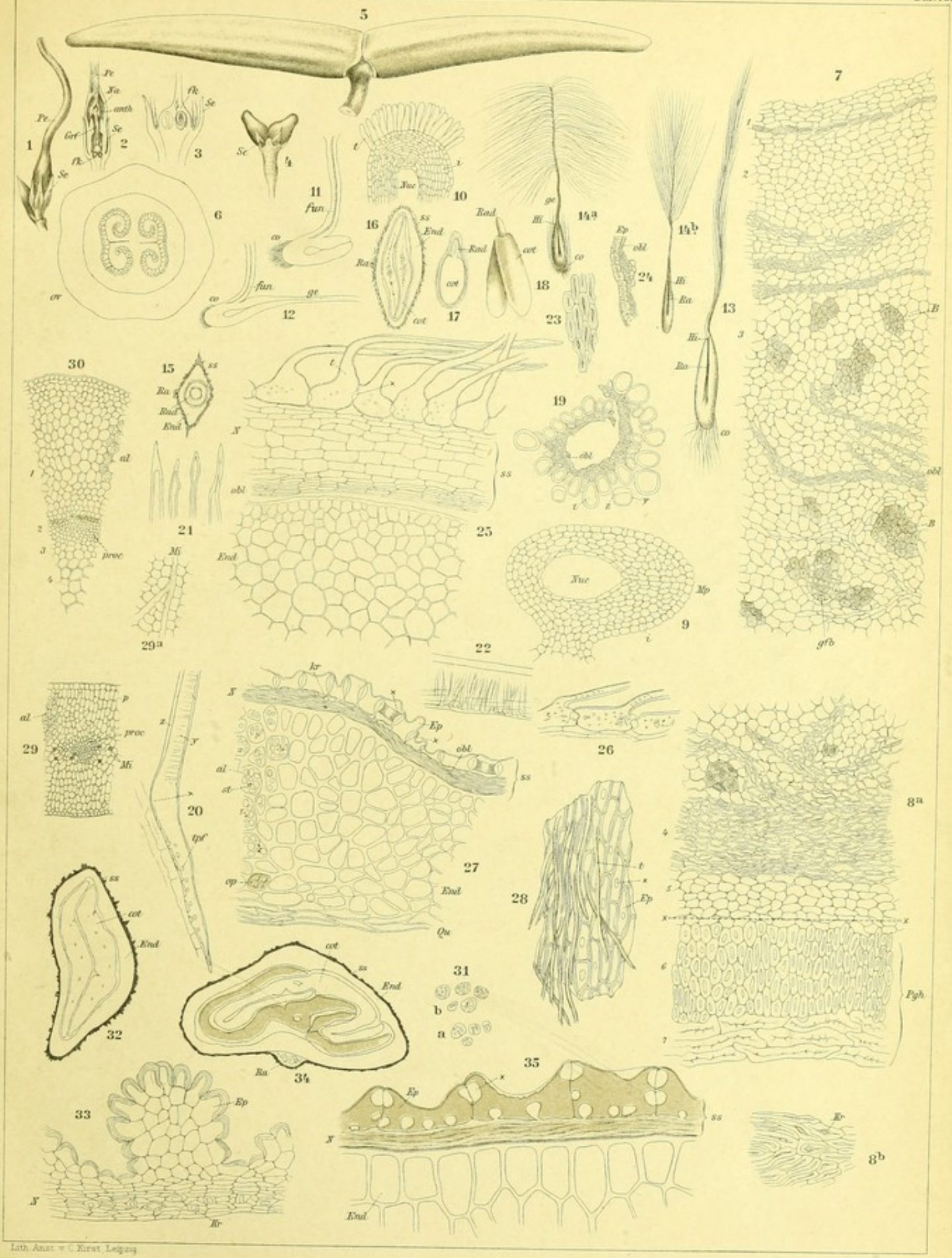
Die Samen von Beaumontia grandiflora Wall. sind sehr grofs (bis 23 mm lang) braun, kahl und aufsen mit derben geraden Längsleisten besetzt. Diese Längsleisten sind im Querschnitt sehr eigentümlich (Fig. 33). Sie werden von zartem Parenchym gebildet, das von der an der Aufsenwand sehr derbwandigen Epidermis (*Ep*, Fig. 33) bedeckt ist. In der Nährschicht liegen Oxalatkristalle (*Kr*, Fig. 33). Die Kotyledonen sind nicht gefaltet, sondern nur schwach gebogen (Fig. 32). Endosperm und Kotyledonen enthalten Aleuronkörner, die ähnlich denen von Strophanthus sind. Strophanthin fehlt.

Tafel 78.

Erklärung der Abbildungen

(Fig. 1—6, 9—13 Strophanthus dichotomus, 7—8b, 14a u. b, 19—24, 26 Str. hispidus, 15—18, 25, 27—31 Strophanthus Kombé, 32—33 Beaumontia grandiflora, 34—35 Kicksia africana.)

Fig. 1. Blütenknospe mit den tauartig gedrehten Blumenblättern.
„ 2. Längsschnitt durch eine Blütenknospe.
„ 3. Längsschnitt durch die Basis einer befruchteten Blüte.
„ 4. Junge Frucht, die beiden Teilfrüchte spreitzen bereits.
„ 5. Reife Frucht.
„ 6. Querschnitt durch eine ganz junge Frucht, Lupenbild.
„ 7. Querschnitt durch die Wand einer reifen Frucht von Strophanthus hispidus. Äufsere Partie.
„ 8a. Innere Partie derselben Fruchtwand *Pgh*, Pergamenthaut. Die Ablösung derselben erfolgt bei × — — — — — ×.
„ 8b. Tangentialschnitt durch die innerste Sclereidenpartie der Pergamenthaut (7 in Fig. 8a).
„ 9. Ovulum unbefruchtet, Längsschnitt.
„ 10. Coma am Chalazalteil des befruchteten Ovulums.
„ 11. Ovulum befruchtet, Funiculus gestreckt, Coma (*co*) entwickelt.
„ 12. Weiteres Entwickelungsstadium. Der Mikropylarteil streckt sich zur Granne (*ge*).
„ 13. Halbreifer Same. An der Granne sind die Haare gebildet, die Samenschale ist aber noch kahl. Raphe (*Ra*) deutlich. Bei *Hi* Ansatzstellung des Funiculus.
„ 14a. Reifer Same in trockener Luft: Haarschopf ausgebreitet. An der Basis die Coma (*co*). Letztere nur bei noch in der Frucht sitzenden Samen sichtbar.
„ 14b. Reifer Same in feuchter Luft: Haarschopf pinselförmig nach oben geschlagen. Coma fehlt (wie stets an der Droge).
„ 15. Querschnitt durch den oberen Teil des Samens; dort wo die Radicula sitzt. Lupenbild.
Fig. 16. Querschnitt durch den mittleren Teil des Samens. Lupenbild
„ 17. Längsschnitt durch den Samen parallel der flachen Seite.
„ 18. Herausgelöster Keimling.
„ 19. Querschnitt durch den oberen Teil der Granne; dort, wo die Haare ansitzen
„ 20. Basis eines Haares aus dem Haarschopfe der Granne.
„ 21. Spitzen der Grannenhaare.
„ 22. Skulptur der Wand eines Grannenhaares an der Krümmungsstelle.
„ 23. Sclereiden der unbehaarten Grannenpartie, Flächenansicht.
„ 24. Querschnitt durch die unbehaarte Grannenpartie.
„ 25. Radialer Längsschnitt durch Samenschale und Endosperm von Kombé.
„ 26. Radialer Längsschnitt durch die Samenschalepidermis von Hispidus.
„ 27. Querschnitt durch Samenschale und Endosperm von Kombé.
„ 28. Flächenansicht der Samenschalepidermis von Kombé.
„ 29. Querschnitt durch einen Kotyledon an der Mittelrippe.
„ 29a. Milchröhre aus dem Kotyledon. Längsansicht.
„ 30. Querschnitt durch die Radicula.
„ 31. Aleuronkörner aus Endosperm und Kotyledon, a in Öl, b in Wasser.
„ 32. Querschnitt durch einen Samen von Beaumontia grandiflora, Lupenbild.
„ 33. Querschnitt durch die Samenschale derselben Pflanze.
„ 34. Querschnitt durch einen Samen von Kicksia africana. Lupenbild.
„ 35. Querschnitt durch die Samenschale derselben Pflanze.



Lith. Anst. v. C. Kirst. Leipzig

Rhiz. filicis.

Wurmfarnwurzel, Johanniswurzel, Racine de Fougère mâle, Male Fern Root.

Das Wurmfarnrhizom des Handels besteht entweder aus dem ganzen oder längsdurchschnittenen Rhizome von Aspidium filix mas Swartz (Polystichum filix Mas Roth), das ringsum von den angeschwollenen derben Wedelstielbasen bedeckt, aber von den Wurzeln befreit ist, oder aus den abgelösten Wedelstielbasen, oder dem herausgelösten Rhizomkern. Meist prävalieren jetzt die Wedelstielbasen in der Handelsware. Eine Schälung soll nicht vorgenommen werden.

Die Droge ist also ein Stengelorgan mit ansitzenden Blattorganen resp. deren Resten. Wir werden also an ihm die Gesetze der Blattstellung bethätigt finden. Die Achse der Keimpflanze zeigt die Blätter in $^1/_3$ Divergenz. Die hier noch einzähligen Blattspuren, d. h. die in die Achse eintretenden Blattbündel sind im jungen Rhizom sympodial zu einem in der Achse verlaufenden Strange vereinigt. Aber sehr bald (etwa unterhalb des sechsten Blattes) verdickt sich das Rhizom stark und die $^1/_3$-Stellung der Blätter geht in eine $^3/_8$-Stellung über. Hier bilden nun die Rhizombündel nicht mehr einen achsialen Strang, sondern ein netzförmiges Bündelrohr (Fig. 3 und 4). Jeder Blattwedel empfängt ein Bündel aus dem unteren Winkel der rhombischen Netzmasche (Fig. 3, 2 und 4 ×), der die Blattbasis aufsitzt. So ist die Sache im ersten Jahre. Im zweiten Jahre wird das Rhizom kräftiger, die Blattstellung geht in $^5/_{13}$ über, welche Divergenz auch bei der erwachsenen Pflanze erhalten bleibt oder in $^8/_{21}$ übergeht. Nunmehr erhält jedes Blatt nicht nur von der Basis der Netzmasche, sondern auch von den Seiten Bündel, und zwar 5—7. Die Zahl der das Bündelrohr bildenden Bündel beträgt im erwachsenen Rhizom bei $^5/_{13}$-Stellung 8 (Fig. 5), bei $^8/_{21}$-Stellung (Fig. 6) 10—12. Da die Bündel dieses Bündelrohres nicht genau vertikal verlaufen, sondern Netzmaschen bilden (Fig. 4), so trifft sie der mediane Längsschnitt durch das Rhizom (Fig. 1) nur immer an den Stellen, wo Blattwedel entspringen (×, Fig. 1). Und da zwar von der Maschenbasis und den Maschenseiten, nicht aber von der Maschenspitze Bündel in die Blattwedel eintreten, so bilden auf dem Querschnitte durch die Blattwedelbasis (Fig. 2 und 7) die Bündel einen nach oben hin offenen Halbkreis. Wie schon aus Obigem hervorgeht, wird die Zahl der Bündel, die in die Blattwedel eintreten, eine schwankende sein, selbst wenn wir nur die Basis ins Auge fassen (weiter oben vermindert sich die Zahl stets); denn wir werden im einfachsten Falle 5—7, im äufsersten Falle 8—10 finden. Eine genaue Zählung ergab bei 111 Blattstielbasen, dafs 22 %: 9, 30 %: 8 und 31 %: 7 Bündel zeigten, der Rest (17 %) zeigte 5—6 oder 10 Bündel. Die meisten besitzen also 7—9 Bündel. Ich führe dies deshalb an, weil man geglaubt hat, auf die Zahl der Bündel in den Blattstielbasen eine Unterscheidung der einzelnen Aspidiumrhizome, besonders der morphologisch und anatomisch nahe verwandten: filix mas, cristatum und spinulosum (die übrigen sind ja auch auf andere Weise zu unterscheiden) zu gründen. Dafs dies nicht möglich ist, geht aus folgender Übersicht hervor:

Aspidium spinulosum (Fig. 12.)	Aspidium dilatatum
Untersucht: 197 Ex.	86 Ex.
58 % hatten 7	34 % hatten 8
31 % „ 6	58 % „ 7
die übrigen 5 und 8.	die übrigen 6 und 9.
Aspidium cristatum	**Aspidium filix mas**
Untersucht: 48 Ex.	111 Ex.
48 % hatten 6	22 % hatten 9
44 % „ 5	30 % „ 8
die übrigen 7 und 8.	31 % „ 7
	die übrigen 5, 6 und 10.

Nur gegenüber Aspidium montanum Aschers. (Fig. 9) und Athyrium filix femina (Fig. 8) ist Zahl und Anordnung der Bündel in den Blattbasen diagnostisch brauchbar. Denn beide haben nur zwei grofse laterale, schräggestellte Bündel (Fig. 8 und 9). Auch Pteris aquilina kann durch sein bekanntlich sehr charakteristisch gebautes Bündelsystem leicht erkannt werden.

Das entwickelte Rhizom von Aspidium filix mas, das bisweilen eine Länge von 30 cm und mehr erreicht (kein europäischer Farn bildet ein gleich mächtiges Rhizom) liegt schräg, nicht horizontal im Boden (Fig. 1), wie man sich leicht auch noch an der Droge überzeugen kann, wenn man das ganze Rhizom der Länge nach halbiert. Nur der hinterste älteste Teil des Rhizoms ist bisweilen horizontal oder gar, in umgekehrter Richtung aufwärts gekrümmt. Die an der Oberseite des Rhizoms liegenden Blattstiele streben gerade aufwärts, die seitlichen biegen sich in seichtem Bogen nach oben, die unteren krümmen sich stark um das Rhizom herum. Aus ihrer negativ geotropischen Vertikalstellung ist die Richtung des Rhizoms im Boden auch bei der Droge noch zu erschliefsen. Alljährlich stirbt das Blatt und der obere Teil der Blattstiele ab und es bleiben nur die angeschwollenen Wedelstielbasen zurück. Dieselben folgen alsdann noch einige Jahre dem weiteren Wachstume des Rhizoms und sterben dann mit diesem ab. Sie sind stets wie echte Reservebehälter mit Reservestoffen (Stärke, Öl) erfüllt. Besonders an der morphologischen Unterseite des Rhizoms finden sich, zwischen den Wedelstielbasen hervortretend, zahlreiche schwarzbraune Wurzeln (Fig. 1). Besonders an der Spitze des Rhizoms, aber auch, wennschon in geringerer Menge, an den weiter zurückliegenden Teilen finden sich reichlich braune Paleae oder Spreuschuppen (*Pa*, Fig. 1), die die jüngsten meristematischen Teile vollständig umhüllen und an den Wedeln oft weite Strecken hinaufrücken. Von den älteren Teilen sind sie meist abgefallen. Immerhin findet man sie bei der Droge, auch wenn dieselbe nur aus Wedelstielbasen besteht, noch reichlich, besonders an der eingekrümmten Innenseite der letzteren. Wie weiter unten gezeigt wird, sind dieselben von diagnostischer Bedeutung.

Die Ansatzstelle der Wedelstiele ist schmal. Oberhalb derselben verdicken sich dieselben rasch bauchig und verschmälern sich dann allmählich wieder in den eigentlichen langen und dünnen Wedelstiel. Die bauchig erweiterte Basis der Blattstiele ist der Hauptsitz der wirksamen Bestandteile. Die Wedelstielbasen (Phyllopodien) pflegen in der Droge mehr oder weniger hornartig gekrümmt zu sein. Sie sind aufsen glänzend, 2—5 cm lang und ca. 1 cm breit, dunkelbraun bis schwarzbraun und zeigen zwei der Grenze von Bauch- und Rückenseite entsprechende, nicht selten hellere Längsleisten (×, Fig. 7). Im Querschnitte sind sie rundlich, elliptisch oder oval, auf der Rückenseite deutlich stärker gekrümmt, als auf der mehr oder weniger flachen Bauchseite (Fig. 7). Auf der Querschnittfläche erkennt man in dem pistaziengrünen Grundgewebe die 5—10 Bündel, von denen die beiden, die Bauchseite flankierenden bisweilen gröfser sind, als die übrigen. Die Bauchseite ist sonst (aus den oben angeführten Gründen) bündelfrei.

Die Rhizome von Aspidium spinulosum und dessen Form dilatatum zeigen, was den Bau und die Form sowohl der Rhizome wie der Blattstiele betrifft, eine so grofse Übereinstimmung mit Aspidium filix mas, dafs sie mikroskopisch nicht zu unterscheiden sind. Allerdings sind die Rhizome und Wedelstielbasen bei Aspidium spinulosum in der Regel schwächer als die von Aspidium filix mas, aber kräftige Rhizome des ersteren gleichen ganz schwächeren des echten Wurmfarn. Aspidium dilatatum bildet sogar bisweilen kräftigere Rhizome als Aspidium filix mas. Auch die Rhizome von Aspidium cristatum sind äufserlich nicht von Aspidium filix mas zu unterscheiden. Dafs auch die Zahl der Bündel keinen Unterschied bildet, habe ich oben bereits dargethan. Diese Rhizome sind nur durch die Paleae von filix mas zu unterscheiden (vergl. weiter unten).

Leichter möglich ist die Unterscheidung bei den übrigen. So sind die Wedelstielbasen von Athyrium filix femina schwarzbraun, nur auf der Rückenseite bauchig, auf der Bauchseite ganz flach, so dafs der Querschnitt fast ein gleichseitiges Dreieck bildet (Fig. 8). Die Randzone ist viel breiter und in dem Grundgewebe liegen zwei grofse, im Querschnitt hantelförmige Gefäfsbündel.

Auch bei Aspidium montanum, welches überhaupt meist nur sehr zarte Rhizome und Wedelstiele bildet, ist die Unterscheidung leicht, denn abgesehen von einer sehr breiten Randzone sind die beiden Randleisten der Wedelstielbasen kräftig herausmodelliert (Fig. 9) und es sind nur zwei hantelförmige Bündel mit einem auf der Innenseite liegenden braunen Fleck vorhanden.

Etwas schwieriger gestaltet sich die Sache bei Aspidium lobatum, wo zwar auch deutlich eine Bauch- und eine Rückenseite sichtbar ist (Fig. 10), aber eine sehr stark ausgebildete Randschicht und 4—6 derbe Stränge vorhanden sind.

Bei Aspidium rigidum kann man auf dem Querschnitt durch die Wedelstielbasen kaum eine Bauch- und eine Rückenseite unterscheiden, der Querschnitt ist beinahe rund (Fig. 11). Die Zahl der Bündel beträgt 4—6, 3 pflegen gröfser wie die übrigen zu sein.

Auch im Bau des Rhizoms zeigen Aspidium spinulosum, dilatatum und cristatum grofse Übereinstimmung mit Aspidium filix mas. Besonders konnte ich in der Zahl der Bündel, die das Bündelrohr bilden, keinen Unterschied finden.

Wohl aber bilden die Paleae, welche besonders die jüngeren Teile bedecken, aber selbst den abgelösten älteren Blattstielbasen nie ganz fehlen, ein gutes Unterscheidungsmittel aller genannten Farnrhizome. Die Paleae sind Haarorgane, sie entstehen also aus Epidermiszellen. Bei Aspidium filix mas entstehen sie in der Weise, dafs sich zunächst eine Epidermiszelle ausstülpt und diese zur Haarmutterzelle wird. Durch lebhafte Theilung in zwei Richtungen wird sie zu einer meist einschichtig bleibenden Zellfläche (Fig. 13, 14 u. 15), die sowohl an ihrem Rande wie auf ihrer Fläche wieder sekundäre Haarbildungen (Zähne, Öldrüsen) entwickelt (Fig. 14 u. 16). Auch die ursprüngliche Epidermiszelle teilt sich sehr frühzeitig in der Richtung der Fläche der Schuppe, so dafs die fertige Palea nicht nur durch eine Zelle, sondern durch eine Zellreihe mit dem Blattstiel in Verbindung steht (Fig. 14). Die entwickelte zimmtbraune

Palea ist bei Aspidium filix mas meist gestreckt-lanzettlich oder mehr oder weniger breit-lanzettlich mit langer fadenartiger Spitze (Fig. 16). Das wechselt aber selbst bei ein und derselben Pflanze sehr. Es kommen auch schmal-lanzettliche, fast lineale, eilanzettliche, solche mit oder ohne herzförmige Basis, ja sogar fast dreieckige Formen vor.

Das Gleiche gilt von der Form der Paleae bei den übrigen Arten. Es kann daher die Form nicht zur Unterscheidung benutzt werden, wohl aber der Rand, die Zähne, das Fehlen oder Vorhandensein sekundärer Trichome.

Bei den Paleis von Aspidium filix mas sitzen weder am Rande noch an der Fläche Drüsenhaare. Nur an der Basis der Schuppe finden sich bisweilen zwei Drüsenhaare, die schon frühzeitig angelegt werden (*oed*, Fig. 14 u. 16) und ganz den Interzellulardrüsen (vergl. weiter unten) gleichen. Dagegen zeigt der Rand charakteristische, ziemlich lange, spitze Zähne, die meist aus zwei gestreckten Zellen bestehen und oft gegen die Spitze oder die Basis der Schuppe umgebogen sind. Diese Zähne sitzen entweder dem Rande direkt auf oder finden sich an über den Rand hervortretenden, mehr oder weniger breiten Randlappen. Die Spitze der Schuppe endet in eine prosenchymatisch zugespitzte Schuppenzelle. Die derben Wände der Zellen der Schuppe sind gebräunt, ebenso der meist erhaltene Zellkern.

Bei Aspidium spinulosum sind die Schuppen ganzrandig, der etwas buchtige Rand trägt da und dort kleine Drüsenhaare (*oed*, Fig. 17 u. 18), die wie die Interzellulardrüsen aus einer keulenförmigen Zelle bestehen, deren von der abgehobenen Kuticula bedeckter Kopf vom Sekrete überzogen ist. Bei jungen Paleis läuft die Spitze in einen langen einreihigen Fortsatz aus, der oben in eine Öldrüse endet, bei älteren Schuppen ist diese Enddrüse oft obliteriert oder abgefallen.

Bei Aspidium dilatatum und cristatum liegen die Verhältnisse ähnlich wie bei spinulosum. Bei A. cristatum, dessen Paleae meist aus breiter Basis rasch in die lange Spitze auslaufen (Fig. 19) finden sich an dem meistens glatten Rande bisweilen sehr kleine Randzähne und die Drüsen sind oft in geringer Zahl vorhanden.

Bei Aspidium lobatum fehlen diese Haare ganz, aber der Rand der Paleae trägt zahlreiche, sehr unregelmäfsig gestaltete, oft gebogene oder hin und her gekrümmte Zähne (Fig. 21), erscheint daher unregelmäfsig verzerrt (Fig. 20).

Bei Aspidium rigidum ist der Rand der Schuppe spärlich gezähnt und die Zähne sind denen von Asp. filix mas ähnlich, nur kürzer. Am Rande finden sich kleine Drüsenhaare.

Bei Aspidium montanum sind die Schuppen ganzrandig, aber reich besetzt mit Drüsenhaaren. Solche finden sich nicht nur am Rande (Fig. 22), sondern auch auf der Fläche der Paleae. Die Drüsenhaare besitzen zweierlei Gestalt. Die einen, und zwar die kleineren, sind typisch (*oed*, Fig. 22a), die anderen, und zwar die gröfseren, besitzen einen langen, mehrzelligen Stiel (*oed*, Fig. 22a), an dem bisweilen noch ein kleines Drüsenhaar sitzt. Die Spitze der Schuppe läuft ebenfalls in ein Drüsenhaar aus (Fig. 22).

Bei Athyrium filix femina sind die Schuppen an der Basis herz-eiförmig, nach oben schmal-lanzettlich. Sie laufen in eine feine Spitze aus. Sie sind ganzrandig und tragen weder Zähne noch Öldrüsen (Fig. 23).

Es ist daher leicht möglich, die fraglichen Rhizome an der Paleis zu unterscheiden, nur Asp. cristatum und dilatatum lassen unter sich keine Unterschiede erkennen, von Filix mas differieren alle.

Folgende Tabelle veranschaulicht die Verhältnisse:

1. Spreuschuppen ohne Drüsen (oder wenn sie vorhanden sind, nur zwei an der Basis der Schuppe)
   - A. Spreuschuppe ganzrandig — Athyr. filix femina
   - B. „ am Rande mit einfachen, langen, spitzigen Zähnen — Asp. filix mas
   - C. Der Rand der Streuschuppen durch die grofse Zahl vorhandener Zähne vollständig verzerrt — Asp. lobatum
2. Spreuschuppen mit Drüsen
   - A. Rand mit spitzigen Zähnen — Asp. rigidum
   - B. Rand ganz
     - a) Drüsenhaare von einerlei Art; einzellig; nur am Rande der Schuppe — Asp. cristatum, Asp. spinulosum, Asp. dilatatum
     - b) Drüsenhaare von zweierlei Art: kurze, einzellige, wie bei vorigem, und langgestielte grofse; beide nicht nur am Rande, sondern auf der ganzen Schuppenfläche — Asp. montanum.

Der anatomische Bau der Rhizome und Blattstielbasen stimmt in allen wesentlichen Punkten überein. Es sei daher nur der Bau der Blattstielbasen, die ja die Hauptmasse der Droge bilden, beschrieben.

Zu äufsert liegt eine dünnwandige Epidermis (*Ep*, Fig. 24,1 u. 25,1) deren Zellwände dunkel, oft fast schwarz gefärbt erscheinen. Die Zellen derselben sind, wie der radiale (Fig. 27,1) und der tangentiale (Fig. 26,1) Längsschnitt lehrt, etwas in der Längsrichtung gestreckt. Diese Epidermis ist entweder nur einreihig oder mehr- (2—3-)schichtig. Unter derselben folgt eine äufsere Endodermis (*aend*, Fig. 24 u. 25,2). Dieselbe ist mehrschichtig und die gegen Schwefelsäure resistenten Wände ihrer Zellen sind gelbbraun, braun oder tiefbraun, fast schwarz gefärbt. Die äufseren sind dunkler als die inneren gefärbt. Die tiefbraune Färbung der Droge wird durch diese Schicht bedingt. Die innerste Schicht der Wand ist stark quellbar (Fig. 25). Die Zellen tragen den Charakter von Libroscleroïden. Sie sind, wie der radiale (Fig. 27) und der tangentiale (Fig. 26) Längsschnitt lehrt, gestreckt, an den Enden mehr oder weniger zugespitzt, oder abgestutzt, meist auf der einen Seite abgestutzt, auf der anderen zugespitzt und mit einfachen, rundlichen oder spaltenförmigen Tüpfeln versehen (Fig. 26,2 u. 27,2). Sie stehen also auf der

Grenze zwischen Bastfasern und Sclereïden, sind also Formen, die ich als Librosclereïden bezeichnet habe.

Auf diese Randschicht folgt nun das den Bündelkreis führende Grundparenchym, welches über die ganze Fläche im wesentlichen den gleichen Bau zeigt. Es sind relativ grofse, im Querschnitt rundliche (Fig. 29), in der Längsrichtung etwas gestreckte, getüpfelte Zellen (Fig. 28 u. 27), die ziemlich grofse Interzellularräume zwischen sich lassen.

Die Zellen führen reichlich kleine, rundliche oder stäbchenartig-gestreckte Stärkekörner (Fig. 30), die eine Länge von 3—15 mik besitzen und in ein körnig-vakuoliges Ölplasma eingebettet sind (Fig. 29, *op*). Das Ölplasma läfst (z. B., wenn man den Schnitt in Osmiumsäure betrachtet), keinerlei Öltröpfchen erkennen. Es schwärzt sich hierbei und zeigt eine körnige Struktur. Läfst man aber zu einem Schnitte Chloral oder Schwefelsäure hinzufliefsen, so treten aus demselben sofort eine Menge kleiner oder gröfserer Öltröpfchen hervor (Fig. 29, *ol*). Das Ölplasma, welches die Stärkekörnchen fest zu Ballen verklebt und bisweilen, besonders in den äufseren Schichten, einen grünlichen Schimmer besitzt, enthält aber auch eine gerbstoffartige Substanz, denn es reagiert auch auf Eisenchlorid. Gerade diese gerbstoffartige Substanz bedingt auch den merkwürdigen Farbenumschlag, den der grünliche Querschnitt durch nicht zu alte Blattbasen erleidet, wenn man Schwefelsäure zufliefsen läfst. Während die Membranen und die Stärke stark quellen, färbt sich der ganze übrige Inhalt allmählich rotbraun. Diese Umwandlung des Filix-Gerbstoffes in Filixrot erfolgt auch bei längerem Liegen des Rhizoms und der Blattbasen, besonders, wenn dieselben geschält waren. Der ganze Querschnitt erscheint alsdann zimmtbraun. Auch die Membranen haben dann durch Infiltration das Filixrot gespeichert. Tränkt man den Schnitt mit Alkohol-Eisenchloridlösung, wäscht mit Wasser aus und läfst Kalkwasser zufliefsen, so färben sich Inhalt und besonders Zellwände rot. Dies tritt übrigens besonders schön bei A. spinulosum ein. Läfst man zu Schnitten, die über Nacht in Äther-Alkohol lagen, Schwefelsäure fliefsen, so bedeckt sich bald der Schnitt mit zahlreichen kleinen derben Kristallen und das Grundplasma wird rotbraun.

Die Interzellularräume sind so zahlreich, dafs die trocknen, fast hornartig harten Blattstielbasen nach Einlegen in Wasser auf das doppelte Volumen anschwellen und ganz weich werden. In diesem Zustande sieht man die Interzellularen schon mit blofsem Auge oder doch mit schwacher Lupe als zahlreiche über die ganze Fläche verteilte Löcher.

Verfolgt man die Wedelstiele weiter nach oben, so schliefst das Gewebe enger zusammen, die Interzellularen verschwinden oder werden klein und die Zahl der Bündel sinkt, z. B. dort, wo die Blattlamina beginnt, auf 5, zwei grofse an der Bauchseite und drei kleinere an der Rückenseite.

In die Interzellularen ragen nun zahlreiche eigenartige Öldrüsen hinein. Dieselben kommen dadurch zustande, dafs eine an einen Interzellularraum grenzende Parenchymzelle gegen den letzteren sich ausstülpt, die Ausstülpung sich durch eine Wand abgliedert und an der Spitze sich keulenförmig verbreitert. Im fertigen Zustande zeigen daher die stets einzellig bleibenden Öldrüsen einen mehr oder weniger langen Stiel und einen kugeligen, von einer Kuticula bedeckten Drüsenkopf. In letzterem entstehen die resinogenen Substanzen. Das Harzsekret aber bildet sich ausschliefslich in dem zwischen der Aufsenwand der Öldrüsen und der die ganze Drüse bedeckenden Kuticula liegenden Partie. Die Bildung geschieht also hier, wie bei allen übrigen Öldrüsen. Das Sekret, welches bei Aspid. filix mas die Filixsäure, bei Asp. spinulosum das Aspidin enthält, überzieht als eine gelbe, in Alkoholäther und Sodalösung lösliche Kappe den ganzen Drüsenkopf, der bei der fertigen Drüse meist gänzlich leer und oft luftführend zu sein pflegt. Das Sekret ist entweder homogen oder vakuolig oder zeigt, wennschon selten, eine radial-strahlige kristallinische Struktur und konzentrische Zonen (Fig. 28 *oed*, 29 × und Fig. 546 der Angewandten Anatomie). In einem Interzellularraume findet sich entweder nur eine Öldrüse oder deren mehrere.

Derartige Drüsen finden sich aufser im Rhizom und den Wedelstielbasen auch in oberirdischen Teilen von Aspidium filix mas, ferner im Rhizom und den Wedelstielresten von Aspidium rigidum, spinulosum, dilatatum, cristatum, athamanticum, marginale und goldieanum. Alle diese können daher als Wurmmittel benutzt werden, denn in den Drüsen haben wir den Sitz der taeniciden Substanzen zu suchen. Die inneren Drüsen fehlen bei Aspidium montanum und lobatum und Athyrium filix femina, deren Gewebe auch keine Interzellularlücken besitzt. Die Zellen liegen hier dicht aneinander, ein derbes Gewebe bildend. A. montanum hat Sekretdrüsen an den Paleis (vergl. oben).

Obwohl die Interzellularlücken bei Aspidium filix mas gröfser sind als die von Aspidium spinulosum, besitzt letzteres doch die gröfseren Interzellulardrüsen.

In das Grundgewebe eingebettet findet sich nun der schon mehrfach erwähnte Kreis von Gefäfsbündeln, von denen die beiden an der Bauchseite liegenden für gewöhnlich etwas breiter sind als die übrigen. Die an die Bündel angrenzenden Parenchymzellen (*y*, Fig. 28 und 29) nehmen, besonders an der dem Bündel benachbarten Wand, häufig eine andere Beschaffenheit an. Die Wand verdickt sich, wird gelb oder gar braun und zeigt reichliche Tüpfelung. Dadurch täuscht diese Zellreihe eine Gefäfsbündelscheide (Kernscheide oder Endodermis) vor.

Die eigentliche Endodermis des Bündels wird aber von einer sehr unscheinbaren Reihe dünner Zellen (*end*, Fig. 28 und 29) gebildet, die das Bündel rings umgiebt. Die Wände dieser Endodermiszellen sind verkorkt. Innen grenzt an die Endodermis eine Reihe etwas gröfserer heller Parenchymzellen (*z*, Fig. 29), die, wie die Stellung ihrer Wände zeigt, aus der gleichen Mutterzelle hervorgehen, wie die Endodermiszellen. Man kann sie als das Perikambium betrachten. Die Bündel sind konzentrisch mit zentralem Gefäfsteil.

Der Siebteil (*sb*, Fig. 24, 28, 29), der den Gefäfsteil rings umgiebt, zeigt an der Aufsenseite des Bündels ein

anderes Aussehn als in der Umgebung der Gefäfse. Die Zellen sind heller (*pph*, Fig. 29), die Wände dicker, im Inhalt findet sich bisweilen Stärke. Man kann diesen Teil als Protophloem bezeichnen. Bei Aspidium athamanticum finden sich an dieser Stelle grofse vortrefflich ausgebildete Siebröhren. Die inneren Partien bilden den eigentlichen Siebteil (*sb*, Fig. 29). Sie enthalten die Siebröhren.

Der Gefäfsteil (*gth*, Fig. 24) besteht zum überwiegenden Teile aus an den Enden zugespitzten Tracheiden. Denn als solche müssen wir die gefäfsartigen Zellen betrachten, da die Durchbrechungen der Querwände fehlen, die die Tracheidenreihe erst zum Gefäfse machen würde. Die Erstlinge des Gefäfsteiles sind zarte Spiraltracheiden (*spt*, Fig. 28). Die Mehrzahl der Tracheiden (*tr*, Fig. 28) besitzt aber eine leiter- oder netzleistenartig verdickte Wand (Leiter- oder Netzleistentracheiden). Ihr Durchmesser beträgt 15—75 mik. Läfst man zu einem Schnitte konzentrierte Schwefelsäure fliefsen, so färbt sich die Wand der Gefäfse rot-violett, als wäre Phloroglucin im Gewebe vorhanden. Doch dürfte diese Reaktion einer Spaltung der Filixsäure ihre Entstehung verdanken, die ja zu den Phlorogluciden in Beziehung steht.

Zwischen den Tracheiden liegt zartwandiges Holzparenchym (*hp*, Fig. 29).

Die Wurzeln, welche hauptsächlich am Grunde der Blattstielbasen, bisweilen auch an basalen Seitenknospen derselben entspringen, sind schwarzbraun. Sie führen in der Mitte ein konzentrisches Bündel mit wenigen, aber relativ weiten Tracheiden. Das Bündel ist ringsum von einem braunen vielreihigen Sclerenchympanzer eng umgeben, den eine wenigschichtige Parenchymhülle umschliefst. Das ganze aufserhalb des Bündels liegende Gewebe ist gebräunt. Die Farbstoffe sitzen auch hier in den Membranen.

Aufser Aspidium filix mas findet in Europa auch das Rhizom von Aspidium spinulosum Sw. viel Verwendung als Bandwurmmittel. Es ist in gewissen Gegenden ebenso häufig wie Aspidium filix mas und wird z. B. in gröfseren Mengen auf Extrakt verarbeitet. In Südafrika wird das Rhizom von Aspidium athamanticum Kunze (Rad. Pannae), in Mexiko und Kalifornien das von Aspidium rigidum Sw., in den vereinigten Staaten das von Aspidium marginale Sw. und Goldieanum Hooker, in Italien das von Aspidium pustulatum Ten. verwendet. Alle diese führen die charakteristischen Sekretdrüsen. Ich halte auch Aspidium dilatatum, das wohl nur eine Form von Aspidium spinulosum ist, und A. cristatum für brauchbar.

Das Pulver.

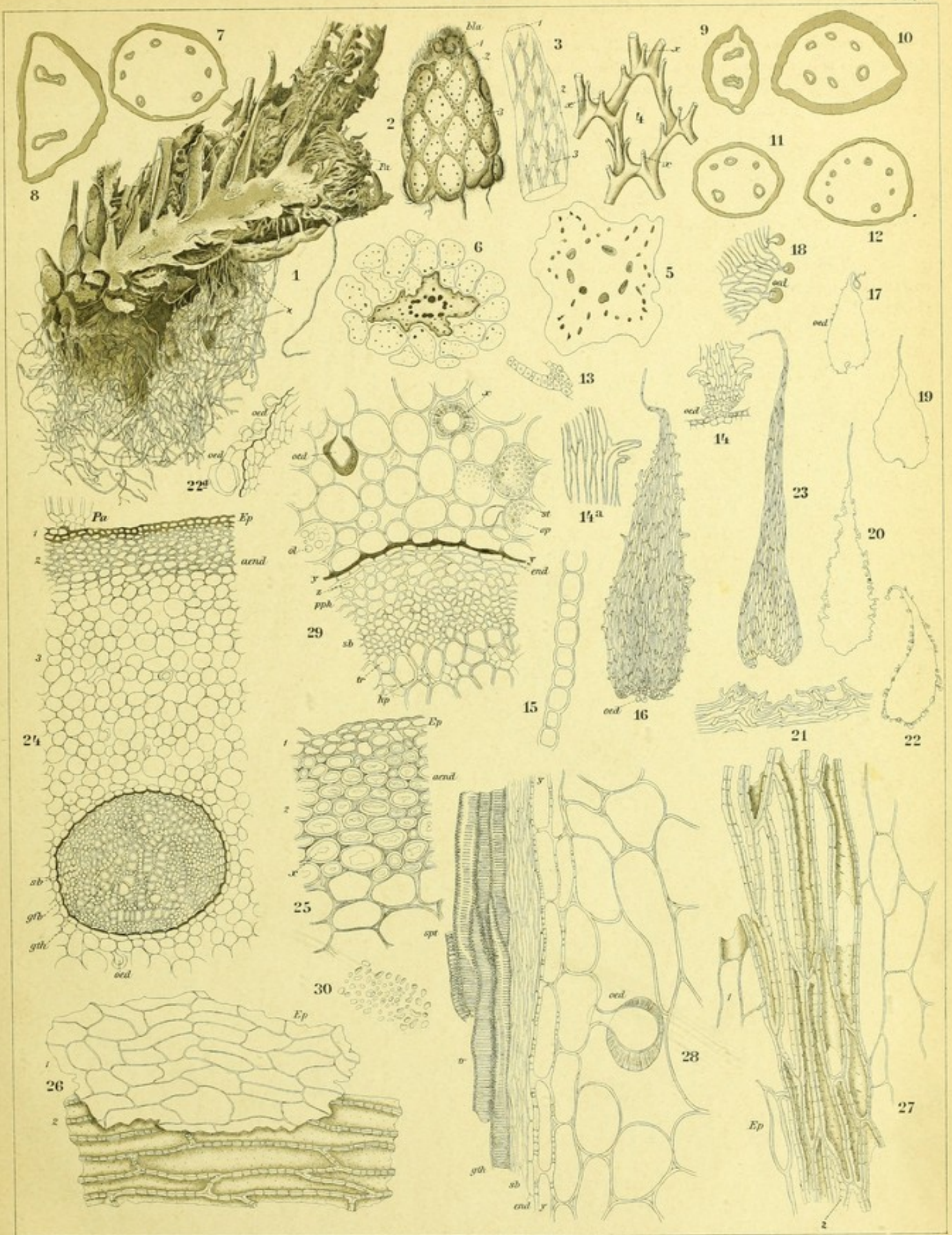
Im Pulver des Farnrhizoms prävalieren die Stärkekörner, die durch die gelbgrüne Grundmasse meist noch zu Klumpen vereinigt sind. Sie bilden das charakteristische Element des Pulvers. Im Chloralpräparat treten alsdann die Fragmente des Parenchyms, sowie der Tracheidenstränge hervor, vereinzelt auch Teile des braunen äufseren Endoderms. Sehr zahlreich sind die Öltröpfchen.

Tafel 79.

Erklärung der Abbildungen.

Aspidium filix mas: Fig. 1–7, 13–16, 24–30 — Athyrium filix femina: Fig. 8, 24 — Aspidium montanum: Fig. 9, 22, 23 — Aspidium lobatum: Fig. 10, 20, 21 — Aspidium rigidum: Fig. 11 — Aspidium spinulosum: Fig. 12, 17, 18 — Aspidium cristatum: Fig. 19.

Fig. 1. Medianer Längsschnitt durch ein Rhizom.
„ 2. Spitze des Rhizoms. Die Blätter sind mit Ausnahme der obersten entfernt, auf den glatten rhombischen Schnittflächen sind die Bündel sichtbar.
„ 3. Das gleiche wie Fig. 2, doch ist durch Mazeration das Bündelsystem freigelegt, so dafs man die rhombischen Maschen des Bündelnetzes erkennt.
„ 4. Einzelne Maschen des Bündelnetzes aus dem Mazerationspräparate. Die die Maschen bildenden Hauptbündel entsenden Äste in die Blattbasen (Fig. 2—4 mit Benutzung Sachs'scher Figuren).
„ 5. Querschnitt durch ein Rhizom mit 8 Hauptbündeln (Lupenbild).
„ 6. Querschnitt durch ein besonders starkes Rhizom mit 10 Hauptbündeln. Rings um das Rhizom liegen die mitdurchschnittenen Blattstielbasen (Lupenbild).
„ 7. Querschnitt durch eine Blattstielbase von Aspidium filix mas (Lupenbild).
„ 8. Querschnitt durch eine Blattstielbase von Athyrium filix femina.
„ 9. Querschnitt durch eine Blattstielbase von Aspidium montanum.
„ 10. Querschnitt durch eine Blattstielbase von Aspidium lobatum.
„ 11. Querschnitt durch eine Blattstielbase von Aspidium rigidum.
„ 12. Querschnitt durch eine Blattstielbase von Aspidium spinulosum.
„ 13. Junges Entwickelungsstadium einer Palea von Aspidium filix mas.
„ 14. Etwas ältere Palea an der Basis.
Fig. 14a. Rand einer alten Palea.
„ 15. Palea querdurchschnitten.
„ 16. Entwickelte Palea von Asp. filix mas, gestreckte Form.
„ 17. Palea von Aspidium spinulosum mit Randdrüsen.
„ 18. Rand einer Palea von Aspidium spinulosum mit den Drüsen.
„ 19. Palea von Aspidium cristatum.
„ 20. Palea von Aspidium lobatum.
„ 21. Rand einer Palea von Aspidium lobatum.
„ 22. Palea von Aspidium montanum.
„ 22a. Rand einer Palea von Aspidium montanum.
„ 23. Palea von Athyr. filix femina (Fig. 7—12, 13—23 mit Benutzung Laurén'scher Figuren).
„ 24. Querschnitt durch den Rand einer Blattstielbase und durch ein Bündel.
„ 25. Querschnitt durch den Rand einer Blattstielbase, äufserste Partien, in Chloral. Die Zellen der äufseren Endodermis gequollen.
„ 26. Flächenschnitt durch die gleiche Schicht.
„ 27. Radialer Längsschnitt durch die gleiche Schicht.
„ 28. Radialer Längsschnitt durch den Rand eines Gefäfsbündels nebst benachbartem Gewebe.
„ 29. Querschnitt durch den Rand eines Gefäfsbündels und des benachbarten Gewebes.
„ 30. Stärkekörner aus dem Parenchym.


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
14a
15
16
17
18
19
20
21
22
22a
23
24
25
26
27
28
29
30
Pa
Ep
aend
oed
end
gfb
gth
sb
hp
spt
Lith. Anst. v. C. Kirst, Leipzig.

Sem. colae.

Kolasamen, Kola- oder Gurunüsse, Kola vrai ou femelle.

Die Kolanüsse des Handels bestehen nach der Ansicht von Schumann vorwiegend aus den Keimlingen von Cola vera K. Schum., denen oft auch solche von Cola acuminata Pal. de Beauv. beigemengt sind. Die grofsen Kolanüsse sollen zur ersteren, die kleinen meist zu der zweiten Art gehören. Die grofsen Kolanüsse bestehen aus zwei grofsen dickfleischigen, die kleinen meist aus vier bis fünf (seltener sechs prismatischen Kotyledonen. Ich habe jedoch aus Buitenzorg unter der Bezeichnung Cola acuminata Blüten und Früchte in allen Entwickelungstadien erhalten, die in keinem wesentlichen Punkte von der echten Cola acuminata abwichen und deren Samen doch nicht vier, sondern nur zwei Cotyledonen besafsen. Da ich ferner im Pariser Jardin des plantes mich davon überzeugen konnte, dafs entgegen der Ansicht Schumann's Cola acuminata P. B. und Cola Ballayi Corn., die mir Cornu in lebenden Exemplaren zeigte, zwei bestimmt von einander verschiedene Pflanzen sind, die schon an den Blättern leicht von einander zu unterscheiden sind, so halte ich die Frage nach der Stammpflanze der sem. colae für noch nicht sicher entschieden. Soweit ich die Sache bis jetzt übersehen kann, liegen die Verhältnisse so, dafs sowohl Cola acuminata als Cola vera Samen mit zwei Cotyledonen besitzen und also grofse Kolanüsse liefern können, dafs dagegen Cola Ballayi Samen mit vier Cotyledonen besitzt, also vielleicht die kleinen Kolanüsse liefert. Ich werde im folgenden an dieser Ansicht festhalten. Die Cola acuminata aus Buitenzorg ist durch den Beisatz: (Hort. bog.) kenntlich gemacht.

Ich verdanke Blüten und Früchte den Herren Prof. K. Schumann, Prof. Treub, Prof. Penzig, K. Dieterich und Th. Christy.

Die beiden Colaarten, C. acuminata und C. vera, unterscheiden sich besonders durch den Fruchtknoten.

Die Blüten der Cola acuminata sind diklin oder polygam. Die männlichen Blüten (Fig. 1) zeigen, um eine Centralsäule regelmäfsig kreisförmig angeordnet (Charakter der Gattung Cola), Stamina, die ein kurzes, dickes Filament und eine zweiteilige Anthere bezw. zwei übereinander stehende Thecae besitzen (*anth*, Fig. 1). Der eine Teil derselben ist nach oben, der andere nach unten gerichtet, so dafs man, wenn man das Gebilde von aufsen betrachtet, den Eindruck erhält, dafs zwei über einander stehende Reihen von Staubgefäfsen vorliegen.

In der Mitte der Staminalscheibe liegt an deren Gipfel ein kleiner Rest des im übrigen abortierten Gynaeceums (×, Fig. 1) in Gestalt mehrerer kurzer Spitzchen. Die Zahl der Kelchblätter beträgt fünf. Die Staminalsäule von Cola vera ist sehr ähnlich der von Cola acuminata. Während aber die Antheren der acuminata rundlich und derb sind (Fig. 1a), sind die von Cola vera (Fig. 1b) ein wenig hornartig nach oben gebogen (Fig. 1b). Dies war wenigstens bei meinem Material deutlich. Ob es immer der Fall ist, mufs an einem gröfseren Material festgestellt werden.

Der Kelch ist gamosepal (Fig. 2). Eine Corolle fehlt. Doch sieht man zwischen Kelch (*&*, Fig. 6) und Staminalsäule einen Wulst, den man wohl als einen Rest der Corolle betrachten kann. Diesen Wulst findet man sowohl bei den männlichen Blüten als auch bei den weiblichen (×, Fig. 6), sowohl bei Cola vera wie bei Cola acuminata.

Die weiblichen Blüten, die die gleiche Zahl von Kelchblättern besitzen wie die männlichen, zeigen einen derben fünfteiligen Fruchtknoten. Wie ein Querschnitt durch das Gynaeceum (Fig. 7) lehrt, sind die fünf Carpelle nicht mit einander verwachsen, sondern frei, sodafs eigentlich ein Kranz von fünf Fruchtanlagen vorliegt. Eine eigentliche Verwachsung findet auch an der Spitze nicht statt wo die Narben liegen, wohl aber liegen die Carpelle hier sehr dicht aneinander (Fig. 6). An der Basis des Fruchtknotens liegt ein Kranz von Staubfäden (*anth*, Fig. 2, 3, 4, 6, 7), die ganz den gleichen Bau wie bei der männlichen Blüte besitzen, d. h. es finden sich zwei Thecae über einander liegend, beide durch ein derbes Filament mit einander verbunden (Fig. 6), also zwei über einander liegende Halbantherenreihen (Charakter der Untergattung Autocola). Die Antheren enthielten in den von mir untersuchten Fällen Pollenkörner. Ob dieselben aber fähig sind, Befruchtung zu bewirken, ist unentschieden (mehrfach fand ich die Antheren aufgesprungen). Wären sie fertil, dann wäre die Blüte hermaphrodit und es läge Polygamie vor, wenn nicht, weiblich und die Stamina trügen den Charakter von Staminodien.

Die Kelchblätter sind derb und dick. Sie bestehen aus einem stärkeführenden reich durchlüfteten Parenchym, in dem drei kräftige Nerven und zwei bis vier schwächere verlaufen und

welches reichlich von grofsen Schleimzellen durchsetzt ist. Der Rand und die Epidermis der Unterseite tragen zahlreiche Sternhaare (*t*, Fig. 6), einige liegen auch auf der Oberseite. Derartige Sternhaare finden sich bei beiden Colaarten auch auf dem Fruchtknoten (Fig. 7, 8), an den Filamenten und spärlich auch an den Antheren, besonders reichlich aber an den der Corolle entsprechenden Wülsten zwischen den Sepalis und dem Staminalkreise (×, Fig. 6). Schleimzellen, bisweilen auch Schleimhöhlen, finden sich aufser in dem Kelch auch in den Filamenten und im Blütenstiel.

Die fünf Fruchtknotenabteilungen werden von je einem Carpell gebildet (*cp*, Fig. 7 u. 8), welches an der Bauch- oder Innenseite zusammenschliefst, ohne daselbst mit den Rändern fest zu verwachsen (Fig. 8, ×). An der Bauchnaht sitzen zwei Reihen von Ovulis, fünf bis sieben in jeder Reihe über einander (*ov*, Fig. 6), so dafs also 10—14 Samenanlagen auf jedes Carpell entfallen. So war es wenigstens bei Cola acuminata.

Das Carpell besteht aus zartem Parenchym, in welchem, der Mittelrippe entsprechend, ein grofses Bündel (*gfb*, Fig. 8) liegt. In den Seiten finden sich dann kleinere Bündel oder Prokambiumstränge. Die Epidermis trägt Sternhaare in verschiedenen Stadien ihrer Entwickelung (*ta*, *tb*, *tc*, *td*, *te*, *tf*, Fig. 8), die, wenn voll entwickelt, oft bis achtstrahlig werden. Die Ovula sind anatrop und besitzen zwei Integumente (Fig. 8 u. 10). Das innere Integument (*ii*, Fig. 8, 10) bleibt stets stark zurück und schliefst nur selten über dem Nucellus zusammen. Es ist drei bis vier Zellenreihen dick. Das äufsere Integument (*ia*, Fig. 8 u. 10) ist, wie dies die Regel bei den anatropen Ovulis bildet, mit dem Funiculus so vollständig verwachsen, dafs eine Trennungslinie nur an der Spitze des Ovulums zu erkennen ist. An der entgegengesetzten Seite des Ovulums dagegen tritt das äufsere Integument kräftig hervor, greift über das innere Integument und den Nucellus herüber und bildet einen schmalen Mikropylarkanal (Fig. 10). Es besteht aus fünf bis sechs Zellreihen.

Jedes Carpell läuft an der Spitze in eine lange, schmale, an der Basis nach unten gekrümmte fingerförmige Narbe aus (*Na*, Fig. 6), die sich aufsen an das Carpell anlegt (Fig. 2 bis 4). Die Ausbildung der Narbe bildet nun einen wesentlichen Unterschied zwischen Cola acuminata und vera. Bei der letzteren ist sie nämlich nicht fingerförmig, sondern breit schildförmig (Fig. 5), allerdings auch am Carpell aufsen herablaufend.

Die Entwickelung des Fruchtknotens zur Frucht geht nun in der Weise vor sich, dafs die Carpellwand zur Fruchtwand, die Ovula zu Samen werden. Doch abortiert stets eine gröfsere Anzahl der letzteren (*abov*, Fig. 12), so dafs die reife Frucht in jeder Balgkapsel nie 10—14 Samen enthält, sondern eine viel geringere Zahl, bisweilen nur zwei. Die fünf Carpelle gelangen auch nur selten alle zur Entwickelung (Fig. 11, die beiden vorderen sind abgeschnitten). So war es bei Cola acuminata (Hort. bog.).

Oft abortieren eines oder mehrere der Carpelle, so dafs nur zwei bis vier, bisweilen sogar nur eine Balgkapsel reif wird. Die anfangs aufwärts gerichteten Carpelle legen sich auseinanderspreizend horizontal nach aufsen um und bilden die Balgkapseln schliefslich einen um einen Punkt gestellten sternförmigen Kranz (Fig. 11). Die der Narbe entsprechende Spitze der Carpelle erscheint schon bei den jungen Früchten hakenförmig nach unten gekrümmt (×, Fig. 11) und auch die reife Frucht zeigt eine terminale, umgekrümmte Spitze (×, Fig. 15). Zu dieser hin läuft auf der einen Seite eine Rinne, auf der anderen eine Leiste.

Die reifen Balgkapseln (Balgfrüchte) sind sehr verschieden grofs. Ich fand bei Cola acuminata (Hort. bog.) solche von 6—7 cm Länge. Sie sind tiefbraun, gestreckt länglich, aufsen buckelig. Die Fruchtschale ist ziemlich dick (circa 3—7 mm)

Die Anatomie der Fruchtschale von Cola acuminata ist einfach. Sie ist von einer einreihigen Epidermis bedeckt (*Ep*, Fig. 31). Dann folgt ein ziemlich derbwandiges, dichtes, bisweilen Oxalat führendes Parenchym (Fig. 31), in dem die Gefäfsbündel (*gfb*, Fig. 32) ziemlich unregelmäfsig streichen und in welchem, regellos verteilt, sich zahlreiche grofse Schleimzellen finden (*Sch*, Fig. 33). Dieselben sind rundlich oder oval und oft so grofs, dafs sie auf dem frischen Querschnitt als kleine, lichte Tröpfchen erscheinen. Sie sind aber auch bisweilen schlauchartig gestreckt. Stets zeigen sie deutlich entwickelte Schleimmembranen, und zwar gewöhnlich lokale Schleimmembranverdickungen, die oft als lange Zapfen in das Lumen hineinragen und sich beim Präparieren gesondert herauslösen lassen. Sie zeigen deutliche Schichtung und gegen die primäre Membran hin Körnelung. Die inneren Partien der Fruchtwand sind reicher durchlüftet (Fig. 34). Das ganze Gewebe enthält Gerbstoff. Die Sternhaare, welche den Fruchtknoten dicht bedecken (Fig. 8), fallen frühzeitig ab, so dafs die reife Frucht unbehaart erscheint.

Mit der Samenschale ist die Fruchtwand oft auf weite Strecken hin verwachsen, so dafs sich die Samen samt Schale meist nur schwierig und nur unter Verletzung der Fruchtwand aus dem Fruchtfache herauslösen lassen. In den mir zur Verfügung stehenden Früchten von Cola acuminata (Hort. bog.) waren zwei bis sechs Samen vorhanden.

Die Samen sind von einer dicken, oft 1—2 mm starken frisch weifsen, getrocknet braunen Samenschale bedeckt. Einen Arillus habe ich nicht beobachtet. Offenbar hat man das weiche Perisperm dafür gehalten. Auch „weifses, die Samen umhüllendes Fruchtfleisch“ habe ich nicht beobachtet. Wahrscheinlich ist die Samenschale dafür angesehen worden. Die Form der Samen wechselt sehr und wird vielfach durch den verfügbaren Raum bestimmt. Denn da die Samen eng auf einander liegen, so platten sie sich gegen einander ab. Im allgemeinen ist die Form eine rundliche gegen die Fruchtschale hin, eine abgeplattete gegen den benachbarten Samen hin. In jeder Frucht sind gröfsere und kleinere Samen vorhanden, reife rote und unreife gelblich weifse. So schwer der Same sich samt Schale aus der Frucht herauslösen läfst, so leicht lösen sich die Samenkerne aus der Samenschale heraus. Schon beim Durchschneiden der Frucht fallen sie oft heraus.

Der anatomische Bau der reifen Samenschale ist bei Cola acuminata (Hort. bog.) folgender. Zu äufserst liegt eine einreihige Epidermis (*Ep*, Fig. 35 u. 36, 1). Dann folgt ein reich durchlüftetes Parenchym (Fig. 35 u. 36, 2) und dann die Gefäfsbündel führende Schicht (Fig. 35 u. 36, 3). Die Epidermis besteht aus etwas radial gestreckten Zellen, die, von der Fläche betrachtet, geringe Streckungen zeigen (Fig. 36, 1), das durchlüftete Parenchym läfst grofse Interzellularen erkennen (Fig. 36, 2), die Gefäfsbündel führen Ring-, Spiral- und Leitergefäfse (*gf*, Fig. 36). Nach Innen zu wird die Samenschale abgeschlossen durch eine eigenartige Schicht (Fig. 35 u. 37, 4 u. 5), von der man im Zweifel sein kann, wozu sie gehört. Dafs die äufseren Partien 1—3 der Samenschale aus dem äufseren Integumente hervorgehen, ist klar. Ob aber diese innere Schicht aus der inneren Epidermis des äufseren Integumentes oder aus dem inneren Integumente hervorgeht, konnte nur die Entwicklungsgeschichte lehren.

Wie oben erwähnt, besitzt das Ovulum zwei Integumente (Fig. 8 u. 10). Das innere ist von vornherein schmal und schliefst nur selten über dem Nucellus zusammen. Das äufsere ist breit und dick. Leider fehlten mir ganz junge Stadien des Samens. Untersucht man aber einen unreifen Samen, dessen Durchmesser 3—5 mm beträgt, so findet man von dem zweiten Integumente nichts mehr. Es mufs also frühzeitig zu Grunde gehen. Jedenfalls beteiligt es sich nicht am Aufbaue der Samenschale. Bei einem Samen von 3 mm Durchmesser grenzt die junge, aus dem äufseren Integumente hervorgegangene Samenschale (*ss*, Fig. 35a) unmittelbar an das mächtig entwickelte Nucellargewebe (*Nuc*, Fig. 35a). Zwischen beiden liegt nichts. Auch noch Samen von 10 mm Durchmesser zeigen an der inneren Grenze der Samenschale nur eine normale Epidermis. Erst an dem reifen oder nahezu reifen Samen findet man hier eine sehr merkwürdige Bildung. Löst man bei diesem das die Samenschale innen auskleidende Nucellargewebe (Perisperm) ab — es läfst sich als eine zusammenhängende Haut leicht abziehen —, so sieht man auf der Innenseite der Samenschale dunklere Flecke und wenn man dieselben auf Quer- und Flächenschnitten betrachtet, so findet man, dafs sie aus zwei verschiedenen Zellformen bestehen: kleinen, kurzen, verdickten und getüpfelten, sclereidenartigen Zellen (Fig. 35 u. 37, 4) und grofsen, oft schlauchartigen, gestreckten oder verbogenen Zellen mit relativ dünner Wand (Fig. 35 u. 37, 5). Die letzteren schliefsen niemals zu zusammenhängenden Verbänden zusammen (Fig. 37), sondern bilden ein Geflecht durch einander geschlungener Säcke, das nesterartig sich zwischen Samenschale und Nucellargewebe einschiebt und oft gebräunten Inhalt führt. Die kurzen, sclereidenartigen Zellen bilden bisweilen zusammenhängende Gruppen (Fig. 37), oft liegen aber auch sie isoliert. So weit ich aus meinem nicht ganz zureichenden Materiale ermitteln konnte, gehen beide Gebilde aus der inneren Epidermis des äufseren Integumentes hervor. Sie bilden jedenfalls ein sehr charakteristisches Element der Samenschale des reifen Samens. Die Samenschale enthält also aufser diesen eigenartigen „Flecken" verdickter Zellen keinerlei mechanische Elemente. Sie ist daher im frischen Zustande weich und biegsam, im trockenen brüchig.

Innen ist nun die Samenschale ausgekleidet von einer kontinuirlich herumlaufenden, ziemlich dicken hellen Haut. Diese ist der Rest des Nucellargewebes, also als Perisperm anzusprechen Sie besteht (Fig. 35, *Nuc*) aus sehr zarten Zellen, die beim jungen Samen (Fig. 35 a, *Nuc*) reichlich Stärke führen und noch oft einen Zellkern erkennen lassen. Zwischen dieselben sind bisweilen Schleimzellen eingestreut (*Sch*, Fig. 35 a). Bei ganz jungen Samen ist die Schicht oft von grofser Mächtigkeit und erfüllt das ganze Innere des Samens bis auf eine kleine centrale Höhlung, in der der Embryosack liegt. Bei diesen ganz jungen Samen liegt das Perisperm der Samenschale ziemlich fest an. Wohl aber bildet der Embryosack hier ein leicht herauszulösendes, sackartiges Gebilde. Beim reifen Samen ist der Perispermrest relativ schmal (Fig. 35) und die inneren Schichten sind stark zusammengefallen, obliteriert. Die Randschicht des Perisperms besteht aus etwas derberen Zellen (Fig. 35 u. 38, 6), die meist einen bräunlichen Inhalt führen. Die darauf folgende Schicht, die auch beim reifen Samen noch manchmal Stärkereste aufweist, besteht aus zarten, oft reihenartig angeordneten Zellen (Fig. 35 u. 38, 7).

Der Keimling entwickelt sich ziemlich spät. Bei seiner Entwickelung braucht er das Embryosackgewebe vollständig auf, so dafs er unmittelbar an das Perisperm angrenzt.

Der (bei Cola vera und acuminata [Hort. bog.]) aus zwei derben fleischigen Kotyledonen, einer zarten Plumula und einem kegelförmigen Würzelchen bestehende Keimling bildet die grofse Kola des Handels, die frisch entweder eine gelblichweifse oder lebhaft kirschrote, trocken eine kaffeebraune Farbe besitzt. In ein und derselben Frucht finden sich weifse und rote Samen. Letztere scheinen die reiferen zu sein. Die grofsen sind fast immer rot.

Die beiden Kotyledonen, die bei der Droge entweder noch zusammenhängen oder aus einander gefallen sind, sind sehr einfach gebaut. Sie sind beiderseits von einer zusammenhängenden Epidermis bedeckt, die an der Aufsenseite der Kotyledonen aus derben, radial gestreckten Zellen besteht (*Ep*, Fig. 39), die, von der Fläche betrachtet (Fig. 40, *Ep*), ziemlich kleinzellig erscheinen und bei starker Vergröfserung (Fig. 41) eine deutliche Tüpfelung der Seitenwände erkennen lassen. Die Epidermis der Innenseite der Cotyledonen, d. h. der Seite, mit der dieselben auf einander liegen, besteht aus mehr quadratischen, zarteren Zellen. Die Zellen des Grundgewebes sind rundlich und parenchymatisch (Fig. 39, 40, 42) und dicht mit Stärkekörnern erfüllt.

Die Stärkekörner (Fig. 43) sind gestreckt eiförmig, rundlich oder keulenförmig, bisweilen mit einem Spalt versehen, oft deutlich geschichtet. Der Kern liegt am breiteren Ende. Die grofsen messen 18—28 mik im Längsdurchmesser, die kleineren 5—10 mik. Sie werden von kleineren rundlichen

oder gestreckten, einfachen oder zusammengesetzten Körnern begleitet.

Aufser der Stärke enthalten die Zellen noch Zucker und das Coffeinkolatannat in Lösung und bei den roten Samen einen roten Zellsaft. Besonders die Randschichten führen hier viel roten Zellsaft, die mittleren Partien weniger. Stets finden sich neben roten farblose Zellen. Es scheint fast, als ob gewisse Zellen reicher an Coffeintannat sind als andere, denn man findet, wenn man einen Schnitt durch frische Kotyledonen (ich verdanke Th. Christy & Co. frische Kolanüsse) in Osmiumsäure legt, dafs regellos verteilte Zellen des Grundgewebes sich tiefer färben als die übrigen.

Sehr leicht läfst sich das Coffein in dem Kotyledonargewebe mikrochemisch nachweisen. Legt man einen Schnitt in konc. Salzsäure und erhitzt diese, so färbt sich der Schnitt sofort rotbraun. Fügt man nun zu dem Schnitte einen Tropfen 3 proz. Goldchloridlösung, schiebt den Schnitt bei Seite und läfst den Tropfen eintrocknen, so schiefsen vom Rande her die charakteristischen, zu baumartigen Gebilden vereinigten Coffein-Goldchloridnadeln an (Fig. 44). Der Versuch gelingt auch ohne Erwärmen. Erhitzt man einen Schnitt mit einem Tropfen Kalilauge und läfst nach Beiseiteschieben des Schnittes den Tropfen eintrocknen, so kristallisieren feine isolierte Nädelchen von Coffein aus (Fig. 45).

Der Coffeinkolatannat, eine Verbindung des Coffeins mit dem Kolatannin ($C_6 H_3 (CH_3) (OH)_3 — CO.O — C_6 H_3 (CH_3) (OCH_3) (OH)_2$ ist eine sehr leicht durch in der Kolanufs enthaltene Fermente bei Luftzutritt in Gegenwart von Wasser zersetzliche Verbindung. Durchschneidet man eine frische Kolanufs, so färbt sich der anfangs farblose (oder rötliche) Querschnitt schon nach wenigen Minuten rotbraun, ganz ähnlich, wie ich dies bei frischer Chinarinde beschrieben habe. Es geschieht dies unter Spaltung des Coffeinkolatannates und Bildung von Kolarot. Diese Spaltung erfolgt auch beim Trocknen der Kolanüsse, wobei sich dieselben kaffeebraun färben. Sie kann verhindert werden durch Einlegen in Glycerin oder Erhitzen auf 65° oder Einlegen in siedenden Alkohol. Durchschneidet man eine frische Kolanufs unter Glycerin oder bringt frisch hergestellte Schnitzel von frischer Kola direkt in siedenden Alkohol, so färbt sich die Schnittfläche nicht rotbraun, sondern bleibt farblos (oder rötlich), auch wenn man sie nachträglich aus dem Medium herausnimmt und an der Luft liegen läfst. Bringt man eine frische Kolanufs in Wasser von 65° und läfst sie darin eine halbe Stunde, so kann man sie dann nach dem Herausnehmen durchschneiden, ohne dafs die Schnittfläche sich rotbraun färbt. Alles dies deutet darauf, dafs bei der Rötung ein Ferment im Spiele ist.

In kaltem Alkohol lassen sich die Kotyledonen nicht unverändert konservieren, sie werden bald rotbraun; auch Formol wirkt nicht viel besser.

Beim Absterben der Zellen gelegentlich des Trocknens der Früchte dringt das Kolatannin in die Membranen der Zellen und diese färben sich durch Kolarot gelbrot. So erscheinen denn die Membranen aller Kotyledonarzellen bei der Droge gefärbt und geben mit Eisenchlorid Gerbstoffreaktion. Der krautige, stark adstringierende und etwas bittere und unangenehme Geschmack des frischen Samenkerns macht beim Trocknen einem angenehmen, cacaoartigen, aromatisch-bitterlichen Geschmacke Platz. In feuchtes Guttaperchapapier gewickelt, hielten sich die Samen in verschlossener Blechkapsel wochenlang frisch. Ich habe von Th. Christy mir gütigst gesandte frische Samen ohne Schwierigkeit sogar zum Keimen gebracht. Die daraus erzogenen Pflanzen entwickeln sich langsam aber normal.

Auch Theobromin-Kolatannat ist in der Kola enthalten.

Eingebettet in das Stärke und Coffeinkolatannat führende Grundgewebe der Kotyledonen finden sich nicht eben sehr zahlreiche Gefäfsbündel; auf der konvexen Aufsenseite etwa 12 in seichtem Bogen angeordnete gröfsere, auf der mehr oder weniger flachen Innenseite eine Anzahl zarterer (Fig. 22). Die gröfseren derselben (Fig. 42) zeigen einen eigenartigen Bau. Die Gefäfse sind nämlich bei ihnen radialstrahlig angeordnet. Von einem centralen Punkte strahlen bis zehn Reihen Gefäfse aus, der Siebteil liegt peripher und ist oft stark obliteriert (*sb*, Fig. 42).

Die Zahl der Kotyledonen beträgt bei der Handelskola und bei der Cola acuminata (Hort. bog.) in der Regel zwei. Ich habe bei Durchmusterung eines grofsen Materiales so gut wie ausnahmslos diese Zahl konstatiert. Es kommen aber auch drei vor. Oftmals ist einer der Kotyledonen gröfser als der andere. Fast ausnahmslos ist die innere Begrenzungsfläche, mit der die Kotyledonen auf einander liegen, gekrümmt (Fig. 16, 18, 19, 20, 21, 22). An der Begrenzungslinie der beiden Kotyledonen läuft entweder dicht an derselben streichend (×, Fig. 20), oder etwas davon entfernt ($\times_1$, Fig. 20) ein 1 mm breiter, brauner Streifen, der sich gegen die Basis des Samens, wo die Radicula liegt, auf 2 mm verbreitert und gegen die Samenspitze hin verschmälert. Derselbe giebt den frischen Samen ein höchst charakteristisches Aussehn (Fig. 20), ist aber an den trockenen fast gar nicht mehr zu sehen. Er hebt sich wenigstens nur undeutlich von der übrigen Kotyledonaroberfläche ab (Fig. 16 u. 19), da beim Trocknen das Ganze braun wird. Der braune Streifen besteht aus stark gebräunten Zellen, die durch eine Korkschicht gegen das übrige Gewebe abgegrenzt sind. Die Gröfse der Samen wechselt aufserordentlich (Fig. 16, 18, 19). Ich besitze solche von 45 mm Länge neben solchen, die nur 20 mm messen. Zum Teil mag dies daher kommen, dafs Samen verschiedenen Reifegrades in der Droge sich finden, dann aber auch, dafs die Gröfse der Samen selbst wechselt, vielleicht auch bei vera und acuminata verschieden ist. Die Form der Keimlinge wechselt auch aufserordentlich. Die beiden häufigsten Formentypen sind die ovale (Fig. 19) und die breite (Fig. 16). Zwischen ihnen finden sich aber alle möglichen Zwischenformen.

Betrachtet man den Keimling von unten (Fig. 20), so sieht man, dafs rechtwinklig zu der Spaltfläche der Kotyledonen noch ein zweiter Spalt an der Basis des Keimlings sich findet

(*y*, Fig. 20). Derselbe geht aber nicht tief und reicht nur bis zu der kleinen Höhle in der Radicula und Plumula (*Rad* u. *pl*, Fig. 21) liegen. Er dient zur Sicherung der Keimung und ermöglicht ein bequemeres Hervordringen von Radicula und Federchen (Fig. 22b). Ich nenne ihn daher Keimspalt.

Die Zahl der Kotyledonen bildet ein wichtiges Unterscheidungsmerkmal zwischen Cola vera und Cola Ballayi. Während (vergl. oben) bei Cola vera der Regel nach nur zwei Kotyledonen sich finden, besitzt Cola Ballayi mindestens deren vier oder noch mehr (Fig. 17). Samenkerne von Cola Ballayi sind daher in der Droge leicht aufzufinden. Sie sind übrigens meist auch schon an ihrer Kleinheit kenntlich und daran, dafs die Kotyledonen im Querschnitt fast dreikantig sind. Jedoch sind die grofsen Samen von Cola Ballayi oft gröfser als die kleinen von Cola vera. Die Trennung in grofse und kleine Kola ist daher nicht glücklich.

Mit der Zahl der Kotyledonen hängt denn auch die verschiedene Keimungsart zusammen. Während bei Cola vera und acuminata sich Radicula und Plumula aus dem oben erwähnten Spalt hervorschieben (Fig. 22b) und die Kotyledonen anfangs nicht aus einander klaffen, legen sich bei Cola Ballayi die vier Cotyledonen spreizend aus einander, der Plumula Platz schaffend (Fig. 22a).

Bricht man einen Keimling aus einander, so findet man an der Samenbasis Plumula und Radicula (Fig. 21, 23, 23a, 24, 25—28), die auch bei der roten Kolanufs gelblich gefärbt sind. Dieselben liegen in einer nach aufsen sich öffnenden kleinen Höhlung. Die Befestigung an den Kotyledonen erfolgt an der Grenze von Plumula und Radicula (×, Fig. 23, 23a, 28). Die gegen die Samenbasis und den dort befindlichen Spalt (*y*, Fig. 21) gerichtete Radicula (*Rad*) ist meist gröfser als die Plumula (*Pl*), stumpf-kegelförmig und an der Spitze mit einer braunen Kappe bedeckt. Aufsen ist die Radicula reichlich mit Haaren bedeckt. Dieselben sind zweierlei Art. Einmal finden sich auch hier die charakteristischen Sternhaare (Fig. 29) oft mit gebräuntem Inhalt und sodann findet man einreihige, mehrzellige Etagenhaare (Fig. 30), die etwas an die sogenannten Mitscherlich'schen Körperchen, die Haare des Cacaosamens erinnern. Diese beiden Haarbildungen sind auch im Colapulver aufzufinden. Das Gewebe der Radicula ist meristematisch. Bisweilen finden sich in ihm Oxalatdrusen. Die Zellen der oben erwähnten Kappe (*Ka*, Fig. 24) führen braunen Inhalt. Ein zarter Gefäfsbündelring (*gfb*, Fig. 23, 23a, 24, 26) trennt eine centrale Partie von der Rinde. Die Plumula ist meist kurz (Fig. 23a u. 24) und kegelförmig. Der flache Vegetationspunkt ist bedeckt von den kurzen Blattanlagen. Da die Kola leicht keimt, so findet man bisweilen das erste Keimungsstadium in der Droge (Fig. 23). Dasselbe erkennt man an der Streckung der Plumula und der Differenzierung ihrer Spitze. Das Gewebe der Plumula ist meristematisch. Die jungen Blattanlagen tragen dieselben Haarorgane wie die Radicula (*t*, Fig. 23a u. 24). Bisweilen fand ich einmal die Plumula unbehaart und die Radicula frei von Sternhaaren und nur mit den Reihenhaaren besetzt.

Tafel 80a u. b.

Erklärung der Abbildungen.

(Cola vera Schum. Fig. 1, 1b u. 5; Cola acuminata P. B. Fig. 1a, 2–4, 6–10; Cola acuminata (Hort. bog.) Fig. 11–15, 22, 31–38; Cola Ballayi Fig. 22a; Grosse Kola frisch Fig. 20, 21, 22b, 23, 23a, 24–28, 29–30; Grosse Cola, Handelsware Fig 16, 18, 19, 39–45; Kleine Cola, Handelsware Fig 17.)

Fig 1. Noch ungeöffnete männliche Blüte von Cola vera, längs durchschnitten.

„ 1a. Staminalsäule von Cola acuminata.

„ 1b. Staminalsäule von Cola vera, längs durchschnitten.

„ 2. Weibliche bezw. hermaphrodite Blüte von Cola acuminata, die vorderen Kelchblätter fortpräpariert.

„ 3. Dasselbe, alle Kelchblätter fortpräpariert, um den Fruchtknoten und den Staminalkranz deutlicher hervortreten zu lassen.

„ 4. Noch geschlossene weibliche Blüte von Cola acuminata, längs durchschnitten.

„ 5. Weibliche bezw. hermaphrodite Blüte von Cola vera, die Kelchblätter fortpräpariert.

„ 6. Weibliche bezw. hermaphrodite Blüte von Cola acuminata, längs durchschnitten.

„ 7. Dasselbe an der Basis, dort wo der Staminalkranz liegt, quer durchschnitten.

„ 8. Querschnitt durch einen Fruchtknotenabschnitt, ein Carpell von Cola acuminata.

„ 9. Sternhaar von demselben.

„ 10. Ein Ovulum von Cola acuminata, längs durchschnitten.

„ 11. Junge, unentwickelte Frucht von Cola acuminata (Hort. bog.), die 5 Balgkapseln bereits gespreizt, die beiden vorderen ($\times_1$) abgetragen.

„ 12. Reife Balgkapsel von Cola acuminata (Hort. bog.), geöffnet, mit 3 abortierten Samenanlagen (*abov*).

„ 13. Kleine Balgkapsel mit 4 Samen von Cola acuminata (Hort. bog.), kurz vor der Reife, quer durchschnitten. Nach einer Photographie.

„ 14. Dieselbe von aufsen. Dimensionen: Länge 7,5 cm, Breite 5 cm, Dicke 4 cm. Nach einer Photographie.

„ 15. Grofse Balgkapsel von Cola acuminata (Hort. bog.), längs durchschnitten. × bezeichnet den Sitz der Narbe.

„ 16. Grofse, zweiteilige Colanufs aus dem Handelsmaterial. Der aus der Samenschale herausgelöste Keimling.

„ 17. Kleine, vierteilige Colanufs aus dem Handelsmaterial.

„ 18 u. 19. Kleinere Formen der zweiteiligen Colanufs aus dem Handelsmaterial.

„ 20. Ein frischer Samenkern (Keimling) von unten gesehen. Aufser der die beiden Kotyledonen trennenden Spalte ist auch der Keimspalt (*y*) sichtbar.

„ 21. Ein frischer Samenkern (Keimling) aufgebrochen, das vordere Kotyledon ist abgelöst. Radicula und Plumula sowie der Keimspalt werden sichtbar.

Fig. 22. Querschnitt durch einen mit der Samenschale bedeckten Samen von Cola acuminata. (Hort. bog.). Lupenbild.

„ 22a. Keimender Samenkern von Cola Ballayi.

„ 22b. Keimender Samenkern von Cola acuminata (a u. b mit Benutzung Heckel'scher und Schumann'scher Figuren.)

„ 23. Erstes Keimungsstadium von Cola acuminata und vera, Plumula gestreckt. Die Figur zeigt zugleich die Ansatzstelle von Plumula und Radicula an die beiden Kotyledonen (×).

„ 23a. Radialer medianer Längsschnitt durch Radicula und Plumula.

„ 24. Dasselbe, tangentialer medianer Längsschnitt.

„ 25–28. Succedane Querschnitte durch die Basis des Samenkerns. In Fig. 25 ist die Radicula an ihrer Spitze getroffen, in Fig. 26 an ihrer Basis; Fig 27 zeigt die Stelle, wo Radicula und Plumula in einander übergehen und (bei ×) mit den Kotyledonen verwachsen sind. Fig. 28 zeigt die quer durchschnittene Plumula.

„ 29. Sternhaare von der Plumula und Radicula.

„ 30. Reihenhaare von der gleichen Stelle.

„ 31. Querschnitt aus der Randschicht der Fruchtschale von Cola acuminata (Hort. bog.).

„ 32. Querschnitt aus der Gefäfsbündelschicht.

„ 33. Schleimzelle aus dem Mesokarp.

„ 34. Querschnitt aus der inneren Partie der Fruchtschale von Cola acuminata (Hort. bog.).

„ 35. Querschnitt durch die Samenschale eines reifen Samens von Cola acuminata (Hort. bog.) nebst anliegendem Perisperm (*Nuc*).

„ 35a. Querschnitt durch die innerste Schicht der Samenschale und die äufsere des Nucellus eines ganz jungen Samens.

„ 36. Flächenschnitte durch die äufseren (1) und mittleren (2 u. 3) Schichten der Samenschale.

„ 37. Flächenschnitt durch die innerste Schicht der Samenschale.

„ 38. Flächenschnitt durch das Perisperm.

„ 39. Querschnitt durch die Randschicht des Kotyledon (Kolanufs).

„ 40. Flächenschnitte durch die Rand- und Mittelschicht des Kotyledon.

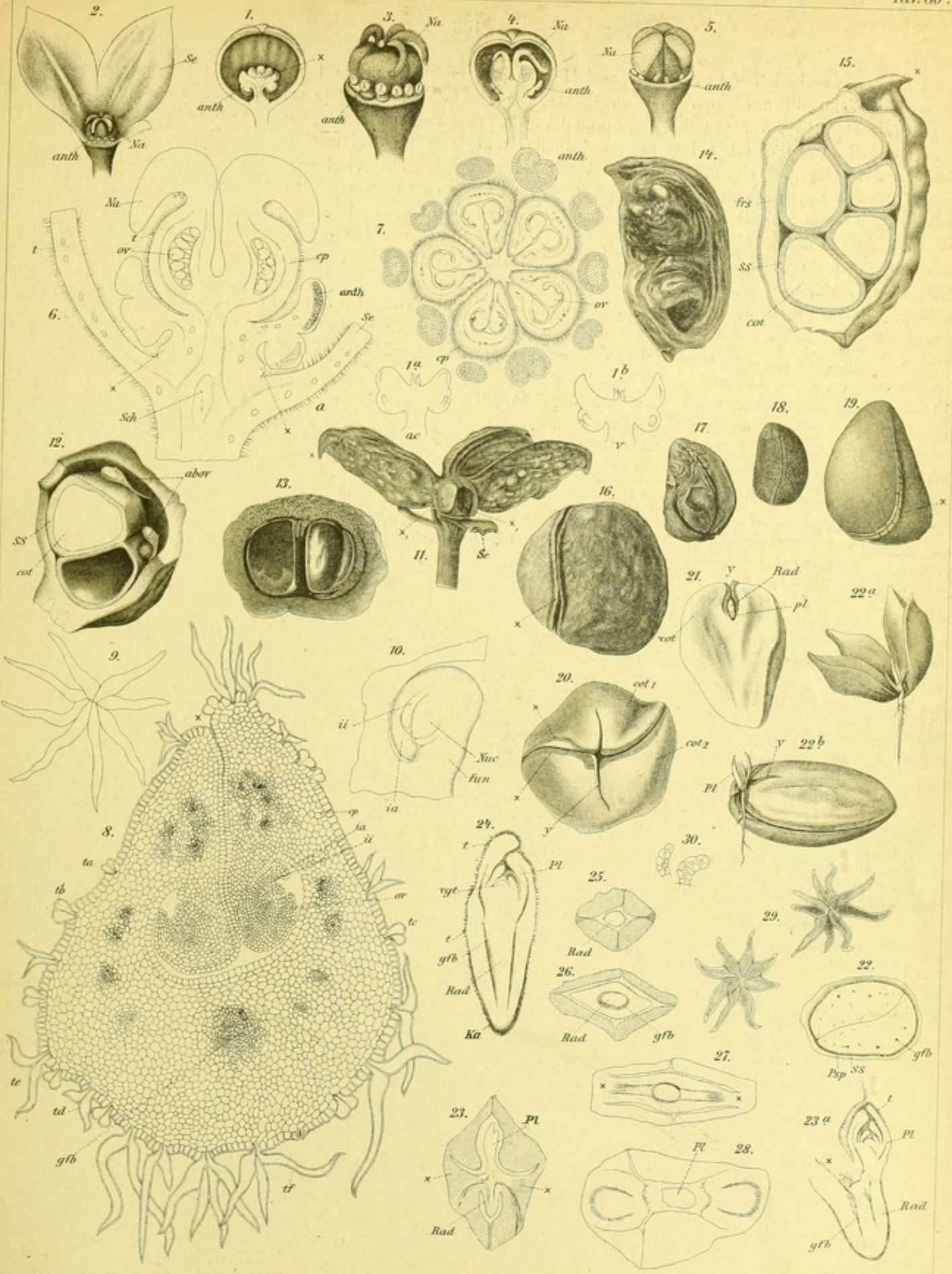
„ 41. Epidermis des Kotyledon von der Fläche gesehen, stärker vergröfsert wie in Fig. 40.

„ 42. Ein Hauptgefäfsbündel aus dem Kotyledon, quer durchschnitten.

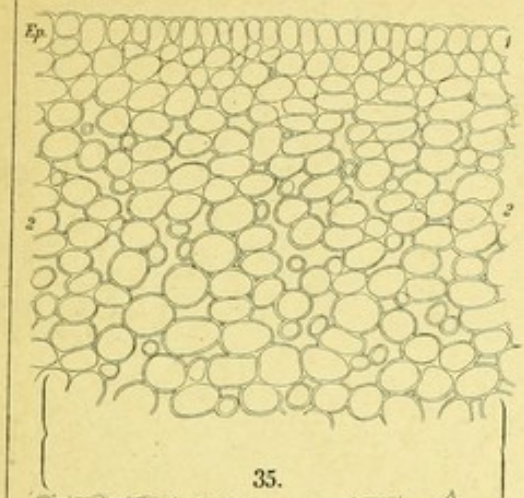
„ 43. Stärkekörner aus den Kotyledonen der Kolanufs.

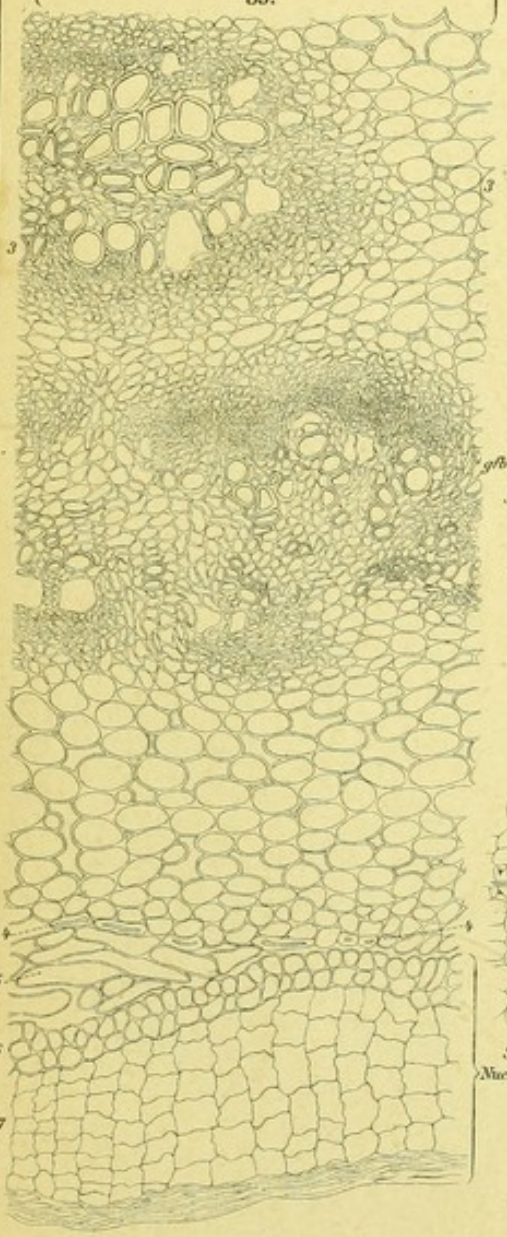
„ 44. Coffein-Goldchloridkristalle (vergl. den Text).

„ 45. Coffeinkristalle (vergl. den Text).

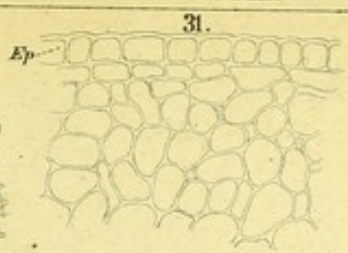


Lith. Anst. v. C. Ernst, Leipzig

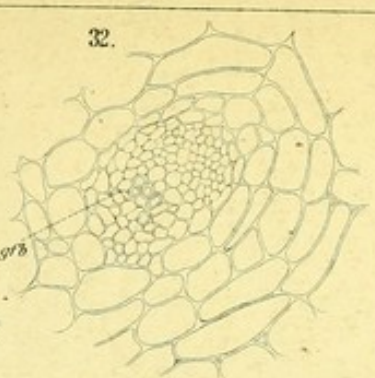




31.

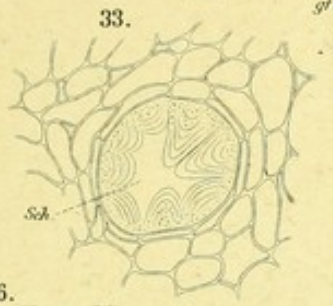


32.



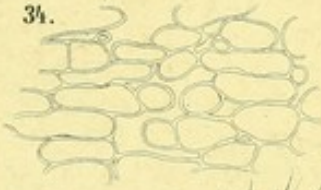
45.

33.



41.

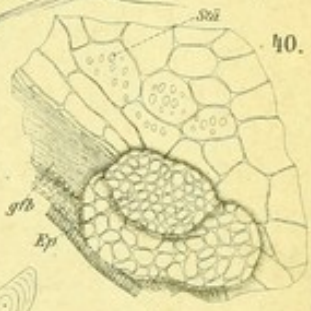
34.



36.

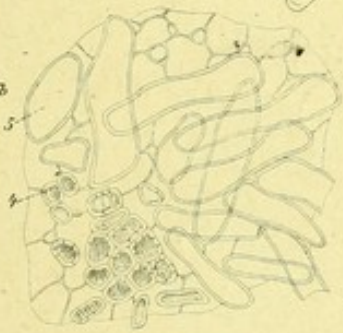
43.

44.

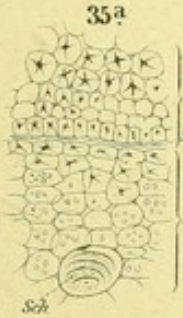


40.

37.

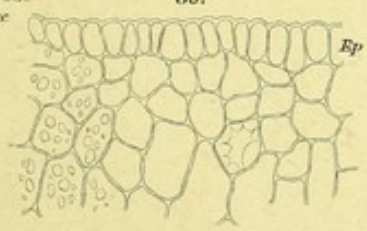


35a

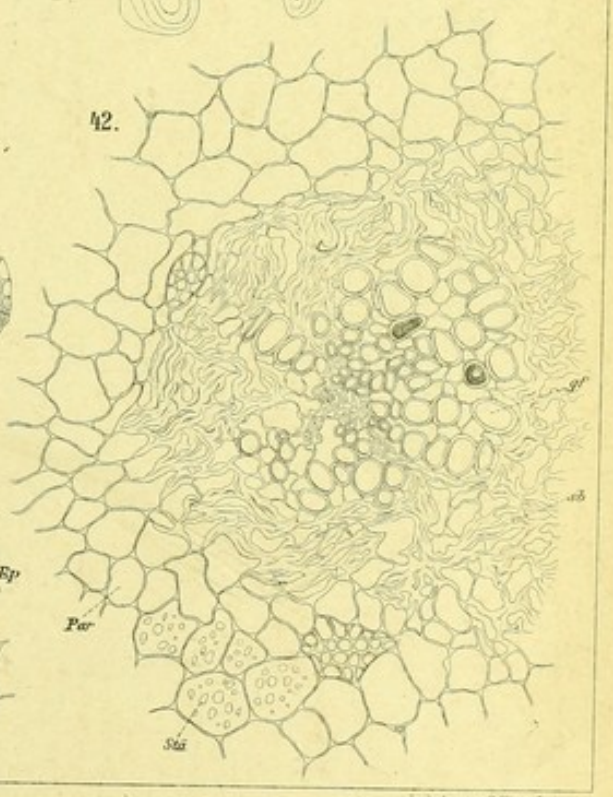


38.

39.



42.



Lith. Anst. v. C. Kirst, Leipzig