



This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

- + *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
- + *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
- + *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
- + *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at <http://books.google.com/>



Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

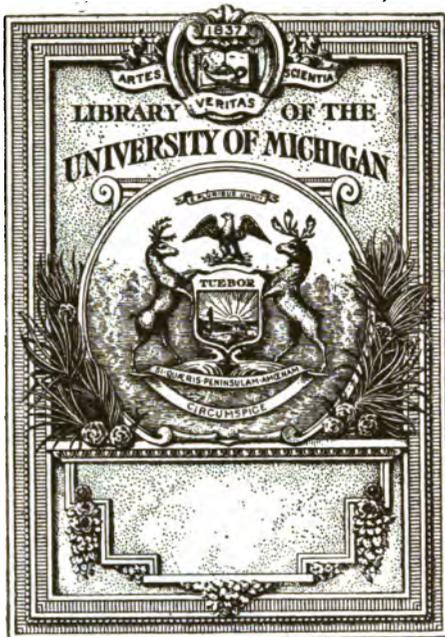
- + *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.
- + *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.
- + *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.
- + *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter <http://books.google.com> durchsuchen.

A9
no. 77.

11247



THE GIFT OF
S. S. Garrigues

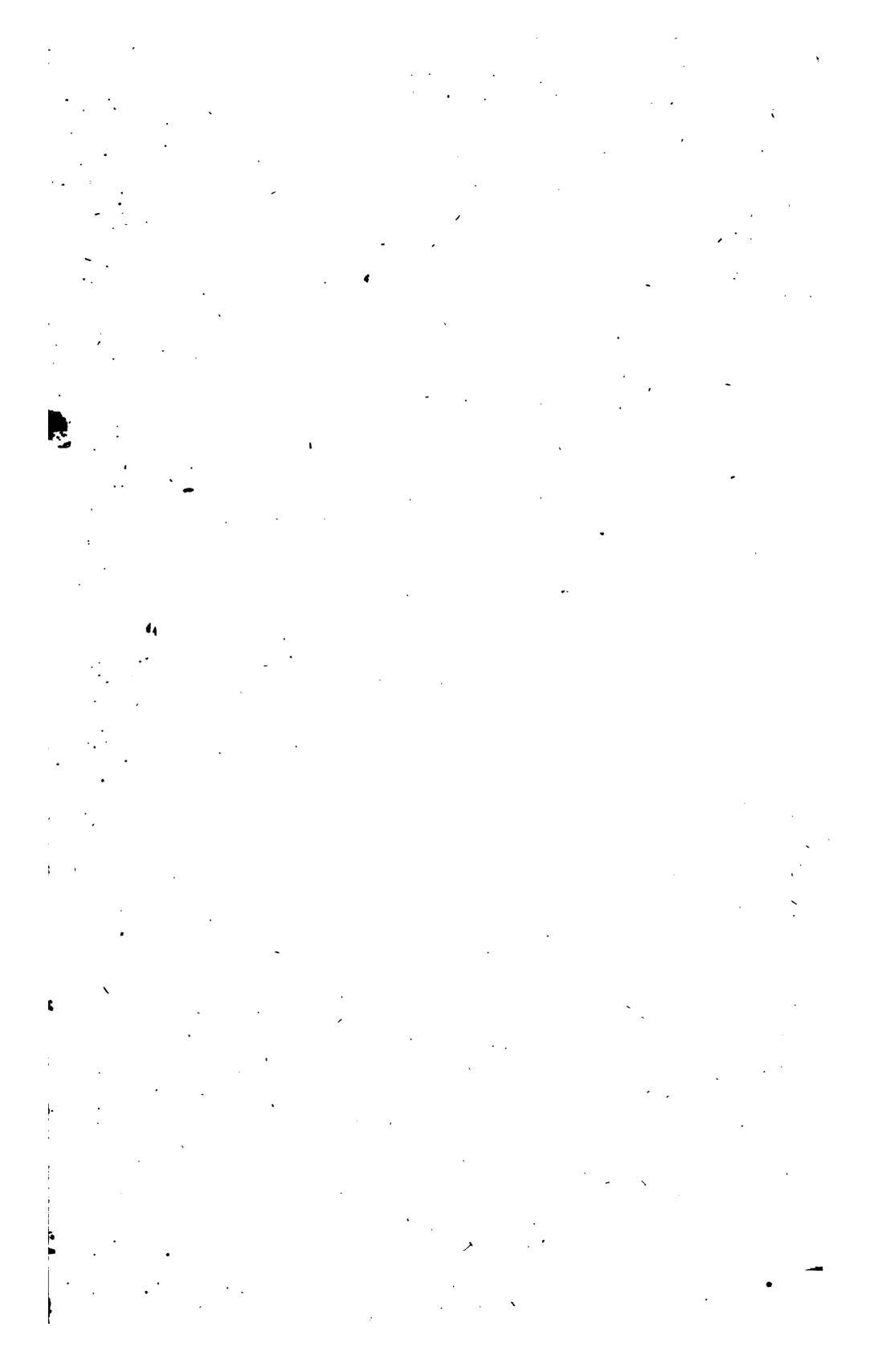
H.
0.75

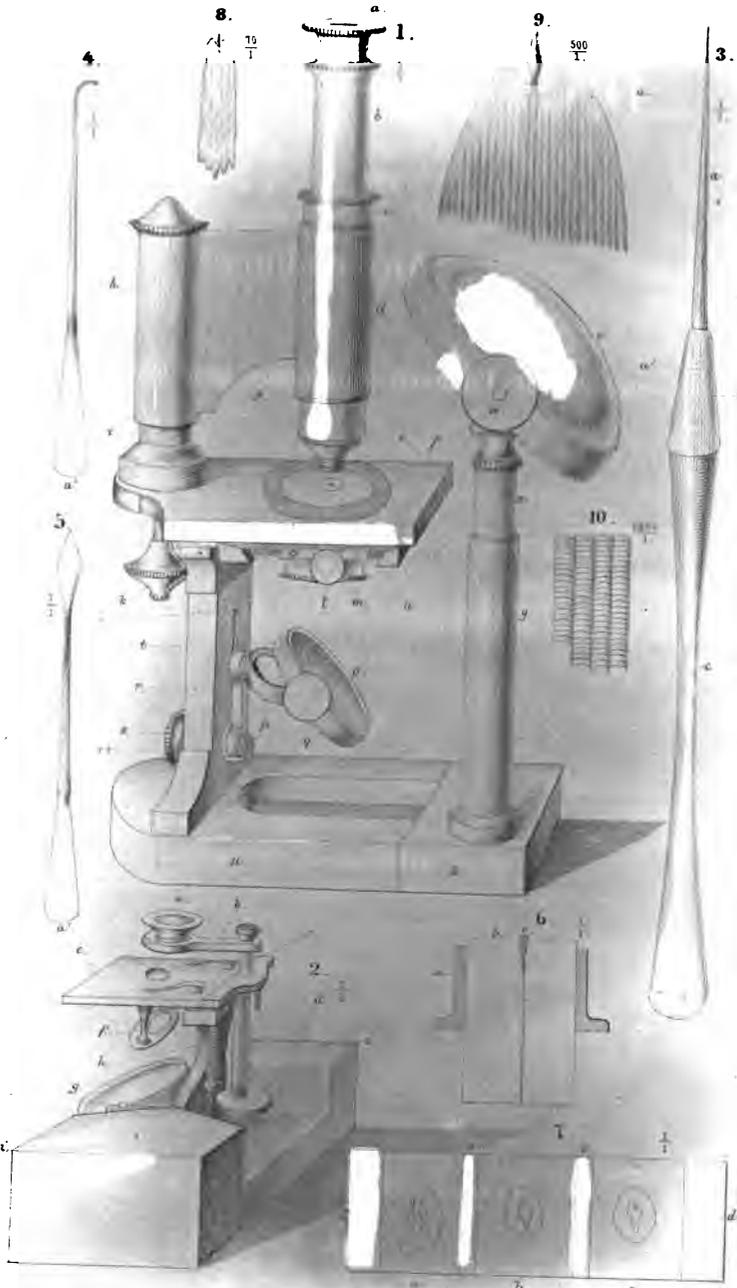
J. J. Garrigue

Philadelphia

QK
673
.529
cop. 2

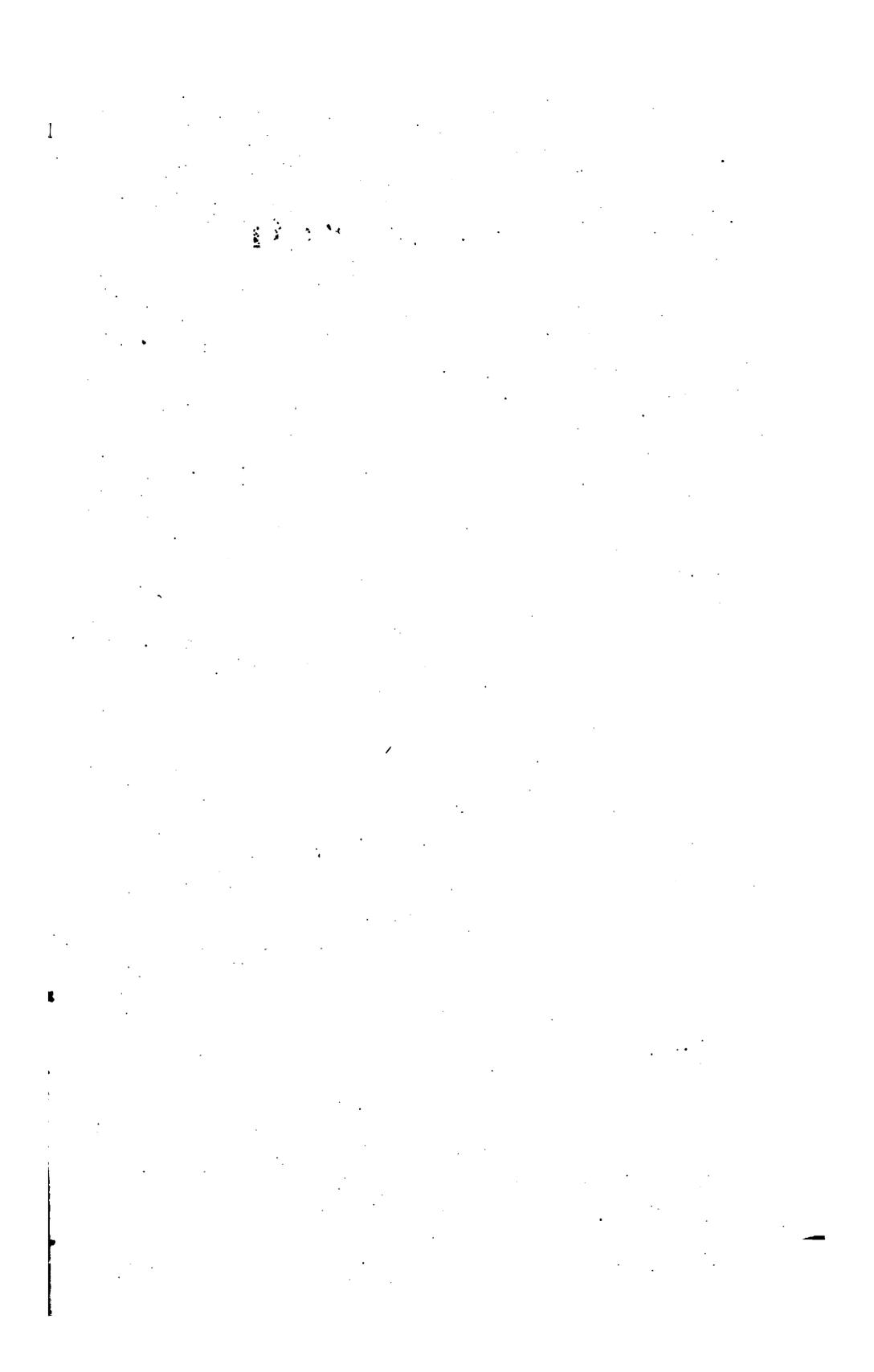
19
D. P.





H. Schacht. ad natur. del.

Lith. Anst. v. G. Reuber





DAS MIKROSKOP

und

seine Anwendung,

insbesondere für Pflanzen-Anatomie und Physiologie.

Von

HERMANN SCHACHT,

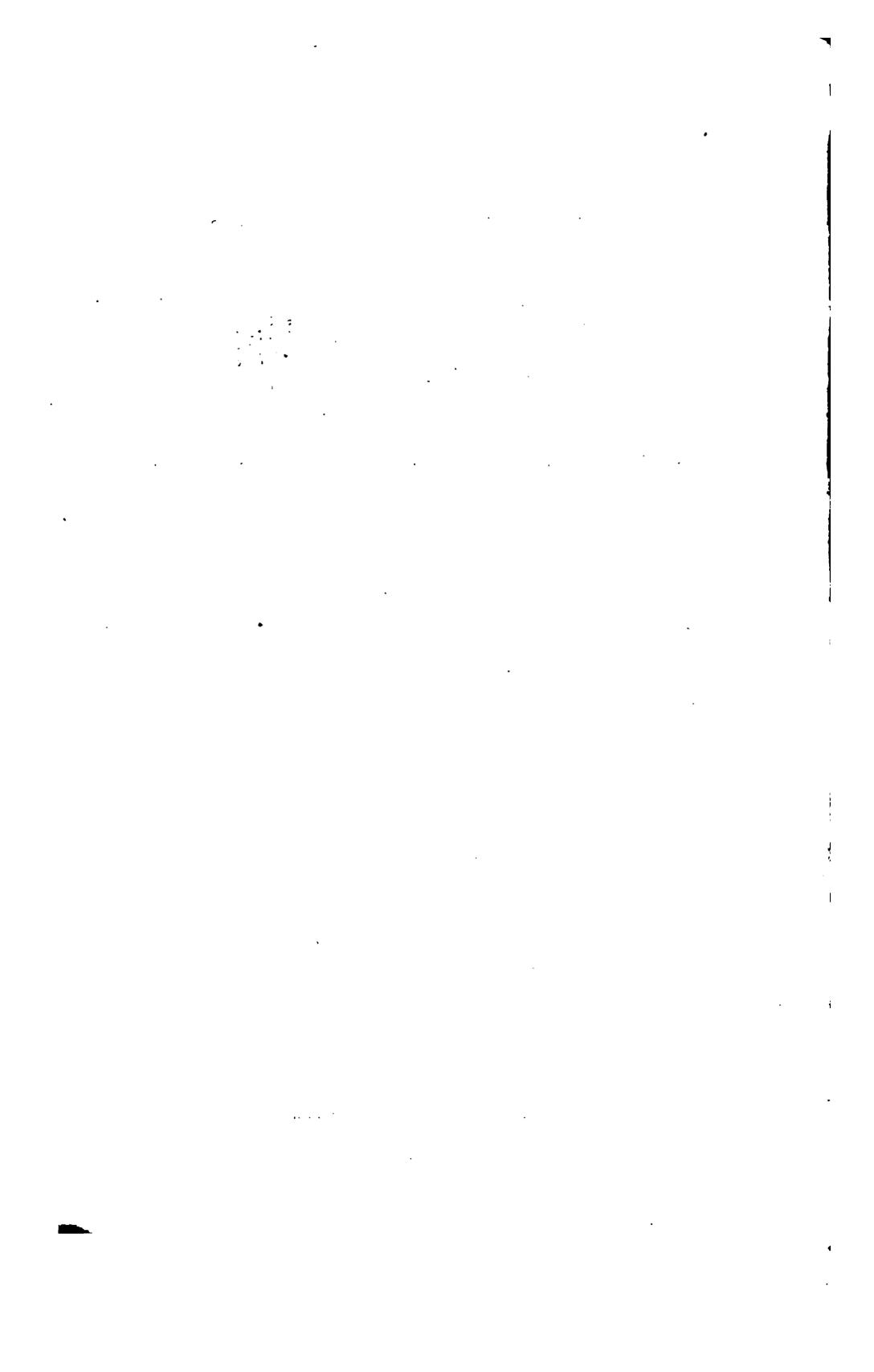
PHIL. DR.

MIT SECHS LITHOGRAPHIRTEN TAFELN.

BERLIN.

VERLAG VON G. W. F. MÜLLER.

1851.



V o r w o r t.

Die Aufforderung mehrerer Freunde, denen ich bei phytotomischen Untersuchungen zur Hand ging, meine am Mikroskop gesammelten Erfahrungen der Oeffentlichkeit zu überliefern, gab die erste Veranlassung zum Entstehen dieser Blätter.

Durch eine achtjährige tägliche und zwar seit den letzten vier Jahren fast alleinige Beschäftigung mit dem Mikroskop und seiner Anwendung auf Pflanzen-Anatomie bot sich mir vielfach Gelegenheit sowohl die für einzelne Fälle passenden Methoden zu prüfen, als gewisse hier und da brauchbare Handgriffe und Vortheile, entweder durch Mittheilung von Anderen oder durch eigene Versuche, kennen zu lernen. Ich weiß zugleich aus eigener Erfahrung wie mancherlei Täuschungen der auf sich beschränkte Anfänger bei mikroskopischen Untersuchungen ausgesetzt ist, wie manche Schwierigkeiten ihm sowohl in der Behandlung des Instrumentes als der Gegenstände entgegentreten und auf welchen Umwegen er, wenn ihm die Ausdauer bleibt, endlich zum Ziele gelangt; ich wünsche deshalb diejenigen, welche sich nicht unter der Leitung eines tüchtigen Beobachters ausbilden können, durch meinen Rath zu unterstützen.

0A-19-2231K
3-28-39
392
Rec. 1055

Ueber das Mikroskop und seine Nebenapparate besitzen wir v. Mohl's vortreffliche Mikrographie, ich habe deshalb nur der später eingeführten und mir bekannt gewordenen Verbesserungen am Mikroskop gedacht und Oberhäuser's neues großes Instrument, das sowohl in Betreff seines Stativs als seiner optischen Leistungen den ersten Rang einnimmt, besonders hervorgehoben und auf Taf. I. abgebildet. Die vorliegende Schrift war bereits zur Hälfte gedruckt, als mir der Zufall die beiden ersten Theile von Harting's größerem Werk: *Het mikroskop, deszelfs gebruik, geschiedenis en tegenwoordige toestand. Utrecht, van Paddenburg & Comp. 1848.* zuführte. Der Inhalt des ersten Theils entspricht etwa der Mikrographie v. Mohl's; der zweite Theil beschäftigt sich mit dem Gebrauch des Mikroskops, er behandelt sehr weitläufig dasselbe, was ich in den Abschnitten II. III. VII. und VIII. kürzer zusammengedrängt und mit besonderer Berücksichtigung der Praxis gegeben. Ueber das, wie mir scheint, Allerwichtigste, über die specielle Methode der Untersuchung selbst, findet dort weder der Zoolog noch der Botaniker irgend etwas; dagegen ist eine Beschreibung und Abbildung der in organischen Gebilden häufiger vorkommenden Krystalle und ihrer Formen gegeben. Die vielerlei Messerchen, Zangen und sonstigen Geräthe, welche Harting beschreibt und abbildet, muß ich zum größten Theil für überflüssig erklären, eine geschickte Hand bedarf dergleichen nicht und einer ungeschickten nützen sie wenig, Uebung und Liebe zur Sache thut hier das Beste. Der dritte Theil, den ich nicht gesehen, soll die Geschichte und den gegenwärtigen Zustand des Mikroskops behandeln.

Ich will in den vorliegenden Blättern weder eine Mikrographie noch ein Lehrbuch der wissenschaftlichen Botanik

liefern; Schleiden's Grundzüge und v. Mohl's Schriften muß ich hier als Basis betrachten; ich wünsche nur zu zeigen, wie man das Mikroskop überhaupt und wie man es für besondere Fälle anwendet; aber dennoch konnte ich nicht umhin, im Abschnitt IV. einen kurzen Ueberblick der Pflanzenanatomie zu geben, da ich eine allgemeine, durch eigene Anschauung gewonnene Kenntniß der Pflanzenzelle, ihrer Formen und Veränderungen als Grundlage für weitere Beobachtungen durchaus nothwendig halte. Wenngleich diese Anleitung zum Gebrauch des Mikroskops zunächst für den Botaniker bestimmt ist, werden dennoch die Abschnitte I. II. III. VII. u. VIII. für einen Jeden, der das Mikroskop zu wissenschaftlichen Forschungen benutzt, der Abschnitt IV. auch für den Zoologen, zur Vergleichung der Thierzellen mit den Pflanzenzellen brauchbar sein.

Im fünften Abschnitt mußte ich bisweilen auf Einzelheiten eingehen, da ich mit der möglichst genauen Anleitung zur Untersuchung der verschiedenen Gebilde und ihres Werdens gleichzeitig auf wichtige Fragen und fühlbare Lücken in der Wissenschaft hinzudeuten wünschte, um damit zur Beantwortung dieser Fragen und zur Ausfüllung dieser Lücken aufzufordern. Für die Entwicklungsgeschichte der Blüthe schien es mir nothwendig, einige Beispiele zu geben und dieselben durch getreue Abbildungen zu erläutern; der Anfänger wird so am ersten darauf hingeführt, was er zu sehen und wie er das Gesehene zu deuten hat, er lernt, was hier so wichtig ist, zwischen einem graden (gelungenen) und einem schiefen (unbrauchbaren) Schnitt unterscheiden. Die Methode für's Zeichnen und für die Aufbewahrung der Präparate durfte ich ebensowenig unberücksichtigt lassen, da beide zur Förderung der Wissenschaft sehr wesentlich sind.

Wer Andern als brauchbarer Führer in den Naturwissenschaften dienen will, muß zunächst durch eigene Erfahrung mit den betreffenden Gegenständen vertraut sein; für den Zweck dieses Buches ist deshalb eigene Erfahrung um so mehr nothwendig; ich urtheile aus diesem Grunde nur über das, was ich selbst geprüft habe. Ohschon ich 3 $\frac{1}{2}$ Jahr lang als Assistent des Herrn Professor Schleiden für denselben arbeitete und unter der Leitung dieses großen Meisters vielfache Gelegenheit mancherlei zu sehen und zu lernen hatte, so ist meine Erfahrung doch für das ungeheure Feld der Wissenschaft nur sehr gering; ich habe indess nach bestem Ermessen Alles gegeben, was und wie ich es wufste und erwarte deshalb eine gerechte und billige Beurtheilung. Wenn meine Schrift dem Einen oder Andern bei seinen mikroskopischen Untersuchungen als Führer nützlich werden, wenn sie auch nur in etwas dazu beitragen sollte, ein recht gründliches Studium und eine richtige Methode der Untersuchung allgemeiner zu verbreiten, so wäre Alles erfüllt, was ich für sie zu wünschen und zu hoffen wage.

Berlin, im April 1851.

HERMANN SCHACHT, DR.

Inhalt.

	Seite
I. Einleitung.	
Das mikroskopische Sehen, Schwierigkeiten desselben	2
Der richtige Gebrauch des Mikroskops und die Methode der Untersuchung	4
II. Ueber die zu einer wissenschaftlich-mikroskopischen Untersuchung nothwendigen Hilfsmittel.	
1. Das zusammengesetzte Mikroskop	7
Hauptbedingungen eines guten Mikroskops	7
Der optische Theil desselben	7
Das Stativ des Mikroskops	8
Die Einstellung (einfach und doppelt)	9
Der Beleuchtungsapparat, die Blendungen	10
Die Beleuchtung durch schiefes Licht	11
Das Prisme oblique von Natchez	11
Die Sammellinse von Nobert	12
Die Beleuchtungslinse für opake Gegenstände	13
Der Objecttisch	13
Der Messapparat	14
Die Objectplatten und die Deckgläser	14
Das Probeobject (die Schuppe von Hipparchia Janira)	15
Die vorzüglichsten Mikroskope der neueren Zeit	15
Prüfung des Mikroskopes	21
2. Das einfache Mikroskop	22
3. Die Loupe	23
4. Die Camera lucida, deren Anwendung	23
5. Das Compressorium	25
6. Die Rasirmesser	26

	Seite
7. Die Scalpels . . . ,	26
8. Die Präparirnadeln	27
9. Die Scheere	27
10. Die Pincetten	27
11. Die Schleifsteine	27
12. Der Streichriemen	27
13. Der Metallring zum Einklemmen kleiner Gegenstände . .	28
14. Die Haarpinsel	29
15. Glasgeräthe	29
16. Porzellanschalen	29
17. Fliedermark und Tücher zum Reinigen der Objective . .	30
18. Chemische Reagentien	30
Alkohol, Aether, Aetzkalklösung, Jodlösung	30
Concentrirte und etwas verdünntere Schwefelsäure . . .	30
Chlorzink-Jodlösung (siehe die Zusätze)	31
Salpetersäure, Salpetersäure und chloresures Kali (Macera- tionsverfahren nach Schulz)	31
Citronenöl	32
Salzsaurer Kalk, Oelstifts, Copallack, Canadabalsam . . .	32
Kohlensaures Natron	33
Anwendung des Polarisationsapparats	33

III. Allgemeine Regeln für den Gebrauch des Mikroskopes und für die Herrichtung der Gegenstände.

Lage des Zimmers	34
Betrachtung der Präparate bei Lampenlicht	35
Tageslicht (durchfallendes und auffallendes)	35
Arbeitstisch, Eigenschaften desselben	36
Anwendung schwacher Vergrößerungen für den Totaleindruck	36
Steigern der Vergrößerung	37
Werth der starken Objective	37
Verkürzung des Rohres	38
Mittel zum Abhalten des fremden Lichtes vom Auge	38
Gerade durchfallendes Licht	39
Schief durchfallendes Licht, Regeln für dasselbe	39
Betrachtung der Gegenstände unter Wasser und unter verschie- denen Medien	39
Anwendung der Deckgläser	40

Inhalt.

	IX Seite
Vorsicht bei Anwendung chemischer Reagentien	40
Schutz des Mikroskopes für Staub	41
Reinigung der Objective und Oculare	41
Reinlichkeit bei der Beobachtung selbst	42
Täuschungen durch fremde Stoffe (siehe die Zusätze)	43
Bewegungserscheinungen, welche Täuschungen veranlassen können	44
Täuschungen durchs Auge selbst (Mouches volantes u. s. w.)	45
Herrichtung der Gegenstände	45
Für feste homogene Stoffe	45
Für aus verschiedenen Organen zusammengesetzte Körper	46
Handgriffe beim Schneiden	46
Für Gegenstände von ungleicher Beschaffenheit	47
Für saftige Gewebe	48
Das Doppelmesser	48
Verfahren für die Zerlegung sehr kleiner Gegenstände	48
Entfernung der Luft aus den Präparaten	49
Uebertragen der Präparate aus einer Flüssigkeit in die andere	50
Genaue Einstellung des Mikroskopes (Schuppen von Hipparchia Janira)	51
Beugungserscheinungen bei einer gewissen Einstellung	52
Hin- und Herrollen kleiner Körper unter dem Mikroskop	53
Anwendung von Druck	53
Inhalt der Zellen	54
Zucker, Gummi, stickstoffhaltige Substanzen, Oel, Salze	54
Krystalle	55
Stärkemehl, Inulin, Chlorophyll	56
Zellenwandung, Anwendung von Jod und Schwefelsäure auf dieselbe	57
Größenbestimmung der Gegenstände; das Glasmikrometer	57
Bestimmung der Vergrößerung des Mikroskopes	59
Das Schraubenmikrometer	59
IV. Die Pflanzenzelle in ihrer verschiedenen Gestalt, Ausbildung und Anordnung, wo man sie findet und wie man sie untersucht.	
Die freie Zelle, der Zellkern	61
Färbung der Zellmembran durch Jod und Schwefelsäure	62
Cellulose und stickstoffhaltige Substanz	62

	Seite
Der Primordialschlauch	64
1. Wachsthum der Zelle	65
a) nach allen Seiten gleichmäÙsig	65
b) nach einer Seite überwiegend	66
c) an gewissen Stellen des Umkreises überwiegend (stern- förmige Zellen u. s. w.)	66
2. Verdickung der Zelle	66
Spiralbildung bei der Verdickung	67
Schichtenbildung durch die Verdickung	67
Porenkanäle, Tüpfel	68
Grad der Zellenverdickung	69
Parenchym, Prosenchym, GefäÙszellen	69
Wirkliche Löcher in den Zellen	70
Arten der sogenannten GefäÙÙe	70
3. Anordnung der Zellen zu Geweben, Interzellulärsubstanz	71
Parenchymatisches Gewebe	71
Holzparenchym	72
Holzgewebe	72
Oberhautgewebe	72
Epidermis, Spaltöffnungen	72
Haare, einfache und zusammengesetzte; Schuppen der Oberhaut	73
Cuticula	74
Epithelium, Epiblemma	75
Kork	75
GefäÙÙbündel, ungeschlossenes, geschlossenes	75
Bastbündel	77
Bastzellen der Asclepiadeen und Apocynen	78
Bastparenchym	78
MilchsaftgefäÙÙe (siehe die Zusätze)	78

V. Ueber die Methode der Untersuchung.

Werth der Methode	79
KenntniÙ der Litteratur	79
Die Inductionsmethode	80
Hauptfragen und Nebenfragen	81
Sofortiges Zeichnen und Notiren alles dessen, was für die Unter- suchung wichtig ist	83
Die getreue Zeichnung im Gegensatz zur schematischen Zeichnung	84

Inhalt.

	XI
	Seite
Angabe der Vergrößerung neben jeder Figur	85
Morphologische und anatomische Untersuchung	86
I. Untersuchungsgang für fertige Pflanzengebilde	87
Kryptogamische Gewächse	87
Pilze, Algen, Flechten, Charen	87
Allgemeiner Bau derselben	87
Fructification derselben, Antheridien	88
Laub- und Lebermoose; Antheridien an der Pflanze	90
Rhizocarpeen	92
Lycopodiaceen, Equisetaceen, Farrenkräuter	92
Antheridien am Vorkeim	94
Phanerogamische Gewächse	94
Untersuchung des Stammes	94
Der Stamm der Monocotyledonen	94
Die Wurzel der Monocotyledonen	96
Der Stamm der Dicotyledonen	96
Der Querschnitt; Mark, Holz, Cambium, Rinde	97
Die Längsschnitte, radial und tangential	98
Hartigs Zellfaser, Harzgänge	99
Anordnung der Markstrahlen; die Tüpfel	100
Art des Schneidens und des Präparirens	101
Die Wurzel der Dicotyledonen (Haupt- und Nebenwurzel)	101
Braunkohlenhölzer	101
Fossile Kalk- und Kieselhölzer	102
Untersuchung der Blätter	102
Quer- und Längsschnitte, Spaltöffnungen	103
Cuticula	103
Haare, Blumenblätter	104
Untersuchung der Blüthe und Frucht	104
Zahlen- und Stellungsverhältniß der Blüthentheile	104
Querschnitt durch die Knospe, Blüthengrundriß	104
Längsschnitt durch die Knospe	106
Untersuchung der einzelnen Blüthentheile	107
a) Das Deckblatt und der Kelch	107
b) Die Blumenblätter	107
c) Die Staubfäden	107
Der Blütenstaub	109
d) Der Staubweg und die Narbe	110
e) Der Fruchtknoten, die Samenträger	110

	Seite
f) Die Samenknospe	112
•Der Embryosack	114
Nebenorgane der Blüthe, Nebenstaubfäden, Nectarien, Discus etc.	115
g) Die reife Frucht	115
h) Der reife Same	116
Das Embryon	116
Bewegung des Zellsafts in der lebenden Pflanze	117
II. Untersuchungsgang für die Entwicklungsge- schichte	119
Bedingungen für letztere	119
Kryptogame Pflanzen	119
Wichtige Aufgaben für die Entwicklungsgeschichte	119
Methode für die Entwicklungsgeschichte des Stam- mes und der Blätter, desgleichen der Gefäßsbündel bei den Phanerogamen und höheren Kryptogamen	122
Die Terminalknospe	123
Entwicklung des Holzringes und der Gefäßsbündel	124
Entstehung der Blätter	126
Methode für die Entwicklungsgeschichte der Blüthe	129
Zwei Wege der Untersuchung	130
Verfahren im allgemeinen	130
Querschnitt, seine Hauptbedingungen	132
Längsschnitt, dessen Hauptbedingungen	134
Begriff des sogenannten Verwachsens; wahre und falsche Ver- wachsung	134
Methode für die Entwicklungsgeschichte des Pflan- zenembryon	135
Erfordernisse	135
Verlauf der Pollenschläuche	135
Entwicklung der Samenknospe	136
Der Embryosack vor der Befruchtung	138
Die Pollenschläuche im Knospenmund	138
Eintritt des Pollenschlauchs in den Embryosack und Umwand- lung desselben zum Embryon	139
Methode für die Entwicklungsgeschichte der Pflan- zenzelle	144
Entwicklung der Sporen	144
Entwicklung des Pollens	145

Inhalt.

XIII

	Seite
Entwicklung der Brutknospen	146
Entwicklung der Zellen des geschlossenen Gewebes	147
Zellenbildung; durch directe Theilung des Primordialschlauchs	148
Zellenbildung ohne eine solche Theilung.	148

VI. Einige Beispiele für die Entwicklungsgeschichte der Blüthe.

Erklärung der Bezeichnungen für die Abbildungen	150
<i>Asclepias syriaca</i>	151
<i>Stachys coccinea</i>	156
<i>Salvia nivea</i>	158
<i>Cleome arborea</i>	159

VII. Ueber das Zeichnen naturwissenschaftlicher, insbesondere mikroskopischer Gegenstände.

Anforderungen an den Zeichner	160
Fertigkeit im Zeichnen	160
Das Zeichnen nach der Natur	161
Verständniß des Gegenstandes	162
Anwendung des Pinsels und der Farben	163
Die Schattirung	164
Das Zeichnenpapier	165
Die Bleifeder und der Pinsel.	166
Vorzug des Pinsels vor der Zeichenfeder	166
Das Zeichnen mit der Camera lucida	169
Angabe der Vergrößerung neben jeder Figur	171
Bestimmung der Vergrößerung des Mikroskops	171

VIII. Ueber die Aufbewahrung mikroskopischer Präparate.

Wichtigkeit der Präparate für die Vergleichung	173
Anforderungen an eine Sammlung solcher Präparate.	174
Die Aufbewahrungsflüssigkeiten.	175
Die Glastafeln	176
Anwendung der Chlorcalciumlösung	178

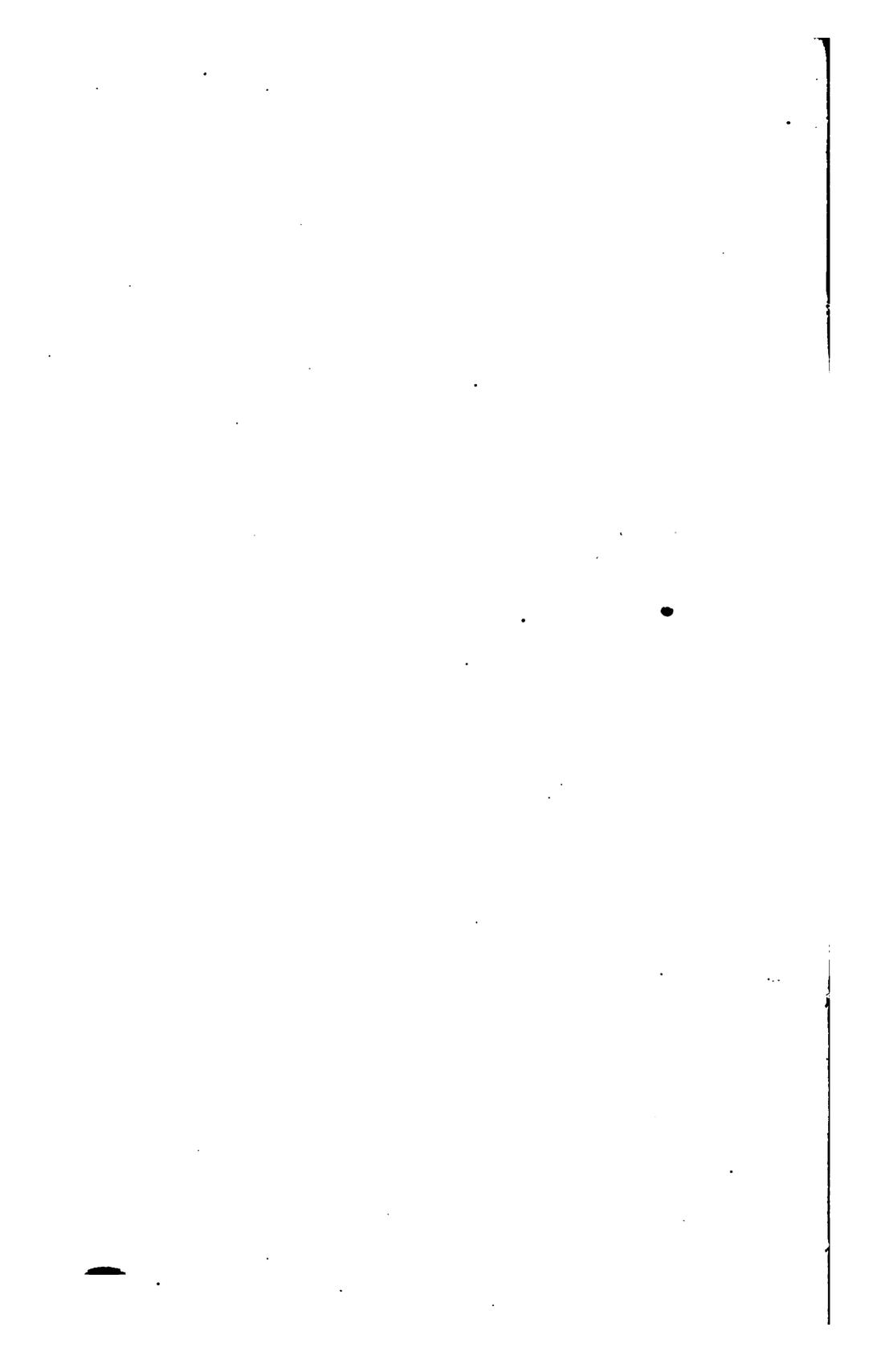
	Seite
Anwendung des Oelstiftes	180
Anwendung des Copallacks	181
Luftdichter Verschluss durch gebrannten Kaoutschouk	181

IX. Erklärung der Abbildungen.

Beschreibung des großen neuesten Mikroskops von Georges Oberhäuser	183
Beschreibung des Präparirmikroskops von Zeiss	184
Zusätze	197



DAS MIKROSKOP.



I.

Einleitung.

Die Fortschritte in den Naturwissenschaften sind mit den Fortschritten in der Optik und durch die letztere, so ziemlich gleichen Schritt gegangen; durch die glänzenden Verbesserungen des Fernrohrs und des Mikroskopes hat die Wissenschaft der neuern Zeit, von einer besseren Methode geleitet, so ungeheuern Aufschwung genommen. Wie die Welt des Großen, der gestirnte Himmel, dem menschlichen Auge durchs Fernrohr erschlossen, ihm durch dasselbe eine Kenntniss der großartigsten und einfachsten Naturkräfte gegeben ward, so wird ihm die Welt des Kleinen mit ihrer staunenswürdigen Regelmäßigkeit durchs Mikroskop eröffnet. Das Fernrohr dient, wie schon sein Name sagt, der Ferne, es führt uns in ferne, uns unerreichbare Gefilde, es zeigt uns das Walten unabänderlicher, seit Jahrtausenden bestehender Gesetze, das Fernrohr entrückt uns der Erde, es zeigt uns andere Welten; das Mikroskop führt uns zur Erde zurück, es dient so recht unserem Planeten, es ist das Sehrohr der Nähe, es erschließt uns das Kleine, es zeigt uns den innersten Bau der uns umgebenden Gegenstände. In der Regelmäßigkeit dieses Baues, der uns besonders schön in allen Organismen entgegentritt, den wir aber auch in den kleinsten

Krystallformen der Gesteine bewundern, erkennen wir ebenfalls allgemeine, von einer höheren Hand gegebene Gesetze, wengleich die Kräfte, unter denen diese Gesetze stehen, uns nicht so genau wie die Gesetze des Weltraums bekannt sind. Die Welt im Großen folgt grofsartigen Gesetzen, auf die Welt im Kleinen kann auch das Kleine Einfluss üben. — Die Erkenntnis des Kleinen und der Einflüsse und Veränderungen, unter denen es steht, ist für viele Zweige der Naturwissenschaften überaus wichtig; der Chemiker, der Zoolog, der Geognost und der Botaniker kann dieser Kenntniss nicht entbehren, ihm ist das Mikroskop ein nothwendiges Werkzeug, ein unentbehrliches Mittel zur Erkenntniss geworden.

Aber nicht der Besitz eines Mikroskopes und die Güte eines solchen Instrumentes allein genügt; für brauchbare Forschungen gehört noch mehr. Man muß sowohl mit der Behandlung des Mikroskopes als auch der zu untersuchenden Gegenstände genau bekannt sein, man muß vor allem mit Verständniss sehen, man muß mit Urtheil beobachten lernen. Das Sehen ist, wie Schleiden sehr richtig sagt, eine schwere Kunst, das mikroskopische Sehen ist noch um so schwerer, da es unserem Auge alle Anhaltspunkte aus unserer nicht vergrößerten Umgebung raubt und deshalb einen Vergleich mit derselben unmöglich macht. Wir müssen uns zunächst dieses Verhältnisses bewußt werden und dasselbe immer berücksichtigen.

Für das mikroskopische Sehen ist namentlich zweierlei zu beachten.

1. Dafs wir im Mikroskop, zumal bei starken Vergrößerungen nicht Körper, sondern nur Flächen sehen. (Aus verschiedenen Flächenansichten, durch veränderte Einstel-

lung desselben, in seiner Lage nicht veränderten, durchsichtigen Gegenstandes verschaffen wir uns einen Blick in die Tiefe des letztern; durch mehrere Flächenansichten desselben Gegenstandes bei veränderter Lage und zwar nach den Richtungen der drei Dimensionen, wird es erst möglich denselben als Körper zu construiren; dies hat in vielen Fällen durch die Beschaffenheit des Gegenstandes selbst, seine großen Schwierigkeiten.)

2. Dafs wir selten unter dem Mikroskop die Gegenstände in ihrem natürlichen Verhältnifs vor uns haben; dafs wir somit immer die Veränderungen, welche wir zum Theil selbst, entweder durch das Medium in welches der Gegenstand gelegt ward, oder durch das Messer, oder durch andere Einwirkungen, hervorriefen, berücksichtigen müssen.

Eine lange und gründliche Beschäftigung mit dem Mikroskop sichert vor Täuschungen, an denen niemals das Instrument, sondern nur der Beobachter Schuld ist, indem er einerseits das Mikroskop mit dem er arbeitete und dessen Eigenthümlichkeiten nicht kannte und das vom gewöhnlichen Sehen so abweichende Verhältnifs des mikroskopischen Sehens nicht beachtete, dann aber andererseits das natürliche und das veränderte Verhältnifs des Gegenstandes der Beobachtung nicht genugsam von einander trennte. Hierzu gesellen sich noch die Täuschungen durch das Auge selbst, durch sogenannte Mouches volantes, so wie Täuschungen durch Unbekanntschaft mit den allgemeinen in der Luft und im Wasser verbreiteten Dingen, die wir in der Regel Staub oder Schmutz nennen. Endlich gehören hierher noch die Luftblasen, sowie die Bewegungserscheinungen kleiner Körper, die sogenannte Molecularbewegung, auch ein Strom durch Verdunstung des Wassers auf dem Objectträger oder durch

Mischung zweier Flüssigkeiten auf demselben entstanden. Alle diese Dinge muß man genau kennen und unterscheiden lernen, dann aber ist eine Täuschung durch dieselben nicht mehr möglich.

Der richtige Gebrauch des Mikroskopes ist immer die Hauptsache; Hedwig hat mit den Mikroskopen seiner Zeit mehr über Laubmoose gesehen, die Wissenschaft mehr gefördert, wie mancher Beobachter nach ihm mit ungleich besseren Instrumenten. Zum richtigen Gebrauch des Mikroskopes gehört, aufser der Fertigkeit in der Behandlung des Instrumentes und der Gegenstände, vor allen Dingen eine richtige mit Urtheil angewandte Methode, die sich von allem was sie thut genaue Rechenschaft zu geben weiß. Die Untersuchung schreitet mit ihr zwar langsam, aber sicher vorwärts, man sucht den Gegenstand von möglichst vielen Seiten zu erfassen und möglichst gründlich zu erforschen, man erwägt alles aufs genaueste, prüft seine eigenen Beobachtungen aufs gewissenhafteste und gelangt so, Schritt für Schritt weiter gehend, zu einem sicheren Ziele.

Eine Arbeit ohne Methodé wird selten zu einem Resultate führen; die dünnsten Holzschnitte, nur in einer Richtung, oder gar in einer falschen Richtung ausgeführt, geben keine Erkenntniß des untersuchten Holzes; einzelne hier und da zerstreute Beobachtungen können nur für den Zustand, den man gerade beobachtete beweisen, aber keine Aufklärungen über frühere oder spätere Zustände gewähren; während nach richtiger Methode angefertigte Holzschnitte für den Bau des Holzes, und nach richtiger Methode erhaltene Reihen sich folgender Zustände für die Entwicklungsgeschichte des untersuchten Gegenstandes unumstößliche Beweise liefern. Manche streitige Frage würde, wenn man immer

von richtiger Methode geleitet, planmäfsig und consequent vorgeschritten wäre, längst erledigt sein; ohne Beharrlichkeit wird man am Mikroskop nichts erreichen, dagegen durch Ausdauer und Gründlichkeit sichere Resultate gewinnen.

Für die Methode im allgemeinen hat Schleiden*) vortreffliche Winke gegeben, für die speciellere Untersuchung auf dem Felde der wissenschaftlichen Botanik ist mir, trotz der vielen Schriften über das Mikroskop, kein Leitfaden bekannt; ein solcher schien mir demnach ein Bedürfnifs der Wissenschaft zu sein und ich wage es mich in meiner vorliegenden Schrift allen denen, die mit Ernst und Eifer auf diesem Felde der Botanik bauen wollen, als Führer anzubieten: Man wird freilich in diesem Buche nicht für jeden speciellen Fall die specielle Methode finden, da ich unmöglich aus eigener Erfahrung alle diese Fälle kennen und ebenso wenig sie hervorheben konnte, manches werde ich ohnehin, da es mir an Vorgängern in dieser Art fehlt, übersehen, auch vielleicht manches Ueberflüssige gegeben haben, für die wichtigeren Verhältnisse wird man indess alles finden, was ich nach reiflicher Ueberlegung für nothwendig hielt. Hat man erst einige Untersuchungen mit Gründlichkeit ausgeführt, hat man durch sie Beobachten gelernt, so wird man bald sehen worauf es ankommt und keines Führers mehr bedürfen, man wird sich selbst einen eigenen, der Frage und dem Gegenstande angemessenen Gang zu bilden wissen.

Gründliche Untersuchungen sind, selbst wenn sie nichts Neues bringen, wenn sie nur bestätigen, von unschätzbarem Werthe, oberflächliche Beobachtungen helfen der Wissen-

*) Grundzüge. Aufl. III. Band I. Pag. 75. und folgende.

schaft zu nichts; Spielereien, d. h. ein Betrachten dieser und jener Gegenstände ohne Zweck und Zusammenhang mögen hier und da recht unterhaltend sein, zur Belehrung des Beschauers werden sie wenig beitragen, da ein Wissen ohne Zusammenhang zu keiner wirklichen Erkenntniß führt. Wer in diesem Buche eine Aufzählung hübscher und belustigender mikroskopischer Gegenstände sucht, der wird sich täuschen, wer dagegen meine am Mikroskop gesammelten Erfahrungen für eine gründliche Untersuchung benutzen will, dem biete ich mich dreist und gern zum Führer an.

II.

Ueber die zu einer wissenschaftlich-mikroskopischen Untersuchung nothwendigen Hilfsmittel.

1. **D**as zusammengesetzte Mikroskop. Das wesentlichste Erforderniß eines guten Mikroskopes ist unbedingt die Schärfe und Klarheit seiner Bilder; die Bilder zarter Gegenstände (und solche können überhaupt nur als Probeobjecte für durchfallendes Licht dienen) müssen leise, aber scharf gezeichnete Umrisse, ohne Farbensaum besitzen; je zarter und schärfer die Begrenzungslinien, um so besser ist das Mikroskop. Das Gesichtsfeld muß außerdem hell erleuchtet und von keinem Farbensaum umgeben sein.

Die Schärfe der Bilder und die helle Erleuchtung derselben ist zunächst von den Objectiven, d. h. von denjenigen Gläsern, welche das Bild des Gegenstandes auffangen, um es dem Sammelglase des Ocular's zu überliefern, abhängig; je genauer die Objective gearbeitet sind, um so vollkommener wird auch das Bild, welches sie entwerfen, sein. Das Ocular dient nur dazu, das vom Objectiv entworfene und durch's Sammelglas aufgefangene, Bild nochmals zu vergrößern, mit dem Bilde wird aber natürlich auch jeder Fehler desselben durch's Ocular vergrößert. Mit der Stärke des Oculars nimmt überdies die Menge des zum Auge gelangen-

den Lichtes ab, das Bild erscheint dunkeler und dadurch undeutlicher.

Diese Gründe bestimmten Oberhäuser, Amici und Nobert ihre Mikroskope mit starken Objectiven und schwachen Ocularen zu versehen; der einzige Nachtheil dieser Einrichtung ist der kurze Abstand zwischen dem zu beobachtenden Gegenstand und dem Objectiv; da man jedoch, des umgekehrten Bildes halber, das zusammengesetzte Mikroskop nicht zum Präpariren benutzt, so kommt dieser Nachtheil bei der großen Vollkommenheit des so erreichten Bildes gar nicht in Betracht. (Oberhäuser's Objectivsystem 7 ist noch ohne Deckglas brauchbar, die Systeme 8 und 9 erfordern dagegen ein Deckglas).

Wenn man Oberhäusers Mikroskop neben einem Instrument von Schiek oder Plöfsl bei gleicher Stärke der Vergrößerung mit demselben schwierigen Objecte, z. B. mit Schmetterlingsschuppen oder Infusorienpanzern prüft, so erkennt man auf den ersten Blick die ungeheuren Vortheile dieser Einrichtung; die stärkeren Oculare der letztgenannten Herren gewähren zwar ein größeres Gesichtsfeld, die Schärfe ihrer Bilder steht dagegen weit unter Oberhäuser.

Aufser den eigentlich optischen Theilen des Mikroskopes, d. h. aufser den Objectiven und Ocularen, ist auch das Stativ desselben nicht unwesentlich. Ein gutes Mikroskopstativ muß feststehen; einen großen, wo möglich festen Tisch, eine genaue, wo möglich doppelte Einstellung und einen zweckmässig eingerichteten Beleuchtungsapparat besitzen.

Es wäre sehr zu wünschen, daß alle Optiker, wie es Schleiden bereits ausgesprochen *), ihren Mikroskopen eine

*) Schleiden, Grundzüge. Aufl. III. Band I. Pag. 95.

solche Höhe gäben, dafs man mit ihnen sitzend arbeiten könnte; das Mikroskop von Amici, desgleichen sämmtliche Mikroskope Oberhäuser's, ausserdem die kleinen Instrumente von Schiek, sowie ähnliche von Bénéche besitzen eine solche Höhe; die grofsen Mikroskope von Schiek, Plöfsl und Nobert sind dagegen viel zu hoch. Das Trommelstativ, welches Oberhäuser früher verwandte, noch mehr aber das neue Stativ seiner grofsen Mikroskope, hat wegen seiner Festigkeit und der Gröfse und zweckmäfsigen Einrichtung seines Tisches grofse Vorzüge vor allen bisherigen Stativen; der Tisch des letzteren ist sammt dem Mikroskoprohr um seine Axe drehbar, sonst aber durchaus unbeweglich, diese vertikale Drehung des Tisches wird sowohl bei schief durchfallendem Licht, als auch bei auffallendem Licht sehr wichtig.

Eine einfache, sogenannte grobe Einstellung des Mikroskopes, sie mag nun durch Zahn und Trieb, (Schiek, Plöfsl, Amici, Nobert), oder durch Verschiebung des Rohres in einer Hülse (Oberhäuser) erreicht werden, hat immer etwas unbequemes; die Einstellung durch Zahn und Trieb ist selten, mit Ausnahme von Schiek und Bénéche, hinreichend gut gearbeitet, die genaue Verschiebung des Rohres erfordert dagegen schon einige Gewandtheit. Die besten neuen Mikroskope haben deshalb, aufser der so eben genannten (groben) Einstellung, noch eine Mikrometerschraube zur feinen Einstellung. Bei allen mir bekannten Mikroskopen ist für diesen Zweck der Objecttisch selbst beweglich, er wird durch die Mikrometerschraube dem Objectiv genähert oder entfernt; beim grofsen Mikroskope Oberhäuser's ist dagegen der Objectivtisch unbeweglich, die Mikrometerschraube hebt oder senkt das Rohr, welche Einrichtung unbedingt vorzüglicher ist.

Zum Beleuchtungsapparat gehören zunächst der Spiegel und die Blendungen, dann eine Beleuchtungslinse für undurchsichtige Gegenstände, eine Sammellinse nach Nöbert, ein Prisma oblique nach Natchez u. s. w.

Wenn das Mikroskop, wie bei größeren Instrumenten gewöhnlich, einen Plan- und einen Hohlspiegel besitzt, so verwendet man den ersteren für schwache Vergrößerungen. Amici hat nur einen Planspiegel, über demselben jedoch eine, sowohl in der Höhe wie seitlich verschiebbare Sammellinse, sein Spiegel kann demnach ohne oder mit der Sammellinse, als Plan- oder als Hohlspiegel, wirken; durch ein Auf- oder Abwärtsschieben der Sammellinse kann er außerdem den Brennpunkt der Letzteren unter, auf oder über den Gegenstand werfen und dadurch die Intensität des Lichtes vermehren oder vermindern. Oberhäuser erreicht dasselbe, indem er seinen Hohlspiegel auf- und abwärts schiebt; sein neues großes Stativ besitzt einen Planspiegel und einen Hohlspiegel.

Die Cylinderblendungen, welche zuerst von Oberhäuser eingeführt wurden, verdienen unbedingt den Vorzug vor allen übrigen Vorrichtungen dieser Art; am unzweckmäßigsten sind die sogenannten drehbaren Scheibenblendungen, wenn selbige in bedeutender Entfernung, oftmals fast einen Zoll unterhalb des Gegenstandes angebracht sind. Schon weit besser wirken einfache in der Mitte durchbohrte Platten, welche man in die Oeffnung des Tisches, unmittelbar unter die Objectplatte legt; Bénéche giebt die letztern für seine kleinen Mikroskope. Die Oeffnungen in den Cylinderblendungen müssen schon der Theorie nach ungleich kleiner als die Oeffnungen der tiefer gelegenen Scheibenblendungen sein, sie concentriren dadurch das nöthige Licht unweit besser auf

den Gegenstand und gewähren überdies die große Annehmlichkeit, daß man kleine Gegenstände unmittelbar über ihre Oeffnung legen kann und dadurch das oft zeitraubende Suchen des Gegenstandes unter dem Mikroskop erleichtert. Der größte Vortheil der Cylinderblendungen beruht jedoch in ihrer Verschiebbarkeit, je nachdem man dieselben der Objectplatte nähert, oder von ihr entfernt, verstärkt oder dämpft man das Licht. Bei Mikroskopen ohne solche Blendungen muß man sich durch Beschatten mit der Hand zu helfen suchen. Die Oeffnung der benutzten Blende muß immer der Vergrößerung angemessen sein, bei schwachen Vergrößerungen benutzt man weite Oeffnungen, bei starken dagegen enge. Einem geübten Beobachter wird es wohl selten begegnen, daß ihm für denselben Gegenstand ein Wechseln der Blende wünschenswerth wird; Oberhäuser hat sein neues großes Stativ auch für diesen Fall zweckmäßig eingerichtet, die Blendungen können vertauscht werden, ohne daß man den Gegenstand zu verschieben braucht; Schiek und Bénèche haben ihren größeren Mikroskopen eine ähnliche Einrichtung gegeben.

Bei den älteren Mikroskopen war der Hohlspiegel zwar nach mehreren Richtungen, jedoch immer nur innerhalb der Axe des Rohres beweglich, eine Beleuchtung mit schief durchfallendem Licht war deshalb nur innerhalb sehr beschränkter Grenzen möglich. Amici zeigte zuerst wie wichtig eine solche Art der Beleuchtung in manchen Fällen wird, Oberhäuser vervollkommnete diese Einrichtung, indem er die Drehung des Tisches um sich selbst hinzubachte und dadurch Gelegenheit gab das schief durchfallende Licht in jedem beliebigen Winkel auf den Gegenstand wirken zu lassen. Was Oberhäuser durch die Verschiebbarkeit seines Spiegels

aufserhalb der Axe des Rohres und durch die Drehung seines Tisches erreichte, suchte Natchez durch sein Prisme oblique, welches er zwischen Spiegel und Objecttisch, um seine Axe drehbar, anbrachte, zu erlangen und wirklich leistet dieser Apparat bei schwierigen Objecten, z. B. den Flügelschuppen des Weibchens der Hipparchia Janira, sehr gute Dienste; er ist für alle gröfseren Stativ'e anwendbar und wird vom Optiker Zeifs in Jena auf Verlangen angefertigt *). Die von Nobert erfundene Sammellinse, die an der einen Seite plan, an der andern dagegen am Rande convex und in der Mitte concav geschliffen ist, hat eine ähnliche Wirkung wie das Prisme oblique; hier kommt es jedoch, da sich die Lichtstrahlen auf dem Gegenstande kreuzen, nicht wie bei letzterem auf die Lage des Gegenstandes an; mehrere Schuppen der Hipparchia Janira, deren Richtung eine verschiedene ist, zeigen gleichzeitig die zarten Querstreifen, während beim schief durchfallenden Licht, es sei nun durch Verschiebung des Spiegels aufserhalb der Axe, oder durch's Prisme oblique erhalten, immer nur diejenige Schuppe deutliche Querstreifen zeigt, deren Längsstreifen dem schief durchfallenden Licht parallel vorlaufen, wo mithin das Licht im rechten Winkel gegen die Querstreifen fällt. Auch diese Sammellinse ist leicht für jedes gröfsere Stativ anwendbar, sie wird ebenfalls von Zeifs in Jena angefertigt.

Die Verschiebbarkeit des Spiegels aufserhalb der Axe des Rohres ist für jedes ältere Instrument, mit Ausnahme der kleinen Stative nach Oberhäuser und des Trommelstativ's, leicht einzurichten, es bedarf dazu nur eines etwa $1\frac{1}{2}$ Zoll langen Metallarmes, an dessen einem Ende der

*) Um diesen Apparat zweckmäfsig anzubringen, ist eine Uebersendung des Mikroskopes an genannten Optiker nothwendig.

Bogen, in welchem sich der Spiegel bewegt, drehbar befestigt wird, während das andere Ende des Metallarmes, ebenfalls drehbar und zwar in einer dem Brennpunkte des Spiegels angemessenen Höhe, ans Stativ befestigt wird*).

Die Beleuchtungslinse für undurchsichtige Gegenstände, die fast keinem Mikroskope fehlt, ist in der Regel, da ihr Durchmesser zu klein ist und sie selbst eine zu geringe Krümmung besitzt, wenig brauchbar; Oberhäuser giebt seinen neuen großen Mikroskopen eine Sammellinse von 8 Centimetres Durchmesser, die selbst bei trübem Himmel eine hinreichende Menge Licht auf den Gegenstand concentrirt. Wenn man diese Linse, welche auf einem besonderen, schweren Stativ nach verschiedenen Richtungen drehbar ist, vor das Mikroskop stellt und selbige auf farbige Schmetterlingsflügel wirken läßt, so erhält man bei langsamer Drehung des Tisches um seine Axe, indem das Licht in verschiedenen Richtungen auf die Schuppen des Flügels fällt, die schönsten Farbenerscheinungen. Bei Betrachtung opaker Gegenstände wirkt diese Sammellinse in Verbindung mit der Axendrehung des Tisches oft vortrefflich.

Der Tisch des Mikroskopes muß, wie schon erwähnt, hinreichend groß und möglichst fest sein; seine Fläche muß glatt, ohne vorstehende Schrauben und ohne festsitzende Klammern zum Festhalten der Präparate u. s. w. sein; selbst der sogenannte Schlitten, eine Vorrichtung, welche mit Hilfe kleiner Stellschrauben das Object unter'm Mikroskop verschiebt, wird für jeden geübten Beobachter nur störend sein. Für einzelne Fälle mögen 2 Federklammern, welche in den Tisch gesteckt werden, nicht unzweckmäßig sein.

*) Vergleiche Taf. I. Fig. 1.

Als Mefsapparat benutzt man das sogenannte Schraubenmikrometer und das Glasmikrometer, beide haben ihre Vorzüge und ihre Nachtheile; Schiek, Plöfsl und Nobert geben in der Regel Schraubenmikrometer, Amici und Oberhäuser dagegen Glasmikrometer. Die Anwendung des Schraubenmikrometers ist etwas zeitraubend, da man mindestens 7 bis 8 Messungen mit verschiedenen Stellen der Schraube vornehmen und daraus das Mittel berechnen muß. Das im Ocular liegende Glasmikrometer, welches Oberhäuser auf Verlangen beigiebt, ist sehr genau getheilt, und wie mir scheint für jede mikroskopische Messung, die ohnehin niemals absolut genau sein wird, ausreichend; die Messung selbst ist sehr einfach, man zählt nur die Theilstriche und berechnet das Gefundene auf die bekannte Vergrößerung*). Das Schraubenmikrometer ist ohnehin eine sehr theure Zugabe des Mikroskopes, man wird dasselbe unter 40 Thaler nicht erhalten, ein Ocular mit Glasmikrometer kostet dagegen bei Oberhäuser nur 25 Fr.

Als nöthige Zugaben für's Mikroskop betrachte ich nur noch die Objectgläser, deren Größe und Gestalt dem Objecttisch angemessen sein und die aus blasenfreiem, reinem, nicht zu dickem Spiegelglas bestehen müssen; ferner die Deckgläser, die nicht, wie es bisweilen vorkommt, geblasen, sondern geschliffen sein müssen, und deren Dicke den Anforderungen der Objective entsprechen muß. Alle übrigen Zugaben, z. B. kleine bewegliche, auf dem Objecttisch zu befestigende Zangen und Nadeln, sind überflüssige Spielereien; eben so werthlos sind die unter Glimmer zwischen Holz aufbewahrten sogenannten Probeobjecte. Wer ein

*) Siehe den folgenden Abschnitt dieses Buches.

gutes Mikroskop besitzt und wem es Ernst ist damit zu arbeiten, der muß binnen kurzem so viel Geschicklichkeit erlangen, daß er sich selbst Gegenstände präpariren kann. Als wirkliches Probeobject, das keinem guten Mikroskope fehlen sollte, bezeichne ich dagegen die Schuppen des Weibchens von Hipparchia Janira; ein Mikroskop, das bei gehöriger Vergrößerung und Beleuchtung und bei richtiger Einstellung hier dasjenige leistet, was ich von ihm verlange*), bedarf keiner weiteren Empfehlung, ein Mikroskop dagegen, welches hier nicht Stich hält, ist für schwierige Untersuchungen unzureichend.

Die besten mir bekannten Mikroskope der neuesten Zeit, und von diesen kann bei den ungeheuren Fortschritten in der Optik, hier überall nur die Rede sein, werden von Georges Oberhäuser in Paris, von Amici in Florenz, von Nobert in Greifswald, von Schiek in Berlin, von Pistor ebendasselbst, von Bénéche und Wasserlein gleichfalls in Berlin und von Plöfsl in Wien verfertigt. Auch aus anderen Werkstätten mögen recht brauchbare Instrumente hervorgehen, da ich aber für die gegenwärtige Schrift den Grundsatz festhalten muß, nur das zu empfehlen und nur über das zu urtheilen, was ich aus eigener Erfahrung kenne, so muß ich mich auf die genannten, größtentheils in der Wissenschaft rühmlich bekannten Namen beschränken.

Ich habe vielfach Gelegenheit gehabt verschiedene Mikroskope aus genannten Werkstätten mit meinem Instrumente, einem großen Oberhäuser der neuesten Construction, und zwar unter gleichen äußeren Verhältnissen mit denselben schwierigen Objecten zu prüfen, muß aber gestehen,

*) Siehe Tafel I. die Abbildung der Schuppe von Hipparchia.

dafs sowohl in der Schärfe der Zeichnung, als in der Eleganz des Bildes, kein anderes Mikroskop das meinige erreichte. Ich habe ausserdem mindestens 30 Mikroskope verschiedener Gröfsen, von Oberhäuser angefertigt, unter den Händen gehabt, ich habe Jahre lang, erst mit einem kleinen, darauf mit einem mittleren Instrumente Oberhäusers gearbeitet, und deren Bilder sehr häufig, sowohl mit verschiedenen Mikroskopen von Schiek und Plöfsl, als auch mit einem Instrumente von Nobert verglichen; dieser Vergleich entschied fast immer zu Gunsten Oberhäuser's; ich habe kein schlechtes Instrument aus dieser Werkstatt gesehen; mit der Gröfse der Mikroskope und mit dem Preise derselben steigt jedoch, wie natürlich, auch die Güte der Objective.

Oberhäuser's großes, neues Mikroskop habe ich, da es im Ganzen noch wenig bekannt ist, und doch sehr verdient bekannt zu werden, auf Tafel 1 abgebildet, in der Erklärung dieser Tafel bitte ich die einzelnen Details nachzulesen. Das Mikroskop steht sehr fest, es ist jedoch für die Reise etwas schwer, auch ist der Kasten, da das Stativ, was ich übrigens nur loben kann, nicht auseinander genommen wird, etwas groß und dadurch für die Reise unbequem. Die Objective sind mit den Cylinderblendungen in einem besonderen Kästchen aufbewahrt, (sehr zweckmäfsig und auch anderen Optikern zur Nachahmung zu empfehlen). Mein Mikroskop besitzt die Objectiv-Systeme 4, 7, 8 und 9. Das System 7 giebt mit dem ersten Ocular eine mehr als 200malige, das System 9 mit demselben Ocular eine mehr als 400malige Linearvergrößerung. Der Oculare sind 5, das stärkste derselben gewährt mit dem System 9 eine mehr als 1500malige, noch durchaus brauchbare Vergrößerung (die Querstreifen der Schuppen des Weibchens der Hipparchia

Janira erschienen bei dieser Vergrößerung als dicke scharfe Federstriche, sie sind mit Bequemlichkeit zählbar). Der grofse um seine Axe drehbare Tisch, der sehr zweckmäfsig angebrachte Spiegel und der nicht minder zweckmäfsig construirte Blendungsapparat leisten in Verbindung mit den vortrefflichen optischen Theilen des Mikroskopes etwas Ausgezeichnetes. Den Kasten des Blendungsapparates habe ich mir durch Zeifs auch zur Anwendung der Nobertschen Linse und des Prisme oblique von Natchez einrichten lassen. Zu Messungen ist eines der 5 Oculare mit einem sehr schönen Glasmikrometer versehen. Das genannte Mikroskop ist seit April 1849 in meinen Händen. Ob die mittleren Instrumente Oberhäusers noch jetzt das Trommelstativ besitzen, kann ich nicht mit Sicherheit angeben; ein solches Stativ hat vor dem Stangenstativ, welches Schiek, Plöfsl und Nobert im allgemeinen anwenden, grofse Vorzüge, leider ist bei dem ersteren und ebenso bei dem kleineren Stativ von Oberhäuser der Spiegel nur innerhalb der Axe des Rohres beweglich. Die kleinen Mikroskope des letztgenannten Optikers sind äufserst preiswürdig, sie besitzen die Systeme 4 und 7 und zwei, auf Verlangen auch drei Oculare; die grobe Einstellung wird, wie bei allen Mikroskopen Oberhäuser's, durch Verschiebung des Rohres innerhalb einer Hülse gegeben. Der Tisch der aller kleinsten (zu 100 Fr.) ist etwas zu schmal; weshalb ich die ihnen folgende, nur wenig theuerere Sorte, mit gröfserem Tisch, deren optischer Theil derselbe bleibt, besonders empfehle. (Oberhäuser's Adresse ist Place Dauphine 19. Paris).

Das Mikroskop von Amici (Herr Prof. Schleiden besitzt ein solches) ist in seinen optischen Theilen vortrefflich, die Messingarbeit ist dagegen über alle Maafsen schlecht; das ganze Instrument ist nur niedrig und deshalb zum Gebrauch

bequem. Amici's Mikroskop zeichnet sich vor allen mir bekannten dadurch aus, dafs jedes seiner Linsensysteme, um ein vollkommenes Bild zu geben, eines Deckglases von bestimmter, oft beträchtlicher Dicke bedarf; wendet man ein Deckglas von zu geringer oder von zu grofser Dicke an, so verliert die Schärfe des Bildes. Da die Objective meines Mikroskopes, dessen Bilder dem genannten keinesweges nachstehen, ja dasselbe oftmals übertreffen, für die Dicke der Deckgläser weit weniger empfindlich sind, (das System 7 giebt mit oder ohne Deckglas ein gleich vollkommenes Bild) so scheint mir diese Eigenthümlichkeit von der Güte der Objective unabhängig zu sein. In der neuesten Zeit soll Amici, wie ich aus guter Quelle erfahren, seine Objective dahin verändert haben, dafs er dieselben in Wasser getaucht zur Beobachtung anwendet; das Bild soll dadurch sehr gewonnen haben.

Nobert's Mikroskop hat vortreffliche Gläser und nicht minder vortreffliche Mefsapparate. Der Objecttisch ist eigenthümlich, er hängt mit zwei Stiften, gewissermassen in einer Angel beweglich, an der Stange des Stativ's; er entbehrt der nöthigen Festigkeit, und ist deshalb nicht zweckmäfsig.

Die Mikroskope von Schiek, Pistor und Plöfsl haben schöne Gläser, ihre Objective sind indess viel schwächer, ihre Oculare dagegen viel stärker wie bei den Instrumenten der 3 zuerst genannten Optiker. Bei Schiek und Pistor ist die Messingarbeit überall vortrefflich, bei Plöfsl ist sie weniger zu rühmen. Schiek verfertigt kleine Mikroskope nach der Construction der kleinen Instrumente Oberhäuser's, das Stativ ist etwas solider, der Tisch hinreichend breit; diese Instrumente sind sehr preiswürdig.

Die beiden Mikroskope Pistor's, welche ich zu sehen

Gelegenheit hatte, besaßen das Trommelstativ Oberhäuser's mit geringen Abänderungen. Die kleinen Mikroskope von Plöfsl kenne ich nicht. (Schiek's Adresse ist Marienstrafse No. 1 a, Berlin).

Die Herren B è n é c h e und W a s s e r l e i n in Berlin (Stechbahn Nr. 3) haben in neuester Zeit sich sehr hervorgethan; die Mikroskope, in verschiedenen Gröfßen und zu sehr verschiedenen Preisen, welche ich zu prüfen Gelegenheit hatte, waren vortrefflich und höchst preiswürdig. Das Bild dieser Mikroskope und namentlich das der theuerern, kommt dem Bilde meines Instrumentes am allernächsten; die stärkste Objectivvergrößerung dieser Instrumente ist ein wenig schwächer als Oberhäuser's System 7; mit schiefem Licht sieht man die Querstreifen der Hipparchia-Schuppen sehr deutlich. Wenn die starken Objective, welche genannte Herren anzufertigen beabsichtigen, so vollkommen wie ihre schwächeren, mir jetzt bekannten Gläser ausfallen, so werden sie jedenfalls etwas Bedeutendes leisten. Die Stative verfertigen genannte Herren ganz nach Verlangen des Bestellers, sie geben für die gröfseren Mikroskope sowohl die Stative nach Schiek und Plöfsl, wie auch das Trommelstativ nach Oberhäuser, ebenso wird auch des letzteren großes neues Stativ auf Verlangen von ihnen geliefert. Ihre kleinen Mikroskope besitzen das kleine Stativ Oberhäuser's, der Tisch ist hinreichend groß, der Preis eines solchen Instrumentes ist 35 Thlr. Pr. Cour. Noch kleinere Instrumente, nach dem Vorbilde Lerebour's in Paris construiert, wo die eine Seitenwand und der Boden des Kastens mit zum Stativ gehört, während der Kasten selbst abgezogen einem Schilderhause vergleichbar ist, kosten nur 20 Thlr. Pr. Cour. Auch die Objective der letzteren sind recht gut; unbillig würde es

jedoch sein hier dieselbe Vollkommenheit wie bei den theuern Instrumenten beanspruchen zu wollen; sie sind jedenfalls den gleichen Mikroskopen von Lerebours weit vorzuziehen.

Wenn ich von meinem Mikroskop, das allerdings für mich unschätzbaren Werth besitzt, zunächst redete und mit demselben die Instrumente anderer Optiker verglich, so geschah dies hauptsächlich deshalb, weil ich das genannte Mikroskop und die Vortheile seines sehr complicirten, aber äußerst zweckmäßigen Stativs am genauesten kenne und es hier zunächst meine Aufgabe ist eigene Erfahrungen mitzutheilen, ich möchte aber keinesweges mißverstanden werden, sämtliche von mir erwähnte Mikroskope sind mehr oder weniger vortrefflich und demnach mehr oder weniger zu jeder Untersuchung brauchbar; jeder muß hier selbst prüfen und ich will nur kurz bemerken, worauf man namentlich zu achten hat. In Betreff des Stativs thut die Gewohnheit viel, der eine wird die Construction des einen Mikroskop's, der andere die eines anderen bequemer finden, je nachdem er gewohnt ist, mit dem einen oder mit dem andern zu arbeiten.

Nach den Ansprüchen, welche der Beobachter macht und nach den Fragen, die er durch seine Forschungen zu lösen wünscht, wird sich auch immer die Güte und darnach der Preis des Mikroskopes richten müssen. Für alle systematischen und morphologischen Untersuchungen, desgleichen für Anfänger, wird ein Mikroskop wie es Bénéche für 20 Thlr. liefert vollkommen ausreichen, will man dagegen sehr schwierige Fragen der Pflanzenanatomie und Physiologie, z. B. Zellenbildung, Entstehung des Embryon, Anatomie der Zellwand u. s. w. ergründen, so sind die theuersten Mikroskope, d. h.

wenn sich ihr Preis nach der Güte ihrer Objective und nach der vollkommeneren Einrichtung ihres Stativs, wie es bei Oberhäuser der Fall ist, richtet, nicht zu kostbar; wer solche Fragen entscheiden will, muß auch die besten Instrumente besitzen. Im allgemeinen wird man jedoch mit den kleinen Mikroskopen von Oberhäuser, von Schiek und Bénéche, die nahebei im Preise sich gleichkommen, vollständig ausreichen.

Die Güte eines Mikroskopes beurtheilt man am sichersten nach der Vergrößerung, bei welcher es die Details eines Gegenstandes deutlich zeigt; je schwächer diese Vergrößerung zu sein braucht, um so besser ist das Mikroskop. Ein sehr gutes Mikroskop zeigt z. B. die Längsstreifen der Schuppen des Weibchens der *Hipparchia Janira*, bei 80 facher, die Längsstreifen der Schuppen von *Lepisma saccharinum* schon bei 30 — 40 facher Linearvergrößerung. Die Querstreifen der *Hipparchia*-Schuppen sehe ich mit meinem Mikroskop schon bei 200 maliger Vergrößerung, die Linien berühren sich dann fast einander, es ist die genaueste Einstellung nothwendig; bei 300 oder 400 maliger Vergrößerung, durch stärkere Objective gegeben, treten sie immer deutlicher hervor; die Anwendung stärkerer Oculare zeigt dann nichts mehr, die Linien treten nur weiter von einander, man sieht sie deshalb deutlicher. Ein Mikroskop ersten Ranges muß diese Linien, die jedoch auch hier nur bei schiefer Spiegelstellung und zwar wenn das schiefe Licht im rechten Winkel gegen die Querstreifen fällt, in diesem Grade sichtbar sind, als scharfe dicht neben einander liegende Linien, die sich mit den Längsstreifen kreuzen, aber weit geringere Abstände wie letztere besitzen, zeigen. Die langen hellen Schuppen sind die schwierigsten und gerade solche

mufs man zur Prüfung wählen; auf Tafel 1 Fig. 8 gebe ich einen Theil einer solchen Schuppe mit meinem System 9 und Ocular 3, bei 500maliger Vergrößerung, betrachtet. Wenn die Querstreifen nicht als scharfe Linien, sondern körnig-erscheinen, so ist das Mikroskop weniger gut. Die Nobertsche Probeplatte ist, da ein Exemplar nicht absolut wie das andere ausfällt, zur Prüfung weniger geeignet; mein Mikroskop löst sämmtliche Liniensysteme dieser Platten, deren ich bereits 5 Exemplare aufs genaueste prüfte.

2. Ein einfaches, am besten mit Doppellinsen versehenes Präparirmikroskop. Ein solches Instrument mufs aufser guten Linsen einen feststehenden, nicht allzu kleinen Tisch besitzen, auf diesem Tisch sind ein Paar Federklammern, zum Festhalten der Objectplatte anzubringen. Das Stativ wird am zweckmäfsigsten auf einem ziemlich schweren Holzklotz, der zu beiden Seiten eine hervorragende Backe besitzt, befestigt, jede dieser Backen dient während des Präparirens der Hand zum Stützpunkt.

Ich arbeite seit mehreren Jahren mit einem solchen Instrument von Carl Zeiss in Jena, und kann dasselbe sehr empfehlen. Ein derartiges einfaches Mikroskop hat nach Verlangen, 3—4 Doppellinsen, deren Vergrößerung 15, 30, 70 und 120 beträgt; der Focalabstand der dritten Linse ist noch so grofs, dafs selbige, wenngleich etwas unbequem, zum Präpariren gebraucht werden kann. Wer ein zusammengesetztes Mikroskop besitzt, wird die letzte Doppellinse, bei der kein Präpariren möglich ist, entbehren können. Der Tisch ist unbeweglich, die Einstellung ist doppelter Art, über dem Planspiegel ist eine Sammellinse, die man beliebig zur Seite schieben kann, angebracht. Der Preis eines solchen, einfachen Mikroskopes mit 3 Doppellinsen beträgt 11 Thlr.

Pr. Cour.; mit 4 Linsen dagegen 13 Thlr; der Holzklotz mit den Backen wird auf Verlangen für einen mäßigen Preis hinzugefügt. — Aehnliche Instrumente, zu gleichem Preise; jedoch etwas anders construiert, werden von dem Sohne des verstorbenen Dr. Körner (Bernhard Körner in Jena) angefertigt. Die Herren Bénéche und Wasserlein in Berlin liefern sie ebenfalls.

3. Eine gute Loupe. Bei der Loupe hat man weniger auf die starke Vergrößerung als auf die Schärfe des Bildes und auf die Größe des Gesichtsfeldes zu achten. Die gewöhnlichen, aus einem planconvexen oder gar einem biconvexen Glase bestehenden Loupen gewähren nur für die Mitte ein richtiges Bild. Bei den auf Art des Oculars construirten Doppelloupen ist diesem Uebelstande abgeholfen, dieselben besitzen in der Regel ein großes Gesichtsfeld, das in seiner ganzen Ausdehnung ein richtiges Bild gewährt; sie lassen sich überdies sehr zweckmäßig auf dem Stativ der vorerwähnten einfachen Mikroskope verwenden. Oberhäuser führt 3 solcher Loupen von verschiedener, jedoch nicht bedeutender Vergrößerung, das Gesichtsfeld ist groß, das Bild vortrefflich; C. Zeiss in Jena führt eine solche Loupe von 5 facher, eine andere von 12 facher Vergrößerung; beide sind sehr zu empfehlen.

4. Eine Camera lucida. Die einfachste und zweckmäßigste Einrichtung dieser Art ist das über dem Ocular anzubringende Zeichenprisma. Dasselbe hat vor allen mir bekannten diesem Zwecke dienenden Apparaten (der Camera lucida nach Oberhäuser, dem Sömmering'schen Spiegel u. s. w.) den Vorzug, daß es ungleich weniger Licht absorbiert; das durch's Prisma aufs Papier entworfenen Bild ist fast ebenso lichtstark und in seiner Zeichnung fast ebenso scharf wie

das unmittelbar durchs Ocular empfangene Bild. Das Prisma ist für alle vorhandenen Oculare brauchbar, der Abstand vom Ocular richtet sich jedoch nach der Stärke des letzteren, bei schwachen Ocularen muß die untere Fläche des Prisma's vom Ocularglase entfernt, bei starken dagegen demselben genähert werden. Das Zeichenprisma wird vermittelt eines Ringes aufs Mikroskoprohr gesteckt; seine Fassung muß für dreierlei Bewegungen des Prisma's eingerichtet sein. 1. Muß man das Prisma dem Ocularglase nähern oder es von selbigem entfernen können, 2. muß das Prisma in horizontaler Richtung beweglich sein, so daß man dasselbe beliebig ganz zur Seite schieben kann, 3. muß es sich sowohl horizontal als schief stellen lassen. Beim Gebrauch des Zeichenprisma's hat man nun sowohl auf die Entfernung desselben vom Ocular, als auf die Stellung desselben zum Ocular zu achten. Man muß das ganze Gesichtsfeld hell und weiß erleuchtet vor sich sehen; wenn nur ein kleiner Theil des Gesichtsfeldes projectirt wird, so ist die Entfernung des Prisma's vom Ocular zu bedeutend, wenn dagegen die eine Seite des Gesichtsfeldes farbig erscheint, so ist die Stellung des Prisma's zum Ocularglase unrichtig; einige Uebung zeigt hier bald wie diesem Fehler abzuhelfen ist. Für die Benutzung des Zeichenprisma's bedarf man eines Zeichenpultes, das hinter das Mikroskop aufgestellt wird; dasselbe kann zweckmäfsig wie ein Notenpult zum Auf- und Niederklappen eingerichtet werden. Man hat vor allem auf die Lage des Papiers zum auffallenden Bilde zu achten, das letztere muß genau im rechten Winkel auf das Papier entworfen werden, weil es sonst nothwendig ein verzogenes wird; auch ist für die Vergrößerung auf die Entfernung des Papiers vom Zeichenprisma zu achten; ich zeichne immer bei gleicher

Entfernung, bei 250 Millim. Abstand. Beim Nachziehen der Umrissse legt man das Auge dicht an die kleine Oeffnung in der Blendung des Prisma's und gewöhnt sich vor allen Dingen den Kopf recht ruhig zu halten. Mit einiger Uebung gelangt man sehr bald zu einer grossen Fertigkeit; ich benutze obige Camera lucida überall und mit grossem Vortheil; der einzige Nachtheil, welchen sie mit sich führt, ist die nochmalige Umkehrung des Bildes, was man bei genauer Ausführung der Zeichnung, wenn man das Prisma zur Seite geschoben hat, wohl beachten mufs; bei etwas verwickelter Zeichnung lasse ich deshalb die Camera über dem Ocular, oder vergleiche zum wenigsten die fertige Zeichnung mit Beihülfe der Camera.

Das besprochene Zeichenprisma wird von C. Zeifs in Jena, in zweckmäfsiger Fassung und in einem besondern Kästchen verwahrt, angefertigt; die Weite des Ringes, welcher das Prisma trägt, richtet sich natürlich nach dem Durchmesser des Mikroskoprohres unterhalb des Ocular's; derselbe ist deshalb bei der Bestellung genau anzugeben.

5. Ein Compressorium, oder mikroskopischer Quetscher. Dies Instrument, das bei pflanzlichen Untersuchungen nur verhältnismäfsig selten angewandt wird, kann in einzelnen Fällen durch einen sanften Druck mit einem Nadelheft auf die Deckplatte ersetzt werden, wo es dagegen darauf ankommt Veränderungen eines Gegenstandes während des Druckes und durch denselben wahrzunehmen, da ist ein solches Instrument unentbehrlich.

Die bisherige Einrichtung des Quetschers, der sowohl eine untere Glasplatte zur Aufnahme des Gegenstandes, als auch eine obere Glasplatte, die als Deckglas diente, besafs, war sehr unbequem; man mufsste den Gegenstand erst auf

die untere Platte des Quetschers übertragen und brachte ihn dadurch häufig aus seiner günstigen Lage. Zeiss in Jena verfertigt jetzt Quetscher nach Oberhäuser's Princip, denen beide Glasplatten fehlen und wo man den Gegenstand unmittelbar, wie man ihn vorher zur Beobachtung hatte, gleichgültig ob mit einer dicken oder dünnen Deckplatte versehen, unter den Quetscher bringt. Nach der Breite des Objecttisches muß sich die Breite der unteren Platte des Quetschers richten, weshalb es gut sein wird bei der Bestellung die Breite dieses Tisches zu bemerken.

6. Gute englische Rasirmesser. Da die Schärfe des Messers, wenn man irgend ein genügendes Präparat erhalten will, ein Hauptforderniß ist, so hat man vor allen Dingen für gute Messer zu sorgen und dieselben sorgfältig in Stand zu erhalten. Es läßt sich hier sehr schwer eine bestimmte Fabrik empfehlen, da bekanntlich die Messerklingen nicht immer gleich ausfallen; auch kann man nicht für alle Zwecke einerlei Messer gebrauchen, für harte Sachen, für Holz, für Rinde, Samenschale u. s. w. sind Messer mit starkem Rücken, die nicht hohl geschliffen sind, am vorzüglichsten; für weiche, saftige Gegenstände muß man dagegen viel leichtere, hohl geschliffene Messer anwenden. Man schleift seine Messer am zweckmäßigsten selbst, da selbige, so wie man sie in der Regel vom Schleifer erhält, noch lange nicht scharf genug sind; auch muß man, wenn man gute Präparate erhalten, dabei Zeit sparen und sein Messer conserviren will, es sich zum Gesetz machen das letztere nach jedem zweiten oder dritten Schnitt ein paar mal über den Streichriemen zu führen.

7. Einige Scalpel's, am besten mit gerader Schneide; sie werden wenig gebraucht und sind daher ziemlich entbehrlich.

8. Einige Präparirnadeln. Dieselben werden sehr zweckmäfsig so eingerichtet, dafs sie bequem aus dem Heft genommen und mit einer andern vertauscht werden können; man sorgt dafür, dafs ihre Spitze möglichst fein und jederzeit rostfrei ist und schleift sie, wenn dies nicht sein sollte, unter häufigem Umdrehen selbst auf einem mäfsig feinen Schleifstein. Ausser ganz geraden Nadeln, deren man mindestens zwei besitzen mufs, sind Nadeln mit einer hackenförmig gebogenen Spitze, desgleichen Nadeln die an ihrer Spitze, den Staarnadeln ähnlich, ein kleines Messerchen tragen, für manche Fälle zu empfehlen. (Taf. I. Fig. 3, 4, 5).

9. Eine kleine anatomische Scheere.

10. Stahlpincetten von verschiedener Gröfse; für kleine Gegenstände ist eine Pincette mit ganz feinen, genau auf einander fassenden Spitzen sehr zu empfehlen, die innere Seite dieser Spitzen darf niemals gekerbt, sie mufs durchaus glatt sein.

11. Schleifsteine von verschiedener Feinheit; die nach einander und zwar vom gröberem zum feineren übergehend, angewandt werden; beim Schleifen mufs man das Messer durchaus flach legen, so dafs Rücken und Schneide gleichzeitig den Stein berühren, man mufs langsam und sicher ziehen, aber nicht zu fest aufdrücken; für den letzten Schliff sind die grauen Wassersteine, die auch von den Barbieren vielfach benutzt werden, sehr empfehlenswerth. Bei richtiger Handhabung wird ein gutes Messer höchst selten Scharfen bekommen; nur im letzterem Falle rathe ich, das Messer dem Schleifer zu geben, da man selbst bei einiger Uebung seinen Messern leicht die genügende Schärfe verleihen kann.

12. Ein guter Streichriemen. Die bekannten Goldschmidt-

schen Riemen oder ähnliche von Füller sen. in Berlin gefertigt, sind besonders zu empfehlen.

13. Ein etwa $\frac{3}{4}$ Zoll hoher Metallring von einer Weite die einen mäfsigen Boutellenkork aufzunehmen vermag; statt dessen kann man auch, wie ich es anfangs gethan, eine kleine durchbohrte Platte von dickem Spiegelglas anwenden; in letztere oder noch besser in den vorerwähnten Ring schiebt man einen recht weichen fehlerfreien Kork, den man mit einem scharfen Messer der Länge nach halbirt hat; zwischen die beiden Korkhälften wird zuvor der Gegenstand, von dem man einen dünnen Schnitt zu haben wünscht, sorgfältig und mit genauer Beachtung seiner Lage gebracht; (Taf. I. Fig. 6). Die beiden genau aneinander gelegten Korkhälften, die vom Ringe zusammengehalten den Gegenstand festklemmen, werden etwa $\frac{1}{2}$ Linie über den Rand des Ringes hervorgeschoben; man befeuchtet die Oberfläche des Korks mit etwas Wasser und schneidet jetzt mit einem scharfen Rasirmesser, dem der Kork selbst zur Leitfläche dient, indem man das Messer flach auflegt und die Schneide desselben parallel der Halbirlungslinie des Korkes führt, aus der Mitte möglichst dünne Korklamellen; mit diesen Korklamellen erhält man eben so dünne Lamellen des zwischen den beiden Korkhälften befindlichen Gegenstandes, welche man mit einem feinen Haarpinsel vom Messer abhebt und von den Korkschnitten sondert. Dieses Verfahren ist in vielen Fällen sehr empfehlenswerth, es eignet sich für alle dünnen, sowie für alle kleinen nicht allzu weichen Gegenstände, z. B. für Quer- und Längsschnitte durch Blätter, durch Moosstengel, durch kleine Samen u. s. w. Ist der Gegenstand etwas dicker, so höhlt man zweckmäfsig die Korkhälften an der Stelle, welche ihn aufnehmen soll, ein wenig aus. Für sehr weiche Gegenstände ist dies Verfahren

nicht brauchbar, dieselben können nur in freier Hand geschnitten werden. Der besprochene Ring mit seinem Kork ersetzt mir die sogenannten Mikrotome, die ebenfalls nur für ziemlich harte Gegenstände anwendbar sind. Durch beharrliche Uebung erlangt man sehr bald die nöthige Fertigkeit im Schneiden, die durch künstliche Schneideapparate niemals ersetzt werden kann.

14. Einige gröfsere und kleinere Haarpinsel, um die erhaltenen Schnitte vom Rasirmesser auf die Objectplatte zu übertragen; für ganz kleine Gegenstände sind nur die allerfeinsten Tuschpinsel brauchbar.

15. Einige Glasgeräthe, z. B. kleine Glaslocken, um einmal erhaltene Präparate vor Staub zu schützen, auch zur Zucht von Laub- und Lebermoosen brauchbar; Uhrgläser von ziemlich grossem Durchmesser, um Präparate mit Wasser, Alkohol oder Aether zu behandeln, auch zum Kochen dünner Schnitte mit chlorsaurem Kali und Salpetersäure; lange und ziemlich weite Kochröhren zum Erwärmen von Präparaten mit Wasser oder Alkohol, auch zum eben erwähnten Kochen gröfserer Theile mit chlorsaurem Kali und Salpetersäure. Möglichst dünne Glasstäbe, um kleine Tropfen gewisser Reagentien auf's Präparat zu bringen. Länglich viereckige Platten von dünnem, möglichst reinem Spiegelglas zum Aufbewahren von Präparaten.

16. Einige, ziemlich flache, weisse Porzellan-Schalen, am besten gewöhnliche weisse Untertassen. Man mufs deren mindestens zwei, mit reinem Wasser gefüllt, auf seinem Arbeitstische haben, die eine dient alsdann zum augenblicklichen Gebrauch bei der Beobachtung, die andere zur Aufnahme der bereits gebrauchten Objectplatten und Deckgläser. Da zu jeder ordentlichen Untersuchung die gröfste Reinlich-

keit und Accuratesse erforderlich ist, und überdies sowohl Object- als Deckplatten weit schwerer zu reinigen sind und unweit leichter schrammig werden, wenn Gegenstände auf ihnen festtrocknen, so sind auch dergleichen scheinbar unwichtige Dinge, wohl zu berücksichtigen.

17. Etwas Fliedermark und feine, oft gewaschene Leinwand, am besten gebrauchtes Kammertuch, zum Reinigen der Objectiv- und Oculargläser des Mikroskopes. Ein solches Tuch darf niemals zum Reinigen der Objectplatten oder der Deckgläser benutzt werden; für letzteren Zweck kann man minder feine Leinwand anwenden.

18. Einige chemische Reagentien.

a) Alkohol, hauptsächlich zum Entfernen der Luft aus Holzschnitten und anderen Präparaten, auch als Auflösungsmittel einiger Farbstoffe etc.

b) Aether, hauptsächlich als Auflösungsmittel von Harzen, von fetten und ätherischen Oelen etc. Auch zum Entfernen der Luft brauchbar.

c) Aetzkalklösung, als Auflösungsmittel von Fetten, auch hie und da durch seine Einwirkung auf den übrigen Zellinhalt und auf die Verdickungsschichten brauchbar; die Aetzkalklösung wirkt häufig erst nach dem Erwärmen.

d) Jodlösung (1 Gran Jod, 3 Gran Jodkalium, 1 Unze destillirtes Wasser), zum Färben der Zellmembran und des Zellinhalts.

e) Concentrirte englische Schwefelsäure, vorzüglich bei der Untersuchung des Pollens und des Sporen anwendbar.

f) Eine etwas verdünntere Schwefelsäure (3 Theile englische Schwefelsäure und 1 Theil Wasser), zum Färben der zuvor mit Jodlösung befeuchteten Pflanzenzellen. Man betupft das Präparat mit der Jodlösung, entfernt darauf die-

selbe mit einem feinen Haarpinsel und giebt nunmehr vermittelst eines Glasstabes einen Tropfen Schwefelsäure auf das Präparat und bedeckt es sogleich mit einer Deckplatte. Die Einwirkung der Schwefelsäure und des Jods, und gleichfalls die Einwirkung der Chlorzink-Jodlösung erfolgt nicht immer über die ganze Fläche eines Präparates gleichmäfsig, wo die Mischung concentrirter einwirkt, ist die Färbung intensiver; manchmal bleiben Stellen ungefärbt. Die Färbung ändert sich nach einiger Zeit; nach 24 Stunden ist das Blau häufig in Roth verwandelt.

g) Eine Auflösung von Chlorzink, Jod und Jodkalium. Ein Tropfen dieser Mischung auf ein in wenig Wasser liegendes Präparat bewirkt dieselbe Färbung als Jod und Schwefelsäure. Diese Mischung ward erst neulich vom Prof. Schulz, gegenwärtig in Rostock, empfohlen, sie ist bequemer wie Jod und Schwefelsäure zu verwenden und leistet ungefähr dieselben Dienste, wirkt dagegen nicht wie die Schwefelsäure zerstörend. Die genaue Vorschrift zu dieser Mischung ist folgende: Man löse Zink in Salzsäure auf, dampfe die Lösung unter Berührung mit metallischem Zink bis zur Syrupsdicke ab und löse darauf in diesem Syrup Jodkalium bis zur Sättigung. Alsdann wird Jod zugesetzt und die Lösung, wenn es nöthig ist, mit Wasser verdünnt.

h) Salpetersäure, noch besser chloresures Kali und Salpetersäure, als Trennungsmittel der Zellen. Das vom Professor Schulz entdeckte, sehr zweckmäfsige Macerationsverfahren ist folgendes: Man zerkleinert den Gegenstand, z. B. Holz, bis zur Dicke eines Schwefelhölzchens, schüttet denselben in eine lange und mäfsig weite Kochröhre, giebt dem Volumen nach etwa eben so viel chloresuren Kali hinzu und soviel Salpetersäure, dafs Holz und Kali mindestens

bedeckt sind; man erwärmt jetzt über der Weingeistlampe; es tritt bald eine lebhafte Gasentwicklung ein, man entfernt die Kochröhre von der Flamme, läßt das oxydirende Gemisch noch etwa $1\frac{1}{2}$ bis 3 Minuten einwirken und schüttet darauf das Ganze in eine Schale mit Wasser; man sammelt alsdann die noch ziemlich zusammenhängenden Stückchen, bringt sie abermals in eine Kochröhre und kocht sie wiederholt so lange mit Alkohol aus, als sich derselbe färbt, dann kocht man sie zuletzt noch einmal mit Wasser. Die Zellen werden jetzt unter dem einfachen Mikroskop mit der Nadel isolirt und ausgesucht. Das Kochen mit Salpetersäure und chlorsaurem Kali darf niemals in dem Zimmer geschehen, wo das Mikroskop aufgestellt ist, da dessen Gläser durch die sich entwickelnden Dämpfe leiden könnten. Dünne Pflanzenschnitte, z. B. Holz- oder Blattschnitte erwärmt man $\frac{1}{2}$ bis 1 Minute lang in einem Uhrglase, das Auskochen ist hier überflüssig, man hebt die Pflanzenschnitte mit einem Stäbchen heraus und überträgt sie in ein Uhrsälchen mit Wasser.

i) Citronenöl oder ein anderes ätherisches Oel, zur Betrachtung des Pollens und der Sporen.

k) Eine mächtig starke Auflösung von salzsaurem Kalk (1 Theil trockner salzsaurer Kalk und 3 Theile destillirtes Wasser), zum Aufbewahren mikroskopischer Präparate; dieselbe ist für die meisten Sachen, selbst für zarte Präparate, nur nicht für Stärkmehl, brauchbar. Wenn man ein Präparat, das man nicht sogleich zwischen Glasplatten aufbewahren will, einige Tage zu erhalten wünscht, so giebt man sehr zweckmächtig einen Tropfen dieser Lösung auf dasselbe und legt es zum Schutz gegen Staub unter eine Glasglocke.

l) Oelsüßs, ebenfalls zum Aufbewahren mikroskopischer

Präparate, für Zellen welche Stärkmehl enthalten sehr geeignet. Das letztere erhält sich unverändert, bei Körnern, welche eine Schichtung zeigen, z. B. bei der Kartoffelstärke, pflegt dieselbe für die ersten Stunden unsichtbar zu werden, nach 24 Stunden tritt die Schichtung jedoch um so deutlicher hervor.

m) Copallack oder Canadabalsam, ebenfalls zum Aufbewahren mikroskopischer Gegenstände; ist nur bei weniger dünnen Holzschnitten, z. B. bei fossilen Hölzern zu empfehlen, da beide den Gegenstand durchsichtiger als die Chlorcalciumlösung machen.

n) Endlich möchte noch kohlsaures Natron in ziemlich starker Auflösung zur Digestion der Braunkohlenhölzer, sowie Salzsäure, zur Digestion, freilich selten vorkommender, in kohlsauren Kalk übergegangener fossiler Hölzer, Erwähnung finden. Die Essigsäure, welche für thierische Gegenstände oft mit Vortheil verwandt wird, ist für pflanzliche Untersuchungen ziemlich überflüssig. Zeichenpapier, Bleifeder, Pinsel und Farben sind ebenfalls zu jeder tüchtigen Untersuchung unentbehrlich.

Ueber die Verwendung des Polarisationsapparates am Mikroskop kann ich leider aus eigener Erfahrung kein Urtheil fällen, nach den ausgedehnten Versuchen Ehrenberg's *) scheint mir derselbe für manche Fälle von Wichtigkeit zu sein, auch Oberhäuser, dem ich erst kürzlich einige Mittheilungen hierüber verdanke, legt keinen ganz geringen Werth auf letzteren Apparat. Ich werde vielleicht in nächster Zukunft Gelegenheit finden mein eigenes Urtheil über denselben auszusprechen.

*) Monatsbericht der Berliner Academie von 1849.

III.

Allgemeine Regeln für den Gebrauch des Mikroskopes und für die Herrichtung der Gegenstände.

Ein Hauptbedürfnis für jede mikroskopische Untersuchung ist, außer guten Instrumenten, das gehörige Licht; wer über die Lage und Beschaffenheit seines Arbeitszimmers frei disponiren kann, sollte die Fenster nach Westen oder Norden, oder noch besser ein Eckzimmer, nach beiden genannten Himmels-gegenden mit Fenstern versehen, wählen. Die letzteren müssen möglichst hoch sein, da das vom Horizont erhaltene Licht immer das günstigste ist; auch das von einer weißen Wand reflectirte Licht, oder das Licht weißer Wolken, ist oft sehr vortheilhaft; das Licht schnell vorüberziehender Wolken ermüdet durch den raschen Wechsel der Intensität das Auge, man muß bei einer solchen Beleuchtung die Spiegelstellung fortwährend ändern. Bei directem Sonnenlicht ist keine ordentliche Untersuchung möglich, dies Licht ist 1. viel zu blendend und für's Auge unerträglich; es bewirkt aber auch 2. Erscheinungen, die zu den größten Täuschungen Veranlassung geben. Wer des Vormittags und Mittags mit dem Mikroskope arbeitet, hat deshalb ein nach Osten oder Süden

gelegenes Zimmer zu vermeiden; durch weiße Rouleaux oder Gardinen kann man jedoch dem Uebel ziemlich abhelfen.

Wer sein Auge lieb hat, sollte bei Abend niemals mikroskopische Untersuchungen vornehmen, man sieht zwar bei Lampenlicht manche Gegenstände recht schön, dies Licht ist aber unweit greller als das Tageslicht. Wenn man es durch farbige, namentlich durch blaue Gläser auf den Spiegel fallen läßt, wird es dem Tageslichte ähnlicher und für das Auge angenehmer; ein mattgeschliffenes, in einen Holzrahmen gefasstes, nicht gefärbtes Spiegelglas vor die Lampe gestellt, wirkt in ähnlicher Weise. Fertige Präparate kann man bei einer solchen Regulirung des Lampenlichts sehr wohl bei Abend vorzeigen, dagegen ist es nicht wohl möglich bei solcher Beleuchtung feine Präparate darzustellen; für die eigentliche Untersuchung muß man sich demnach auf den Tag beschränken.

Um das Licht des Horizontes durch den Spiegel des Mikroskopes aufzufangen, stellt man das letztere mindestens 3 Fufs vom Fenster auf, man wendet das Mikroskop mit dem Spiegel nach der Lichtseite und giebt dem ganzen Instrumente, namentlich aber dem Spiegel, indem man in's Ocular sieht, die verschiedensten Stellungen; d. h. man sucht nach Licht; wenn das Gesichtsfeld am reinsten und weißesten erleuchtet ist, schiebt man den Gegenstand, den man beobachten will, unters Mikroskop. Bei den gröfseren Instrumenten, deren Spiegel nach mehreren Richtungen drehbar ist, braucht man die Stellung des Mikroskopes selbst weniger zu verändern, hier sucht man das Licht zunächst durch die verschiedenen Stellungen des Spiegels; bei Oberhäuser's kleinem Stativ, dessen Spiegel nur nach einer Richtung beweg-

lich ist, hat man die Stellung des Mikroskopes selbst zum Licht ungleich mehr zu beachten.

Will man undurchsichtige Gegenstände mit auffallendem Licht betrachten, so nähert man oftmals das Mikroskop mit Vortheil dem Fenster. Da man für diese Art der Beleuchtung unweit mehr Licht bedarf, so ist hier directes Sonnenlicht bisweilen vortheilhaft, in Ermangelung desselben bedient man sich der Sammellinse, durch welche man möglichst viel Licht auf den Gegenstand concentrirt. Man verhindert den Zutritt des von unten kommenden, bei dieser Art der Beleuchtung störenden, Lichts am besten durch eine auf den Objecttisch gelegte geschwärzte Glas- oder Holztafel; für ganz dunkle Gegenstände ist eine weisse, nicht glänzende, Unterlage oftmals sehr vortheilhaft.

Der Tisch, an dem man eine mikroskopische Untersuchung vornimmt, muß hinreichend groß sein und recht feststehen, man muß sich überhaupt so einrichten, daß alle Apparate, die man etwa benutzt, bequem zur Hand sind, man erspart dadurch viel Zeit und die letztere vergeht bei einer mikroskopischen Untersuchung nur ohnehin zu schnell, überdies ist bei einem allzu beschränkten Raum ein wirkliches Präpariren unter dem einfachen Mikroskop kaum möglich. Wie der Chemiker für genaue Untersuchungen eines besonderen Laboratoriums bedarf, so muß auch der mikroskopische Beobachter für seine Forschungen mindestens einen eigenen Arbeitstisch, der zu keinem anderen Zwecke dient, besitzen. Geräumige Schiebläden, zur Aufnahme der verschiedenen Apparate, sind an diesem Tisch sehr zweckmäßig.

Man betrachtet jeden zu untersuchenden Gegenstand zuerst bei einer schwachen Vergrößerung, da man bei ihr einen

unweit größeren Theil desselben übersieht und so einen besseren Totaleindruck erhält. Bei einer schwachen Vergrößerung benutzt man für durchfallendes Licht die weiten Oeffnungen der drehbaren Blendungsscheibe, oder bei Oberhäuser's Mikroskop die Cylinderblendung mit weiter Oeffnung; sollte das Licht zu stark sein, so verwendet man statt des Hohlspiegels zweckmäßsig den Planspiegel, der an größeren Mikroskopen selten fehlt. Bei Mikroskopen mit Cylinderblendungen dämpft man außerdem das Licht durch allmähliges Herabziehen der Blendung, bei der Scheibenblendung beschattet man dagegen den Gegenstand durch langsames Auf- und Abbewegen der linken Hand vor dem Spiegel. Nachdem man sich bei einer schwachen, etwa 50fachen, in einzelnen Fällen bei einer noch schwächeren, Vergrößerung gehörig orientirt hat, vertauscht man das schwache Objectivsystem mit einem stärkeren; erst wenn das stärkste Objectivsystem, oder nach der Einrichtung der Mikroskope von Nobert, Schiek und Plössl, die stärkste Linsencombination verwandt ist, und man eine noch stärkere Vergrößerung wünschenswerth findet, greift man zu einem stärkeren Oculare. Ich benutze in der Regel nur das schwächste Ocular meines Mikroskopes (Oberhäusers Nr. 1.) und steigere wie angegeben die Vergrößerung, indem ich nach einander von den schwächeren zu den stärkeren Objectivsystemen übergehe; was ich bei dem stärksten Objectivsystem (Nr. 9.) und dem schwächsten Ocular nicht sehen kann, macht mir auch kein stärkeres Ocular sichtbar, aber dennoch ist zum bequemeren Sehen und namentlich zum Zeichnen die Anwendung eines stärkeren Oculars oftmals nicht ohne Vortheil. So lange man durch Objective die Vergrößerung erhöhen kann, sollte man niemals zum Oculare seine Zuflucht

nehmen, da durch ein stärkeres Ocular sowohl das Licht als die Schärfe in der Zeichnung des Bildes nothwendig abnimmt; was bei Anwendung starker Objective nicht der Fall ist. Wo es sich um eine besondere Schärfe des Bildes handelt, ist es sogar oftmals vortheilhaft das Rohr des Mikroskopes zu verkürzen und dadurch das Ocular dem Objectivsystem zu nähern, das Bild wird zwar kleiner aber ungleich schärfer und lichtstärker als bei langem Rohr. Bei Anwendung der stärkeren Objective benutzt man vortheilhaft eine Bländung mit kleiner Oeffnung; indem dieselbe das überflüssige Licht abhält, gewinnt das Bild an Schärfe; durch ein ganz allmähliges Herabziehen der Cylinderbländung beschränkt man den Lichtkegel, der vom Spiegel auf den Gegenstand geworfen wird, noch mehr. Durch ein solches behutsames Dämpfen des Lichts verleiht man dem Gegenstande in der Regel eine dunklere und somit deutlichere Zeichnung. In ganz schwierigen Fällen ist es gut das ins Mikroskop sehende Auge mit der linken Hand zu beschatten; Oberhäuser empfiehlt für denselben Zweck einen etwa $1\frac{1}{2}$ Fufs langen und fast eben so breiten Pappschild, der vor dem Mikroskop an einer in den Arbeitstisch eingeschraubten Eisenstange auf und ab bewegt werden kann; dieser Schild wird an der Stange so weit gehoben und vermittelt einer Schraube festgestellt, dafs der Spiegel sein Licht vom Horizont empfangen kann, er dient, wie die Beschattung mit der Hand, namentlich dazu um fremdes Licht vom Auge abzuhalten. Das Beschatten mit der Hand ist bequemer und in der Regel ausreichend, es ist auch bei auffallendem Licht mit Vortheil anzuwenden.

Zuerst betrachtet man den Gegenstand, wenn er dünn genug ist, um mit durchfallendem Licht gesehen zu werden, mit gerade durchfallender Beleuchtung und zwar bei ver-

schiedenen allmählig gesteigerten Vergrößerungen, bleiben alsdann noch Einzelheiten der Zeichnung undeutlich, so benutzt man schief durchfallendes Licht und läßt dasselbe in den verschiedensten Winkeln auf den Gegenstand einwirken. Bei Oberhäuser's großem Mikroskop erreicht man das letztere durch die Drehung des Objecttisches um seine Axe, wo diese Einrichtung fehlt, muß man die Lage des Gegenstandes durch Verschiebung mit der Hand verändern. Linien treten immer am schärfsten hervor, wenn das schiefe Licht im rechten Winkel gegen sie fällt; wo man demnach eine Linie vermuthet, oder nur undeutlich wahrnimmt, hat man hierauf besonders zu achten. Für die Betrachtung mit auffallendem Licht gilt so ziemlich dasselbe, auch dort sollte man niemals versäumen durch Drehung des Tisches, oder durch Drehung des Gegenstandes selbst, das concentrirte Licht in den verschiedensten Richtungen auf den Gegenstand einwirken zu lassen. Für die Betrachtung mit auffallendem Licht sind die ganz starken Objective nicht mehr brauchbar, da ihre kurze Focaldistanz das Licht vom Gegenstande abhält, hier muß man sich oft mit schwächeren Objectiven und stärkeren Ocularen helfen; in der Regel bedarf man nur schwacher Vergrößerungen.

In den meisten Fällen wird man die Gegenstände unter Wasser betrachten; nur selten, z. B. bei dem Pollen und bei den Sporen, ist es nothwendig dieselben unter verschiedenen Medien und ebenso auch trocken zu beobachten. Bei auffallendem Licht wirkt oft das Wasser, zumal wenn es den Gegenstand nicht ganz bedeckt, sehr störend, es ist deshalb für einzelne körperliche Gegenstände, z. B. für das Embryon der Gräser, zweckmäfsig dieselben zuerst ohne Wasser und darauf unter Wasser zu betrachten. Durch Bedecken mit

einer Deckplatte, und Hinzufügen von Wasser mit einem Haarpinsel gelingt es meistens den Gegenstand vollständig unter Wasser zu bringen.

Bei schwächeren Vergrößerungen ist ein Bedecken des Gegenstandes mit einem Deckglase nicht nothwendig, ja es ist oftmals, wenn man das Präparat umzukehren wünscht, oder dasselbe durch einen nochmaligen Schnitt oder ein weiteres Präpariren zu verbessern hofft, sehr vortheilhaft es nicht zu bedecken. Bei Anwendung ganz starker Objectivsysteme wird der Focalabstand leider gar zu kurz, in diesem Falle ist man, um ein Beschlagen der Linse oder gar ein Eintauchen derselben in die auf dem Objectträger befindliche Flüssigkeit zu vermeiden, genöthigt Deckgläser anzuwenden. Selbst beim Gebrauch der letzteren vermindert sich häufig während der Beobachtung die Flüssigkeit, in welcher der Gegenstand liegt, man führt alsdann einen neuen Tropfen derselben, vermittelst eines Glasstabes oder eines reinen Pinsels, vor den Rand des Deckglases. Denselben Handgriff benutzt man zweckmäfsig bei Präparaten, die schon im Wasser liegen, und denen man Jod- oder Chlorzink-Jodlösung zuführen will.

Wenn man irgend chemische Reagentien, es sei nun Jod, Aetzkali oder irgend eine Säure anwendet, so sollte man niemals ein Bedecken des Gegenstandes mit einer dünnen Platte versäumen; bei flüchtigen Säuren, namentlich bei Salpetersäure und Salzsäure kann man nicht behutsam genug zu Werke gehen; ich vermeide ihren Gebrauch soviel ich irgend kann. Noch ungleich nachtheiliger wirkt Schwefelwasserstoffgas auf das Flintglas, welches bei den Objectiven einiger Optiker die nach unten gewandte Planseite des letzteren bildet. Für diese Gasart und ebenso für Chlor und derartige Dämpfe ist das Mikroskop sorgfältig zu schützen, weshalb

auch, wie ich schon oben erwähnte, das von Schulz vorgeschlagene Kochen der Gegenstände mit chlorsaurem Kali und Salpetersäure nicht in dem Zimmer, wo das Mikroskop steht, vorzunehmen ist.

Wer das Mikroskop täglich gebraucht, der wird es zweckmäßig unter einer hohen Glasglocke, oder noch besser unter einem Glaskasten, der verschließbar ist, verwahren. Ehe man sein Mikroskop, nach beendigtem Tagewerk, zur Seite stellt, empfehle ich namentlich jedem Anfänger eine sorgfältige Prüfung seiner Objectivlinsen mittelst der Loupe, da es sogar einem geübten Beobachter nicht selten vorkommt, daß er sein Objectiv in die Flüssigkeit des Objectträgers taucht oder dasselbe sonstwie beschmutzt. Ward die Linse nur durch Wasser benetzt, so schadet dieses nichts; ein Eintrocknen des Wassers auf der Linse, namentlich wenn selbiges an Kalksalzen reich ist, möchte schon weniger gleichgültig sein, da nach dem Verdunsten des Wassers die Kalksalze fest auf dem Glase haften und so beim Reinigen leicht zu kleinen Schrammen Veranlassung geben können. Man reinigt die Objective, wenn sie bestäubt oder durch atmosphärische Niederschläge etwas blind geworden sind, mit trockenem Fliedermark, indem man mit einem reinen Rasirmesser die Fläche, die einmal benutzt ist, abschneidet und die neue Fläche zur weiteren Reinigung anwendet; mit einem reinen Haarpinsel entfernt man zuletzt die Partikeln des Fliedermarks. Ist die Linse nafs geworden, so trocknet man sie zuerst vorsichtig mit einem reinen, oftmals gewaschenen leinenen Tuche, am besten mit sogenanntem Kammer- oder Nesseltuch und benutzt darauf das Fliedermark. Ist die Linse gar mit einer Säure oder einer andern scharfen Flüssigkeit verunreinigt, so spült man sie mittelst der

Spritzflasche mehrmals mit destillirtem Wasser ab, und trocknet und reinigt sie dann, wie soeben angegeben. Die Oculare und der Spiegel werden am besten mit weichem Kammertuch, auch wohl mit Fliedermark gereinigt. Alkohol und Aether sollte man niemals, oder doch nur mit grofser Vorsicht, zum Reinigen der Objective anwenden, da diese Flüssigkeiten leicht zwischen die Fassung der Linse dringen und an den Kitt, der Kron und Flintglas verbindet, gelangen können. Eine auf diese Weise verdorbene Linse kann nur durch einen geschickten Optiker, der sie auseinandernimmt und neu zusammensetzt, wieder brauchbar gemacht werden. Je vorsichtiger man sein Mikroskop vor allen Nachtheilen zu schützen sucht, je sauberer man dasselbe hält, um so bessere Dienste wird es leisten und um so länger wird es seine ursprüngliche Güte bewahren.

Die größte Reinlichkeit und Accuratesse ist überhaupt für mikroskopische Forschungen unerlässlich; man muß es sich zum Gesetze machen, immer nur das reinste Wasser, in dem reinsten Gefäße zum Benetzen der Objectplatte zu gebrauchen. Selbst bei dieser Vorsicht läßt sich eine Verunreinigung des zu betrachtenden Gegenstandes durch Staubtheile nicht gänzlich vermeiden. Einem geübten Beobachter werden derartige fremde Dinge nicht leicht gefährlich werden, einen Anfänger können sie jedoch sehr leicht auf falsche Wege führen. Gestandenes Wasser sollte man niemals benutzen, da dasselbe nur zu häufig niedere Thiere und Pflanzen enthält, ebenso sollte man, wenn man nacheinander verschiedenartige Gegenstände untersucht, für jeden neuen Gegenstand auch neues Wasser nehmen, damit nicht Theile der früher untersuchten Gegenstände mit dem Wasser auf die Objectplatte kommen. Manche Irrthümer verdanken wir

vielleicht einzig und allein einer solchen Kleinlichkeit.

Um fremde Stoffe als solche zu erkennen, ist es sehr gut, sich mit den Dingen, die trotz aller Vorsicht nicht immer zu vermeiden sind, bekannt zu machen: dahin gehören 1. die Luftblasen; selbige erscheinen bei durchfallendem Licht meistens als gröfsere oder kleinere, am Rande dunkel schwarz gefärbte Kreise, bei auffallendem Licht erscheint ihr Rand dagegen weifs gefärbt. Bei Anwendung der Deckplatten und ebenso bei Berührung mit den Gegenständen nehmen die gröfseren Luftblasen häufig eine sehr unregelmäßige Gestalt an, das erwähnte optische Verhalten ist jedoch überall, so auch in und zwischen den Zellen, der beste Beweis für die Gegenwart von Luft. 2. Farblose oder bunt gefärbte Fasern, aus Papier oder leinenen, baumwollenen und seidenen Geweben, durch Tücher, mit denen man die Objectgläser reinigte, auf letzteren zurückgeblieben, desgleichen thierische Haare, durch den Pinsel veranlafst. 3. Unregelmäßige, körnige, oftmals gefärbte Staubtheile, wahrscheinlich Zersetzungsproducte von Organismen. — Wenn man Pflanzen oder Theile derselben, die in oder auf der Erde oder im Wasser wachsen, beobachten will, so mufs man auferdem eine grofse Sorgfalt auf die vielen dort vorkommenden Organismen verwenden, man mufs sich durch eigene Anschauung mit den niederen Thier- und Pflanzenformen bekannt zu machen suchen, man mufs z. B. die allgemeinen Formen der Infusorien, mit und ohne Kieselpanzer, desgleichen die Gährungspilze, die Schimmelbildungen, die Oscillatorien und Conferven u. s. w. kennen lernen, um selbige von dem eigentlichen Gegenstande der Untersuchung sondern zu können.

Allgemein verbreitete oder zufällige Bewegungserschei-

nungen können außerdem Irrthümer veranlassen; man muß deshalb auch diese kennen. Die Molecularbewegung ist allen ganz kleinen, in einem dünnflüssigen Medium enthaltenen, Körpern eigen, sie besteht in einer gewissermaßen zitternden Bewegung der letzteren, man sieht sie häufig beim Inhalt der Pollenkörner, man beobachtet sie noch besser bei einigen Flüssigkeiten, z. B. der Milch, von der man ein Minimum, in Wasser vertheilt, bei 200 — 400maliger Vergrößerung unters Mikroskop schiebt. Ist man einmal mit diesem Phänomen bekannt, so wird man durch selbiges nicht mehr getäuscht werden; dasselbe gilt von den zufälligen Strömungen der Flüssigkeit auf der Objectplatte, die sowohl durch ein Verdunsten, als durch eine Mischung zweier Flüssigkeiten von ungleichem specifischen Gewicht, oder durch eine Auflösung vorhandener Salze u. s. w. erfolgen können. Wenn man neben dickeren Gegenständen auch kleinere und zwar besonders runde Körper, z. B. neben den Klappen einer Lebermooskapsel auch Sporen und Schleuderer, auf einer Objectplatte und unter einem und demselben Deckglas betrachtet, so schwimmen die letzteren häufig zu Anfang im Wasser umher, man darf sich hierdurch nicht täuschen lassen; diese Bewegung verschwindet, sobald die Flüssigkeit in Ruhe kommt. Das Schwingen der Oscillatorienfäden ist dagegen eine wirkliche, wenngleich noch nicht erklärte, der Pflanze eigenthümliche Bewegungserscheinung, dasselbe gilt von den raschen und scheinbar willkürlichen Bewegungen des Spiralfadens reifer Antheridien, sowie der bewimperten Algen sporen; (letztere kenne ich leider nicht aus eigener Erfahrung). Ganz besonders interessant ist noch das Strömen des Zellsafts in der Pflanzenzelle selbst, worüber im fünften Abschnitt das Nähere.

Zu Täuschungen, die durch das Auge selbst entstehen, gehören die sogenannten *Mouches volantes*; sie sind zweierlei Art: 1. schleimige Absonderungen der Meibomschen Drüsen, sie laufen als schleimige Fäden über das Sehfeld und sind bei Leuten, die selten mit dem Mikroskop arbeiten, häufiger; 2. die Schatten vorüberfliegender Blutkörperchen in einer gewissen Region des Auges; da die Verzweigungen der Blutgefäße sich in ihrer Lage nicht ändern, so bleibt auch die Gestalt der Erscheinung unverändert; selbige bekundet einen gereizten Zustand des Auges. — Mein Auge ist so ans Mikroskop gewöhnt und so gesund, daß ich beide Phänomene gar nicht kenne; dagegen erinnere ich noch an eine andere, durch gar zu grelles Licht hervorgerufene Erscheinung; sie zeigt sich bei Anwendung von directem Sonnenlicht oder ungedämpften Lampen- oder Kerzenlicht; es sind Flecken von verschiedener Größe unregelmäßig über das Sehfeld verbreitet, die man bei Tageslicht dort nicht bemerkt; dreht man das Ocular, so drehen sie sich mit, reinigt man das letztere sorgfältig, so vermindern sie sich; es sind somit nur Unreinigkeiten auf den Gläsern, die bei sehr hellem Licht als Flecken hervortreten.

Da man verhältnißmäßig selten mit auffallendem Licht beobachtet, das durchfallende Licht aber nur für ganz dünne Gegenstände anwendbar ist, so besteht die Hauptaufgabe des Beobachters darin, den nicht durchsichtigen Gegenstand planmäßig so herzurichten, daß man die Einzelheiten desselben deutlich wahrnehmen kann. Nach dem Gegenstand und nach der Frage, die man durchs Mikroskop beantwortet wünscht, wird hier das Zerkleinerungs-Verfahren einzurichten und zweckmäßig zu verändern sein. Feste gleichartige Gewebe, z. B. Hölzer, wird man ganz anders als weiche, aus ver-

schiedenen Organen zusammengesetzte Theile, z. B. Knospen und Blüthen, zu behandeln haben; bei ersteren genügt es, möglichst dünne Schnitte nach bestimmten Richtungen zu führen; bei letzteren kommt es nicht allein auf die Richtung, sondern eben so sehr auf den Punkt, durch den der Schnitt geführt wird, an; man muß hier einen gelungenen Längsschnitt genau durch die Mitte des ganzen Pflanzentheils und eben so gelungene Querschnitte in verschiedenen Höhen, um die Stellung der Organe zu einander zu erfahren, darstellen; außerdem muß man die einzelnen Theile selbst lostrennen und wiederum für sich untersuchen; hier kann man oftmals, namentlich für die Entwicklungsgeschichte, das Präpariermikroskop nicht entbehren.

Selbst die Art des Messers muß, wenn man mit Erfolg arbeiten will, dem Gegenstand entsprechen; für Hölzer und harte Gegenstände verwendet man, wie ich schon oben bemerkte, am besten sehr gute englische, nicht hohl geschliffene Rasirmesser mit breitem Rücken. Ehe man schneidet, benetzt man die Schnittfläche des Gegenstandes jederzeit mit etwas Wasser; man macht zuvor zweckmäÙig die Oberfläche mit einem minder guten Messer glatt und schneidet darauf, indem man das Messer ganz flach auflegt und ganz langsam, aber ohne abzusetzen, mit sicherer Hand nach sich hinzieht. Nach jedem zweiten oder höchstens jedem dritten Schnitt muß das Messer wieder über den Streichriemen gezogen werden. Die erhaltenen dünnen Schnitte bringt man vorsichtig mit einem feinen Haarpinsel, den man vorher in reines Wasser taucht, in einen Wassertropfen, den man auf der Objectplatte für sie bereit hielt. — Bei weichen oder saftigen Gegenständen sind hohl geschliffene Rasirmesser ungleich vortheilhafter; bei

saftigen Gegenständen ist ein Befeuchten der Schnittoberfläche überflüssig, im übrigen verfährt man ganz, wie soeben angegeben. Man darf den Pinsel, mit dem man die Gegenstände auf die Objectplatte überträgt, niemals durch den Mund ziehen, indem man sonst, durch Epithelialzellen der Schleimhaut des Mundes den Gegenstand verunreinigt. Nur selten werden gröfsere Schnitte über ihre ganze Ausdehnung gleich vollkommen ausfallen. Die Randpartien solcher Schnitte sind meistens am gelungensten, man hat überhaupt weniger auf die Gröfse des Schnittes, als auf die zarte Beschaffenheit desselben und auf die vollkommene Erhaltung der Zellen des Schnittes zu sehen.

Die ungleiche Beschaffenheit der Gewebe eines Gegenstandes verursacht oftmals für den Schnitt weit gröfsere Schwierigkeiten wie die Kleinheit anderer Körper; wenn man z. B. einen zusammenhängenden zarten Quer- und Längsschnitt durch Rinde, Cambium, Holz und Mark eines dicotyledonen Stammes oder Zweiges verlangt, so wird ein solcher Schnitt nicht überall im Augenblick darzustellen sein, weil an den Grenzen der verschiedenen Gewebe meistens durch das Messer eine Trennung derselben von einander erfolgt; man wird hier aus vielen Schnitten die vollkommensten erwählen müssen. Das allerschärfste Messer und eine sichere und langsame Führung des Schnittes ist hier durchaus nothwendig. Im Allgemeinen wird es rathsamer sein, von der harten in die weiche Partie überzugehen; bisweilen gelingt auch der Schnitt, wenn man das Messer gleichzeitig auf die verschiedenen Theile und zwar in etwas schiefer Richtung zum Verlauf der Holzzellen, oder beim Querschnitt zum Verlauf der Markstrahlzellen, einsetzt. Hier wie in so vielen anderen Fällen läfst sich keine bestimmte

Regel angeben, der Untersucher muß hier selbst prüfen und nach der Beschaffenheit des Gegenstandes sich selbst ein Verfahren bilden. Die Schnittfläche ist auch hier jederzeit feucht zu erhalten.

Saftige oder schwammige Gewebe sind in der Regel grofszellig, sie bedürfen deshalb keines dünnen Schnittes, der bei ihnen immer seine Schwierigkeiten hat. Weiche thierische Gewebe legt man, wenn es nicht darauf ankommt sie frisch zu beobachten, zweckmäfsig einige Tage in Spiritus oder Holzessig; für Pflanzen-Gegenstände hat mir dies Verfahren wenig Vortheil gewährt. Ein Tränken des Gegenstandes mit dickem Gummischleim und ein langsames Eintrocknen des letzteren an der Luft ist dagegen in manchen Fällen für weiche Thier- und Pflanzentheile zu empfehlen. Das für weiche thierische Gewebe, wie einige behaupten, unentbehrliche Doppelmesser erscheint mir für die Pflanzen-Anatomie ziemlich überflüssig. Bei Anwendung des Doppelmessers hat man namentlich darauf zu achten, dafs, ehe man schneidet, der Raum zwischen beiden Messerklingen mit Wasser gefüllt wird, was man am besten durch Schliefsen des Messers unter Wasser erreicht.

Die relative Gröfse der Gegenstände bedingt ausserdem noch Aenderungen des Verfahrens der Zerkleinerung; während man gröfsere Gegenstände mit der linken Hand oder mit dem Daumen und Zeigefinger derselben fafst, klemmt man sehr kleine oder sehr dünne Gegenstände, z. B. Moosstengel, dünne Zweige und Wurzeln, Blätter, kleine Saamen u. s. w., in der auf Pag. 28 beschriebenen Weise, zwischen Kork. Kleine ganz zarte Theile, die den Druck zwischen Kork nicht vertragen, legt man endlich mit genauer Berücksichtigung ihrer Lage, ohne sie zu drücken, zwischen

Daumen und Zeigefinger. Dies Verfahren wird besonders da anwendbar, wo man einen kleinen Gegenstand in zwei gleiche Hälften theilen will; wünscht man dagegen die Mittellamelle eines kleinen Gegenstandes, z. B. einer Samenknospe zu erhalten, so legt man selbige oftmals zweckmäßiger auf den Zeigefinger, und benutzt den Daumen nur um ein Verschieben derselben zu verhüten. Oft ist es vortheilhaft, den Finger ein wenig zu befeuchten, indem sich der Gegenstand alsdann weniger leicht verschiebt. Man führt den Schnitt auch hier ganz langsam und mit sicherer Hand, indem man, was überhaupt beim Schneiden vortheilhaft ist, den linken Arm fest gegen den Tisch stemmt. Die so erhaltenen Durchschnitte kleiner Gegenstände betrachtet man zuerst ohne Deckglas mit einer entsprechenden Vergrößerung. Oft ist es gut, das Präparat umzukehren, namentlich dann, wenn man durch einen nochmaligen Schnitt dasselbe zu verbessern wünscht; man bemerkt sich dann genau die Seite, an welcher der neue Schnitt auszuführen ist, und die Stelle, wo man etwas wegzunehmen hat. Ganz kleine Gegenstände legt man nun wiederum, wie vorhin beschrieben, auf den Zeigefinger der linken Hand und versucht einen neuen Schnitt, der, wenn auch nicht immer, doch häufig gelingt. Ehe man schneidet, empfehle ich hier die Anwendung der Loupe, um durch sie von der richtigen Lage des Gegenstandes für den auszuführenden Schnitt überzeugt zu sein. Ist der Schnitt jetzt dünn genug, sind aber noch Theile vorhanden, deren Entfernung zur Lösung der Hauptfrage wünschenswerth ist, so bringt man denselben unter das Präparir-Mikroskop und versucht die störenden Theile mit der Nadel oder einem feinen Messer zu entfernen.

Bei stark behaarten Pflanzentheilen, ebenso bei den Luft-

gängen, desgleichen in den Gefäßen und im Holz wird oft die Gegenwart der Luft, die sich in den genannten Räumen angesammelt hat, für die Beobachtung sehr unangenehm; man entfernt sie am besten, indem man das Präparat für einige Minuten in ein Uhrschälchen mit Alkohol legt; aus dem letzteren muß es dann wieder in Wasser gebracht und darauf erst auf die Objectplatte übertragen werden. In Fällen, wo auch der Inhalt der Zellen, auf den der Alkohol in der Regel verändernd einwirkt, zu berücksichtigen ist, bedient man sich zur Entfernung der Luft mit Vortheil des Quetschers, indem man denselben ganz allmählig, während man ins Mikroskop sieht, wirken läßt. In Ermangelung des Quetschers wendet man einen leisen Druck des Fingers auf die Deckplatte an. Als Beispiel gedenke ich der Saamenknospen der Orchideen, die erst nach der Entfernung der Luft zwischen den Integumenten und dem Knospenkern zur Beobachtung tauglich werden.

Für die Uebertragung des Präparats aus einer Flüssigkeit in die andere, ist ein ganz feiner Haarpinsel auf einem Pinselstock sehr zweckmäfsig, die Nadel oder andere scharfe Instrumente sollte man für diesen Zweck niemals anwenden, da selbige gar zu leicht das Präparat verletzen können. Wenn letzteres sehr klein ist, so stellt man, um es leichter herauszufinden, das Uhrschälchen zweckmäfsig auf eine dunkle Unterlage.

Das Mikroskop giebt nur eine Flächenansicht, es genügt deshalb, wenn man Körper betrachtet, die Ansicht einer Seite niemals zum richtigen Verständniß; man muß, aufser einem Querschnitt, auch einen Längsschnitt, und zwar noch häufiger mehrere Längsschnitte in verschiedenen, bestimmten Richtungen genau betrachtet und mit einander verglichen

haben, ehe man nur daran denken kann, sich den Körper, den man beobachtet, zu construiren. Was man bei größeren Gegenständen durch das Messer zu erreichen sucht, gewinnt man bei ganz kleinen undurchsichtigen Körpern durch Betrachten derselben von verschiedenen Seiten. Bei kleinen, sehr durchsichtigen Körpern, z. B. den Samenknospen der Orchideen, den Pollen- und Stärkmehlkörnern, benutzt man für diesen Zweck eine mehrmals veränderte genaue Einstellung des Mikroskops selbst, indem man dadurch nacheinander zuerst die obere Seite, dann die Mitte als optischen Quer- oder Längsschnitt, und zuletzt die untere Seite zur Anschauung bringt. Je vollkommener die Objective des Mikroskopes sind, um so genauer wird die optische Ebene und um so empfindlicher wird das Mikroskop für jede kleine Focalveränderung sein, weshalb man bei genauen Untersuchungen die zur feinen Einstellung dienende Schraube nicht wohl aus der Hand lassen darf. Mit der Stärke der Vergrößerung vermehrt sich bei guten Instrumenten auch diese Empfindlichkeit, daher erblickt man auf den Flügelschuppen des Weibchens der Hipparchia Janira niemals die auf Taf. 1. Fig. 9 u. 10. abgebildeten Querstreifen gleichzeitig auf der ganzen Flügelschuppe, man sieht sie immer nur an denjenigen Stellen, die mit einander auf gleicher optischer Ebene liegen; eine geringe Aenderung in der Einstellung macht darauf die Querstreifen für andere Theile der Schuppe sichtbar, wobei die zuerst gesehenen verschwinden. Dasselbe gilt für die Betrachtung eines jeden Präparates; durch eine zweckmäßige Einstellung kann man oftmals ein unvollkommenes Präparat, z. B. einen nicht hinreichend dünnen Schnitt, verwenden, indem bei einem recht lichtstarken und möglichst vollkommenen Mikroskope aller über und

unter der optischen Ebene gelegene für das Auge so gut wie nicht vorhanden ist.

Die genaue Einstellung eines Gegenstandes beurtheilt man nach der Schärfe in der Zeichnung des Bildes; je zarter, aber je schärfer begrenzt die Linien; je kleiner, aber um so deutlicher gezeichnet, d. h. von einer leisen aber bestimmten Contour umgeben, kleine Gegenstände erscheinen, um so richtiger sind sie eingestellt. Die Hipparchia-Schuppen sind sehr geeignet um die Bedeutung einer richtigen Einstellung kennen zu lernen, die kleinste Focalveränderung läßt ihre Querstreifen verschwinden; ich empfehle deshalb ihr genaues Studium, sowohl für die Beleuchtung als für die richtige Einstellung; wer hier genau Bescheid weiß, wird auch in anderen Fällen richtig beleuchten und richtig einstellen können.

Auch einige optische Erscheinungen, wie ich glaube Beugungsphänomene, sind bei der Einstellung zu beachten, dahin gehört z. B. eine schwache, meistens gelbliche Färbung der Ränder eines Gegenstandes bei einer gewissen Einstellung. Je stärker die Vergrößerung und, wie es mir scheint, namentlich bei Anwendung stärkerer Oculare, um so entschiedener zeigen sich dieselben. Große Stärkemehlkörner, z. B. der Kartoffelstärke, sind dieser Erscheinung sehr günstig, man wird je nach der Einstellung den Rand derselben mit einem breiten dunkel schwarzen Saum, oder mit einem schmäleren etwas gelblich gefärbten Saum, oder endlich ohne einen solchen, von einer leisen, aber scharfen Contour umgeben, erblicken. In letzterem Falle liegt die Mitte des Kernes genau in der optischen Ebene, man erkennt bei einer solchen Einstellung den Kern und die concentrischen Ringe des Stärkemehls am besten; der dunkle Saum der

andern Einstellung wird durch den nicht im Focus liegenden Rand hervorgerufen; der gelbe Saum ist die erwähnte optische Erscheinung; man nimmt dieselbe bei starken Vergrößerungen auch an feinen Schnitten wahr und muß sich deshalb für eine Täuschung durch dieselbe hüten. Auf dünnen Holzschnitten sieht man z. B. den Rand der Verdickungsmasse der Holzzellen bei einer gewissen Einstellung von einem schmalen hellgelb gefärbten Saum umgeben; nach außen ist die Verdickungsmasse von einer scharfen Schattencontour begrenzt, der schmale gelbliche Saum ist dagegen nach der anderen Seite niemals scharf begrenzt, er verliert sich ganz allmähig; er unterscheidet sich durch letzteres Verhalten von einer besonderen Schicht oder inneren Membran der Holzzelle, die, wenn sie vorhanden ist, auch noch immer eine deutliche Contour besitzt.

Bei kleinen runden Körpern, z. B. den Pollenkörnern, ist eine Aenderung der Lage durch leichtes Verschieben der Deckplatte, wodurch ein Hin- und Herrollen derselben erzielt wird, zu empfehlen; man erblickt auf diese Weise den Gegenstand von verschiedenen Seiten und kann sich nunmehr aus den verschiedenen Bildern die wahre Gestalt desselben construiren.

Ein Zerdrücken kleiner Gegenstände zwischen zwei Glasplatten, sollte man, als ein zu rohes Verfahren, eigentlich niemals anwenden, wo man aber dennoch durch Druck etwas zu erreichen glaubt, da empfehle ich das Compressorium; bei vorsichtiger Anwendung desselben kann man sich wenigstens durch sorgfältiges Beobachten, während man den Quetscher wirken läßt, über die Veränderungen durch den Druck Auskunft geben. In einzelnen Fällen, wo es z. B. fraglich ist, ob man eine sehr zarte Zelle, oder einen Tropfen

irgend einer Flüssigkeit vor sich hat, kann ebenfalls das Compressorium nützen, indem, wenn eine Zellhaut vorhanden ist, dieselbe bei vermehrtem Drucke platzen und ihren Inhalt plötzlich entlassen wird, während der Tropfen, er sei nun Oel, flüssiges Harz oder sonst ein von dem Medium auf dem Objectträger chemisch verschiedener Stoff, nur einfach seine Gestalt verändern wird.

Bei thierischen wie bei pflanzlichen Gegenständen hat man nicht allein auf die Zellen, ihre Beschaffenheit, ihre Form und ihre Anordnung, sondern auch auf ihren Inhalt, der bei den Pflanzen nach den Functionen, die ihnen von der Natur angewiesen sind, verschieden ausfällt, zu achten. Man hat demnach zu unterscheiden 1. ob eine Zelle leer ist, d. h. ob sie Luft enthält, wie z. B. die ausgebildeten Gefäße und Holz-zellen, 2. ob sie einen flüssigen und in demselben wiederum einen festen Inhalt besitzt. Die Beschaffenheit des flüssigen Inhalts, ob er aus einer gleichmäßigen Flüssigkeit besteht, oder ob sich Flüssigkeiten von verschiedener Consistenz, die sich, wie es scheint, nicht mit einander mischen, in derselben Zelle vorfinden und das Verhalten dieser Flüssigkeiten zu Reagentien, ist eine neue Frage. Endlich sind 3. die festen Bestandtheile des Zellinhalts und ihre physikalischen wie chemischen Beschaffenheiten zu beachten.

Für manche im Zellsaft gelöste Substanzen, z. B. für den Zucker haben wir keine bestimmte chemische Reagentien, und doch möchte vielleicht die rothe Färbung des Inhalts reifer Pollenkörner, die man oftmals auf Zusatz concentrirter Schwefelsäure bemerkt, eine Reaction auf Zucker sein, da Schulz in Rostock nachgewiesen, daß Zucker und Schwefelsäure, bei Gegenwart einer stickstoffhaltigen Substanz, eine rothe Färbung hervorrufen. Gummi und Dextrin ge-

rinnt durch Alkohol; stickstoffhaltige Substanzen prüft man, wie eben bemerkt, mit Zucker und Schwefelsäure, wo eine rothe Färbung eintritt, oder mit Jod- sowie mit Chlorzink-Jodlösung, auch mit Salpetersäure und nachherigem Zusatz von Ammoniak; es erfolgt in allen 3 Fällen eine intensiv gelbe bis braune Färbung. Wenn man in vorhandenen Tropfen Oel oder Harz vermuthet, so legt man das Präparat für einige Stunden in Aether oder absoluten Alkohol, der beides auflösen wird. Für im Zellsaft aufgelöste Salze möchten hier und da einige, auf diese Salze wirkende bestimmte Reagentien anzuwenden sein.

Zu den festen Bestandtheilen der Zelle gehören, aufer den Krystallen, vornämlich das Stärkemehl, das Inulin und die Chlorophyllkörner. Ueber diese Gegenstände bitte ich in Schleidens Grundzügen^{*)}, wo selbige mit bekannter Gründlichkeit behandelt sind, nachzulesen. Bei den Krystallen wird man häufig schon aus ihrer Gestalt auf deren chemische Zusammensetzung schliessen können; die so häufig in den Pflanzen verbreiteten Octaëder, sowie die langen vierseitigen Spiefse, mit zugespitzten Enden, die sogenannten Raphiden, sind oxalsaurer Kalk. Wo die Krystallform nicht ausreicht, hilft oft die Anwendung chemischer Reagentien; so erkennt man den kohlen-sauren Kalk, aufer an dem Verschwinden seiner Krystalle, bei Zusatz von Salzsäure an dem gasförmigen Entweichen der Kohlensäure. In diesem Falle ist es nothwendig die augenblickliche Einwirkung der Säure auf den Krystall zu beobachten, dies geschieht am besten, wenn der Gegenstand unter einem Deckglase in einer geringen Menge Flüssigkeit liegt, man bringt alsdann, vermittelst eines dün-

^{*)} Schleidens Grundzüge, Aufl. III. Band I. pag. 168.

nen Glasstabes einen Tropfen der Säure vorsichtig an den Rand des Deckglases, derselbe erreicht so ganz allmählig den Gegenstand der Untersuchung und man hat Zeit die erste Einwirkung der Säure auf die Krystalle zu beobachten. Bei der Anwendung von Jod und Schwefelsäure empfehle ich, wenn es darauf ankommt, die erste Einwirkung der Säure auf den mit Jod getränkten Pflanzenschnitt zu sehen, dies Verfahren ebenfalls.

Das Stärkemehl charakterisirt sich durch seine blaue Färbung auf Jodzusatz, das Inulin wird durch Jod schwach gelb gefärbt und oft erst nach dessen Anwendung sichtbar, der Chlorphyll ist jederzeit grün gefärbt, seine Körner verlieren diese Farbe durch Behandlung mit Alkohol; der grüne Farbstoff, welcher dieselben überzieht, scheint somit chemisch anders zusammengesetzt als die Körner selbst, die nach Schleiden aus einem wachsartigen Stoff bestehen, zu sein. Noch mancherlei andere feste oder halbfeste Körper die zum Theil mit bestimmter Gestalt, zum Theil formlos in der Pflanzenzelle auftreten und sich meistens durch Jod gelb oder bräunlich färben, bisweilen aber auch keine Farbenveränderung zeigen (z. B. die Körner in den Blättern einiger Lebermoose, *Iungermannia anomala*, *Alicularia scalaris*) können wir zur Zeit durchs Mikroskop noch nicht bestimmen. Zu den sich durch Jod braun färbenden Stoffen gehört der Inhalt der Zellen des Samens-Eiweisses vieler Pflanzen, z. B. der Rhinanthaceen (wahrscheinlich sogenanntes Legumin). Hier ist für die mikroskopische Untersuchung mit Anwendung chemischer Reagentien noch ein großes Feld.

Für die Erforschung des Stärkemehls möchte die Chlorzink-Jodlösung noch einige Vortheile gewähren. Herr Prof. Schulz in Rostock hatte die Güte mir hierüber seine Wahr-

nehmungen mitzutheilen. Ich habe seine Versuche mit ächt westindischem Arrow-root wiederholt; die Körner färbten sich anfangs hellbraun-violett, die Schichtung war nicht besonders deutlich, durch ein gelindes Erwärmen der Objectplatte über der Spirituslampe trat eine blaue Färbung ein, die Schichten lösten sich, indem sie ganz allmählig von Außen nach Innen aufquollen; der innere Theil der Stärkemehlkörner erschien bisweilen noch unverändert, während die äußeren Schichten sich bereits abgelöst hatten, nach $\frac{1}{4}$ Stunde war die Färbung violett, sämtliche Schichten hatten sich mehr oder weniger aufgelockert, die äußeren waren zum Theil nicht mehr kenntlich, sondern in einen blau oder violett gefärbten körnigen Stoff übergegangen.

Die Anwendung chemischer Reagentien ist aber nicht allein für den Zellinhalt, sondern auch für die Kenntniss der Zellwandung von großer Wichtigkeit; durch Jod und Schwefelsäure oder durch Chlorzink-Jodlösung erkennt man z. B. an der blauen Färbung die Gegenwart des Pflanzenzellstoffes in der Zellwand. Nach der Maceration durch chloresaures Kali und Salpetersäure werden sämtliche Holz- und Gefäßzellen durch ihre ganze Masse von Chlorzink-Jodlösung blau gefärbt; die wirkliche Interzellular-Substanz und die Cuticula wird dagegen weder vor noch nach der Maceration von Chlorzink-Jodlösung blau gefärbt. Aehnlich verhalten sich mit Aetzkali erwärmte und mit Wasser ausgesüßte Pflanzenschnitte; die Holzzelle wird auch hier durch ihre ganze Masse blau, der Interzellularstoff, wenn er noch vorhanden, nicht gefärbt.

Die Größenbestimmung kleiner Gegenstände durchs Mikroskop ist ebenfalls von Wichtigkeit, man benutzt für sie das Schraubenmikrometer und das Glasmikrometer. H. von

Mohl *) behandelt in seiner Mikrographie diesen Gegenstand sehr gründlich, ich verweise deshalb auf ihn und will nur kurz der beiden Messungsmethoden gedenken, die ich anzuwenden pflege und die auch von Mohl für genügend erklärt; für beide benutzt man das Glasmikrometer; und kommt es demnach zunächst auf die genaue Theilung eines solchen an. Die Messung durch das im Ocular auf dem Diaphragma liegende Glasmikrometer, wie es Oberhäuser beigiebt, ist sehr bequem, man zählt nur die Theilungen des Mafsstabes, von der einen Grenze des Gegenstandes bis zur andern. Der Werth dieser Theilungen ist aber natürlich nach der angewandten Objectivvergrößerung ein anderer; diesen Werth muß man genau kennen, Oberhäuser giebt ihn gewöhnlich für jedes Objectivsystem an, und man bedarf alsdann nur einer kleinen Rechnung um aus der direct gefundenen Zahl die wahre Gröfse des Gegenstandes zu erfahren. Will man den Werth der Theilungen des Ocularmikrometers bei verschiedenen Objectivvergrößerungen selbst bestimmen, so benutzt man ein anderes Glasmikrometer, das unters Objectiv gelegt wird, und sieht jetzt bei genauer Einstellung, indem man das Ocular so dreht, daß die Theilstriche seines Mafsstabes genau über die Theilstriche des unterm Objectiv liegenden Mafsstabes fallen, in welchem Verhältnisse die Theilungen des einen zu denen des anderen stehen. Ich benutze zum Unterlegen ein vortreffliches, in Messing gefafstes Glasmikrometer ($\frac{1}{4}$ Millimetre in 100 Theile getheilt). 9 Theilungen meines Mikrometeroculars decken bei System 4 diesen $\frac{1}{4}$ Millimetre; 20 Theilungen desselben Oculars entsprechen dagegen bei System 7 nur 30 Theilungen des zur Unter-

*) v. Mohl's Mikrographie pag. 278—320.

lage benutzten Mikrometers. 9 Theilungen des Ocularmikrometers sind also für System $4 = \frac{1}{4}$ Millimetre, 20 Theilungen desselben Oculars dagegen für System $7 = \frac{30}{400}$ oder $\frac{3}{40}$ Millimetre. Etwas umständlicher, aber wohl noch etwas genauer, wird die Messung durch das unterm Objectiv liegende Glasmikrometer mit Hülfe der Camera lucida. Man entwirft hier zuerst, in einer bestimmten Entfernung von der Camera, (etwa 250 Millimetres Abstand) mit der letzteren eine genaue Umrisszeichnung des Gegenstandes, und läßt darauf ebenfalls mit der Camera lucida, bei gleicher Entfernung, das Bild des Mafsstabes auf die Zeichnung fallen; hier findet man, da man im Glasmikrometer ein bekanntes Mafß benutzte, direct den Gröfsenwerth des Gegenstandes.

Dasselbe Verfahren benutzt man zweckmäfsig zur Bestimmung der Vergröfsierungen seines Mikroskopes, indem man das Bild des Glasmikrometers entweder direct auf einen anderen Mafsstab fallen läßt, oder die Theilstriche des vergröfserten Mafsstabes mit der Bleifeder auf Papier zeichnet und mit dem Zirkel auf den nicht vergröfserten Mafsstab überträgt. Ich habe alle meine Vergröfsierungen auf diese Weise, bei 250 Millimetres Abstand, bestimmt; ich benutzte dazu das erwähnte Glasmikrometer ($\frac{1}{4}$ Millimetre in 100 Theile getheilt), welches ich unter das Mikroskop legte, als nicht vergröfserten Mafsstab dagegen 1 Decimetre in Millimetres getheilt; im Abschnitt VII spreche ich noch einmal über diesen Gegenstand.

Bei Anwendung des Schraubenmikrometers ist ein Fadenzug im Ocular nothwendig; man stellt den Gegenstand so ein, dafs dessen äufsere Grenze den einen Faden genau zu berühren scheint, und merkt sich genau die Stellung der mit einem Gradbogen versehenen Mikrometerschraube, dem mei-

stens noch ein Nonius beigegeben ist. Man bewegt jetzt diese Schraube so lange bis die entgegengesetzte Grenze des Gegenstandes den Faden zu berühren scheint und sieht jetzt wieder auf den Gradbogen und Nonius der Mikrometerschraube. Nach der Zahl der gemachten ganzen Umdrehungen, welche eine Seitenthailung angiebt, sowie nach der unvollständigen Umdrehung, welche man durch den Gradbogen und Nonius der Mikrometerschraube selbst erfährt, berechnet man die wahre Größe des gemessenen Gegenstandes. Der Werth der Theilungen wird von jedem Optiker angegeben. Da selbst bei der größten Genauigkeit nicht alle Theile der Mikrometerschraube vollkommen gleich ausfallen, so genügt auch eine Messung nicht, man muß deren mindestens 4 bis 5 und zwar mit verschiedenen Stellen der Schraube ausführen und aus den gefundenen Zahlen die Mittelzahl, als wahre Größe des Gegenstandes annehmen.

IV.

Die Pflanzenzelle in ihrer verschiedenen Gestalt, Ausbildung und Anordnung; wo man sie findet und wie man sie untersucht.

Die Pflanzenzelle ist die Grundlage aller Pflanzentheile, eine gründliche Kenntnifs dieser Zelle in den verschiedenen Zuständen der Ausbildung ist demnach, ehe man mit einigem Erfolg specielle Untersuchungen vornehmen kann, durchaus nothwendig. Eine Kenntnifs nach Büchern und Abbildungen ist hier nicht ausreichend, man muß die Elementartheile der Pflanze aus eigener Anschauung kennen und deshalb sein Studium mit ihnen beginnen. Ich will in diesem Abschnitt auf die wichtigsten Momente im Bau der Zelle aufmerksam machen und zugleich zeigen, wo man die passenden Gegenstände findet und wie man sich mit ihnen am genauesten bekannt macht.

Ich beginne mit der freien Zelle. Im Fruchtbrei saftiger Früchte, z. B. in der reifen Johannisbeere oder Himbeere, desgleichen in den Früchten der Schneebeere, auch in den Blättern der Nelkenarten sind die Zellen so lose verbunden, daß man nur kleine Portionen des Fruchtbreies oder Blattparenchyms mit einem Messer abzuheben, unter Wasser auf

eine Objectplatte zu bringen und auf derselben möglichst dünn auszubreiten hat. Man wird in diesem Falle eine Menge isolirter Zellen, als ringsumschlossene Säckchen finden, die bei der Johannisbeere und Himbeere einen gefärbten, bei der Schneebeere dagegen einen nicht gefärbten flüssigen Inhalt besitzen. Jede dieser Zellen führt in der Regel einen deutlichen Zellkern, (Cytoblasten) d. h. ein rundes oder länglich rundes, oft scharfgezeichnetes und durchsichtiges, häufiger jedoch minder scharf umgrenztes, körniges Körperchen, in dessen Inneren man häufig noch ein oder mehrere viel kleinere, runde, meistens hell durchscheinende Körperchen, die sogenannten Kernkörperchen des Zellkernes, erblickt. Behandelt man eine solche frei liegende Zelle mit Jodlösung, so färbt sich die Membran der Zelle selbst schwach gelb, während der Zellkern und der körnige, ihn häufig umgebende und ebenso meist im Umkreis der Zellwandung verbreitete Schleim eine braungelbe Färbung annimmt; entfernt man jetzt, wie ich es auf Pag. 30 angegeben, die Jodlösung mittelst eines Haarpinsels und fügt man einen Tropfen Schwefelsäure von der bestimmten Stärke hinzu; oder wendet man noch besser einen Tropfen der von Schulz empfohlenen Chlorzink-Jodlösung an, so färbt sich die Membran der Zelle selbst schön blau, während der Zellkern und der körnige Schleim ihre braungelbe Farbe behalten. Der Zellkern ist bisweilen so durchsichtig, daß man ihn erst durch Jodzusatze erkennbar macht, man findet ihn besonders schön in den Geweben der Orchideen; er ist dort groß und scharf gezeichnet.

Die blaue Färbung eines Pflanzentheiles durch Jod und Schwefelsäure hat man bisher als sicheres Reagenz auf Pflanzenzellstoff (Cellulose) betrachtet, ich sehe mich durch

mehrfährige Beobachtungen veranlaßt, dieselbe nur als Nachweis für ein bestimmtes Hydrat dieses Stoffes anzunehmen. Ganz junge Zellen werden nämlich durch Jod und Schwefelsäure anfänglich gelb, dann röthlich, darauf violett und zuletzt, oftmals erst nach Verlauf einer Stunde blau gefärbt, während ältere augenblicklich diese Färbung annehmen. Da die Schwefelsäure wahrscheinlich wasserentziehend auf den Zellstoff wirkt, so scheint mir die Membran der jüngeren Zellen einen größeren Wassergehalt zu besitzen oder zum wenigsten das Wasser fester gebunden zu enthalten, so daß erst allmählig derjenige Hydratzustand eintreten kann, für welchen die blaue Färbung charakteristisch ist. Dieselbe blaue Färbung des Zellstoffs erfolgt durch Zusatz von Chlorzink-Jodkaliumlösung, auch beim Betupfen eines Pflanzenschnittes mit Jodtinctur; in letzterem Falle muß man jedoch das Präparat eintrocknen lassen, und später destillirtes Wasser hinzufügen. Hier scheint dem Zellstoff durchs Austrocknen Wasser entzogen zu werden. Abgestorbene Zellen färben sich dagegen durch Jod und Schwefelsäure, desgleichen durch Chlorzink-Jodlösung, nicht mehr blau; die Zellwand der braungefärbten Partien der kranken Kartoffel bleiben braun, während die benachbarten noch gesunden Zellen eine schöne blaue Färbung annehmen.

Die braune Färbung des Zellkernes und des körnigen Schleimes durch Jod und die Fortdauer dieser Färbung auf Zusatz von Schwefelsäure wird ziemlich allgemein als Beweis für die Gegenwart des Stickstoffes angenommen; daß sowohl der Zellkern als der körnige innere Schleimüberzug, (v. Mohl's Primordialschlauch), stickstoffhaltig sind, ist wohl mehr als wahrscheinlich, obschon diese braune Färbung allein keinen Stickstoffgehalt mit Sicherheit begründen kann, da

sowohl abgestorbene Zellen, z. B. in der kranken Kartoffel und ebenso die sogenannte Cuticula der Blätter durch Jod, sowie durch Jod und Schwefelsäure gelb oder gelbbraun gefärbt werden; ohne daß man hier, wie ich glaube, einen Stickstoffgehalt annehmen darf; ich muß jedoch bemerken, daß alle diese Theile schon vor der Anwendung von Jod gelb gefärbt erscheinen und daß diese Färbung durch das Jod nur noch erhöht wird; während der Zellkern und der körnige Schleim meistens vorher farblos sind. Die Chemie läßt uns hier leider noch sehr oft im Stich; wir können nur wenige Stoffe im Inhalt der Zelle z. B. Stärkemehl, Inulin, Chlorophyll und einige krystallisirte Salze mit Sicherheit unterscheiden.

Nachdem man sich mit dem Bau der einzelnen Zelle als geschlossenes Säckchen, mit flüssigem und festem Inhalt erfüllt, bekannt gemacht, nachdem man im Zellkern den wesentlichsten, in jungen Zellen niemals fehlenden, nur durch den körnigen Inhalt der Zelle oftmals verdeckten Theil des Inhalts derselben gefunden und sich auch über dessen Bau, die Anwesenheit oder Abwesenheit der Kernkörperchen und über deren Zahl, sowie über das Verhalten des Zellkernes zur Zelle, ob er central oder wandständig ist, d. h. ob er frei im Zellsaft schwimmt, oder ob er an der Wand der Zelle befestigt ist, verständigt hat, empfehle ich noch die Einwirkung verdünnter Säuren (verdünnte Schwefelsäure oder Salpetersäure) auf die frische Zelle zu beachten, durch selbige, desgleichen durch Alkohol, wird nämlich die meistens körnige innere Schleimauskleidung der Zelle zum Gerinnen gebracht, sie zieht sich in der Regel wie ein geschlossener Sack, den festen Inhalt der Zelle umfassend, zusammen, v. Mohl nannte sie den Primordialschlauch; man

findet letzteren in allen jungen Zellen, ebenso in den Zellen aller saftigen Gewebe, im Blatte der Aloë und Agave, im frischen Blatte der Lebermoose, in den Zellen saftiger Früchte, im jungen Rindenparenchym der Linde u. s. w.; in stark verdickten Zellen ist er nur selten nachzuweisen.

Betrachten wir jetzt die Pflanzenzelle in ihrer weiteren Ausbildung, so haben wir vor allem drei Punkte ins Auge zu fassen. 1. Das Wachsthum d. h. das Größerwerden der Zelle. 2. Der Grad und die Weise der Verdickung der Zelle. 3. Die Anordnung der Zellen zu einander.

1. Die Pflanzenzelle, die bei ihrem Entstehen wohl mehr oder weniger immer ein rundes, geschlossenes Säckchen bildet, vergrößert sich später entweder *a)* nach allen Seiten und an allen Stellen ihres Umkreises gleichmäßig; die Zelle behält dann, wenn sie kaum von benachbarten Zellen gedrückt wird, ihre ursprüngliche runde Gestalt. Diese Zellform ist in der Natur verhältnißmäßig selten, man findet sie bei den Fortpflanzungszellen, den Sporen und Pollenkörnern, außerdem im Fruchtbrei reifer saftiger Früchte; häufiger werden derartige Zellen durch gegenseitigen Druck vieleckig, die Zahl dieser Ecken richtet sich nach der Zahl und Anordnung der sie umgrenzenden Zellen; sehr häufig erscheinen derartige Zellen auf einem Querschnitt als 5, 6 oder mehreckig. Gewebe aus solchen Zellen bestehend, hat man als regelmäßiges Parenchym bezeichnet. Es ist sehr verbreitet, man findet es in der Kartoffel, im Mark der meisten Bäume, in den Wurzeln der Orchideen, im Blatt der Aloë u. s. w.

b) Die Pflanzenzelle entwickelt sich nach einer Richtung überwiegend; wir erhalten auf diese Weise entweder der Länge oder der Breite nach langgestreckte Zellen. Länge und Breite kann hier nur mit Bezug auf die Anordnung der

Zellen zu einander eine Bedeutung haben, als der Länge nach gestreckte Zellen betrachte ich z. B. die Holzzellen, weil sie der Längsrichtung des Stammes folgen, als der Breite nach gestreckte Zellen die Markstrahlzellen, weil sie in der entgegengesetzten Richtung verlaufen. Je nach dem Grade der einseitigen Ausdehnung erhalten wir mehr oder minder langgestreckte Zellen. Im Stengel saftiger Pflanzen, z. B. im Stengel der Balsaminen findet man das sogenannte langgestreckte Parenchym, aus ziemlich weiten nur schwach verdickten Zellen bestehend; das Cambium der dikotyledonen Pflanzen enthält ebenfalls langgestreckte enge, sehr zartwandige Zellen. Die Holzzellen sind in der Regel sehr langgestreckt und dabei stark verdickt, auch an beiden Enden zugespitzt. Um die Gestalt aller dieser Zellen genau zu erforschen, bedient man sich zweckmäßig des vom Prof. Schulz vorgeschlagenen Macerationsverfahrens.

c) Die Pflanzenzelle vergrößert sich zwar nach allen Seiten, aber nicht an allen Stellen ihres Umkreises, in gleichem Maße. Die zierlichste Art dieser Zellen bildet das sogenannte sternförmige Gewebe z. B. im Mark der Binsen (*Juncus conglomeratus*), im Blattstiel von *Musa*; weniger regelmäßig findet man dasselbe in vielen anderen schwammigen Pflanzengeweben. Es ist hier oftmals schwierig, die eigentliche Form der Zellen, wenn ihre Scheidewände sehr zart sind, zu erkennen. Chlorzink-Jodlösung oder Jod und Schwefelsäure, wodurch diese Zellen in der Regel blau gefärbt erscheinen, ist in diesem Falle sehr anwendbar. Ein solches Gewebe ist, da sich seine Zellen nur an bestimmten, oft sehr beschränkten Stellen berühren, von Luftkanälen durchzogen; daher seine schwammige Beschaffenheit.

2. Die Pflanzenzelle verdickt sich, wie es scheint nur

durch Ablagerung fester Substanzen von Innen her auf ihre ursprüngliche aus Zellstoff bestehende Wand. Diese Ablagerung neuen Zellstoffs scheint vielfach unter der Form einer Spirale zu erfolgen; bei ganz jungen Holzzellen, z. B. bei den jüngsten Holzzellen eines frischen Zweiges von *Pinus Abies* erkennt man im Frühling und Sommer das zierlichste Spiralband, in den älteren Holzzellen ist es dagegen fast verschwunden. Das Spiralband der sogenannten Spiralgefäße, die Zeichnung in der Verdickungsschicht der Bastzellen von *Vinca minor*, die Anordnung der verdünnten Stellen in der Verdickungsmasse der Holzzellen von *Caryota urens* und *Hernandia sonora*, sowie die Stellung der spaltenförmigen Poren vieler Holzzellen, z. B. bei *Cycas* sind ebenfalls Beweise für die Ablagerung der Verdickungsmasse in Form einer Spirale. In fast allen stark verdickten Zellen, z. B. in vielen Holzzellen, erkennt man außerdem eine deutliche Schichtung in der Verdickungsmasse, es scheint darnach als ob die Verdickung periodisch erfolgte; neuere Beobachtungen an den Holzzellen von *Caryota urens* und *Hernandia sonora**) zeigen mir, daß mit diesen Schichten sich auch die Richtung der Spirale ändern könne. Die Verdickungsmasse verbreitet sich, wie schon das Spiralband zeigt, nicht über die ganze Wand der Zelle gleichmäßig, sie besteht nicht aus spiralig verlaufenden Fasern, die Spirale bezeichnet nur stärker verdickte Stellen der Schichten. Es zeigen sich hie und da, oft sehr regelmäßig, meist in der Richtung einer Spirale gestellte, und oft sehr regelmäßig geformte, verdünnte Stellen; diese verdünnten Stellen scheinen namentlich dem Stoffwechsel der Zellen unter einander zu dienen. Selbst in

*) Botanische Zeitung von 1850. No. 39.

schwach verdickten Zellen erkennt man auf dünnen Längs- oder Querschnitten, zumal bei Anwendung von Chlorzink-Jodlösung oder Jod und Schwefelsäure, die verdünnten Stellen der Zellwand, indem selbige farblos bleiben, während sich die verdickten Partien der Zellwand schön blau färben. (Als Beispiele das Stärkmehl führenden Gewebe der Kartoffel, die Zellen des Laubes von *Fegatella conica* und *Preissia commutata* u. s. w.) Bei stärker verdickten Zellen erscheinen diese verdünnten Stellen als Porenkanäle, diese Porenkanäle kommen, mit Ausnahme der Zellenoberhaut einiger Pflanzen (*Cycas revoluta*, *Aloë succotrina*; *Hakea* u. s. w.), immer nur da vor, wo sich zwei Zellen berühren, der Porenkanal der einen Zelle trifft dann immer genau auf den Porenkanal der anderen Zelle, beide sind jedoch durch eine dünne Membran von einander geschieden. (Als vorzügliches Beispiel das Sameneiweiß des Dattelkerns). Zwischen den Wänden beider Zellen findet sich häufig ein linsenförmiger Raum, der sogenannte Tüpfelraum. Die Holzzellen der Coniferen bieten hierfür die besten Beispiele, auch die Gefäßzellen der tropischen Schlinggewächse (*Büttneria*, *Porana*) bei denen häufig verzweigte Porenkanäle vorkommen, sind sehr zu empfehlen. Porenkanäle in Verbindung mit dem erwähnten linsenförmigen Raum nennt man Tüpfel. Um sich über den Bau der letzteren zu verständigen, muß man sie von 3 Seiten sehen. Auf einem Querschnitt und einem Längsschnitt, welcher sich mit den Markstrahlen kreuzt, sieht man sie bei *Pinus sylvestris* von der Seite, man erkennt den Porenkanal einer jeden Holzzelle und zwischen beiden den linsenförmigen Raum; auf einem Längsschnitt, welcher den Markstrahlen folgt, sieht man die Tüpfel von oben, und zwar als einen größeren und einen kleineren Kreis, der größere Kreis ist die Grenze des

linsenförmigen Raumes, der kleinere in seiner Mitte, entspricht dem Porenkanal. Der letztere erscheint nicht immer als Kreis, bei den Holzzellen von *Cycas* ist er spaltenförmig. Wenn der Porenkanal, wie es bei einigen Hölzern der Fall ist, kegelförmig ins Lumen der Zelle mündet, so erscheint zwischen den beiden genannten Kreisen noch ein dritter Kreis.

Nach dem Grade der Verdickung unterscheidet man Parenchym-, oder schwach verdickte an den Enden nicht zugespitzte und nicht in einander geschobene Zellen und Prosenchym- oder Holzzellen, deren Wandungen stark verdickt sind und die sich mit spitzen Enden in einander schieben. Mit ihnen nahe verwandt sind die Bastzellen, deren Verdickungsmasse jedoch weniger fest und spröde, sondern mehr biegsam und zähe ist, wodurch die Bastzellen technisch so brauchbar werden. Die Gefäßzellen unterscheiden sich von allen anderen Pflanzenzellen dadurch, daß sie in Reihen über einanderstehend durch das entweder vollständige oder theilweise Fehlen ihrer Querscheidewände mit einander in unmittelbarer Verbindung stehen. Wenn die Querwände der Gefäßzellen in horizontaler Richtung auf einander treffen, so findet man in der Regel die Querwand von einem runden Loch durchbrochen (dieser Fall ist der gewöhnlichste); treffen die Querwände jedoch in schiefer Richtung auf einander, so findet man sehr häufig statt der runden Löcher sogenannte leiterförmige Scheidewände, d. h. der Breite nach verlaufende spaltenförmige, neben einander liegende Löcher; bei den Gefäßzellen von *Alnus*, *Thea Bohea*, *Caryota urens* u. s. w., bei *Ephedra* kommen unter gleichen Verhältnissen statt der spaltenförmigen Löcher meistens doppelte Reihen runder Löcher vor. Wirkliche Löcher der Zellwand finden

sich außerdem nur sehr selten, z. B. im Blatt und Stengel von Sphagnum.

Das Spiralgefäß ist der eigentliche Typus der Gefäßzelle, in ihm ist die Ablagerungsmasse als fortlaufendes Spiralband entwickelt, im Ringgefäß sind dagegen, wie es scheint, die einzelnen Windungen der Spirale durch übermäßige Verlängerung der Zelle selbst von einander getrennt und dadurch ringartig geworden; im Stengel der Balsamine findet man die schönsten Uebergänge vom Spiral- zum Ringgefäß; bei den sogenannten treppenförmigen Gefäßen, welche im Holz des Weinstocks, auch in den Blattstielen der Farrenkräuter, am größten aber im Stamm des Baumfarrens auftreten, ist die Spirale da wo die Gefäßzelle mit mehreren benachbarten Zellen zusammentrifft, gewissermaßen durch eine Längsleiste verbunden; bei netzartig, oftmals sehr zierlich, verdickten Zellen treten diese Längsleisten, welche die Spirale verbinden, noch zahlreicher auf. Die Gefäßbündel des Stengels der Balsamine zeigen, mit Ausnahme der Treppengefäße, alle hier genannten Formen in schönster Ausbildung. Getüpfelte Gefäße findet man besonders schön im Holz von *Laurus Sassafras*; bei *Tilia europaea* sind Tüpfel und Spiralband vorhanden, dasselbe gilt für die Holzzellen von *Taxus*. Das von Schulz vorgeschlagene Macerations-Verfahren ist für die Erforschung der Zellen selbst sehr empfehlenswerth. Für die Beobachtung der Gefäßzellen sind alle saftigen Stengel sehr geeignet.

Die Gefäß-, Holz- und Bastzellen führen, sobald sie als solche ausgebildet sind, Luft; das Parenchym ist dagegen mit flüssigem Inhalt, in welchem feste Stoffe gelöst oder suspendirt vorkommen, erfüllt. Wenn man einen nicht zu dünnen Längsschnitt durch die Gefäßbündel eines frischen Pflanzen-

theils unter Wasser betrachtet, so wird man, ehe das Wasser Zeit hat in die Gefäßzellen zu dringen, dieselben bei auffallendem Licht weiß, bei durchfallendem Licht schwarz erblicken, eine Erscheinung die bekanntlich immer Luft anzeigt, legt man jetzt den Schnitt in Alkohol, um die Luft aus den Gefäßen zu entfernen und bringt ihn dann wieder in einem Wassertropfen unters Mikroskop, so haben sich die Gefäßzellen mit Wasser gefüllt, sie erscheinen jetzt durchsichtig wie die Zellen des Parenchyms.

3. Die, sowohl im Wachsthum wie in der Verdickungsweise so verschiedenen Pflanzenzellen bilden mit einander vereinigt, d. h. durch ein Secretionsprodukt der Zellen selbst (durch die Interzellulärsubstanz) mit einander verklebt, die verschiedenen Arten der Gewebe, man muß hier, wie ich glaube, vornämlich 3 Arten unterscheiden.

A. Parenchymatisches Gewebe.

B. Holzgewebe.

C. Oberhautgewebe.

A. Das parenchymatische Gewebe charakterisirt sich durch dünnwandige Zellen, sogenannte Parenchymzellen, deren Form jedoch sehr verschieden sein kann. Das regelmäßige, aus nahebei runden, oder aus eben so langen als breiten Zellen bestehende Parenchym finden wir im Mark der meisten Bäume; sehr langgestrecktes regelmäßiges Parenchym dagegen im Cambium der dicotyledonen Pflanzen; sternförmiges Parenchym zeigt sich im Mark der Binsen; schwammförmiges Parenchym in den Luftgängen vieler Wasserpflanzen u. s. w. Das verfilzte Gewebe des Flechtenlaubes, wie dasjenige der höheren Pilze, möchte ich mit als Parenchym betrachten. Die parenchymatischen Gewebe sind die eigentlich lebensthätigen der Pflanze, in ihnen bilden sich

sowohl neue Zellen als auch verschiedene Pflanzenstoffe, z. B. Stärkmehl, Inulin, ätherische und fette Oele; in ihnen scheiden sich Krystalle aus u. s. w.

Das sogenannte Holzparenchym bildet gewissermaßen den Uebergang vom parenchymatischen Gewebe zum Holzgewebe, die Zellen desselben sind etwas mehr verdickt, sie sind aber nicht wie die eigentlichen Holzzellen mit spitzen Enden in einander geschoben. Ein solches Holzparenchym findet sich vorzugsweise im Holz der Leguminosen; bei *Spartium* und *Ulex* sind die Zellen desselben mit einem zierlichen Spiralbände versehen; ferner im Blattstiel einheimischer Farrenkräuter, im Stengel krautartiger Pflanzen u. s. w.

B. Das Holzgewebe besteht zum größten Theil aus eigentlichen Holzzellen, zwischen welchen bei dicotyledonen Pflanzen Gefäfs- und Markstrahlzellen verlaufen. Das eigentliche Holz wird durch seine langgestreckten starkverdickten, mit spitzen Enden in einander gekeilten Zellen, die im ausgebildeten Zustande Luft führen, charakterisirt. Man findet dasselbe vorzüglich entwickelt im Stamm der dicotyledonen Bäume, im Holzkörper des Gefäfsbündels der Palmen, im Holzkörper des baumartigen Farrenstammes; in den beiden letzten Fällen sind die Holzzellen meistens braun gefärbt, die Verdickungsschichten sind hier besonders deutlich wahrzunehmen.

C. Das Oberhautgewebe ist sehr mannigfaltiger Art, dahin gehört *a*) die eigentliche Oberhaut, (die Epidermis) meistens nur aus einer Lage ziemlich dickwandiger Zellen bestehend. Die Form dieser Zellen selbst ist nach den Pflanzen sehr verschieden; bei den monocotyledonen Pflanzen, den Gräsern, Irideen, Orchideen u. s. w., sind die Zellen langgestreckt und regelmäfsig, auf den Blättern der Farren-

kräuter sind sie dagegen höchst unregelmäßig, fast sternförmig in einandergefügt; auf den Blättern dicotyledoner Gewächse sind sie je nach der Pflanze verschieden geformt. Nicht selten hat auch die untere Seite desselben Blattes eine anders geformte Oberhaut als die obere Seite. Zwischen diesen Oberhautzellen, häufiger jedoch dicht unter ihnen, liegen die sogenannten Spaltöffnungen; mit Ausnahme der Marchantien werden dieselben wohl immer nur aus 2 Zellen gebildet. Bei *Cycas* und einigen Proteaceen liegen diese beiden Zellen sehr vertieft, unter einem, aus mehreren Oberhautzellen gebildeten kraterförmigen Hügel, bei *Nerium Oleander* liegen sie gar in bestimmten tiefen Gruben des Blattes gesellig bei einander, während die glatte obere Fläche des Blattes keine Spaltöffnungen besitzt. In der Regel sind die Spaltöffnungen bei in der Luft wachsenden Pflanzen vorzugsweise an der Unterseite der Blätter zu suchen, bei *Cycas* und *Nerium* fehlen sie z. B. der Oberseite gänzlich; bei den schwimmenden Blättern der Wasserpflanzen (z. B. *Hydrocharis*, *Nymphaea*) erscheinen sie dagegen nur auf der Oberseite. Wie man die Oberhaut untersucht, bitte ich im folgenden Abschnitt nachzusehen.

Die Oberhaut ist häufig mit Haaren bekleidet, in der Regel sind diese Haare verlängerte Zellen der Oberhaut selbst; die Haare können aus einer und aus mehreren Zellen bestehen, im letzteren Falle endigen sie häufig mit einem zelligen Knöpfchen, als sogenannte Drüsenhaare (bei *Pinguicula vulgaris*, *Polycarena capensis*). Die Brennhaare der Urticeen bestehen dagegen nur aus einer Zelle, deren sehr verschmälertes Ende ein kleines etwas gebogenes, sehr leicht abbrechendes Knöpfchen trägt. Die Schuppen der Elaeagneen, einiger Bromeliaceen u. s. w. gehören ebenfalls hierher, es sind

gewissermaßen zusammengesetzte Haare. Verzweigte, nicht zusammengesetzte, vielmehr aus einer Zelle bestehende Haare sind verhältnißmäßig selten, man findet sie bei den Alyssum-Arten, noch schöner bei einigen Amaranthaceen, z. B. auf den Blättern von *Alternanthera axillaris*.

Die eigentliche Oberhaut und ebenso die ihr angehörenden Theile, z. B. die Haare und die Aufsenseite der Spaltöffnungszellen sind, wie ich glaube, überall, nur nicht überall in gleicher Stärke, mit einem zusammenhängenden Ueberzug, einem Secretionsprodukt dieser Zellen, das man *Cuticula* genannt, bekleidet; bei jungen Oberhautzellen ist diese *Cuticula* sehr schwach entwickelt, ja oftmals noch halb flüssig, später erscheint sie als feste, der stärksten Schwefelsäure widerstehende Membran; besonders schön ist selbige auf den Blättern von *Cycas*, dem Stamm und den Blättern von *Viscum*, den Blättern der Aloë- und Agavearten, überhaupt auf fleischigen oder lederartigen, glänzenden Blättern entwickelt. Was hier wirkliche *Cuticula* ist und was der Verdickungsschicht der Oberhautzelle angehört, kann für jeden einzelnen Fall nur eine genaue Untersuchung feststellen. Bei Aloë und noch schöner bei *Gasteria obliqua*, bei *Viscum* und bei *Phormium tenax* wird der größte Theil der sogenannten *Cuticula* von den *Cuticularschichten* der Oberhautzellen gebildet, über diesen Schichten liegt dagegen ein wirkliches Secret, die wahre *Cuticula*. (Man erwärmt dünne Querschnitte in Aetzkaliösung).

Die Epidermis bekleidet Blatt und Stengel der höheren Gewächse; bei den niedrigsten Pflanzen, den Pilzen, Algen und Flechten fehlt sie gänzlich, bei den Laubmoosen erscheint sie an der Fruchtkapsel, bei den Marchantieen an der Oberseite des Laubes, bei *Anthoceros* an der Fruchtkapsel und

zwar mit sehr schönen regelmässigen Spaltöffnungen. Bei den höheren Kryptogamen ist sie, wie schon erwähnt, vorhanden. Die jungen Zweige der Bäume sind jederzeit mit einer Oberhaut bekleidet, unter derselben bildet sich späterhin nicht selten eine Korkschicht, die abblättert und somit auch die Epidermis abwirft.

b) Das Epithelium, eine Oberhaut ohne Spaltöffnungen und Haare, oft aus papillösen Zellen, welche dann häufig eine Flüssigkeit secerniren, bestehend; man findet ein derartiges Epithelium vorzugsweise auf der Narbe, im Staubwegkanal und im Fruchtknoten der Phanerogamen; auch die sammtartige Oberfläche vieler Blumenblätter, z. B. der Rosen, besteht aus einem derartigen Gewebe. Die Oberhaut der Wurzeln und Nebenwurzeln, die keine Spaltöffnungen, wohl aber Wurzelhaare besitzt, wird ebenfalls hierher zu rechnen sein; Schleiden bezeichnet sie als Epiblema.

c) Der Kork; aus zahlreichen Schichten tafelförmiger, meist dünnwandiger Zellen bestehend. Die ausgebildete Korkschicht führt gleich dem Holz nur Luft, sie wird nicht selten, vielleicht periodisch mit der Rindenschicht, welcher sie angehörte, abgeworfen und von einer neu entstandenen Rindenschicht wiederum neu gebildet. Sie ist bei einigen Acerarten, bei *Ulmus suberosa*, bei *Quercus suber* u. s. w. sehr schön entwickelt.

Außer diesen 3 Arten der Gewebe sind noch *a)* die Gefäßbündel und *b)* die Bastbündel und endlich *c)* die Interzellulargänge und *d)* die Milchsaftgefäße zu betrachten.

a) Der wesentlichste Theil eines Gefäßbündels sind seine langgestreckten dünnwandigen Zellen, die ich, da sie dem Cambium des dicotyledonen Stammes entsprechen, als Cambialzellen bezeichnen will. Es giebt ausgebildete Gefäß-

bündel, wenngleich selten, die nur aus diesen Zellen bestehen; in der kriechenden Wurzel und in den Ausläufern von *Epipogon Gmelini* findet man nur höchst selten eine schwache Andeutung von Gefäßzellen, erst im Stengel und in den Blüthentheilen erscheinen die letzteren. Wo sich ein neues Gefäßbündel bildet, z. B. im Embryon der Phanerogamen besteht dasselbe anfänglich nur aus Cambialzellen, erst später entwickeln sich einige von ihnen zu den sogenannten Gefäßzellen. Die Lage dieser Cambialzellen bedingt auch das Wachsthum des Gefäßbündels und damit die Art des Wachsthum der Pflanze selbst. Bei dem dicotyledonen Gefäßbündel, das anfänglich ebenso gut wie das monocotyledone Gefäßbündel, auf einem Querschnitt von dem benachbarten getrennt aufritt, liegt diese Cambialschicht nach Außen, d. h. der Peripherie des Stammes zugewandt; das Cambium ist hier nach Außen durch nichts in seiner Fortbildung gehindert, es kann nach Innen neues Holz, nach Außen neue Rinde bilden; dadurch ist auch ein Wachsthum des Stammes im Umfang möglich geworden. Schleiden nennt dies Gefäßbündel sehr treffend ein ungeschlossenes im Gegensatz zum geschlossenen, d. h. von Holzzellen rings umgebenen Gefäßbündel.

Das geschlossene Gefäßbündel ist den monocotyledonen Pflanzen und den höheren Kryptogamen eigen, dort sind die Cambialzellen von verdickten Zellen rings umschlossen, das Gefäßbündel kann sich deshalb nicht seinem Umfange nach vergrößern, es wächst nur an seiner Spitze; der kryptogame und monocotyledone Stamm verdickt sich deshalb nicht, er wächst nur an seiner Spitze, aber nicht in seinem Umfang.

Das Wachsthum der monocotyledonen Gefäßbündel verdiente jedoch genauer, wie es bisher geschehen, untersucht

zu werden; nach meinen neuesten Untersuchungen verzweigen sich diese Gefäßbündel gleich den Gefäßbündeln der dicotyledonen Gewächse. Als Beispiel erwähne ich des Blütenstengels von *Epipogum Gmelini*, dessen Gefäßbündel gewissermaßen als Zweige aus dem einfachen centralen Gefäßbündel der Wurzel hervorgehen und sich später noch mehrmals verzweigen; ganz dasselbe zeigt der Stengel und Blütenstiel von *Godeyra repens*.

Außer den nie fehlenden Cambialzellen findet man im Gefäßbündel meistens sogenannte Gefäßzellen (reihenartig über einander gestellte Zellen deren Querscheidewände durchbrochen sind und welche Luft führen, siehe Pag. 69) und Holzzellen (siehe Pag. 69). Die Anordnung des dicotyledonen Gefäßbündels läßt sich nur in der höchsten Spitze eines neuen Triebes, wo die neu entstandenen Gefäßbündel noch getrennt erscheinen, studiren. (Sehr schön bei *Viscum*, bei *Tilia*, bei *Pinus*). Bei den Palmen liegt die Cambialschicht zwischen den großen Gefäßzellen und dem meistens sehr entwickelten Holzkörper; bei den Farrenkräutern umgibt sie die Gefäßzellen, wird aber selbst von einem mehr oder weniger stark entwickelten Holzring rings umschlossen.

Die Gefäßbündel bilden sich niemals in der Rinde, sie gehen aber vom Stamme aus durch die Rinde in die Zweige und Blätter; auf einem horizontalen Querschnitt durch die Rinde erscheinen sie deshalb immer schief durchschnitten.

b) Die Bastbündel entstehen niemals im eigentlichen Holz; sie bestehen immer nur aus Bastzellen, d. h. langgestreckten, meist stark verdickten, biegsamen Zellen, sie haben niemals ein Cambium, niemals Gefäß- und Holzzellen. Bei *Viscum* finden sich auch im Holzkörper zerstreute Bastzellen. Bei den dicotyledonen Pflanzen werden sie als Theile der

Rinde vom Cambium aus erzeugt. In der sogenannten Rindenschicht der Palmen erscheinen Holzbündel ohne Cambialschicht und Gefäßzellen, ganz ähnliche Holzbündel finden sich, wenngleich seltener, auch im Innern des Palmenstammes selbst. Die Bastzellen erscheinen vereinzelt und gesellig in den Blättern, zuweilen auch im Mark des Stammes u. s. w.

Bei den Apocynen und Asclepiadeen finden sich Bastzellen, die einen Milchsaft führen. In der Rinde der Cinchonaarten und minder schön in sehr vielen anderen Rinden zeigen sich kurze, weite, starkverdickte Zellen, die man mit demselben Recht wie das Holzparenchym, als Bastparenchym bezeichnen könnte.

c) Da wo mehrere Zellen an einanderstoßen, zeigen sich häufig zwischen diesen Zellen mit Luft, seltener mit einer Flüssigkeit erfüllte Lücken, die sogenannten Interzellularräume; dieselben erscheinen besonders schön auf dem Querschnitt des Blattstiels von *Cycas revoluta*, sie finden sich auch in den meisten parenchymatischen Geweben, z. B. im Mark der meisten Bäume. Diese Interzellulargänge bilden gewissermaßen zusammenhängende, die Zellen umgebende Luftkanäle, die wie es scheint, in die sogenannte Athemböhle, unterhalb der Spaltöffnung ausmünden.

d) Die Milchsaftgefäße bilden ein zusammenhängendes, um die Zellen verbreitetes, aus verzweigten Kanälen bestehendes Netz, in welchem ein milchartiger, oftmals gefärbter Saft enthalten ist. Ob sie aus Zellen entstanden, oder ob sie aus Interzellulargängen, deren Wandung sich verdickte, hervorgegangen sind, ist zur Zeit noch unentschieden. (Im Blatt von *Chelidonium* und *Euphorbia*).

V.

Ueber die Methode der Untersuchung.

Die Methode der Untersuchung ist für das Resultat derselben ungeheuer wichtig; wenn die Methode richtig ist, so wird auch das Resultat werthvoll sein, wenn dagegen die Methode falsch ist, so kann auch das Resultat der Untersuchung nichts beweisen. Die Methode ist richtig, sobald sie der Frage, welche man durch eine Untersuchung zu lösen wünscht, sowie dem Gegenstand der letzteren angemessen ist. Für die Methode ist demnach zweierlei nothwendig 1) eine richtige Art seine Fragen zu stellen und 2) eine richtige Anwendung zweckmäßiger Mittel zur Lösung der gestellten Fragen. Um richtig fragen zu können, muß man aber zuvor wissen, weshalb man so und nicht anders frägt und was die Antwort entscheiden soll; um richtige Mittel anwenden zu können, muß man sowohl die letzteren, als ihre Wirkung kennen.

Ehe man an die eigentliche Untersuchung geht, ist es darum nothwendig sich mit dem Gegenstand derselben im allgemeinen bekannt zu machen; bei noch streitigen Fragen der Wissenschaft wird diese Bekanntschaft allein nicht ge-

nügen, hier muß man die verschiedenen Ansichten und die Untersuchungen, auf welche sie sich stützen, kennen. Ehe man mit einer wissenschaftlichen Arbeit hervortritt, sollte man überhaupt niemals unterlassen sich, soweit es möglich ist, mit allem was über denselben Gegenstand, zum wenigsten in neuerer Zeit beobachtet ist, vertraut zu machen; man wird auf diese Weise viel weniger leicht etwas übersehen, man wird den Gegenstand selbst vielseitiger auffassen und gründlicher erforschen, man wird die Ansicht, die man sich selbst gebildet, um so schärfer prüfen und dadurch ein um so sichereres Resultat gewinnen und noch obendrein einen geschichtlichen Ueberblick über den Entwicklungsgang der Frage selbst erhalten.

Die großen Fortschritte, welche unser Jahrhundert in den Naturwissenschaften bereitet hat, verdanken wir zum größten Theil der durch Induction geleiteten Methode, sie allein kann und wird uns weiter führen. Obschon die Inductionsmethode vom Einzelnen zum Allgemeinen, d. h. vom Theil zum Ganzen übergeht, so möchte ich doch für die mikroskopische Untersuchung eine oberflächliche Kenntniß des Gegenstandes im allgemeinen voraussetzen, eine genaue Untersuchung der einzelnen Theile des Ganzen wird dann zum Endresultat, zur genauen Kenntniß des Gegenstandes nach allen Seiten führen. Die Untersuchung muß, mit anderen Worten, mit dem Allgemeinen beginnen, vom Allgemeinen zum Einzelnen übergehen und durch das Einzelne zur genauen Kenntniß des Allgemeinen führen.

Man wird mir vielleicht einwenden, daß eine oberflächliche Kenntniß des Gegenstandes zur Erforschung seiner Theile unnöthig ist; ich glaube schon, daß man hie

und da ohne sie zum Ziel, zur genau en Kenntniß des Ganzen, gelangen kann, ich muß jedoch bemerken, daß man auf diesem Wege weit leichter einer Täuschung ausgesetzt ist und überdies mehr Zeit verbraucht. Bei der Entwicklungsgeschichte halte ich es in manchen Fällen für unmöglich ohne eine oberflächliche Kenntniß des ganzen fertigen Pflanzentheils zu einem richtigen Resultat zu kommen, da man ohne eine solche Kenntniß nicht weiß, worauf man zu achten, welche Fragen man zu stellen hat. Ich nenne diese Kenntniß des fertigen Ganzen, die man sich mit unbewaffnetem Auge oder mit Hülfe einer Loupe erwirbt, eine oberflächliche im Gegensatz zu der genaueren, welche eine allseitige Betrachtung der einzelnen Theile von Außen und Innen bei verschiedenen Vergrößerungen verlangt; kennt man auf die letztere Weise die einzelnen Theile und ihr Verhältniß zu einander, so kennt man natürlich auch das Ganze, und zwar nicht mehr wie anfangs oberflächlich, sondern nunmehr genau, d. h. von Außen und Innen.

Der Gang der Untersuchung, dessen Grundprincip unveränderlich dasselbe bleibt, muß sich wie schon erwähnt, nach der Art der Frage und nach der Beschaffenheit des Gegenstandes verschiedentlich modificiren. Die Untersuchung der äußeren Gestalt wird einen anderen Gang wie die Erforschung feiner Strukturverhältnisse nehmen; die Entwicklungsgeschichte einzelner Pflanzentheile wird anders als die Entwicklungsgeschichte der Zellen selbst zu führen sein. Oft wird man im Laufe der Untersuchung selbst auf Nebenfragen gelenkt, nicht selten wird auch die Hauptfrage durch die Untersuchung wesentlich verändert werden. Die Nebenfragen verlangen in der Regel eine besondere Antwort, man darf durch sie niemals die Hauptfrage aus dem Gesicht

verlieren, man muß sich vielmehr zunächst bemühen, die letztere von den verschiedensten Seiten zu beleuchten, wozu die Nebenfragen häufig Gelegenheit bieten; in diesem Falle darf man sie nicht unberücksichtigt lassen, wo sie dagegen für die Hauptfrage ohne Einfluß sind, ist es oft besser sie vorläufig zu ignoriren. Bei der Untersuchung selbst hat man sorgfältig auf alles, was irgend zur Lösung der Hauptfrage dienen kann, zu achten, man hat alles aufs genaueste zu erwägen und aufs vielseitigste und gewissenhafteste zu prüfen, wird dann aber auch zu einem sicheren Resultat gelangen. Die für die Hauptfrage gleichgültigen Nebenfragen liefern oftmals Stoff zu künftigen Untersuchungen.

Ich halte es aus eigener Erfahrung nicht für rathsam sich mit mehreren Untersuchungen gleichzeitig zu beschäftigen, eine gründliche Untersuchung fesselt den Geist und die Zeit des Beobachters hinreichend; die Arbeiten werden in der Regel unter einer solchen Theilung leiden. Die Entwicklungsgeschichte macht hier bisweilen eine Ausnahme, indem man nicht selten (wie ich es bei *Taxus gethan**) von Woche zu Woche denselben Gegenstand untersuchen muß, um seine weiteren Entwicklungen zu verfolgen. In solchen Fällen kann man recht gut in der Zwischenzeit noch eine andere Untersuchung ausführen.

Bei der Mannigfaltigkeit der Pflanzen und ihrer Theile wird es kaum möglich sein für alle vorkommenden Fälle einen genauen Untersuchungsgang zu bezeichnen; der erfahrene Beobachter wird sich selbst nach der Eigenthümlichkeit

*) H. Schacht, Entwicklungsgeschichte des Pflanzenembryon. Pag. 71. Amsterdam bei Sulpke 1850.

des Gegenstandes einen seiner Frage angemessenen Gang zu bilden wissen, dem minder erfahrenen will ich dagegen durch meinen Rath, so gut ich kann, zur Hand gehen. Ich muß hier die Untersuchung fertiger Pflanzen oder ihrer Theile von der Entwicklungsgeschichte scheiden, und ziehe es vor mit der ersteren, als der leichteren zu beginnen; beide Abschnitte müssen von zwei Gesichtspunkten, vom morphologischen, d. h. in Bezug auf die äußere Gestalt, und vom anatomischen, d. h. in Bezug auf den inneren Bau, betrachtet werden.

Wer selbst zeichnet, dem rathe ich bei allen mikroskopischen Untersuchungen jederzeit die Präparate, welche ihm interessant, oder wichtig erscheinen, möglichst genau zu Papier zu bringen und in kurzen Bemerkungen alles das, was sich durch die Zeichnung nicht ausdrücken läßt, hinzuzufügen, man kann in dieser Weise nicht zu viel aber sehr leicht zu wenig thun. Für morphologische Verhältnisse sind einfache aber genaue Umrissse oftmals durchaus genügend, bei anatomisch-physiologischen Fragen ist dagegen Zelle für Zelle mit ihrem Inhalt aufs genaueste wiederzugeben. Durch eine Reihe solcher Zeichnungen, denen man in schwierigen Fällen aufbewahrte Präparate zugesellt, wird ein Vergleich der verschiedenen Theile einer Pflanze, oder der verschiedenen Entwicklungszustände eines Pflanzentheils, sehr erleichtert, und dadurch das Verständniß derselben sehr befördert, ja oftmals einzig und allein möglich gemacht.

Ich habe es mir zum Gesetz gemacht alles was mir wichtig erscheint, sogleich und zwar durchaus genau zu zeichnen; aus einer großen Anzahl von Figuren wähle ich dann später diejenigen heraus, welche ich zur Lösung der Frage nothwendig und am geeignetsten erachte. Wenn

man, wie ich, mit der Camera lucida zeichnet und überdies einige Uebung in der Führung der Bleifeder und des Pinsels wie in der Anwendung der Farben besitzt, so wird der Zeitverlust durch den Reichthum treuer Bilder zehnfach ersetzt und das Resultat der Untersuchung durch dieselben ungemein befestigt. Schematische Zeichnungen muß ich dagegen überall verwerfen, dieselben geben nur ein Bild der Vorstellung des Beobachters, keinesweges aber ein Bild des Gegenstandes selbst; diese Vorstellung ist subjectiv und kann als solche irrig sein, eine getreue Zeichnung ist dagegen von der Vorstellung des Beobachters durchaus unabhängig; aus der Deutung der verschiedenen getreuen Zeichnungen oder vielmehr der ihnen zu Grunde liegenden Präparate, bildet sich erst dessen Vorstellung; getreue Bilder behalten daher, selbst wenn ihre Deutung unrichtig war, immerhin ihren wissenschaftlichen Werth.

Aufser der Zeichnung und aufser den Präparaten wird es noch gut sein, alles was wichtig erscheint, ja selbst das minder Wichtige, sogleich zu notiren, da man während der Untersuchung nicht wissen kann, welchen Einfluß oft Kleinigkeiten auf das Resultat derselben ausüben können; wie man nicht leicht zu viel zeichnen kann, so kann man auch nicht leicht zu viel notiren, bei der Zusammenstellung des Ganzen wird es sich dann zeigen, welche Zeichnung, welche Notiz man benutzen und welche man als unwesentlich unbenutzt lassen kann. Gefährlich ist es dagegen, namentlich bei umfassenderen Untersuchungen, sich auf sein Gedächtniß zu verlassen; manches wird dadurch vergessen, manches ungenau oder gar unrichtig angegeben werden. Man muß es sich zum Gesetz machen, wenn nicht gleich bei der Untersuchung selbst, so doch jeden Abend dasjenige kurz zu

notiren, was man am Tage beobachtet hat und was zur Ergänzung der Zeichnungen und Präparate dieses Tages dienen kann; selbst die Zeitangabe ist für manche Beobachtungen späterhin wünschenswerth; jede fertige Tafel meiner Zeichnungen trägt deshalb ihr Datum. Unerläßlich ist die sofortige Angabe der benutzten Vergrößerung über oder neben jeder Figur, am besten als Bruchzahl ($\frac{100}{1} = 100$ mal); in schwierigen Fällen sollte man sogar zur größeren Sicherstellung der Beobachtung, das benutzte Objectivsystem und Ocular bemerken, da es, wie ich schon mehrfach hervorgehoben, nicht gleichgültig ist, ob eine Beobachtung bei übrigens gleicher Vergrößerung, mit einem starken Objectivsystem und schwachen Ocular oder umgekehrt mit einem schwachen Objectivsystem und starken Ocular angestellt wird; eine Beobachtung mit starker Objectiv- und schwacher Ocularvergrößerung wird immer ungleich mehr Gewicht erhalten.

Für die rein morphologische Untersuchung genügen in der Regel schwache Vergrößerungen, man wird hier häufig auffallendes Licht anwenden müssen, das Präpariren wird sich hier in der Regel auf ein Ablösen der Theile beschränken; man wird das einfache Mikroskop und die Nadel zur Ablösung kleiner Theile mehr wie das Messer anzuwenden haben. Für die Beobachtung mit auffallendem Licht wird man die Pag. 36 und 39 angegebenen Regeln beachten müssen.

Wohl selten wird sich eine Untersuchung mit den äußeren Formen allein begnügen, man wird in der Regel auch den inneren Bau des einen oder anderen Theils zu erforschen suchen, man wird somit die morphologische Untersuchung mit der anatomischen verknüpfen müssen. Für letztere ist das durchfallende Licht ungleich wichtiger, über die Anwen-

dung desselben bitte ich Pag. 36 nachzulesen; hier wird sich das Messer und die geübte Führung desselben besonders geltend machen, die Nadel und das einfache Mikroskop wird nur dazu dienen dünne Schnitte durch Entfernung störender Theile zu verbessern; die Anwendung der Reagentien wird hier über die chemische Beschaffenheit der Theile Aufschluss geben.

Da nun die morphologische Untersuchung mit der anatomischen Hand in Hand geht, so will auch ich beide neben einander behandeln, auch scheint es mir richtiger mit den niederen Pflanzen, als den einfachsten Erzeugnissen des Pflanzenreichs, zu beginnen und von ihnen zur Untersuchung der höher entwickelten Gewächse überzugehen. Aus demselben Grunde möchte ich dem Anfänger rathen, mit den niederen Gewächsen seine Studien anzufangen, die Kleinheit der Theile wird, wenn man erst einige Gewandtheit im Präpariren unter dem einfachen Mikroskop erlangt hat, ein geringes Hinderniß sein; ich habe mit den Lebermoosen meine Untersuchungen begonnen, und bewahre vielleicht nur aus diesem Grunde eine große Vorliebe für diese an Formen so reiche, höchst interessante Pflanzengruppe. Bei der Untersuchung der höher organisirten Gewächse, wird man schon auf weit größere Schwierigkeiten stoßen, man wird Verhältnisse antreffen, die nur durch eine genaue vielseitige Kenntniß vom Bau der Pflanzen überhaupt zu enträthseln sind.

Nunmehr auf den Untersuchungsgang specieller eingehend, trenne ich zunächst die Untersuchung des Entstehens, mit anderen Worten die Entwicklungsgeschichte von der Untersuchung der fertigen Gegenstände; mit der letzteren will ich beginnen.

I. Untersuchungsgang für fertige Pflanzengebilde.

Unter den kryptogamischen Gewächsen sind die sogenannten Zellenpflanzen, d. h. diejenigen wo noch keine deutlich entwickelte Gefäßbündel auftreten (Pilze, Algen, Flechten, Charen, Laub- und Lebermoose) die einfachsten. Bei den 4 ersten Gruppen sind, trotz des großen Formenreichtums einzelner Abtheilungen derselben, noch keine Unterschiede in Stamm und Blätter wissenschaftlich zu begründen, erst bei den Laub- und Lebermoosen sind wirkliche Blätter, d. h. Organe, die einem anderen Entwicklungsprincip wie der Stengel folgen, vorhanden. Bei den niedrigsten Pilzen, den Fadenpilzen, wohin die Schimmelarten gehören, und ebenso bei den niedrigsten Algen, den Conferveen, die nur aus Zellenfäden bestehen, ist gar kein eigentliches Präpariren nöthig, es genügt hier die durch einander geschlungenen Fäden unterm einfachen Mikroskop mit der Nadel zu entwirren und sie allenfalls durch Abspülen mit Wasser von anhängendem Schmutz zu reinigen. Man hat hier vor allem auf die Beschaffenheit der Zellen, sowohl ihrer Wandungen wie ihres Inhalts zu achten; die Anwendung von Jodlösung und von Jod und Schwefelsäure wird oftmals zu empfehlen sein. Auch den Bau der Charen wird man ohne eigentliche Präparation ziemlich genau studiren können; dieselben sind häufig mit kohlen-saurem Kalk inkrustirt, man entfernt denselben durch sehr verdünnte Salzsäure.

Bei den schon mehr entwickelten Pilzen, z. B. den Hut- und Becherpilzen, desgleichen bei den höheren Algen, z. B. den Fucusarten, und ebenso bei allen Flechten ist für die anatomische Untersuchung ein dünner Schnitt durch verschiedene Theile der Pflanze und in verschiedenen, aber be-

stimmten Richtungen geführt, nothwendig. Trockene Fucusarten und Flechten erweichen sehr gut durch mehrstündiges Liegen in kaltem Wasser; man führt den Schnitt entweder aus freier Hand oder zwischen Kork; für die Untersuchung der Pilze wird man nur frische Exemplare benutzen können. Wo es überhaupt möglich ist frische Pflanzen zu erhalten, sollte man niemals trockene Exemplare zur Untersuchung verwenden; für die Entwicklungsgeschichte sind überall nur frische Pflanzen zulässig.

Bei den Hut- und Becherpilzen hat man die Sporenbildung an der unteren Seite des Hutes zu suchen, sie erscheint dort in Form sogenannter Tetraden, d. h. als stielartige Ausdehnungen des äußersten Endes der Zellen; in jeder Ausdehnung bildet sich eine Spore, die durch Abschnürung des Stielchens frei wird; in der Regel trägt jede Sporenzelle 4 solcher gestielten Sporen. Die Sporen der höheren Algen liegen theils auf der Oberfläche, theils in Höhlungen des Laubes, bisweilen in eigenen Fruchtkästen (*Carpoclonia* Kütz.); da sich bei Fucus die Früchte an der Spitze des Laubes entwickeln, so hat man sie durch auf einander folgende, von der Spitze ab beginnende Querschnitte, zu suchen. Bei den Flechten findet man die Sporen an bestimmten Stellen des Laubes, die meistens als Schüssel oder Becher auftreten in besonderen Schläuchen, von sogenannten Saftfäden (*Paraphysen*) umstellt; ich empfehle für die Untersuchung *Borreria ciliaris* und *Peltigera canina* oder *P. venosa*; für die Entwicklung des Sporen sind hier wie überall nur frische Exemplare brauchbar, eine schwache Jodlösung färbt die Sporenschläuche und Saftfäden mehr oder minder blau.

Das Gewebe des Laubes der höheren Pilze, sowie der Flechten besteht aus vielfach verschlungenen aus Zellen be-

stehenden Fäden, selbst die sogenannte kugelige Zellschicht unter dem Fruchtlager der Flechten wird, nach meinen genauen Untersuchungen an *Borrera* und *Peltigera* aus dem genannten Filzgewebe, dessen Zellen hier nur kürzer und noch mehr verschlungen sind, gebildet. Das Gewebe der Pilze färbt sich durch Jod und Schwefelsäure, soweit ich beobachtet, niemals blau. Bei den *Fucus*arten ist die Form und Anordnung der Zellen nach der Pflanzenart sehr verschieden, da hier auch langgestreckte Zellen vorkommen, so ist außer einem Querschnitt durch das Laub, ein Längsschnitt durch die Mitte desselben unerlässlich. Die Reagentien, namentlich Jod und Chlorzink-Jodlösung, auch Jod und Schwefelsäure sind nicht zu versäumen.

Bei den Florideen (einer Abtheilung der höheren Algen) will Nägeli Antheridien, d. h. Organe, die zur Zeit der Reife bewegliche Spiralfäden entlassen, beobachtet haben; bei den Flechten (*Borrera ciliaris*) will Itzigsohn im Frühjahr ähnliche Organe gesehen haben; jeder Forscher hat deshalb auf selbige zu achten*).

Bei den Charen, wie bei den meisten der folgenden Gruppen der Kryptogamen sind wirkliche Antheridien bekannt; doch erscheinen sie bei den höher entwickelten Gruppen, z. B. den Equisetaceen und Farrenkräutern, nicht mehr an der ausgebildeten Pflanze selbst, wohl aber am Vorkeim. Bei den Charen ist die Antheridie viel complicirter gebaut als bei allen übrigen Kryptogamen; die Zellen, in denen sich ein Spiralfaden entwickelt, sind hier perlschnurartig an einander

*) Für *Borrera* sind mir selbige nach Itzigsohn's letztem Aufsatz in der botan. Zeitung No. 52, von 1850, mehr als zweifelhaft geworden. Fäulniß wird bekanntlich fast immer von niederen Thier- und Pflanzenformen begleitet.

gereiht, während sie in den Antheridien aller übrigen Kryptogamen getrennt erscheinen; auch die Sporen der Charen unterscheiden sich durch Stellung und Bau von den Sporen aller übrigen Kryptogamen. In den Zellen des Stengels der Charen ist die Bewegung des Zellsaftes oftmals sehr gut zu beobachten; für diesen Zweck sind die Nitellaarten am günstigsten; es sind dazu ganz frische, lebenskräftige Exemplare bei warmer Witterung einzusammeln und möglichst frisch zu verwenden.

Bei den Laub- und Lebermoosen tritt uns zuerst Stengel und Blatt entgegen; beide Theile sind hier besonders zu betrachten. Die Blätter der Lebermoose bestehen immer nur aus einer Zellenlage, ihnen fehlt jederzeit der Mittelnerv, welcher die Blätter der Laubmoose charakterisirt; für die Blätter beider wird in den meisten Fällen eine Betrachtung von oben genügen, nicht so für den Stengel; von ihm erhält man mit einiger Ausdauer aus freier Hand oder zwischen Kork gute Längs- und Querschnitte, auch für die Blätter ist es keinesweges unmöglich dünne Querschnitte zu erhalten. Im Stengel von *Cinclidium stygium* und ebenso im laubigen Stengel von *Diplolaena Lyellii* wird man auf diese Weise die ersten Andeutungen eines centralen Gefäßbündels, aus langgestreckten engen Zellen bestehend, finden, bei *Sphagnum* ist dagegen ein concentrischer aus langgestreckten, verdickten, braungefärbten Zellen bestehender Ring, den große durchlöchernde Zellen umkleiden, vorhanden, bei *Plagiochila* und wie ich glaube bei allen beblätterten Lebermoosen und ebenso bei vielen Laubmoosen sind die Zellen des Stengelumkreises verdickt, es fehlt dafür jegliche Andeutung des Gefäßbündels. Der ganze Bau dieser Pflänzchen ist schon viel complicirter, wie bei den vorhin genannten Gruppen;

dies zeigt sich namentlich im Bau der Fortpflanzungsorgane; man findet hier Pistille d. h. Organe, in denen sich die junge Frucht entwickelt, und meistens Hüllblätter, welche dieselbe schützen. Die morphologischen Verhältnisse, die Form und Stellung der Blätter zum Stengel, der Hüllblätter und des Kelches der Lebermoose zur Frucht läßt sich am besten unter dem einfachen Mikroskop, oder mit Hülfe der Loupe auf dem Stativ desselben, studiren, die gekrümmte oder messerartig geschliffene Nadel leistet hier zum Ablösen der einzelnen Theile gute Dienste. Bei der reifen Frucht hat man auf den Bau ihrer Wandung, sowie auf ihren Inhalt zu achten; dünne Längsschnitte und Querschnitte durch die halbreife Frucht der Laubmoose geben über den Bau derselben, über ihren Mündungsbesatz (Peristom), ihr Deckelchen u. s. w. schöne Aufschlüsse. Die reifen Sporen sind wie der Pollen trocken, unter Wasser, unter Citronenöl und unter concentrirter Schwefelsäure zu betrachten; bei den sogenannten Schleuderern der Lebermoose ist die Art ihres Zusammenhanges mit der Frucht und die Anordnung des einfachen oder doppelten Spiralbandes in der zartwandigen, und deshalb früher häufig übersehenen Zelle zu beachten. Laub- und Lebermoose besitzen Antheridien, man hat auf ihre Stellung an der Pflanze, auf ihr Vorkommen mit den Pistillen auf einer Pflanze oder auf getrennten Pflanzen, auf die Zeit ihres Vorkommens, auf ihre Gestalt, ob länglich oder rund, ob lang oder kurz gestielt, und endlich auf ihren Bau, ob mit einer einfachen (bei den meisten Lebermoosen) oder doppelten Aufsenschicht (Haplomytrium) versehen, zu achten. Wenn die Antheridie reif ist; so platzt sie meistens von selbst, oft nach kurzer oft nach längerer Zeit, (5 bis 15 Minuten) im Wasser des Objectträgers. Um die Spiral-

fäden genau zu sehen wird die stärkste Objectivvergrößerung mit dem schwächsten Ocular am geeignetsten sein; ein Zusatz von Jodlösung hemmt augenblicklich jede Bewegung, man erkennt die Gestalt des Fadens oftmals so am besten; es ist hier namentlich auf eine Bekleidung des Fadens mit Wimpern, welche bei den Spiralfäden der Farrenkräuter und Equisetaceen gefunden sind, zu achten.

Bei den Rhizocarpeen, die nach den neueren Untersuchungen von Mettenius entschieden den Kryptogamen angehören, treten außer Blatt und Stengel auch wie in den folgenden Gruppen deutliche Gefäßbündel auf, die Sporen und Antheridien erscheinen an der entwickelten Pflanze entweder getrennt oder gemeinschaftlich in besonderen Hüllorganen. Bei *Salvinia* und *Pilularia* erhält man zwischen Kork sehr gute Quer- und Längsschnitte des Stengels und der Blätter, die Sporen- und Antheridienhülle muß man aus freier Hand durchschneiden, dasselbe gilt von der Spore, die auf den Zeigefinger gelegt mit dem Rasirmesser ganz so behandelt wird, wie ich es später bei der Samenknospe beschreiben werde.

Bei den Lycopodiaceen, Equisetaceen und Pterideen sind Stamm und Blätter (mit entwickelten Spaltöffnungen) sowie die Fruchtorgane besonders zu untersuchen. Für Stengel und Blatt ist die Anordnung der Theile des Gefäßbündels wichtig; die Richtung der Längsschnitte muß sich deshalb nach der Anordnung dieser Theile, die man aus einem Querschnitt kennen lernt, richten; es wird außerdem sehr wichtig sein den Verlauf der Gefäßbündel und namentlich das Entstehen neuer Gefäßbündel und ihren Zusammenhang mit den bereits vorhandenen genau zu verfolgen. Bei den 3 genannten Gruppen sind an der fertigen Pflanze niemals Anthe-

ridien gefunden, für den Vorkeim der Equisetaceen und Pterideen sind sie unzweifelhaft nachgewiesen; bei Isoetes und Selaginella (Lycopodiaceae) sind sie nach Mettenius ebenfalls vorhanden. Das Vorkommen der Antheridien am Vorkeim läßt gleichzeitig auf die Gegenwart von Pistillen (oder wie ich es für diese Gruppen richtiger zu bezeichnen glaube, Keimorganen) am Vorkeim schließen; wo an der fertigen Pflanze Antheridien bekannt sind, kennt man nämlich auch Pistille (Laub- und Lebermoose); bei den Farrenkräutern und Equisetaceen sind die Analoga der Pistille, die Keimorgane bereits nachgewiesen; die sogenannte Spore der Charen ist, wie ich glaube, eigentlich einem solchen Pistill zu vergleichen, in dessen Innern sich der Keim ausbildet. Das Verhältniß der Antheridien und namentlich ihres Inhaltes zum Pistill oder Keimorgan ist übrigens noch bei keiner Gruppe, wo sie bisher gefunden, vollständig aufgeklärt.

Bei den Lycopodiaceen sucht man die Früchte in den Achseln der Blätter, häufig auf besonderen Fruchtzweigen, bei den Equisetaceen sind sie an der Unterseite eigener Deckschuppen, den Antheren der Coniferen ähnlich, in Ähren zusammengestellt. Die Farrenkräuter besitzen entweder gestielte, gesellig in Häufchen neben einander, meist an der Unterseite der Blätter vorkommende, zur Zeit der Reife aufspringende Sporenbhälter von zierlichem Bau (*Pteris*, *Aspidium* u. s. w.), oder die Sporen entwickeln sich wie bei *Botrychium* und *Osmunda* in einer ungestielten lederartigen Kapsel an besonderen Fruchtblättern. Sowohl für die Sporen im allgemeinen als insbesondere für die Untersuchung der Sporen und Sporenfrüchte der letztgenannten Gruppen empfehle ich die Anwendung der concentrirten Schwefelsäure, man erkennt durch selbige die Zahl und Beschaffenheit der Sporenhäute. Zur

genaueren Kenntniß der Zellen des Stammes und der Blätter möchte außerdem die von Schulz angegebene Macerationsmethode sehr geeignet sein.

Bei den Phanerogamen hat man Axe (Stamm- oder Stengel, Zweig und Wurzel) und Blatt wohl zu unterscheiden und auf besondere Weise zu untersuchen. Die Untersuchung des monocotyledonen Stammes muß sogar etwas anders wie die des dicotyledonen Stammes geführt werden.

Untersuchung des Stammes.

Beim monocotyledonen Stamm hat man namentlich auf die Anordnung der Theile des Gefäßbündels und auf die Stellung der Gefäßbündel zu einander zu achten, man hat deshalb zunächst einen recht dünnen Querschnitt anzufertigen; hat man sich durch selbigen über die Vertheilung der getrennten und geschlossenen Gefäßbündel und über die Stellung der wesentlichen Theile des Gefäßbündels selbst orientirt, so macht man dünne Längsschnitte in verschiedenen aber bestimmten Richtungen durch das Gefäßbündel, um über die Beschaffenheit seiner Elemente ins Klare zu kommen. Man achtet hier zunächst auf die Cambialzellen des Gefäßbündels, auf die Beschaffenheit der Gefäßzellen und endlich auf die Holzzellen jedes Bündels. Man sieht ferner beim monocotyledonen Stamme darauf, ob sich, wie bei den Palmen, eine Art Rinde unterscheiden läßt; ist dies der Fall, so richtet man sein ganz besonderes Augenmerk auf das Parenchym zwischen den Gefäßbündeln, ob sich in der Beschaffenheit der Zellen dieses Parenchyms eine gewisse Grenze zwischen dieser scheinbaren Rinde und dem eigentlichen Holzkörper unterscheiden läßt; für eine solche Untersuchung können jedoch nur frische Exemplare dienen.

Diese Frage, wie überhaupt das ganze Verhältniß der Gefäßbündel, ist, wie ich glaube, noch lange nicht entschieden. Für die auf dem Querschnitt in gewissen Höhen allerdings getrennten (zerstreuten) Gefäßbündel von *Epipogum Gmelini* und *Godeyra repens* kann ich mit Sicherheit eine Verzweigung, ja ein Hervorgehen sämmtlicher Gefäßbündel durch successive Theilung aus einem einzigen centralen Gefäßbündel der sogenannten Wurzel nachweisen. Bei einigen von mir frisch untersuchten Palmen, (*Rhapis flabelliformis*) fand ich ebenfalls unterhalb der Axenspitze eine Theilung der Gefäßbündel. Im Embryon des Dattelkernes verzweigen sich gleichfalls die Gefäßbündel der Samenanlagen; unterhalb der Terminalknospe liegt der gemeinsame Bildungsheerd für die Gefäßbündel. Ein genaues Studium des Gefäßbündelverlaufs der Monocotyledonen ist überhaupt für die Wissenschaft sehr wünschenswerth; man wird hierzu mehrere Wege befolgen können, man wird nämlich 1. durch Fäulniß die Gefäßbündel, wenn sie durch zartwandiges Parenchym getrennt sind, freilegen können; wo sie dagegen von Holzparenchym umgeben werden, wird man 2. mit einem scharfen und spitzen Scalpel oder Federmesser das Holzparenchym sorgfältig entfernen und den Lauf eines einzelnen oder mehrerer Gefäßbündel verfolgen müssen. Endlich wird man sich 3. durch Querschnitte in verschiedenen Höhen und zwar von der Wurzel, oder überhaupt von unten her in die Höhe steigend, von der Vermehrung und veränderten Stellung der Gefäßbündel überzeugen können, und dann durch Längsschnitte in entsprechender Richtung die Weise dieser Vermehrung der Gefäßbündel aufzusuchen haben. Auf letzterem Wege beobachtete ich bei *Epipogum* die Theilung der Gefäßbündel. Es wird hierbei nicht un-

zweckmäfsig sein, die Entfernungen der verschiedenen Querschnitte genau zu beachten und zu bemerken. — Auch die Oberhaut des monocotyledonen Stammes ist zu beachten; bei einigen Palmen zeigt sich eine, wahrscheinlich unter ihr entstandene, mehr oder weniger entwickelte Korksicht.

Die Wurzeln der Monocotyledonen haben, soviel mir bekannt ist, sämmtlich ein einziges centrales Gefäfsbündel, oder vielmehr einen Gefäfsbündelkranz, der z. B. bei der Rad sassaparillae, bei den Wurzeln der Palmen u. s. w. durch eine Reihe sehr verdickter, meistens sehr enger Zellen von der Aufsenschicht, die man hier wohl Rinde nennen könnte, getrennt ist. In der Anordnung der Theile dieses centralen Gefäfsbündels erkennt man jedoch (bisweilen sehr deutlich) die einzelnen Gefäfsbündel, welche hier den Gefäfsbündelkranz zusammensetzen. Die Wurzel ist nach Aufsen mit einem Epiblema, das häufig lange Wurzelhaare ausschickt, bekleidet. Die Untersuchung wird wie beim Stamme ausgeführt.

Beim dicotyledonen Stamme ist der Querschnitt ebenfalls zuerst anzufertigen, man erhält ihn mit Hülfe eines sehr scharfen Rasirmessers aus freier Hand oder, wenn das Stück zu klein ist, zwischen Kork auf die oben (Pag. 28) angegebene Weise. Der Querschnitt muß sehr dünne sein; man hat zunächst auf die Anordnung der Theile des Stammes und zwar von Innen nach Aufsen zu sehen, und hier 4 Theile genau zu unterscheiden; 1. das Mark, 2. das Holz, 3. das Cambium, 4. die Rinde. Für das Mark hat man auf die Gröfse und Form desselben, (bei einigen tropischen Schlingpflanzen hat dasselbe keine runde, sondern eckige Gestalt), auf die Beschaffenheit der Zellen, auf den Uebergang der Markzellen zu den Holzzellen, (der sogenannten

Markkronen u. s. w.) und endlich auf den Inhalt der Markzellen zu achten. Für den Holzring, der das Mark umschließt, hat man zu achten *a*) auf die Anordnung der Markstrahlzellen, d. h. derjenigen Zellen, welche strahlenartig vom Mark zur Rinde gehen; ob sie ein- oder mehrreihig auftreten, ob sie sämmtlich bis zum Marke gehen, (bei ganz jungen Pflanzen regelmässig) oder ob sich einige derselben, als secundäre Markstrahlen im Holzring verlieren, ob sie zahlreich und nahe bei einander oder seltener und in weiten Abständen von einander auftreten; und wie sie sich endlich in der Rinde verhalten, *b*) auf die Anordnung der Holzzellen, ob selbige mit Gefäßzellen untermengt sind, oder ob ihnen, wie den Coniferen und Cycadeen die eigentlichen Gefäßzellen fehlen. Bei den Coniferen hat man namentlich auf die Stellung der Tüpfel, ob selbige nur in der Richtung der Markstrahlen vorhanden sind, oder ob sie auch, wenngleich seltener, in der entgegengesetzten Richtung auftreten, ferner auf das Vorhandensein oder Fehlen der Harzgänge, und auf die Stellung derselben innerhalb eines Jahresringes zu sehen. Bei den Angiospermen ist dagegen die Anordnung und Grösse der Gefäßzellen, und die Vertheilung der Holzzellen um selbige wichtig. Bei sämmtlichen dicotyledonen Stämmen hat man ferner auf die Grenze der Jahresringe, ob dieselben stark oder schwach entwickelt vorhanden ist, oder ob sie, wie bei den meisten tropischen Bäumen, gänzlich fehlt, zu achten. *c*) auf das Cambium, namentlich auf dessen Uebergang zum Holz sowohl wie zur Rinde. Der Querschnitt muß so rein und dünn sein, daß man sowohl die Zahl der Reihen, wie die Beschaffenheit der Cambiumzellen und deren Inhalt deutlich erkennt; verdünnte Kalilauge entfernt hier oftmals den körnigen Inhalt und macht die Zellen klarer. Den In-

halt dieser Zellen hat man zuvor mit Jodlösung zu prüfen. Für die Rinde beachtet man zunächst die Anwesenheit und die Anordnung der Bastzellen, ob selbige in Bündeln oder wie bei den Cupressinen in Reihen angeordnet sind; ob eine Epidermis, die im jungen Zustande gewifs niemals fehlt (sehr entwickelt beim *Viscum*), noch vorhanden ist; ob eine Korkschiebt auftritt und deren Mächtigkeit; ob Harzgänge oder Milchsaftgefäße in der Rinde vorkommen und ob endlich die Theile der Rinde ziemlich regelmäfsig geschichtet auftreten und periodisch abgeworfen werden (*Betula*), oder ob sich das Parenchym stärker verdickt und sich nicht periodisch abschält, sondern die sogenannte Borke bildet (*Quercus*, *Fagus*).

Aufser des soeben beschriebenen Querschnitts bedarf man für den dicotyledonen Stamm noch zweierlei Längsschnitte, 1. eines Längsschnittes parallel mit den Markstrahlen (eines Radialschnittes), derselbe mufs vom Mark durch den Holzring, durch das Cambium und durch die Rinde gehen; nur bei ganz dünnen Stämmen oder Zweigen wird es möglich sein, einen solchen Schnitt vollkommen zu erhalten, in der Regel wird man sich mit mehreren Schnitten, von denen der eine das Mark und das sogenannte Hirnholz (das älteste das Mark umgebende Holz), ein zweiter vielleicht die Mitte des Holzringes und ein dritter die äufsere Grenze des Holzringes, das Cambium und die Rinde darstellt, begnügen müssen; dasselbe gilt vom Querschnitt durch einen gröfseren Stamm. 2. eines Längsschnittes, der sich mit den Markstrahlen kreuzt, (eines Tangential- oder Secantenschnittes); ein solcher Schnitt, etwa durch die Mitte des Holzringes, wird in der Regel genügen.

Beim radialen Längsschnitt hat man wiederum zu ach-

ten 1. für das Mark, auf die Länge oder Kürze seiner Zellen und auf die poröse Beschaffenheit ihrer Wände, desgleichen auf den Inhalt dieser Zellen; 2. für den Holzring, a) auf die Markstrahlen, ob sie lang oder kurz, schmal oder breit, groß- oder kleinporös, oder deutlich getüpfelt sind, und ebenso auf den Inhalt dieser Zellen; b) auf die Holzzellen und auf das Vorhandensein eines Holzparenchyms, das bei den Leguminosen besonders schön entwickelt ist (letzteres führt häufig Stärkemehl, was in wirklichen Holzzellen niemals vorkommt); auf die Größe und Stellung der Tüpfel, auf die Form und Richtung des Porus derselben; auf die Gegenwart einer mehr oder minder deutlichen Spirale in der Holzzelle (*Taxus*, im Holzparenchym von *Ulex* und *Spartium*); c) auf die Gefäße, ob deren Zellen mit geraden oder schiefen Querwänden auf einander treffen, in ersterem Falle werden sie von einem runden Loch, im anderen von sogenannten leiterförmigen Scheidewänden durchbrochen sein (*Alnus*, *Thea*); selten kommen beide Formen in einem Stamme vor (in einem von mir untersuchten fossilen Holz aus England). Ferner ist die Art der Verdickung der Gefäße, ob sie als Spiral- oder Treppengefäße u. s. w. auftreten, ob sie getüpfelt sind, ob Tüpfel und Spirale gleichzeitig vorkommen (*Tilia*), zu erwägen. Bei den Coniferen hat man auch auf die Harzgänge, sowie auf die von Hartig nachgewiesenen sogenannten Zellfasern (vereinzelt vorkommende, mit geraden Querscheidewänden auf einander treffende, meistens enge Zellen, welche Harz enthalten), zu sehen, letztere finden sich bei *Thuja*, *Cupressus*, *Taxodium*, *Juniperus*, *Chamaecyparis*, *Pinus Cedrus*, fehlen dagegen, wie es scheint, überall wo Harzgänge im Holz vorkommen. 3. für das Cambium ist die Form und der Inhalt der Zellen desselben

und ihr allmäliger Uebergang nach der einen Seite ins Holz, nach der andern in die Rinde zu berticksichtigen. 4. für die Rinde endlich ist deren Parenchym mit seinem Inhalt; die Bastzellen, deren Kürze oder Länge (Bastparenchym in den Chinarinden, bei Pinus), die Schichtenbildung in diesen Bastzellen; der Bau der Milchsaftgefäße, wenn solche vorkommen, ihr Verlauf; der Bau der Korkzellen, wenn eine Korkschicht anwesend ist u. s. w., zu untersuchen.

Der Tangential- oder Secantenschnitt ist namentlich für den Holzring und zwar für die Anordnung der Markstrahlen wichtig, man erfährt durch ihn, ob letztere, wie bei allen ächten Coniferen, der Länge nach nur eine Zellenreihe bilden, (die Markstrahlen von Ephedra bilden 2 bis 3 Zellenreihen) oder ob sie in der Mitte aus mehreren, ja sogar aus vielen Zellenreihen bestehen, und daher auf dem Tangentialschnitt in der Mitte bauchig und an beiden Enden zugespitzt erscheinen (*Laurus Sassafras*, *Hernandia sonora*, mehr oder weniger bei allen Leguminosen und bei den meisten dicotyledonen Hölzern). Der Verlauf der Holzzellen wird dadurch nothwendig ein geschlungener. Bei den Coniferen kommt auch die Zahl der über einander liegenden einreihigen Markstrahlzellen, d. h. die Kürze oder Länge der Markstrahlen in Betracht. (*Juniperus* hat Markstrahlen aus 1 bis 5 Zellen, *Taxus* aus 2 bis 24 Zellen bestehend). Bei den Coniferen hat man außerdem auf das Vorkommen horizontaler Harzgänge im Innern breiterer, nur sparsam vorkommender Markstrahlen zu achten, (*Pinus sylvestris* und *Pinus maritima*). Der Tangentialschnitt ist bei den Coniferen auch für den Bau der Tüpfel wichtig, man erkennt (besonders schön bei *Taxus* und bei *Pinus maritima*) den linsenförmigen Raum und den Porenkanal, der von

den beiden benachbarten Holzzellen gegen diesen Raum verläuft.

Für die Darstellung der Präparate gilt hier ganz dasselbe, was ich schon früher Pag. 46 angegeben; für die Coniferen ist es gut, die Schnittfläche statt des Wassers mit Alkohol zu befeuchten, auch wird es in der Regel vortheilhaft sein, die Schnitte vor der Beobachtung in Alkohol zu legen, theils um die Luft auszutreiben, theils um das vorhandene Harz zu lösen, bei den Coniferen ist eine solche Behandlung mit Alkohol unerlässlich. Will man die Struktur der einzelnen Zellen des Stammes noch genauer studiren, so empfehle ich das Macerationsverfahren von Schulz, auch die Anwendung der Chlorzink-Jodkaliumlösung auf die so macerirten Zellen. Sehr harte Hölzer, z. B. das Holz der Baumfarn und der Palmen legt man zweckmäfsig 24 bis 48 Stunden in Wasser, die Holzzellen scheinen dadurch etwas erweicht zu werden, sie lassen sich dann besser schneiden. Der Querschnitt einiger sehr harter Hölzer rollt sich, wenn er sehr dünn ist, jederzeit auf, man kann hier nichts weiteres thun, als ihn mit der Nadel auseinander ziehen und durch eine nicht zu dünne Deckplatte flach drücken. Dünne Schnitte weicher Hölzer legen sich dagegen oft zusammen, man muß sie dann unter dem einfachen Mikroskop mit Hülfe der Nadel auseinander breiten.

Für die Untersuchung der Wurzel dicotyledoner Pflanzen gilt das für den Stamm beschriebene Untersuchungsverfahren; der eigentlichen Wurzel, der Verlängerung der Radicula wird das centrale Mark nicht fehlen, dagegen scheint es bei den Nebenwurzeln niemals vorhanden zu sein.

Für die Untersuchung der Braunkohlenhölzer ist es bisweilen gut, dieselben mehrere Tage lang in einer Auf-

lösung von kohlen saurem Natron zu digeriren und darauf mit Wasser auszulaugen; Hölzer, welche vor dieser Behandlung keine brauchbaren Quer- und Längsschnitte gaben, lassen sich meistens nach diesem Verfahren, sehr wohl behandeln. Hölzer, die in kohlen sauren Kalk verwandelt sind, geben bisweilen mit Hülfe einer Uhrfedersäge und nachherigem Abschleifen sehr gute Quer- und Längsschnitte. Am besten verfährt man hier, wenn man die mit der Säge erhaltene gerade Schnittfläche auf einem feinen Schleifstein mit Wasser glatt schleift und dann erst zum zweitenmal die Säge anwendet. Den jetzt erhaltenen, mäsig dünnen Quer- oder Längsschnitt kittet man darauf an seiner bereits glattgeschliffenen Seite mit etwas Siegelack auf einen Kork; mit einer englischen Feile nimmt man alsdann das Größte hinweg und schleift darauf zuletzt den Schnitt auf einem Schleifstein unter Wasser vollends fein. Der Kork wird dann mit dem Schnitt in Alkohol gelegt, der letztere löst sich ab, man reinigt ihn mit einem Haarpinsel und bewahrt ihn vortheilhaft unter Copallack oder Canadabalsam. — Dasselbe Verfahren ist den Zootomen auch für Knochen- und Zahnschliffe zu empfehlen. — Bei Kieselhölzern beschränkt man sich zweckmäsig aufs Absprengen kleiner Lamellen durch vorsichtiges Pochen mit einem kleinen Stahlhammer; das Sägen und Schleifen solcher Kieselhölzer ist in der Regel zu zeitraubend und zu selten von einigem Erfolg gekrönt.

Untersuchung der Blätter.

Für die Untersuchung der Blätter bedarf man zunächst dünner Quer- und Längsschnitte durch das Blatt, diese erhält man bei nicht sehr fleischigen Blättern am besten zwischen Kork. Auch bei den Blättern der Aloë- und Agave-

arten, überhaupt bei allen sehr fleischigen Blättern muß man, wenn man die Oberhaut studiren will, diese mit einigen unter ihr liegenden Zellschichten ablösen und zwischen Kork bringen, da man auf keine andere Weise hinreichend dünne Schnitte erhält. (Vergl. Pag. 28).

Beim Blatte hat man zunächst auf die Oberhaut desselben, ob beide Blattseiten eine gleiche oder eine verschieden gebaute Oberhaut mit oder ohne Spaltöffnungen besitzen, zu achten; den Bau der Spaltöffnungen selbst erfährt man bei regelmäßiger Stellung derselben durch den Querschnitt, und durch Betrachtung der abgelösten Oberhaut von oben. Für die Spaltöffnungen, ist auf ihre Lage und Anordnung, ob sie über die ganze Fläche oder nur an gewissen Stellen der Oberhaut vorhanden sind, ob sie alle in derselben Richtung oder ob sie unregelmäßig vorkommen, ob sie mit der Oberhaut in einer Höhe oder unter derselben liegen u. s. w. zu sehen. Das Verhalten der Cuticula erfährt man auf sehr dünnen Querschnitten durch eine Behandlung mit Chlorzink-Jodlösung, durch Anwendung concentrirter Schwefelsäure, durch Kochen mit Aetzkali und durch die Maceration nach Schulz. Man erkennt durch ein solches Verfahren, daß die sogenannte Cuticula der meisten Autoren zweierlei Dinge umfaßt, daß sie nach Außen aus einer strukturlosen Ausscheidung der Oberhautzellen, nach Innen dagegen aus den chemisch veränderten äußeren Schichten der Oberhautzellen selbst besteht; beide sind meistens so innig verbunden, daß sie durch concentrirte Schwefelsäure und Maceration nicht von einander getrennt werden, durch Kochen mit Aetzkali fallen dagegen die einzelnen Oberhautzellen (bei *Gasteria obliqua*, *Phormium tenax*, *Viscum album*) auseinander, während sich das Secret der Oberhaut körnig auflöst. (Eine

vergleichende Untersuchung junger und alter Blätter ist hier sehr werthvoll).

Auch die Bekleidung der Oberhaut durch Haare, und die Einfügung und der Bau dieser Haare ist zu beachten, ferner ist die Anordnung des Blattparenchyms und die Vertheilung der Gefäßbündel, als Blattnerven, in demselben wichtig. Wohl selten wird das Blattparenchym der oberen Seite in seiner Anordnung dem der unteren entsprechen; häufig hat die eine Seite Lufthöhlen, die andere Seite keine. Bei den Milchsaft führenden Gewächsen findet man meistens auch im Blatte Milchsaftgefäße. Auch der Zellinhalt des Blattparenchyms und der Oberhaut verdient Beachtung. Für die Untersuchung des Blattstiels gilt alles soeben Gesagte.

Sehr zarte Blumenblätter schneidet man ebenfalls vortheilhaft zwischen Kork, mit dessen Hülfe es mir sogar nicht selten gelungen sehr dünne Querschnitte der nur aus einer Zellenlage bestehenden Lebermoosblätter zu erhalten, nur muß der Kork für zarte Blumenblätter recht weich, der auf das eingeklemmte Blatt einwirkende Druck nicht zu stark sein.

Die Untersuchung der Blüthe und Frucht.

Bei der einzelnen Blüthe ist zunächst auf das Zahlen- und Stellungsverhältniß der Blüthentheile zu einander und dann auf den Bau dieser Theile selbst zu achten.

Für das Zahlen- und Stellungsverhältniß der Blüthentheile ist ein mäfsig dünner glatter Querschnitt durch eine noch vollständig geschlossene Knospe, und zwar aus verschiedenen Höhen am geeignetsten. Ein solcher Querschnitt aus der Spitze der Knospe wird in der Regel nur das Stellungsverhältniß des Kelchs und der Blumenblätter und deren Knospenlage zeigen, ein etwas tiefer geführter Querschnitt

wird dagegen bei Zwitterblüthen auch die Antheren und deren Verhältniß zu den Blumenblättern, häufig auch Staubweg oder Narbe, ja bei oberständigem Fruchtknoten, das Verhältniß des letzteren zu den ihn umgebenden Blüthentheilen nachweisen. Ein noch etwas tieferer Querschnitt wird selten überflüssig sein; bei Blüthen mit unterständigem Fruchtknoten dürfen auch Querschnitte in verschiedenen Höhen durch den letztern nicht unterlassen werden. Durch solche Querschnitte, die übrigens nicht zu dünn sein dürfen, indem sonst die einzelnen Theile leicht auseinander fallen, erhält man wirkliche Blüthengrundrisse, man orientirt sich durch selbige aufs leichteste über die ganze Anordnung der Blüthentheile; man erkennt deutlich die verschiedenen Blattkreise, man sieht, wie sich die Kelch- und Blumenblätter in der Knospenlage verhalten, wie die Anthere vor dem Aufspringen beschaffen ist, ob Kelch- und Blumenblätter, dergleichen die Staubfäden mit einander abwechseln oder nicht, man erkennt das Verhältniß der Fruchtknotenfächer zum vorhergehenden Blattkreis u. s. w. (Auf Tafel III, Fig. 12 habe ich einen derartigen Querschnitt durch die Knospe von *Anacamptis pyramidalis* abgebildet, häufig erhält man, wie hier, mit dem Knospenquerschnitt auch einen Querschnitt durch das Deckblatt, welcher die Knospe entsprossen.) Bei solchen Querschnitten hat man indeß sehr darauf zu achten, daß man nicht durch Berührung mit der Nadel oder sonstigen Instrumenten etwas verschiebt; bei jungen Knospen wird dies bei einiger Vorsicht leicht zu vermeiden sein; Knospen, welche dem Aufbrechen nahe sind, kann man aus diesem Grunde nicht mehr zum Querschnitt benutzen. Man hebt diese Querschnitte, wie überhaupt alle Arten von Schnitte, mit einem feinen Haarpinsel vom Messer. Schnitte,

die nicht ganz wagerecht durch die Knospe gingen, sind überall zu verwerfen.

Außer den besprochenen Querschnitten, die ich für eine genauere Blütenanalyse überaus wichtig halte, sind auch Längsschnitte genau durch die Mitte der Knospen in Richtungen, welche durch den Querschnitt bestimmt werden, erforderlich; man orientirt sich durch sie aufs leichteste, 1. über die Einfügung der Blumenblätter und Staubfäden, ob selbige mit den Kelchblättern in nahebei gleicher Höhe entspringen oder ob sie von einem Discus getragen werden, ob bei Blüten mit verwachsener Corolle die Filamente der Antheren mit der letzteren verbunden sind, und wo sie sich von ihr trennen, 2. über die Stellung des Fruchtknotens zu den übrigen Blüthentheilen, ob er ober-, mittel- oder unterständig ist; wie der Staubweg mit ihm verbunden ist und auf welche Weise der Staubwegcanal mit den Fruchtknotenfächern in Verbindung steht (diese Frage wird in manchen Fällen nur durch die Entwicklungsgeschichte des Fruchtknotens und Staubweges zu entscheiden sein). Man wird außerdem durch solche Längsschnitte durch die Knospe auf manche interessante Erscheinung geführt werden; ich gebe als Beispiel auf Tafel III, Fig. 17 einen Längsschnitt genau durch die Mitte der ziemlich entwickelten Knospe von *Symphytum asperrimum*, man erkennt hier unter andern, daß die sogenannten Hohlschuppen (*fornices*) der *Borragineen*blüthen gewissermaßen taschenartige Erhebungen der Blumenblätter sind; (Auf Fig. 18 derselben Tafel gebe ich die Corolle mit den Staubfäden ausgebreitet; man erblickt auf Fig. 14 bei *Anchusa variegata* die Oeffnung der Taschen nach Aufsen). Die Quer- und Längsschnitte der Knospe geben außerdem über die Art der Behaarung vortreffliche Aufschlüsse. Bei

den Compositen hat man einen Längsschnitt durch die Mitte des ganzen Köpfchens und außerdem die besprochenen Quer- und Längsschnitte durch die Einzelblüthen auszuführen.

Wenn man so mit der Blüthe im Allgemeinen bekannt ist, wendet man sich zur Untersuchung der einzelnen Theile derselben.

a) Für das Deckblatt und den Kelch gilt das über die anatomische Untersuchung der Blätter im Allgemeinen gesagte, für eine Blüthenanalyse hat man hier zunächst die äußere Beschaffenheit, z. B. die Gestalt, die Färbung, die Art der Behaarung, dann aber auch die saftige, holzige, lederartige oder trockne Beschaffenheit der Gewebe und ihre Veränderungen nach der Blüthezeit zu beachten.

b) Für die Blumenblätter möchte ebenfalls wenig zu erwähnen sein, durch dünne Quer- und Längsschnitte zwischen Kork wird man den Bau der Blumenblätter und ihrer Oberhaut erfahren, durch eine Betrachtung des ganzen Blumenblattes von oben bei schwacher Vergrößerung oder bei auffallendem Licht wird man über die Vertheilung der Gefäßbündel in selbigen, die oftmals eine so zierliche Zeichnung der Blumenblätter veranlassen, ins Klare kommen. Der häufig schön gefärbte flüssige Zellinhalt ist hier besonders zu beachten. Die Gestalt der Blumenblätter, ihre Farbe und ihre äußere Beschaffenheit, wird bei der Blüthenanalyse besonders hervorzuheben sein.

c) Für die Staubfäden ist eine genaue Untersuchung der Anthere unerlässlich, man muß dieselbe aus der Knospe, (im noch geschlossenen Zustande) und kurz vor und nach dem Aufspringen der Staubbeutel untersuchen; in letzterem Falle ist ein Querschnitt selten ausführbar. In der Regel wird man die Anthere der Knospe vierfährig finden; das

Parenchymband, welches die zwei Fächer jeder Seite trennt, wird später ganz oder theilweise resorbirt, so daß die Anthere zur Zeit der Blüthe nur zweifächrig erscheint. Es giebt dagegen auch ein- und zweifächrige Antheren; einfächrig ist die Anthere von *Callytris*, wahrscheinlich auch die Anthere aller Coniferen und Cycadeen; zweifächrige Antheren finden sich unter den Amaranthaceen, (*Gomphrena decumbens*, *Alternanthera diffusa*, *Albersia* und *Celosia* besitzen dagegen normale vierfächrige Antheren). Die Anthere von *Meryolix serrulata* entwickelt ihren Pollen in getrennten Gruppen von Mutterzellen, erst später verschwindet das Parenchym, welches diese Gruppen trennte; die Anthere öffnet sich, den übrigen Onagrarien ähnlich, mit zwei Längspalten; auch bei *Viscum* erscheinen die Mutterzellen in Gruppen, durch Parenchym von einander getrennt. Da man nicht immer diese Verhältnisse vorher bestimmen kann, so ist ein Querschnitt durch die Anthere einer Knospe für eine genaue Blütenanalyse unerläßlich, man hat bei ihm außerdem noch auf das Verhältniß des Connectivs oder Mittelbandes, das immer durch sein Gefäßbündel charakterisirt wird, zu den Antherenfächern und auf die Wandung der letzteren selbst, namentlich auf die meistens dort vorhandenen Zellen mit zierlichem Spiralbande zu achten.

In morphologischer Beziehung ist die Art der Befestigung der Antheren auf dem Filament, die Art ihres Aufspringens, die Gestalt der Staubbeutel, ob sie nach Oben und Unten Verlängerungen besitzen, (besonders für die Compositen wichtig), ob zu beiden Seiten des Connectivs die Fächer normal entwickelt sind, oder ob nur die eine Seite Pollen entwickelt (*Salvia*), zu beachten. Auch die Gestalt des Staubbeutelträgers, ob er kurz oder lang, gerade oder

gebogen, einfach oder mit Anhängseln versehen (*Asclepias*, *Borrago*) ist, muß genau beobachtet werden; ferner hat man auf die Einfügung desselben, ob er getrennt oder mit den andern Staubbeutelträgern verwachsen auftritt, und auf die Art dieser Verwachsung u. s. w. zu achten.

Für jede vollständige Blütenanalyse ist auch der Inhalt der Anthere, der reife Pollen, sehr wichtig, man untersucht denselben sowohl trocken, als unter Wasser, unter Citronenöl und unter concentrirter Schwefelsäure; in einigen Fällen wird es auch zweckmäßiger sein, ihn mit Chlorzink-Jodlösung zu behandeln. Beim Pollen ist namentlich auf die Zahl seiner Häute und auf die zum Austritt des Pollenschlauches bestimmten Oeffnungen, deren Zahl und Anordnung, ob sie, wie häufig in Vertiefungen (Längsfalten) der äußeren Pollenhaut liegen (meistens nur bei der Betrachtung des Pollens ohne Wasser erkennbar), ob sie, wie bei *Stellaria* mit Deckelchen versehen sind u. s. w. zu achten. Auch der Bau der äußeren Haut, die oft die zierlichsten Formen annimmt, (*Cichoraceae*, *Stellaria*, *Cucurbitaceae*, *Amaranthaceae*) und die Färbung dieser Haut durch concentrirte Schwefelsäure verdient Beachtung. Von den Pollinarien der *Asclepiadeen* erhält man zwischen Kork dünne Querschnitte, man erkennt alsdann in der lederartigen Umhüllung (bei Anwendung concentrirter Schwefelsäure färbt sich dieselbe roth), ein Secret der Pollenzellen. Bei den *Orchideen* hat man die Pollenmassen in ihrem Zusammenhang mit dem Viscinstrang des sogenannten Rostellums (der Viscin absondernden Drüse), dann einzelne Lappen der Pollenmasse und zuletzt einzelne Pollenkörner und zwar letztere unter verschiedenen Medien zu untersuchen. Häufig wird es sehr werthvoll sein, den Austritt des Pollenschlauches selbst zu beobachten, namentlich da,

wo nur eine Pollenhaut vorhanden scheint; in der Regel ist es nicht schwer, sich durch Uebertragen des Pollens auf die Narbe der Pflanzen Pollenschläuche zu verschaffen, in 1 bis 8 Tagen pflegen dieselben zahlreich vorhanden zu sein. Der Saft, den die Narbe von *Hoja carnos*a absondert, ist für die Bildung der Pollenschläuche sehr geeignet, bringt man den Pollen anderer Pflanzen auf deren Narbenkörper, so erhält man meistens sehr schöne Pollenschläuche; die Anwendung von Zuckerwasser hat seltener ein günstiges Resultat.

d) Für Staubweg und Narbe, diese mögen nun einfach oder in der Mehrzahl vorhanden sein, sind in der Regel dünne Längsschnitte ausreichend, für die Narbe hat man zunächst auf die, eine Flüssigkeit absondernde Oberhaut, die meistens papillenartig entwickelt ist, zu achten; für den Staubweg wird der Verlauf seines Canals und das leitende Zellgewebe desselben, zunächst wichtig sein. Ein dünner Querschnitt durch den Staubweg leistet oftmals gute Dienste, man erkennt durch ihn auch die Vertheilung der Gefäßbündel im Staubweg.

e) Für die Untersuchung des Fruchtknotens sind sehr dünne Querschnitte in verschiedenen Höhen nothwendig, man muß, wenn der Fruchtknoten mehrfächrig zu sein scheint, sich bisweilen noch mit Hülfe der Nadel unter dem einfachen Mikroskop überzeugen, ob dies wirklich der Fall ist. Sehr viele Fruchtknoten, die in den meisten Handbüchern als mehrfächrig mit centralem Samenträger angegeben, sind in der Wirklichkeit einfächrig mit mehreren wandständigen sich dicht an einander legenden Samenträgern versehen, als Beispiel erwähne ich die Gattungen *Oenothera*, *Clarkia*, *Fuchsia*, *Escallonia*, die Cucurbitaceen u. s. w.

Bei den drei genannten Onagrarien sind 4 wandständige Samenträger, die auf dem Querschnitt leistenartig in die Fruchtknotenöhle vorspringen und an ihrem Ende sich nach beiden Seiten, an jeder Seite eine Samenknospe tragend, ausbreiten und dicht an einander legen, vorhanden; zwischen den vier sich berührenden Samenträgern bleibt ein freier Raum, der gewissermaßen eine Fortsetzung des Staubwegcanals bildet; im unteren Theile des Fruchtknotens sind die 4 Samenträger mit einander verwachsen. (Fig. 1 und 2 auf Tafel IV geben dünne Querschnitte aus der obern Hälfte des Fruchtknotens von *Oenothera*.) — Bei den erwähnten Querschnitten durch den Fruchtknoten ist außerdem auf die Anordnung der Samenträger und die Vertheilung der Samenknospen an letzteren zu achten; auch die Vertheilung der Gefäßbündel im Fruchtknoten und im Samenträger verdient Beachtung, desgleichen die Behaarung des Fruchtknotens.

Der Längsschnitt durch die Mitte des Fruchtknotens richtet sich theils nach der Anordnung der Samenträger, theils nach der Stellung des Staubwegs und der Narben; sehr häufig wird man Längsschnitte in verschiedenen Richtungen, durch die Mitte des Fruchtknotens und wenn es möglich ist, auch durch die Mitte des Staubwegs und durch einen Theil der Narbe geführt, darstellen müssen; noch häufiger wird man, wenn dies nicht möglich ist, Narbe und Staubweg für sich untersuchen müssen. Bei diesen Längsschnitten durch den Fruchtknoten hat man wiederum besonders auf das Verhalten der Samenträger und Samenknospen, auf die Stellung der letzteren, auf die Verbindung des Staubwegcanals mit der Fruchtknotenöhle, auf die Vertheilung der aus dem Stengel in den Fruchtknoten überge-

henden Gefäßbündel und deren weitere Verzweigung in die übrigen Blüthentheile zu achten.

Der wichtigste Theil des Fruchtknotens ist die Samenknospe, eine genaue Blütenanalyse muß deshalb auch über ihr Verhalten zur Blüthezeit Auskunft geben.

f) Für die Samenknospe ist dreierlei hervorzuheben: 1. die Anwesenheit und die Zahl der Knospenhüllen, 2. die Richtung der Samenknospe, namentlich für die Lage des Knospenmunds, d. h. desjenigen Punktes, wo die Knospenhüllen endigen, zum Anheftungspunkt der Samenknospe, 3. die Lage und das Verhalten des Embryosacks zum Knospenkern.

Diese Fragen lassen sich nur in den wenigsten Fällen durch die Betrachtung der ganzen Samenknospen lösen; bei den Orchideen, bei *Monotropa*, bei den *Pyrola*-arten, deren Samenknospen sehr klein und durchsichtig sind, und deren weiche Beschaffenheit kein Präpariren zuläßt, ist dies schon durch eine genaue Einstellung möglich. In den meisten Fällen wird man dagegen dünne Längsschnitte, genau durch die Mitte der Samenknospe anfertigen müssen; in einzelnen Fällen, z. B. bei *Oenothera* gelingt dies am besten bei Anfertigung dünner Längsschnitte durch den Fruchtknoten selbst; unter den vielen durchschnittenen Samenknospen findet man hier und da eine, welche vom Schnitt richtig getroffen ward, diese muß man dann mit Hülfe des einfachen Mikroskops herauslesen; bei andern Pflanzen, z. B. bei *Iris* und bei *Cucurbita* ist dagegen ein dünner Querschnitt durch den Fruchtknoten vortheilhafter. In den allermeisten Fällen wird man die Samenknospe selbst ablösen, dieselbe auf den Zeigefinger bringen und mit Hülfe eines sehr scharfen, hohlgeschliffenen Rasirmessers durch zwei Schnitte so

zerlegen müssen, daß man eine dünne Längslamelle, welche genau die Mitte der Samenknospe bildet, erhält. Man verfährt hier am besten, indem man erst die eine Seite der Samenknospe hinwegnimmt, darauf die letztere mit Hülfe eines feinen Haarpinsels umwendet und nunmehr auch die andere Seite der Samenknospe entfernt. Man bringt den so erhaltenen Schnitt unters Mikroskop; ist er im allgemeinen gelungen, so kann man ihn häufig durch einen dritten oder vierten Schnitt in derselben Weise ausgeführt, verbessern. Ueber die richtige Lage kleiner Samenknospen auf dem Finger orientirt man sich erst mit Hülfe der Loupe. Die Samenknospen sämtlicher Personaten, der Labiaten, Borragineen, der Coniferen u. s. w. verlangen eine solche Behandlung.

In einzelnen Fällen wird man auch mit den gelungensten Schnitten über die Anwesenheit der Knospenhüllen nicht ins Klare kommen, dies gilt besonders für die Fälle wo der Knospenkern sehr unentwickelt ist und sehr früh vom Embryosack verdrängt wird, hier kann es ohne die Entwicklungsgeschichte zweifelhaft bleiben, ob ein nackter Knospenkern, oder ein einfaches sehr entwickeltes Integument vorhanden ist; als Beispiel erwähne ich *Asclepias syriaca*, deren Entwicklungsgeschichte ich im Abschnitt VI dieses Werkes vollständig geben werde.

Für die Richtung der Samenknospe will ich nur 3 Haupttypen hervorheben, *a*) die geradläufige (orthotrope) Samenknospe, wo der Knospenmund in einer geraden Linie über dem Anheftungspunkt liegt. (*Hydrocharis*, *Taxus*, *Juglans*, Taf. VI. Fig. 8.) *b*) die gegenläufige (anatrope) Samenknospe, wo der Knospenmund neben dem Anheftungspunkt liegt und wo das Gefäßbündel des Knospenträgers (die Raphe) längs der einen Seite der Samenknospe verläuft (*Cucurbitaceae*,

Irideae, Liliaceae, Impatiens, Viola, Orchideae Taf. VI. Fig. 4.). Bei dieser und der vorigen Samenknospe liegt der Knospengrund (Chalaza, der Ort wo das Gefäßbündel des Knospenträgers endet) dem Knospenmunde gegenüber, der Knospenkern und Embryosack sind nicht gekrümmt, c) die gekrümmte (campylotrope) Samenknospe, hier hat die Entwicklung sämtlicher Theile nur einseitig stattgefunden, der Knospenmund liegt neben dem Anheftungspunkt, die Raphe ist sehr kurz, der Embryosack ist gekrümmt (Capsella, die Amaranthaceen, Taf. VI. Fig. 9.). Die zahlreichen Zwischenformen und Modificationen dieser Typen, die zum Theil besondere Namen erhalten, aber durch selbige lange nicht genügend zu charakterisiren sind, übergehe ich mit Stillschweigen, eine genaue Zeichnung der untersuchten Samenknospe wird jederzeit besser wie die weitläufigste Beschreibung ihre Eigenschaften darthun.

In Betreff des Embryosacks hat man namentlich auf dessen Verhalten zum Knospenkern zu achten; bei den Orchideen und Personaten wird der Knospenkern frühzeitig vom Embryosack verdrängt; bei den Rhinanthaceen, Orobanchen, Acanthaceen und Labiaten bildet der Embryosack oft sehr bedeutende Aussackungen, welche das Parenchym des einfachen Integuments resorbirend, dasselbe durchbrechen und oftmals frei in die Fruchtknotenöhle treten; nur ganz dünne, genau durch die Mitte der Samenknospe geführte Längsschnitte können dies oft höchst interessante Verhalten des Embryosacks deutlich machen. Für das Nähere verweise ich auf meine von der ersten Klasse des Königl. Instituts der Niederlande gekrönte Preisschrift. Ferner hat man auf das Vorhandensein eines wirklichen Endosperms zur Blüthezeit zu achten (Personaten, Hallorageen, Hippurideen); auch ist es

nicht unwichtig sich von dem etwanigen Vorhandensein einzelner Zellen in der Spitze oder an beiden Polen des Embryosacks zu überzeugen.

Mancherlei Nebenorgane der Blüthe als sogenannte Nebenstaubfäden, Nectarien, Discus u. s. w. will ich nicht besonders aufführen, wer den von mir beschriebenen Untersuchungsgang genau befolgt, der wird unmöglich irgend ein solches Organ, wenn es vorhanden ist, übersehen können. Die Deutung dieser Organe ist zum größten Theil nach der Entwicklungsgeschichte zur Lösung vorbehalten.

g) Für die Untersuchung der reifen Frucht gilt im allgemeinen das für die Untersuchung des Fruchtknotens angegebene Verfahren, man hat hier in anatomischer Hinsicht namentlich auf die Veränderungen in der Ausbildung der Gewebe, auf stattgefundene Resorptionen u. s. w. zu achten; in morphologischer Beziehung wird die Gestalt und die Art des Aufspringens der Frucht wichtig, auch hat man die Veränderungen der übrigen Blüthentheile, ob sie bald nach der Blüthe abfallen, oder ob sie verbleiben und welchen Antheil sie an der Bildung der Frucht oder des Fruchtstandes nehmen, zu berücksichtigen.

h) Der reife Same wird ähnlich wie die Samenknospe untersucht, in morphologischer Beziehung hat man auf seine Gestalt und auf die Beschaffenheit seiner Außenfläche zu sehen. Durch dünne Querschnitte und Längsschnitte überzeugt man sich von den Veränderungen des einfachen oder doppelten Integuments zur Samenschale; vom Vorhandensein oder Fehlen des vormaligen Knospenkernes, dessen Gewebe, wenn es in der Frucht vorhanden ist, als Perisperm bezeichnet wird (*Nymphaeaceae*); von dem Vorhandensein oder Fehlen des Sameneiweißes oder Endosperms, eines im

Innern des Embryosacks entstandenen Parenchyms, (Euphorbiaceae, Rhinanthaceae) und endlich von der Beschaffenheit der Zellen des Embryon selbst. Bei diesen Untersuchungen ist der Inhalt der Zellen durch Jod und Chlorzink-Jodlösung zu prüfen.

Für das Embryon selbst und dessen Lage im reifen Samen, ist eine Theilung des letzteren in zwei gleiche Hälften, desgleichen ein nicht allzu dünner Querschnitt oftmals vortheilhaft; harte Samen erweicht man zweckmäfsig durch 24 stündiges Liegen in Wasser, nicht selten wird auch ein Freipräpariren des ganzen Embryon aus dem Samen vortheilhaft sein; man wird denselben in schwierigen Fällen mit auffallendem Licht unter schwacher Vergrößerung von mehreren Seiten betrachten und auf die mannigfachste Weise beleuchten müssen. Das Embryon der dicotyledonen Pflanzen wird selten für die Untersuchung schwierig sein, man unterscheidet bei ihm die Achse desselben, d. h. den ungetheilten Körper, welcher in der Richtung des Knospennundes als Würzelchen, an dem anderen Ende dagegen zwischen den beiden Samenlappen als Terminalknospe (Plumula) endet und die beiden Samenlappen, welche aus dieser Achse hervorgehen; die Coniferen, Tilia und einige andere Pflanzen haben mehr als 2 Samenlappen; die Cuscutaceen, Monotropa, unter den Monocotyledonen die Orchideen, besitzen dagegen gar keine Samenlappen. Die Terminalknospe des Embryon ist bei einigen Pflanzen sehr entwickelt (bei Tropaeolum sind schon 2 Blätter vollständig angelegt) bei anderen dagegen nur als unbedeutender Hügel zwischen den Samenlappen vorhanden, (Pedicularis, Impatiens, Hippuris). Das Embryon der monocotyledonen Pflanzen bietet der Untersuchung in der Regel gröfsere, oft nur durch die Entwicklungsgeschichte zu be-

seitigende Schwierigkeiten. Gelungene Längsschnitte sind hier sehr wichtig; bei den Gramineen erkennt man durch sie die Entwicklung der Nebenwurzeln, (die Radicula verkümmert) und das Auftreten einer nur mit zwei Gefäßbündeln versehenen Scheide aus der die ersten Blätter des Embryon später hervorbrechen. (Auf Tafel V. *) gebe ich das reife Embryon von *Triticum fastuosum*). Hier ist noch sehr viel zu thun, noch manches Räthsel aufzuklären.

Die Gestalt und Lage des Embryon und das Vorhandensein oder Fehlen des Sameneiweißes sind für die systematische Botanik sehr wichtig.

Die Bewegung des Zellsafts möchte hier am passendsten ihren Platz finden, man sieht sie nicht bei allen Pflanzen, obschon sich vermuthen läßt, daß sie in allen lebhaft vegetirenden Pflanzenzellen vorkommt. Am einfachsten ist sie in den Wurzelhaaren von *Hydrocharis Morsus ranae*; man muß die Pflanze an einem warmen Sommertage möglichst frisch benutzen; die Wurzelhaare, welche schlaff herunter hängen, zeigen sie nicht mehr, dagegen vermißt man sie bei denjenigen, welche wagrecht von der langen dünnen Wurzel abstehen, selten. Man bringt ein Stück der letzteren in Wasser unters Mikroskop, legt eine Deckplatte auf und betrachtet ein besonderes Haar anhaltend und aufmerksam; selten braucht man lange zu warten; die Bewegung scheint zu Anfang manchmal gestört zu sein, sie tritt dann meistens nach einigen Minuten wieder hervor. Der Strom verläuft längs der Wandung der Zellen, man sieht ihn an der Spitze des Haares deutlich umbiegen. Auch das junge Blatt von *Hydrocharis*, desgleichen das Blatt von

*) Taf. V. Fig. 10 — 15. Siehe die Erklärung dieser Tafel.

Stratiotes aloides und *Valisneria spiralis* zeigen dieselbe Bewegung auf dünnen Schnitten; bei *Valisneria* werden gröfsere Chlorophyllkörner von dem Strome fortgeführt. Complicirter ist die Bewegung in den Staubfadenhaaren von *Tradescantia*, dort sind gröfsere an der Wandung verlaufende und kleinere vom Cytblasten zur Wandung gehende Ströme sichtbar, die Richtung der letzteren ändert sich häufig, sie brechen ab und es entstehen neue. Die Haare junger Fruchtknoten von *Oenothera* und *Clarkia* zeigen ganz ähnliche Saftbewegungen. Warme helle Tage und ganz frische Pflanzen sind für diese Beobachtungen nothwendig. Die Saftbewegung in den Parenchymzellen, z. B. aus der Schneebeere, in den jüngsten Endospermzellen von *Pedicularis* u. s. w. ist viel seltener zu beobachten, hier kommt es zunächst auf einen glücklich getroffenen Zustand an. So beobachtete ich, freilich nur zweimal, aber in der gröfsesten Vollkommenheit, eine sehr complicirte Saftstörung in der Aussackung des Embryosacks von *Pedicularis sylvatica*. Wer diese Erscheinungen nur ein paarmal mit Aufmerksamkeit beobachtet hat, überzeugt sich leicht, dafs hier von keinem Gefäfssystem im Innern der Zelle die Rede sein kann, dafs die Bewegung vielmehr von einer Flüssigkeit herrührt, die von dem übrigen flüssigen Zellinhalt verschieden ist und sich nicht mit selbigem mischt. Jod, sowie Jod und Schwefelsäure färben die strömende Flüssigkeit gelb, die Bewegung hört alsdann natürlich auf.

II. Untersuchungsgang für die Entwicklungsgeschichte.

Für die Entwicklungsgeschichte ist es, wenn sie wirklich wissenschaftlichen Werth besitzen soll, nothwendig, bis auf das erste Entstehen einer Pflanze oder eines Pflanzentheiles zurückzugehen; die Entwicklungsgeschichte des Embryon hat deshalb das Entstehen der ersten Zelle desselben mit Sicherheit nachzuweisen, die Entwicklungsgeschichte der Blüthe muß deshalb mit dem Auftreten der Blütenachse als einfaches, rundes, zelliges Körperchen in der Achsel des Deckblattes beginnen; wenn sie nicht so weit zurückgeht und nicht von diesem Punkte aus ohne Uebersprung wichtiger Momente sicher vorwärtsschreitet, so ist sie unvollständig und in manchen Fällen unzureichend; wo sie dagegen vollständig ist, d. h. wo sie durch eine Reihe einander folgender Entwicklungsstufen gesichert ist, da wird sie für die Wissenschaft von großem Nutzen, ja oft der einzige Weg zur richtigen Deutung. Für die Entwicklungsgeschichte sind immer nur ganz frische Pflanzen brauchbar.

Den Gang der Entwicklungsgeschichte für die einzelnen Gruppen der Kryptogamen zu bezeichnen, wird, bei der Mannigfaltigkeit derselben, nicht allein langweilig, sondern auch kaum ausführbar sein. Ich habe in der ersten Hälfte dieses Abschnittes bei ihnen schon auf mancherlei hingewiesen und will hier nur kurz dasjenige erwähnen, was ich zur Zeit zur Förderung der Wissenschaft der Untersuchung namentlich empfehlen möchte. Dahin gehören zunächst: Keimungsgeschichten sämmtlicher Kryptogamen; wie dieselben anzustellen sind, kann ich nur für wenig Fälle (für Farrenkräuter und Lebermoose) aus eigener Erfahrung angeben.

Nach der Eigenthümlichkeit der Pflanze muß sich hier sowohl das Verfahren, sie zur Keimung zu bringen als der Gang der Untersuchung richten. Als andere höchst wichtige Fragen bezeichne ich die Entwicklung der Fortpflanzungsorgane, insbesondere das Entstehen der Pistille und Keimorgane der höheren Kryptogamen und ihr bisher noch unerklärtes Verhältniß zu den Antheridien; ferner die Bildung der Frucht innerhalb des Pistills oder der jungen Pflanze innerhalb des Keimorgans, ebenso die Entwicklung der Sporen innerhalb der Sporenfrüchte oder Sporangien, desgleichen das Vorkommen von Brutknospen, das Entstehen derselben und deren Entwicklung zur jungen Pflanze und endlich die Entwicklung der wirklichen Antheridien und der Spiralfadenzellen in ihnen.

Außer den genannten Fragen würden nach der Eigenthümlichkeit der Gruppen, ja nach der Eigenthümlichkeit der Gattungen hier noch viele interessante Aufgaben zu stellen sein. Für die höheren Algen wäre z. B. die Art ihres Wachstums und insbesondere die Art der Verdickung ihres perennirenden, vom Haftorgan ausgehenden Stockes, zu erforschen; für die Pilze wäre namentlich auf das Verhalten ihrer Zellmembran im jungen und alten Zustande gegen chemische Agentien zu achten; für die beblätterten Lebermoose wäre eine Entwicklungsgeschichte des sogenannten Kelchs, für den nur einige genaue Untersuchungen vorhanden sind, wünschenswerth; für alle mit Stamm und Blättern versehene Kryptogamen würde eine Entwicklungsgeschichte ihres Stammes und ihrer Blätter jedenfalls willkommen sein.

Das Keimen der Farrnkräuter bewirkt man am besten durch gröblich zerschnittene Stücke eines reife Sporen tragenden Blattes, die man in einem flachen irdenen Gefäß auf

feuchte Gartenerde legt und mit einer Glastafel bedeckt; die Erde muß hinreichend feucht erhalten und das Gefäß an einen mäßig warmen schattigen Ort aufgestellt werden. Nach vierzehn Tagen bis fünf Wochen pflegen die Sporen zu keimen (*Pteris serrulata* keimt besonders leicht), ein grüner Anflug ist das erste Wahrzeichen der Keimung. Man hebt einige Sporen heraus und spült sie ab. Die Antheridien sind an den jüngeren Exemplaren oft am schönsten zu beobachten. Wenn der Vorkeim blattartig geworden, macht man Querschnitte zwischen Kork; dies ist namentlich für das Keimorgan und dessen Entwicklungsgeschichte wichtig; das Keimorgan ist anfangs geschlossen, es öffnet sich erst später^{*)}. Die sichere Beobachtung des Entstehens der ersten Zelle zur Anlage der jungen Pflanze innerhalb dieses Keimorgans würde für die Wissenschaft höchst wünschenswerth sein. Für die Spiralfäden wird ihre Entwicklung, ihr Entschlüpfen aus den Antheridien und Schleimzellen, die Zahl ihrer Windungen, deren Wimperbekleidung, sowie die blasige Anschwellung des einen Endes, (Taf. VI. Fig. 10—12.), desgleichen die Art ihrer Bewegung und ihr Verhalten zu den chemischen Agentien wichtig. — Die Lebermoosporen keimen meistens leicht auf weißem feuchten Sand unter einer Glasglocke (*Pellia* keimt schon in wenig Tagen), die mit einer doppelten Haut versehenen Sporen brauchen etwas längere Zeit.

Die Entwicklung der Pistille verfolgt man bei Laub- und Lebermoosen in der Regel am besten auf dünnen Längsschnitten durch die Mitte des jungen Stammes; man findet sie wie das Keimorgan der Farrenkräuter anfänglich immer

^{*)} Linnaea. Jahrg. 1849. pag. 751 u. ff.

geschlossen, erst später öffnen sie sich an ihrer Spitze. Für die Entwicklung der Sporenfrucht und Sporen sind dünne Längs- und Querschnitte durch die jüngsten Fruchtanlagen bis zur reifen Frucht nothwendig, die Anwendung der Reagentien wird hier sehr wesentlich sein. Für das Entstehen der Brutknospen ist die Umwandlung der einzelnen Zellen der Mutterpflanze und deren weitere Entwicklung zur Brutknospe durch Längs- und Querschnitte oder durch sorgfältiges Ablösen der betreffenden Theile zu erforschen. (Bei *Blasia* bleiben die Brutknospen noch eine zeitlang durch einen mehrgliedrigen Zellenstiel mit der Mutterpflanze verbunden.) Bei den Lebermoosen sind die Pistille immer früher als der Kelch vorhanden, die Bildung des letzteren scheint nur, wenn eine Fruchtanlage im Innern des Pistills entstanden ist, zu erfolgen; der Kelch entsteht nicht aus verwachsenen Blättern, er erhebt sich als eine ringförmige Wulst um die Pistille. (*Liocblaena lanceolata*, *Frullania dilatata*.) Für alle diese Untersuchungen wird das Präparirstativ sehr gute Dienste leisten.

Die Entwicklungsgeschichte des Stengels und Blattes, der Kryptogamen, desgleichen ihrer Gefäßbündel, verlangt denselben Untersuchungsgang wie die betreffenden Theile der Phanerogamen.

Methode für die Entwicklungsgeschichte des Stammes und der Blätter, desgleichen der Gefäßbündel in ihnen.

Für die Entwicklungsgeschichte des Stammes und der Blätter kann man zwei Wege wählen; der erste beschäftigt sich mit der keimenden Pflanze, der andere mit der Unter-

suchung der Knospe und des jungen Zweiges; zur Erreichung eines recht sicheren Resultates ist es zweckmäßig, beide Wege zu verfolgen. Für beide Untersuchungen sind zunächst recht dünne Längsschnitte senkrecht und zwar genau durch die Mitte der Stammspitze geführt, nothwendig. Wenn der Schnitt so ist, wie er sein muß, so wird man die Stammspitze, gleichgültig, ob von einem Keimling oder aus einer Knospe, als kleine mehr oder weniger kegelförmige, von einem Epithelium bekleidete, vollkommen geschlossene Erhebung und unter derselben ein aus kleinen, mit körnigen Massen dichtgefüllten, Zellen bestehendes Gewebe, dessen Inhalt sich durch Jod hochgelb färbt, finden. Dieses Gewebe verliert sich etwas tiefer in die verschiedenen Gewebe des Stammes, bei dicotyledonen Pflanzen sieht man den Uebergang des ersteren in Mark, Holz, Cambium und Rinde, bei den monocotyledonen und kryptogamen Pflanzen dagegen in Parenchym und Gefäßsbündel. Bei einem sehr gelungenen Längsschnitt durch die Spitze eines jungen Zweiges kann man das Alter der Zellen genau studiren, um so tiefer selbige liegen, um so mehr sind sie, sowohl in ihrer Länge und Breite als in dem Grade ihrer Verdickung entwickelt, je weiter nach der Spitze, um so unentwickelter, um so jünger sind sie. Behandelt man einen solchen Schnitt mit Jod und Schwefelsäure, so färben sich die untern Theile desselben augenblicklich blau, nach der Spitze zu erfolgt diese Färbung erst ganz allmählig und durch die verschiedensten Nüancen von Gelb, durch Roth und Violett zu Blau; das kegelförmige Ende des Stammes wird oftmals erst nach mehreren Stunden blau gefärbt.

Unter diesem kegelförmigen Stammende (der Terminalknospe oder dem *Punctum vegetationis*) sieht man bei ganz

gelungenen Schnitten zu beiden Seiten andere kleine zellige Erhebungen, die mit demselben Epithelium wie der Vegetationspunkt bekleidet sind, und die aus denselben Zellen wie das Gewebe des letzteren bestehen. Je weiter man am Stamm abwärts geht, um so mehr entwickelt erscheinen diese Erhebungen; man erkennt sehr bald in ihnen die Anfänge der Blätter. Wenn der Schnitt, was freilich nur selten der Fall sein wird, so recht gelungen ist, so erkennt man, dass die Zellen der Spitze dieser Blattanlagen größer und entwickelter, die Zellen der Basis des Blattes dagegen kleiner, unentwickelter sind; Jod und Schwefelsäure färbt die Zellen der Blattspitze augenblicklich blau, während die tiefer gelegenen Zellen und namentlich die Zellen der Basis der Blätter sich genau so verhalten wie diejenigen der Spitze des Stammes und sich dadurch als jünger erweisen. Aus diesem Verhalten, das sowohl für den Stamm der Phanerogamen als der Kryptogamen gültig (ja bei Sphagnum und den beblätterten Lebermoosen überaus schön und bestimmt zu beobachten ist), ersieht man zur Genüge den direkten Unterschied des Wachstums zwischen Stamm und Blatt, der Stamm oder die Achse wächst an seiner Spitze, das Blatt an seinem Grunde, die Spitze der Achse ist der jüngste, die Spitze des Blattes dagegen der älteste Theil.

Führt man jetzt dünne Querschnitte dicht unter dem Vegetationspunkt, so wird man bei dicotyledonen Pflanzen (*Viscum*, *Pinus*, *Tilia*) mehrere getrennte Gefäßbündel, deren Holzkörper dem Mark, deren Cambium dagegen der Rinde zugewandt ist, erblicken; diese Gefäßbündel sind durch ein oft sehr breites Parenchymband, welches Mark und Rindenparenchym verbindet, getrennt; im ganz jungen Zustande

sind die Holz- und Gefäßzellen kaum vom Cambium zu unterscheiden, Bastzellen sind meistens noch gar nicht vorhanden, später sondern sich die Theile schärfer, es treten an der Außenseite des Cambiums Bastzellen auf, die Gefäßbündel breiten sich aus, das Parenchym, das sie anfänglich trennte, verschwindet bis auf einen geringen Ueberrest, den wir in den Markstrahlen wiedererkennen. Es ist ein geschlossener Holzring entstanden, der alljährlich durch das Cambium im Umfang zunimmt, indem sich vom Cambium aus nach Innen neues Holz, nach Außen neue Rinde bildet. Bei den Kryptogamen und Monocotyledonen, wo das Cambium durch seine Lage keiner solchen Holz- und Rindebildung fähig ist, wächst der Stamm nicht in die Dicke, sondern nur der Länge nach. Für die Bildung des jungen Holzes sind Quer- und Längsschnitte nach zwei Richtungen, im Frühjahr und Sommer angestellt, nothwendig, die Schnitte müssen äußerst dünn, namentlich muß das Cambium recht glatt durchschnitten sein. Es ist vortheilhaft, diese Schnitte für einige Minuten in verdünnte Kalilauge zu legen, die Cambiumzellen werden dadurch häufig klarer. In den jungen Holzzellen von Pinus Abies wird man sowohl eine deutliche Spirale, als das allmälige Entstehen der Tüpfel beobachten können.

Der vorhin für die Bildung des Stammes und der Blätter besprochene sehr dünne Längsschnitt aus der Spitze eines ganz jungen Zweiges giebt auch für das Entstehen der Gefäßbündel genügend Auskunft. Man sieht, wie alle Theile desselben, Cambium, Holz, Gefäße und Bastzellen aus dem kleinzelligen Gewebe unterhalb des Vegetationspunktes hervorgehen, man kann, von diesem Punkte nach abwärts gehend, bei sehr gelungenen Schnitten die weitere Ausbildung dieser

Zellen verfolgen, und besonders in den Gefäßzellen das ganz allmähliche Auftreten ihrer eigenthümlichen Verdickungsschichten wahrnehmen. Man sieht ferner wie eine Zellvermehrung, namentlich, ja vielleicht allein, in dem Gewebe unterhalb der Stammspitze und im Cambium der dicotyledonen Pflanzen erfolgt, wie dagegen das Wachsthum der vom Vegetationspunkt entfernteren Theile, vornämlich in einem Größerwerden der Zellen und zwar besonders in einer Längsstreckung derselben beruht. — Zellen - Vermehrung und Zellen - Ausdehnung sind überhaupt zwei wesentlich verschiedene Dinge, welche man für die Entwicklungsgeschichte sehr genau beachten muß.

Wo junge Blätter entstehen, sieht man bei dicotyledonen Pflanzen und eben so bei den monocotyledonen Pflanzen, welche ich in dieser Beziehung untersucht habe (*Epipogon*, *Goodeyra*), an der Außenseite des Gefäßbündels das Entstehen eines Gefäßbündelzweiges, der sich ins Parenchym des jungen Blattes verliert und mit demselben von der Basis aus fortwächst. Das Gefäßbündel eines noch nicht ausgebildeten Blattes ist wie das Blatt in seiner Spitze entwickelter als an seiner Basis, wo es sich noch durch Zellvermehrung fortbildet. Das Bildungsverhältniß der Blätter scheint mir, wenigstens für die dicotyledonen Pflanzen von der Lage des Cambium im Stamme abhängig; in der Nähe des Cambium und zwar durch letzteres bedingt, liegt der Heerd der Zellvermehrung des Blattes. Das Blatt unterscheidet sich demnach von der Achse dadurch, daß seine fortbildungsfähigen Zellen an der Basis desselben, bei der Achse dagegen an deren Spitze liegen. Derselbe Wachstumsunterschied gilt auch für die monocotyledonen und die höheren kryptogamischen Gewächse, denen zwar ein concentrisches Cam-

bium fehlt, und deren Stamm sich aus diesem Grunde nicht verdicken, auch keine neue Blätter bilden kann; die Blattbildung dieser Gewächse beschränkt sich allein auf den unter dem Vegetationspunkt gelegenen oberen Theil des Stammes, hier zieht sich, wie man auf dünnen Längsschnitten leicht beobachten kann, die Bildungsschicht unter dem Vegetationspunkt mantelförmig um den centralen Theil des Stammes herab, bis sie sich in einer gewissen Tiefe verliert.

Die Gefäßsbündel der Monocotyledonen wachsen nur an ihrer Spitze, die Gefäßsbündel der Dicotyledonen sowohl an ihrer Spitze wie in ihrem Umfang, da sie an beiden Orten fortbildungsfähiges Zellgewebe besitzen; das Gefäßsbündel der Monocotyledonen verzweigt sich deshalb wie es scheint nur an seiner Spitze, während das dicotyledone Gefäßsbündel auch Seitenäste in neu entstehende Knospen und Wurzeln ausschickt. Die Gefäßsbündel scheinen bei allen Pflanzen, wo selbige überhaupt vorhanden sind, in einem bestimmten Zusammenhang, welcher durch ihre Entstehung selbst bedingt wird, zu stehen. Es ist deshalb unrichtig den Stamm als aus verwachsenen Blättern entstanden, zu betrachten, die Entwicklungsgeschichte beweist das directe Gegentheil. Beim dicotyledonen Embryon ist der einfache Centraltheil, die Achse früher vorhanden; die beiden Samensappen entwickeln sich zu beiden Seiten aus demselben, zwischen ihnen liegt die Plumula, welche dem Vegetationspunkt der Stammspitze entspricht. Die beiden ersten Blätter sind hier somit aus dem Stamm, durch Theilung desselben, nicht aber umgekehrt der Stamm durch Verwachsen zweier Blätter entstanden. Der weitere Verlauf der Entwicklungsgeschichte bestätigt ganz dasselbe, wo neue Blätter entstehen, bildet sich zunächst ein Seitenast des Gefäßsbündels

im Stamm und über demselben eine kleine zellige Erhebung; die mit der Entwicklung ihres Gefäßbündels fortschreitend, zum Blatte wird, das Blatt empfängt somit seine Gefäßbündel vom Stamm, aber niemals tritt aus dem Blatte ein neues Gefäßbündel heraus, um sich mit den Gefäßbündeln des Stammes zu verbinden. Ganz dasselbe gilt für das Entstehen neuer Knospen in den Achseln der Blätter; die erste Anlage zur neuen Knospe und ebenso zur Nebenwurzel geht immer vom Gefäßbündel des Stammes aus, in der Achsen- spitze sowie im Cambium der Gefäßbündel des Stammes und zwar hier allein liegt der Heerd der Neubildungen für Knospen und für Blätter (Taf. V. Fig. 9.).

Ich habe mich hier länger verweilen müssen, weil mir dieser überaus wichtige Punkt noch lange nicht genug gewürdigt scheint, und wir der gründlichen Untersuchungen über denselben nicht viele besitzen. Man hat hier namentlich auf sehr gelungene Schnitte zu achten; die schiefen Schnitte haben, wie ich glaube, gerade hier manchen Irrthum veranlaßt; man hütet sich vor ihnen am besten, wenn man mit einem recht scharfen Rasirmesser möglichst feine Längsschnitte durch die Stammspitze anfertigt und dieselben neben einander unters Mikroskop schiebt und unter ihnen denjenigen auswählt, welcher 1. vollkommen senkrecht den Stengel durchschneidet und 2. genau die Mitte desselben darstellt. Ich habe zu diesem Zweck auf Taf. V. Fig. 8. einen solchen gelungenen Längsschnitt abgebildet. Das Punctum vegetationis erscheint dann immer als kleiner Kegel; wo dasselbe als solcher fehlt, ist der Schnitt entweder nicht gerade oder nicht genau durch die Mitte gegangen. Ferner hat man hier vor allen Dingen Zellenvermehrung und Zellenvergrößerung genau zu unterscheiden.

Methode für die Entwicklungsgeschichte der Blüthe.

Die Entwicklungsgeschichte der Blüthe hat schon ungleich grössere Schwierigkeiten, man hat bei der Kleinheit des Gegenstandes die Richtung des Schnittes nicht immer in seiner Gewalt, man muß daher oftmals aus sehr vielen Schnitten diejenigen wählen, welche in der rechten Richtung getroffen sind; um dies genau bestimmen zu können, muß man indess schon Untersuchungen der Art gemacht haben. Bei unregelmäßigen Blüthen wird die Sache noch ungleich schwieriger, außerdem geht das Wachsthum der verschiedenen Blattkreise nicht immer gleichen Schritt, die Blumenblätter, obschon jederzeit früher als die Staubfäden angelegt, bleiben häufig in ihrer weiteren Entwicklung hinter letzteren zurück, und können deshalb bisweilen übersehen werden. Die späteren Verwachsungen der ursprünglich getrennt auftretenden Blattkreise vieler Blumen vermehren noch diese Schwierigkeiten. Ich rathe deshalb jedem Anfänger, ehe er sich an die Entwicklungsgeschichte unregelmäßiger Blüthen begiebt, sich zuvor durch gründliche Untersuchungen über die Entwicklung der regelmäßigen Blüthe genau zu orientiren; als sehr geeignet für diese Untersuchungen empfehle ich aus eigener Erfahrung *Oenothera*, *Clarkia*, *Epilobium*. Man hat hier, um sich die Sache zu erleichtern, namentlich Pflanzen mit ähren- oder rispenartigen Blüthenständen, ferner nur wenig behaarte Pflanzen zu wählen, weil der Längsschnitt durch die Mitte einer solchen Blüthenähre in den Achseln der Deckblätter zu gleicher Zeit verschiedene Entwicklungsstufen der Blüthe darbietet, und weil bei unbehaarten Blüthen die Beobachtung ungleich sicherer ist, indem

sich zwischen den Haaren selbst oft Luft ansammelt, die erst durch Alkohol, dessen Anwendung bei so jungen Gegenständen oft nicht rathsam ist, entfernt werden muß.

Es giebt auch hier zwei Wege der Untersuchung 1. ein Freipräpariren der auf einander folgenden Stadien der Blütenanlage unter dem einfachen Mikroskop und 2. die Darstellung höchst zarter in bestimmten Richtungen geführter Längs- und Querschnitte durch den ganzen Blütenstand. Ich muß dem zweiten Verfahren entschieden das Wort reden, es führt, wie ich aus eigener Erfahrung weiß, viel rascher und viel sicherer zum Ziel, es gewährt einen viel genaueren Blick in die inneren Verhältnisse der Blüthe und ihrer Theile, es ist endlich bei einiger Uebung ungleich bequemer und leichter ausführbar. Beim Freipräpariren ist man, selbst bei der größten Gewandtheit in Führung der Nadeln, niemals ganz vor Verletzungen gesichert, die Beobachtung selbst wird endlich, da man die Blütenanlage nicht wie bei dem Verfahren durch den Schnitt als Flächenansicht, sondern als Körper bei sehr verschiedener Einstellung betrachten muß, erschwert. In manchen Fällen, z. B. für die Entwicklung der Grasblüthe, wird man zweckmäßig beide Methoden anwenden.

Zur Untersuchung wählt man zunächst die allerjüngsten Blütenzweige, man macht Längsschnitte aus freier Hand; der Schnitt muß hinreichend dünn, genau die Mittellamelle des Blütenzweiges darstellen, man muß an ihm die Terminalknospe und unterhalb derselben die werdenden Blätter erblicken; in den etwas tiefer gelegenen Blättern (hier Deckblätter genannt) wird man die erste Anlage der Blüten, als rundes zelliges Körperchen, der ersten Anlage einer Blattknospe durchaus ähnlich, erblicken; dies zellige Körperchen ist die eigentliche Achse der Blüthe. In der Achsel der etwas

tiefer gelegenen Blätter wird man im Umkreis dieses zelligen Körperchens die Kelchblätter als runde Wärcchen hervortreten sehen, wo der Schnitt eine solche Blütenanlage halbt hat, wird man zwischen den Kelchrudimenten die Spitze der Blütenachse als runde Erhebung (als Terminalknospe oder Vegetationspunkt) erblicken. Noch weiter abwärts wird man auf einem solchen Schnitt das Auftreten des zweiten Blattkreises, darauf des dritten u. s. w. wahrnehmen (Taf. VI. Fig. 8.).

Hat man sich durch Längsschnitte einigermaßen orientirt, so verfertigt man dünne Querschnitte, von der Spitze des Blütenstandes ausgehend; hier ist oftmals, da die Stellung der Blütenanlage zur Hauptachse (zum gemeinschaftlichen Blütenstiel) meistens ein etwas seitlicher ist, ein etwas schief gegen die Hauptachse geneigter Schnitt empfehlenswerth, dies wird namentlich für die tiefer gelegenen Blütenanlagen gelten. Für die Untersuchung kommt es hier zunächst auf scharfe, sich genau mit der Längsachse der Blütenanlage kreuzende Querschnitte an, man muß deshalb aus der großen Menge von durchschnittenen Blütenrudimenten, die ein einziger solcher Schnitt zu liefern pflegt, diejenigen herauswählen, welche vom Messer in der rechten Richtung getroffen sind. Man wird oft lange schneiden müssen, ehe man für die verschiedenen Entwicklungsstadien die nöthigen vollkommenen Präparate erhält.

Da eine lückenfreie Reihenfolge der Entwicklungsstufen hier durchaus nothwendig ist, so halte ich es für sehr zweckmäßig alle gelungenen Quer- und Längsschnitte dieser Art in ihren Umrissen genau zu zeichnen, wenn man alsdann die Längs- und Querschnitte gleicher Entwicklungsstufen mit einander vergleicht, kann das Verständniß derselben

nicht fehlen. Die wenigen Beispiele, die ich auf Taf. II — VI gegeben, werden dies beweisen, sie werden zugleich besser wie eine langweilige Beschreibung dasjenige zeigen, worauf man zu achten hat und wie sich dasselbe nach diesem Untersuchungsverfahren dem Auge darstellt. Für die Untersuchung selbst muß ich noch bemerken, daß zur Verbesserung des Längsschnittes, durch Entfernung störender Theile und ebenso zum Isoliren der brauchbaren Präparate eines durch den ganzen Blütenstand geführten Querschnittes das einfache Mikroskop unentbehrlich ist. Den Längsschnitt wird man häufig durch mehrmaligen Gebrauch des Rasirmessers zu verbessern haben.

Für die Entwicklungsgeschichte der Blüte hat man beim Querschnitt vor allem zu achten:

1. Auf die Reihenfolge der Blattkreise und auf die Zahl derselben.

2. Auf die Stellung der Theile eines Blattkreises zu den Theilen des vorhergehenden; wenn diese Theile nicht mit einander abwechseln, so darf man ein Fehlschlagen des zwischen beiden liegenden Blattkreises annehmen und hat zunächst nach den Rudimenten des sich nicht ausbildenden Blattkreises zu suchen. (Das Auffinden derselben gelingt nur verhältnißmäßig selten).

3. Auf die Zahl der Theile jedes Blattkreises und deren Uebereinstimmung mit einander. Wo der eine Blattkreis weniger Theile wie der vorhergehende besitzt, erkennt man in der Regel schon an der Stellung zu den Theilen des vorhandenen das Fehlschlagen des einen oder anderen Organs, man hat dann ebenfalls nach ihrer Anlage zu suchen und wird sie nicht selten als unscheinbare Wärzchen an ihrer richtigen Stelle finden. Wenn dagegen, was freilich sehr

selten der Fall ist, ein Kreis mehr Theile wie der vorhergehende besitzt, so ist zunächst darauf zu sehen, ob der vorhergehende Kreis vollständig ist und ob die überzähligen Theile des folgenden Kreises wirklich diesem Kreise angehören.

4. Auf das sogenannte Verwachsen der anfänglich getrennt auftretenden Theile des einen oder anderen Blattkreises; dasselbe erkennt man nur durch Vergleichung glücklich geführter Querschnitte aus verschiedenen Entwicklungsstadien.

5. Auf den Bau der Antheren, ob sie bis zu einer gewissen Zeit ein- zwei- oder vierfächrig sind.

6. Auf die den Fruchtknoten bildenden Theile. Der oberständige Fruchtknoten kann aus der Achse, aber auch aus Blättern gebildet werden; der Blattfruchtknoten kann aus einem, aber auch aus mehreren Blättern entstehen, die Zahl dieser Theile steht selten zu den Theilen der vorhergehenden Blattkreise in einiger Beziehung. In sehr vielen Fällen wird die Deutung ob Achsen- oder Blattfruchtknoten zweifelhaft bleiben; hier kann nur eine ganz genaue Beachtung der Zellenvermehrung im Fruchtknoten, ob dieselbe an der Spitze oder an der Basis erfolgt, entscheiden. Der unterständige Fruchtknoten ist immer Achsengebilde.

7. Auf das Entstehen der Samenträger und der Samenknospen, ihres Kernes, ihrer Hüllen, und ihres Embryosacks. Diese Untersuchung ist sehr wichtig, man erfährt durch sie, ob man es mit wahren oder falschen Scheidewänden zu thun hat; falsch sind dieselben bei *Oenothera*, *Clarkia*, *Epilobium*, den *Cucurbitaceen*, *Pyrola*, *Monotropa* u. s. w., dort sind sie nur scheinbar und zwar durch die wandständigen Samenträger gebildet. (Tal. IV. Fig. 1 — 2).

Ueber Narbe und Staubweg wird der Querschnitt nur selten genügende Auskunft geben.

Beim Längsschnitt hat man zu achten.

1. Auf die anfängliche Einfügung der Theile eines oder mehrerer Blattkreise und auf deren spätere Stellung, ob dieselbe unverändert geblieben, oder ob die Theile des einen oder anderen Blattkreises höher hinaufgerückt sind; ferner auf die Bildung eines Discus, auf das Entstehen appendiculärer Organe, auf die Entwicklung der Haare u. s. w.

2. Auf die Entwicklung des Fruchtknotens, ob sich eine oder mehrere Höhlungen in der Spitze eines früher flachen, aber nunmehr gewölbten Kegels bilden und wie sich ein solcher Fruchtknoten weiter entwickelt, ob er an seiner Spitze oder an seiner Basis wächst; wie sich Narbe und Staubweg bilden; wie sich die Samenträger verhalten u. s. w.

3. Auf den Zusammenhang des Staubwegcanals mit der Fruchtknotenöhle; dieser Verbindungsweg wird oftmals nur durch die Entwicklungsgeschichte der Blüthe richtig erkannt, ein Vergleich gelungener Längsschnitte verschiedener Stadien läßt über ihn niemals in Zweifel. (Taf. IV. Fig. 5 u. 8).

Ueber die Entwicklungsgeschichte der Samenknospe spreche ich weiter oben, bei der Entstehung des Embryon.

Die Benennung des Verwachsens für vereinigte Blüthen- theile, z. B. für die sogenannten verwachsenen Blumenblätter der Gamopetalen enthält in vielen Fällen einen unrichtigen Begriff; die anfänglich als getrennte Theile hervortretenden Blumen- oder Kelchblätter, verwachsen nicht späterhin am Grunde mit einander; im Verlauf ihrer an der Basis fortschreitenden Entwicklung unterbleibt nur späterhin die Trennung, man sollte demnach richtiger von nicht getrennten Blumenblättern reden. Eine wirkliche Verwachsung er-

folgt dagegen beim Narbenkörper der Apocynen und Asclepiadeen, dort verwachsen die beiden anfänglich vollständig getrennten Narben eines jeden Fruchtknotens erst später mit einander zu einem Ganzen. (Man vergleiche die Entwicklungsgeschichte von *Asclepias syriaca* im folgenden Abschnitt).

Methode für die Entwicklungsgeschichte des Pflanzenembryon.

Wer mit irgend einigem Erfolg diese schwierigste aller anatomisch-physiologischen Untersuchungen ausführen will, der muß sich zunächst durch die Entwicklungsgeschichte mit dem Bau des Fruchtknotens, des Staubwegs und der Narbe, der von ihm zu untersuchenden Pflanze und ebenso mit der Entwicklung ihrer Samenknospen genau bekannt machen; der muß wenigstens bei einigen Pflanzen den Staubwegcanal der unbestäubten und ebenfalls den Staubwegcanal einer von ihm selbst bestäubten Blüthe genau untersuchen, um den Weg der Pollenschläuche und die Veränderungen, welche sie im Staubwegcanal hervorgerufen, kennen zu lernen; der muß endlich und zwar in allen Fällen den Zustand der Samenknospe und des Embryosacks zur Blüthezeit, ehe ein Pollenschlauch die Samenknospe erreicht, recht gründlich untersuchen, und namentlich auf den Inhalt des Embryosacks aufs genaueste achten, da es nur auf diese Weise möglich ist über die später durch den Pollenschlauch hervorgerufenen Veränderungen ein richtiges Urtheil zu gewinnen.

Um den Verlauf der Pollenschläuche von der Narbe bis in die Fruchtknotenhöhle zu verfolgen, bestäubt man sich am besten selbst die Blüthen. Man untersucht dann täglich

eine oder mehrere derselben, indem man dünne Längsschnitte aus der Mitte des Staubwegs und Fruchtknotens darstellt, und erfährt dabei zugleich die Zeit, welche der Pollen etwa gebraucht um Schläuche zu treiben und selbige bis in die Fruchtknotenöhle zu schicken. Bei recht gelungenen Längsschnitten ist es oft vortheilhaft die Wandungen des Staubwegcanals unter dem einfachen Mikroskop mit der Nadel etwas von einander zu entfernen, man sieht dann häufig ein starkes Bündel Pollenschläuche mit Zellen des leitenden Zellgewebes untermischt und kann dasselbe nicht selten unter dem einfachen Mikroskop mit der Nadel bis in die Fruchtknotenöhle verfolgen. Bei Pflanzen mit langem dünnen, bald dahinwelkenden Staubweg ist es mir fast niemals gelungen den Lauf der Pollenschläuche ohne Unterbrechung zu verfolgen, bei Pflanzen mit kurzem fleischigen Staubweg ist es dagegen oftmals gar nicht schwer; am günstigsten sind für diese Beobachtung die Orchideen. Wenn man den Staubweg der vor 8 Tagen bestäubten Blüthe einer *Epipactis* auf die angegebene Weise untersucht, so wird man sich über die ungeheure Zahl der Pollenschläuche verwundern und selbige mit Leichtigkeit in starken Strängen bis zu den Samenknospen verfolgen können. Auch *Viola tricolor*, sowie *Ribes nigrum* und *rubrum* sind hier zu empfehlen; für die erstere Pflanze wählt man eben verwelkende Blüthen, man findet hier nicht selten verzweigte Pollenschläuche; noch häufiger trifft man die letzteren bei *Oenothera muricata*.

Für die Entwicklungsgeschichte der Samenknospe läßt sich kein bestimmtes Verfahren angeben, dasselbe muß sich nach der Zahl und Anordnung der Samenknospen im Fruchtknoten richten; danach wird bald der Querschnitt, bald der Längsschnitt bessere Dienste leisten. Man muß das Hervor-

treten des Knospenkerns aus dem Gewebe des Samenträgers als kegelförmiges zelliges Körperchen, das Entstehen der Knospenhüllen als Kreisfalten um selbigen und gleichzeitig die etwaige Krümmung der Samenknospe und das Auftreten und Verhalten des Embryosacks im Knospenkern beachten. Für die Samenknospe ohne Integumente empfehle ich Hippuris und Myriophyllum (die Samenknospe ist hier anatrop, und zwar mit einem Gefäßbündel im nackten Knospenkern versehen), bei Thesium ist der Knospenkern ebenfalls nackt, aber ohne Gefäßbündel. Für Samenknospen mit einem Integument verweise ich auf Juglans, Taxus (orthotrop), Impatiens, die Rhinanthaceen (anatrop, bei letzteren bildet der Embryosack zellenleere Aussackungen, welche im Parenchym des Integuments liegen). Für Samenknospen mit zwei Integumenten empfehle ich Hydrocharis, Polygonum (orthotrop), Viola, Oenothera, die Orchideen (anatrop). Für das Specieilere dieses Abschnittes muß ich auf meine Schrift: »Entwicklungsgeschichte des Pflanzenembryon« *) verweisen.

Die meisten Samenknospen sind zur Blüthezeit so groß, daß sie sich herauslösen und auf den Finger gelegt, durchschneiden lassen; man hat hier vor allen Dingen auf die Richtung des Schnittes zu achten. Man nimmt mit einem äußerst scharfen hohlgeschliffenen Rasirmesser zuerst die eine Seite der Samenknospe hinweg, wendet sie dann mit Hilfe eines feinen Haarpinsels vorsichtig um und entfernt nun ebenfalls durch einen sicheren langsam geführten Schnitt die andere Seite, so daß von der ganzen Samenknospe nur die Mittellamelle, diese aber unversehrt, zurückbleibt. Man

*) Verhandelingen der eerste Klasse van het Koninklyk-Nederlandsche Instituut. 3 Reeks 2te Deel. Amsterdam. 1850. J. C. A. Sulpke.

darf das Präparat während des Schneidens nicht trocken werden lassen, und muß deshalb den Finger feucht erhalten. Das Präparat schiebt man sogleich ohne Deckglas unter's Mikroskop; oft muß ein dritter und vierter, in ähnlicher Weise geführter Schnitt noch mancherlei verbessern. Sehr häufig geht das Präparat dabei zu Grunde, nicht selten gelingt es aber die hie und da störenden Theile glücklich zu entfernen, wozu man häufig auch die Nadel und das einfache Mikroskop benutzen wird. Wenn es möglich ist, wird es wünschenswerth sein, den Embryosack der unbestäubten Blüthe ganz freizulegen, er erscheint alsdann als einfache Zelle, in den meisten Fällen ist er jedoch so zart, daß ein solches Freilegen ihn selbst oder zum wenigsten die in ihm entstandenen Zellen zerstört; es ist in diesem Fall besser, sich mit möglichst dünnen Längsschnitten zu begnügen und den Inhalt des Embryosacks, insbesondere das Vorkommen oder Fehlen von Zellen in selbigem und deren Lage genau zu studiren. Jodlösung ist hier ebenfalls am Platze. Man darf sich hier nicht mit einem Präparate, sei es auch noch so gelungen, begnügen, man muß deren viele und in möglichster Vollkommenheit darstellen und selbige mit einander vergleichen, man wird dann bald sehen, ob eine Zellbildung im Embryosack, noch ehe der Pollenschlauch in die Samenknope eingedrungen, constant stattfindet oder nicht, und welche Deutung diesen Zellen zukommt. (Bei *Lathraea*, *Pedicularis* und *Hippuris* bildet sich schon vor der Befruchtung Endosperm.)

Kennt man nunmehr die Samenknope und insbesondere das Verhalten des Embryosacks vor der Bestäubung, so verfährt man ganz in derselben Weise auch mit den Samenknoepen der bestäubten Blüten. Bei den Orchi-

deen, deren Samenknospen sehr klein und weich sind, ist es nicht möglich, Schnitte durch dieselben zu erhalten, sie sind deshalb für die Entstehung des Embryon selbst nicht brauchbar, d. h. ihre Untersuchung kann keinen entscheidenden Beweis weder für noch wider eine der beiden streitenden Ansichten liefern; dagegen beobachtet man an ihnen mit Leichtigkeit den Eintritt des Pollenschlauchs in den Knospemund. Man braucht die Samenknospen des angeschwollenen Fruchtknotens von *Orchis* nur mit der Nadel abzuheben (dieselben lassen, wenn sie befruchtet sind, sehr leicht vom Samenträger), und man wird oft einen bis fünf Pollenschläuche in einem Knospemund entdecken (häufig wird hier zur Entfernung der Luft ein gelinder Druck durch's Compressorium nothwendig sein). *Euphrasia officinalis* ist für denselben Zweck nicht minder günstig, man braucht den Fruchtknoten einer kürzlich verwelkten Blüthe nur mit der Nadel zu zerreißen, fast jede Samenknospe wird einen Pollenschlauch erhalten haben; *Veronica serpyllifolia* zeigt dasselbe auf dünnen Quer- und Längsschnitten durch den Fruchtknoten der bestäubten Blüthe. Bei einigen Pflanzen ist aus verschiedenen Ursachen der Eintritt der Pollenschläuche in die Samenknospe schwieriger zu beobachten, da selbige zum Theil, so weit sie aus der Samenknospe hängen, sehr bald resorbirt werden (*Ornithogalum*, *Hippuris*), zum Theil aber auch nach der Lage der Samenknospe selbst durch den Schnitt hinweggenommen werden (*Oenothera*); hier findet man den Pollenschlauch bei gelungenen Präparaten entweder innerhalb des Knospemundes oder (wie bei *Oenothera*) auf seinem Durchgang durch den Knospenkern.

Wo es irgend möglich ist, sollte man jetzt Embryosack und Pollenschlauch vollständig freilegen, da dies Ver-

fahren, meiner Ueberzeugung nach, der einzige Weg ist, eine so schwierige Frage vollständig und für immer zu lösen. Nicht überall wird ein vollständiges Freilegen der Spitze des Embryosacks mit dem in selbigen eingedrungenen Pollenschlauch möglich sein; bei *Canna* gelingt es nicht selten. (Ich habe hier mehrmals den eingedrungenen und bereits an seinem Ende angeschwollenen Pollenschlauch umverkehrt aus dem Embryosack herausgezogen, bei *Taxus* ist mir dasselbe mit Pollenschläuchen gelungen, die bereits im *Corpusculum* Zellen entwickelt hatten.) Am günstigsten sind für diesen wichtigsten Punkt der Untersuchung jedenfalls die Personaten, überhaupt diejenigen Pflanzen, bei denen sich die Spitze des Embryosackes niemals mit Zellen füllt und wo die Beschaffenheit der Samenknospe ein gänzlich freilegen der Spitze des Embryosackes zulässt. Als solche empfehle ich aus vielfacher Erfahrung *Lathraea squamaria*, *Pedicularis palustris* und insbesondere *Pedicularis sylvatica*; bei *Lathraea* und der letztgenannten Pflanze bin ich immer am glücklichsten gewesen. Der eigenthümliche Bau der Samenknospe selbst, mit dem man sich zuvor aufs genaueste bekannt zu machen hat, ist hier der Untersuchung sehr günstig, man wird nach der Gestalt der Samenknospe die Richtung des zu führenden Schnittes leicht bestimmen können. Die, wie oben beschrieben, erhaltene Mittellamelle der Samenknospe betrachtet man zuerst unter dem zusammengesetzten Mikroskop und zwar von beiden Seiten, bei etwa 200facher Vergrößerung (mit dem schwächsten Ocular, das überhaupt für diese Untersuchung allein anwendbar ist). Wenn man durch einen neuen Schnitt noch einiges zu verbessern hofft, so merkt man sich genau die Seite und die Stelle, wo noch etwas hinwegzunehmen ist

und richtet danach seinen Schnitt. Das Präparat wird jetzt wieder betrachtet und wenn der Schnitt nach Wunsch gelungen ist, unter das einfache Mikroskop gebracht (eine 15- bis 30fache Vergrößerung ist hier am zweckmäßigsten), um mit der Nadel das die Spitze des Embryosackes umgebende Parenchym zu entfernen. Bei diesen Bemühungen wird es, zumal bei *Lathraea*, wohl selten oder nie gelingen, den ganzen Embryosack mit seinen beiderseitigen wunderlichen Aussackungen unversehrt vollständig freizulegen. Für die Entwicklungsgeschichte des Embryon ist ein vollständiges Freilegen der Spitze des Embryosackes, um das Verhalten dieser Spitze zum eingedrungenen Pollenschlauch gründlich studiren zu können, ausreichend, und dies gelingt bei einiger Ausdauer und Geschicklichkeit gar nicht selten. Eine große Reihe solcher Präparate habe ich als gewichtige Beweise meiner Behauptung unter Chlorcalium bewahrt und kann sie jederzeit als solche vorlegen. Zwei dieser Präparate habe ich auf Fig. 6 u. 7 der Taf. VI aufs genaueste abgebildet. Man wird sowohl bei *Pedicularis* und *Lathraea* selten ein längeres Stück des Pollenschlauches außerhalb der Spitze des Embryosackes finden (derselbe wird im Knospenmund sehr bald erweicht und aufgelöst); bei *Lathraea* wird man häufig in der zellenleeren Spitze des Embryosackes zwei Pollenschläuche antreffen, von diesen gelangt immer nur einer zum Endosperm, um sich dort als Embryon zu entwickeln; diese Pollenschläuche sind häufig, wie auf Fig. 7, oben geschlossen, nicht immer erkennt man an ihnen Ueberreste des im Knospenmund befindlichen Theiles vom Pollenschlauch; dagegen erkennt man zu jeder Zeit, bei genauer Einstellung und richtiger Beleuchtung und bei sorgfältiger Betrachtung des Prä-

parates von beiden Seiten, daß der Schlauch, welcher durch die zellenleere Spitze des Embryosackes geht und ins Endosperm gelangend, zum Embryon wird, nicht innerhalb des Embryosackes entstanden sein kann, vielmehr von außen in denselben eingedrungen sein muß, weil das obere, meistens rundlich geschlossene Ende desselben immer über die Spitze des Embryosackes und zwar oft bedeutend hervorragt und sich überdies an der Stelle, wo der Pollenschlauch eingedrungen ist, in den meisten Fällen ein Zurückweichen der Membran des Embryosackes vor dem eindringenden Pollenschlauch entschieden kundgibt. Durch eine große Reihe auf die angegebene Weise dargestellter Präparate verfolgte ich bei *Lathraea* und *Pedicularis* das Entstehen des Embryon, von der Bildung der ersten Zelle im Innern des Pollenschlauches ausgehend, bis zum Auftreten der beiden Samenlappen. — Wenn das Embryobläschen schon einige Zellen entwickelt hat, entfernt man zweckmäßig das Endosperm; man überzeugt sich hier leicht und sicher von dem Entstehen der ersten Zellen des Embryon im Innern des erwähnten Schlauches; hat man sich aber vorhin und zwar mit Sicherheit über die Deutung dieses Schlauches als eingedrungenen Pollenschlauch entschieden, so kann auch über das Entstehen des Embryon, d. h. über das Entstehen der ersten Zelle desselben im Innern des Pollenschlauches keine weitere Frage sein.

Die Wichtigkeit der Frage und die großen Schwierigkeiten ihrer Lösung ließen mich hier mehr ins Specielle eingehen; es war hier durchaus nothwendig, eine ganz bestimmte Methode anzugeben, da die bisher von Anderen versuchten Methoden, meiner Ansicht nach, nicht ausreichen. Auf die Untersuchung der Orchideen kann ich z. B.

kein Gewicht legen, hier täuschen die Zellen der Integumente zu sehr; nicht viel besser ist es mit anderen Pflanzen, die ein Freilegen der Spitze des Embryosacks unmöglich machen, ich würde dieselben niemals zu dieser Untersuchung wählen, da ich das gänzliche Freilegen der Spitze des Embryosackes für die erste und unerläßliche Bedingung zur Lösung obiger Frage halte, weil es einzig und allein auf diese Weise möglich ist, das wahre Verhältniß des Pollenschlauches zum Embryosack zu ergründen.

Je zahlreicher und lückenfreier die Entwicklungsstufen des Embryon, um so sicherer und werthvoller wird die Untersuchung sein, ich rathe hier, sich nicht zu übereilen, da eine vollständige Untersuchung dieser Art jedenfalls mehr Werth als zehn unvollständige besitzt. Bei dicotyledonen Pflanzen wird man das erste Hervortreten der beiden Samenlappen als kleine Erhebungen der anfangs runden Embryonanlage erkennen, man hat dann weiter auf die Ausbildung dieser Samenlappen und der Achsenspitze (der Plumula) zwischen ihnen zu achten, und namentlich das Verhalten des Embryon im reifen Samen, die Lage und Form desselben, das Vorhandensein oder Fehlen des Eiweißes (bei Nymphaea ist ein doppeltes Eiweiß), die Veränderungen des Integuments durch Resorption oder Zellverdickung u. s. w. zu untersuchen. Beim Albumen ist dessen Inhalt mit Reagentien zu prüfen; die Samenschale, meistens aus den Integumenten entstanden, zeigt oftmals stark verdickte Zellen.

Das Embryon der Monocotyledonen bietet in seiner Gestalt und in der Anordnung seiner Theile weit mehr Verschiedenheiten als das Embryon der Dicotyledonen, eine genaue Untersuchung desselben, verbunden mit einer Keimungsgeschichte, wird für manche Fälle sehr wünschenswerth sein.

Bei der Keimung sowohl monocotyledoner als dicotyledoner Pflanzen ist zuerst eine genaue Untersuchung des Embryon vor der Keimung, ob schon Gefäßbündel vorhanden sind und wie selbige verlaufen, ob in der Plumula Blätter angelegt sind oder nicht, nothwendig; man beobachtet dann in kurzen Zwischenräumen das Weiterschreiten des Keimlings, man achtet wiederum zunächst auf das Wachsthum der Achse (Stamm und Wurzel) und der Blätter und auf die Vertheilung der Gefäßbündel. (Hier sind dünne Längs- und Querschnitte nothwendig.)

Methode für die Entwicklungsgeschichte der Pflanzenzelle.

Die Entwicklungsgeschichte der Pflanzenzelle erfordert im Allgemeinen eine unweit geringere Fertigkeit im Präpariren wie die Entwicklungsgeschichte der Pflanzentheile selbst, aber dennoch gehört sie zu den schwierigsten Fragen. Für ihre Lösung ist ein aufmerksamer, unbefangener, urtheilsfähiger Beobachter, der viel gesehen haben muß und außerdem ein Mikroskop ersten Ranges nothwendig. Die Reagentien wirken hier im Allgemeinen wenig, Jod und Schwefelsäure greift die ganz jungen Zellen zu energisch an, der Zellinhalt gerinnt in der Regel augenblicklich, Jodlösung, Chlorzink-Jodlösung, verdünnte Kalilösung und verdünnte Säuren sind schon eher anzuwenden. Eine große Reihe von Beobachtungen und eine richtige Deutung ihrer Reihenfolge bleibt immer die Hauptsache. Am schwierigsten ist die Beobachtung für das geschlossene Gewebe.

Die Entwicklung unverbundener Zellen studirt man bei Kryptogamen an den Sporen und Brutknospen, bei den Phanerogamen am Blütenstaube. Für Sporen- und Pollenent-

wicklung sind dünne Quer- und Längsschnitte durch die jüngsten Zustände der Sporenfrucht und der Anthere notwendig, man muß so weit zurückgehen, daß man bei Laub- und Lebermoosen (*Hypnum*, *Anthoceros*) nur eine Zellenreihe der ersten Mutterzellen im Umkreis des Mittelsäulehens findet; bei den Farrn muß man mit dem Auftreten des Sporangiums als einfache Zelle beginnen; bei den Phanerogamen muß man ebenfalls so junge Antheren wählen, um mit dem Auftreten einer einzigen Reihe von Mutterzellen in jedem Antherenfach anfangen zu können. Indem man die Größe der Sporenfrucht oder der Blütenknospe genau beachtet, selbige bisweilen mißt und deren Maß notirt, schreitet man ganz allmählig vorwärts. Für die Pollenuntersuchung ist der ährenständige Blütenstand sehr günstig, man beginnt dort mit den Knospen der höchsten Spitze und geht von ihnen langsam, ohne Ueberspringung, nach abwärts. Bei ganz jungen Zuständen werden die Querschnitte am besten durch die ganze Knospe geführt, man isolirt dann die durchschnittenen Antheren unter dem einfachen Mikroskop, betrachtet sie zuerst als Querschnitte, um die Anordnung der Mutterzellen im Antherenfach kennen zu lernen, und löst letztere darauf durch Entfernung des umgebenden Parenchyms mit der Nadel frei. Für die Mutterzellen des Pollens sowohl als der Sporen hat man auf deren Größe, auf die Beschaffenheit ihrer Wandungen, ob selbige mit doppelter oder einfacher Contour sichtbar ist und auf die Reaction derselben gegen Jod, sowie gegen Chlorzink-Jodlösung, ganz besonders aber auf deren Inhalt zu achten. Man hat vornämlich darauf zu sehen, ob ein Cytoblast vorhanden, ob er central oder wandständig ist, ob er eine Anlage zur Theilung zeigt, oder wohl gar schon in der Theilung begriffen

ist, man hat ferner auf die Zahl seiner Kernkörperchen, auf die Vertheilung des meistens körnigen Schleims im Umkreis der Zellwandung (Mohl's Primordialschlauch) und dessen Verhalten zu den Cytoblasten zu sehen. Man hat endlich darauf zu achten, ob diese ersten Mutterzellen wiederum zu Mutterzellen für andere werden, oder ob sich in ihnen sogleich die Sporen der Pollenkörner entwickeln; (bei *Anthoceros* *) ist letzteres der Fall, in der Anthere von *Meriolix* bildet die Mutterzelle erst mehrere Generationen anderer Mutterzellen, ehe sich in der letzten Generation die 4 Pollenkörner entwickeln). Die Zahl dieser Mutterzellen-Generationen wird, da es hier an sicheren Anhaltspunkten für die Entwicklungsstufen fehlt, kaum mit Gewissheit zu bestimmen sein. Der oft sehr körnige Inhalt der Mutterzellen und der Tochterzellen in ihnen erschwert in einzelnen Fällen die Beobachtung, da man hier aber nicht mit einer, sondern einer grossen Menge von Zellen operirt, so muss man aus ihnen die günstigsten wählen; verdünnte Kalilösung bessert hier bisweilen einiges. Man muss die Untersuchung bis zur völligen Ausbildung des Sporen oder des Pollens fortführen, die Anwendung von Jod und Chlorzink-Jodlösung sind für die chemische Beschaffenheit der Zellen und ihres Inhalts wichtig. Ein Maceriren der ganzen Anthere oder Sporenfrucht nach der Schulz'schen Methode und ein nachheriges Behandeln derselben mit Chlorzink-Jodlösung möchte vielleicht nicht unvortheilhaft sein. Für die Behandlung der fertigen Sporen sowie des Pollens verweise ich auf das bei der fertigen Blüthe Gesagte.

Die Entwicklung der Brutknospen, sie mögen sich nun

*) Botanische Zeitung 1850. Pag. 457.

in eigenen Organen oder an bestimmten oder unbestimmten Stellen der Pflanze entwickeln, hat man jederzeit von der ersten Zelle ab zu verfolgen. Die Entwicklung der Brutknospen von *Blasia* liefert viel Interessantes, dort sind dünne Längsschnitte durch den Brutknospen-Apparat nothwendig; bei der sterilen Form von *Jungermannia anomala* entwickeln sich im Winter und Frühjahr aus der Unterseite der jüngsten Blätter ähnliche Brutknospen, hier sind ganz dünne Längsschnitte durch die Mitte des Stengels nothwendig. Auch die Brutknospen der Phanerogamen, z. B. auf dem Blatte von *Bryophyllum* sind hierher zu rechnen, eine genaue Entwicklungsgeschichte derselben von der ersten Zelle an, würde sicherlich von hohem Werthe sein. Für die Brutknospen der Kryptogamen wäre deren weitere Ausbildung zur Pflanze, verbunden mit einer Keimungsgeschichte derselben Pflanzenart, von hoher Bedeutung.

Für die Untersuchung der geschlossenen Gewebe, die wegen der Kleinheit der Zellen und der Menge des körnigen Inhalts in der Regel große Schwierigkeiten darbietet, ist die Spitze der Achse, d. h. des Stammes sowohl als der Wurzel, und die Basis der jungen Blätter; am meisten aber die erste Zellbildung im Embryosack zu empfehlen. Die Entwicklung der Lebermoos- und Sphagnumblätter scheint mir ebenfalls für die Beobachtung günstig zu sein.

Es herrschen über die Zellbildung noch verschiedene Ansichten, man nimmt außer einer Zellbildung in Mutterzellen zum Theil noch eine Zellbildung durch Theilung der zuerst entstandenen Zellen an, man bezweifelt zum Theil noch die Anwesenheit des Cytoblasten und dessen Bedeutung für die Zellbildung; es sei mir deshalb erlaubt meine Ansicht

über Zellenbildung, die sich auf vielfache gründliche Untersuchungen stützt, kurz vorzulegen.

Ich glaube es giebt nur eine Art der Zellenbildung, ein Entstehen von Tochterzellen in Mutterzellen; auch da wo scheinbar eine Theilung der zuerst entstandenen Zelle erfolgt, ist eine Tochterzelle vorhanden, ihre Wandung jedoch so zart, daß selbige nicht immer zu unterscheiden ist. Ich glaube es giebt keine Zellenbildung ohne Cytoblasten; der Cytoblast entsteht durch Theilung eines älteren Cytoblasten, gewöhnlich zerfällt der letztere in zwei Theile; bei *Anthoceros* theilt sich der neu entstandene Cytoblast noch einmal in derselben Weise. Welchen Einfluß der Cytoblast auf das Entstehen der jungen Zelle hat, zeigt sich grade bei *Anthoceros* sehr deutlich; eine Masse von Schleimfäden verläuft vom Umkreis der Mutterzelle zu den Cytoblasten, endlich theilt sich diese Schleimumkleidung der Mutterzelle in vier Theile, in vier ringsum geschlossene Schleimzellen, deren jede ihre Cytoblasten besitzt; dann erst entwickelt sich über die zuerst entstandene stickstoffhaltige Membran das stickstofffreie Zellstoffhäutchen. Im Embryosack der Phanerogamen entsteht ebenfalls zuerst der Cytoblast, ihn umgiebt eine mehr oder weniger mächtige Schleimzone, aus dieser scheint sich die stickstoffhaltige erste Umhüllung (der Primordialschlauch) zu bilden, über selbige erscheint etwas später die Zellstoffzelle. Im Embryosack beginnt die Zellenbildung immer im Umkreis der Membran desselben, es scheint demnach als wenn die stickstoffhaltige Umkleidung der letzteren (der Primordialschlauch) auch hier zur Zellbildung thätig ist. Ich muß demnach zwei Modificationen der übrigens gleichen Zellbildung annehmen, indem

sich das eine Mal der Primordialschlauch der Mutterzelle in so viel Theile theilt als Tochterzellen entstehen, das andere Mal aber eine directe Theilung des Primordialschlauches nicht erfolgt; in beiden Fällen bildet sich die Zellstoffzelle erst später als der Primordialschlauch.

Bei der Theilung des Mutterprimordialschlauches in eine bestimmte Zahl von Tochterprimordialschläuchen (man erlaube mir diesen Ausdruck) wird wahrscheinlich die Zellstoffhülle der Mutterzelle zur Bildung neuer Zellstoffhüllen für die Tochterzellen verbraucht; die Zellstoffhülle der Mutterzelle wird nämlich gleichzeitig mit der Theilung des Mutterprimordialschlauches gallertartig erweicht, später ist sie gänzlich verschwunden, außerdem wird jedenfalls, (ob sogleich oder erst später?) auch vom Primordialschlauch der Tochterzelle aus neuer Zellstoff zur Verdickung der Zellwand gebildet. Das Aufquellen der Mutterzellen beim Entstehen von Tochterzellen hat, wie ich glaube, die Ansicht von der Theilung der ersteren hervorgerufen. Ich selbst werde die nächste Gelegenheit ergreifen, um diesen Punkt, so weit es mir möglich ist, zu erledigen.

VI.

Einige Beispiele für die Entwicklungsgeschichte der Blüten.

Um eine langweilige Erklärung jedes einzelnen Theiles der Figuren zu ersparen und um dieselben auf den ersten Blick verständlicher zu machen, habe ich die einzelnen Theile mit den ersten Buchstaben ihrer lateinischen Benennungen bezeichnet; dieselben sind folgende:

Für die Blüthe:

anth. Anthera.
bract. Bractea.
filam. Filamentum.
gemm. Gemmula.
germ. Germen.
m. poll. Massa pollinis.
pet. Petalum.
sep. Sepalum.
spermoph. Spermophorum.
stigm. Stigma.
styl. Stylus.

Für die Samenknoſpe:

ch. Chalaza.
em. Embryo.
edp. Endosperma.
ie. Integ. extern.
ii. Integ. intern.
is. Integ. simpl.
nc. Nucleus.
sc. Saccul. embryonal.
tp. Tubus pollinis.

Für die regelmässige Blüthe, d. h. für die Blüthe, deren Blattkreise aus einer gleichen Anzahl Blätter gebildet wer-

den, habe ich *Asclepias* gewählt, da sowohl der Bau des Filamentes und der Anthere wie des Fruchtknotens in ihrer weiteren Ausbildung eigenthümliche Abweichungen zeigen.

Für die unregelmäßige Blüthe wählte ich *Stachys* und *Salvia*, weil dort der Staubfadenkreis nicht vollzählig ist und *Cleome*, weil hier gerade dieser Blattkreis mehr Elemente, wie die beiden vorhergehenden Blattkreise besitzt.

Asclepias syriaca.

(Taf. II. u. Taf. III. Fig. 1 – 11).

Die erste Anlage zur Blüthe erscheint als rundes, zelliges Wäzchen in der Achsel eines jungen Deckblattes; ein wenig später zeigen sich auf diesem Wäzchen fünf kleine in einen Kreis gestellte Erhebungen, die fünf Kelchblätter (Fig. 5.). Ein Längsdurchschnitt zeigt in diesem Stadio die Achsenspitze als wenig gewölbte, von den Kelchblättern umgebene Fläche (Fig. 4). Etwas später erscheinen die fünf Blumenblätter, als fünf mit den Kelchblättern, die inzwischen größer geworden, alternirende Erhebungen, bald darauf erscheint ein dritter, aus 5 Wäzchen bestehender Blattkreis (die Antheren), selbige alterniren mit den Blumenblättern (Fig. 6.). Bis dahin erhielt sich die Achsenspitze als gewölbte Fläche, jetzt aber erheben sich aus ihr zwei kleine Wäzchen, die ersten Anlagen des Fruchtknotens (Fig. 6.). Sämmtliche Blüthen-theile sind nunmehr angelegt, sie entwickeln sich mit einander weiter; für den Kelch und die Blumenblätter ist ferner nichts besonderes zu bemerken, die fünf Staubfäden und die beiden Pistille fesseln jetzt allein unsere Aufmerksamkeit. Die Antheren, als rundliche Wäzchen entstanden, erscheinen bald auf dem Querschnitt länglich (Fig. 8.), sie sind, wie der

Längsschnitt (Fig. 7.) zeigt, etwas höher als die Blumenblätter eingefügt; noch etwas später zeigt sich auf dem Querschnitt sowohl das Gefäßsbündel des Comentivs (Fig. 10, *a*) als die Anlage zu den beiden Antherenfächern (Fig. 10, *b. b.*). Die Längsschnitte Fig. 9 u. 11. zeigen ebenfalls das Entstehen der Antherenfächer (*b*), die Spitze der Antheren (*z*) breitet sich schon auf beiden Figuren flächenartig über den Narbenkörper aus, das Filament der Anthere ist noch einfach, ohne irgend ein Anhängsel.

Kehren wir jetzt zu den Pistillen, die wir auf Fig. 6. als zwei kleine warzenförmige Erhebungen, von den Antheren umgeben, verliessen, zurück. Schon auf Fig. 8. sehen wir dieselben als zwei halbmondförmige mit ihren Rändern gegen einander gewandte Organe. (Fig. 7. zeigt dieselben auf dem Längsschnitt). Mit der weiteren Entwicklung vermehrt sich die Krümmung jeder Fruchtknotenanlage, die beiden Ränder nähern sich an der Basis mehr und mehr einander und schlagen sich zuletzt vollständig nach Innen, die höheren Theile des Pistills krümmen sich dagegen nicht in demselben Maasse, ja die Narbe krümmt sich gar nicht, der Staubweg mündet deshalb nicht wie bei anderen Pflanzen auf, sondern unterhalb der Narbe. Die Längsschnitte Fig. 9 u. 11. zeigen bei *a* die Stelle wo der Staubweg endet, später bildet sich dort ein leitendes Gewebe aus langen Papillen bestehend (Taf. III. Fig. 1 *a*), auf Fig. 9 u. 11. ist der Narbenkörper der beiden Pistille noch nicht verwachsen; ein wenig später (auf Fig. 13.) ist schon die Verwachsung erfolgt. Querschnitte durch den Fruchtknoten aus dieser Periode in verschiedenen Höhen, die auf Fig. 13. mit *a' b' c'* und *d'* bezeichnet sind, zeigen auf Fig. 12. das über die Entwicklung jeder einzelnen Fruchtknoten-

anlage vorhin Gesagte; *d'* ist der unterste Theil der beiden jugendlichen Pistille, \ddagger ist eins der Gefäßsbündel des Blütenbodens, \dagger dagegen, das auf *c' b'* und *a'* wiederkehrt, ist das Gefäßsbündel des Pistilles selbst; auf *d'* der Fig. 12. schlagen sich die beiden Ränder eines jeden Pistills vollständig nach Innen, sie bilden später die Samenträger (Taf. III. Fig. 3.); bei *c'* der Fig. 12. ist diese Krümmung noch vorhanden, durch sie entsteht der Staubwegcanal (*x*); auf *b'* der Fig. 12. zeigt sich die Mündung dieses Canals unterhalb des Narbenkörpers, und auf *a'* der Fig. 12. die letzte Spur desselben (*x*) in den beiden bereits verwachsenen Narbenkörpern.

Um die Zeit wo beide Narbenkörper mit einander verwachsen, entsteht unterhalb der bereits ziemlich entwickelten Anthere eine kleine Erhöhung, in deren Achsel sich ein Wärzchen erhebt (Fig. 13. *a* und *b*). Das Gefäßsbündel der Anthere macht jetzt an dieser Stelle eine eigenthümliche Krümmung, die mit der weiteren Entwicklung dieser Anhängsel bedeutend zunimmt. *b* wird zur tutenförmigen Ausbreitung des Filaments, *a* zum Horn, das sich aus ihr erhebt Fig. 1 u. 2. *a* u. *b*).

Wir sind jetzt bis zur vollständigen Entwicklung der Blüthe gekommen; Kelch und Blumenblätter sind nicht verwachsen, beide schlagen sich zur Zeit der Blüthe nach abwärts (Fig. 2 u. 3.); die Filamente der Antheren sind dagegen im unteren Theil mit einander zu einem fleischigen Ring vereinigt; aufser den beiden erwähnten Anhängseln, (*a* u. *b* der Fig. 2.) tritt an jeder Seite der Anthere noch eine flügelartige Ausbreitung des Filaments hervor, je zwei solcher Flügel, verschiedenen Filamenten angehörend, legen sich dicht neben einander (Fig. 1 u. 2 *c*.), während eine dünne hautartige Ausbreitung (*z*) von der Spitze der An-

there ausgehend, den Narbenkörper bedeckt. (Fig. 1. 2. 9. 11. 13.) Die Anthere ist von Anfang an zweifächrig (Taf. II. Fig. 10. u. Taf. III. Fig. 10.); in ihren beiden Fächern entwickeln sich keine vereinzelt liegenden Pollenkörner, wie bei den meisten anderen Pflanzen, sondern eine zusammenhängende, von einer lederartigen Haut umhüllte Pollenmasse. Die Entwicklung der Zellen dieser Pollenmasse konnte ich, des körnigen Inhalts wegen, nicht genau verfolgen; die Mutterzellen, deren erste Urmutterzelle, im Begriff zwei neue Zellen zu bilden, auf Taf. III. Fig. 11. aus einem Querschnitt durch eine ganz junge Anthere, gegeben ist, liegen später in Reihen (Fig. 9 u. 11.). Ein dünner Querschnitt durch die ausgebildete Pollenmasse zeigt auf Taf. III. Fig. 11. die Pollenzellen und die lederartige, sie umhüllende Haut; ich halte die letztere für ein Secret; mit concentrirter Schwefelsäure färbt sich dieselbe burgunderroth, die hie und da zwischen den Pollenzellen ergossene Substanz färbt sich in gleicher Weise.

Der Narbenkörper ist fünfeckig; an fünf bestimmten Stellen desselben ist die Oberhaut papillenartig entwickelt (Taf. III. Fig. 1 u. 2 *y.*). Diese Stellen, die auf dem Querschnitt eine Rinne bilden (Taf. III. Fig. 2.) sondern eine Flüssigkeit aus, die allmähig erhärtet, eine bestimmte Form annimmt und zu der sogenannten Drüse, welche zwei Pollenmassen verbindet, wird. (Taf. III. Fig. 2 und 9 *x.*) Die absondernde Fläche des Narbenkörpers erstreckt sich in einem schwächeren Grade bis zu der Stelle, wo sich das Antherenfach öffnet; das Secret dieser Fläche bildet den Strang, den die sogenannte Drüse (Taf. III. Fig. 9 *x.*) nach beiden Seiten aussendet und der die Pollenmassen trägt. Die Lage der absondernden Fläche des Narbenkörpers über *c.* (Taf. II.

Fig. 1.) bedingt das eigenthümliche Verhältniß, daß eine jede der sogenannten Drüsen zwei Pollenmassen und zwar aus zwei verschiedenen Antheren vereinigt.

Daß man es hier mit keiner wirklichen Drüse, sondern mit einem wahren Secret zu thun habe, zeigt die Entwicklungsgeschichte aufs bestimmteste; auf ganz dünnen Querschnitten durch den Narbenkörper verschiedener Stadien findet man das Secret flüssig; halbflüssig und schon nach Aufsen erhärtet, während die Narbenfläche selbst es, noch durch neue Ausscheidungen vermehrt; die scheinbar zellige Structur der fertigen Masse wird durch den Abdruck der secernirenden Zellen hervorgerufen, ein dünner Schnitt durch diese Masse und eine Behandlung desselben mit Aetzkali zeigt die gleichförmige Beschaffenheit der letzteren. Die sogenannte Drüse der Asclepiadeen ist somit etwas ganz anderes als das Rostellum der Orchideen, das wirklich aus Zellen besteht und als eine wahre Drüse, d. h. als ein Organ, welches eine besondere Flüssigkeit ausscheidet, auftritt. Ich überlasse es Andern, die sogenannte Drüse der Asclepiadeen passend zu benennen, auf Taf. III. Fig. 2 *x*. habe ich dieselbe im dünnen Querschnitt und in ihrer Lage zur secernirenden Fläche des Narbenkörpers abgebildet.

Die Asclepiadeen können, wie längst bekannt, nur durch Insecten oder künstlich befruchtet werden, dicht unter dem Narbenkörper liegt die Stelle, wo Pollenschläuche eindringen können (Taf. III. Fig. 1 *a*.), lange Papillen bezeichnen dieselbe; auch das Epithelium des Filaments der Antheren secernirt an dieser Stelle.

Die beiden Fruchtknoten der fertigen Blüthe bleiben, ob schon ihre Narben verwachsen sind, bis zur Basis vollkommen getrennt, die Samenträger eines jeden Fruchtknotens

breiten sich auf dem Querschnitt nach beiden Seiten aus (Taf. III. Fig. 3.), mehrere Reihen von Samenknospen tragend.

Die Samenknospe hat nur ein Integument, der nur wenig entwickelte Knospenkern verschwindet früh, der Embryosack resorbirt ihn; zur Zeit der Blüthe ist er nicht mehr vorhanden. (Taf. III. Fig. 4—7.)

Das Pistill wächst, wie aus der mitgetheilten Entwicklungsgeschichte deutlich erhellt, an seiner Spitze, die beiden Narben sind zuletzt gebildet, sie entstanden getrennt und vereinigten sich erst später an ihrer Spitze, die fortbildungsfähigen Zellen mußten demnach an dieser Spitze liegen. (Taf. II. Fig. 11 u. 13.) Die Anthere wächst dagegen an ihrer Basis, was hier ganz besonders schön ersichtlich, der Anhängsel z. der Anthere ist schon da, wenn sich die Antherenfächer bilden (Taf. II. Fig. 9. 11. 13 u. 2.); die Anhängsel *a* u. *b* des Filaments (Taf. II. Fig. 13.) entstehen dagegen erst viel später, die sich mit der weiteren Entwicklung gedachter Anhängsel vermehrende Krümmung des Gefäßsbündels deutet ebenfalls auf eine Fortentwicklung des letzteren an dieser Stelle.

Die beiden Narben der getrennten Pistille vereinigen sich hier durch eine wirkliche Verwachsung, während die meisten sogenannten verwachsenen Theile anderer Blüten nur durch nicht erfolgte Trennung ihrer Theile entstanden sind.

Stachys coccinea.

(Taf. IV. Fig. 3—9.)

Die Blütenanlage erhebt sich wie bei *Asclepias* als kleiner zelliger Kegel in der Achsel des Deckblattes, wenig später erscheinen auf ihm wie dort fünf Erhebungen (Fig. 3.),

die fünf Kelchblätter; noch etwas später findet man einen zweiten Kreis aus fünf solcher Erhebungen bestehend, es sind die Blumenblätter, welche mit den zuerst entstandenen Erhebungen, den Kelchblättern, alterniren; dann folgt ein dritter Kreis, der aber nur vier Elemente besitzt (Fig. 4.), die letztern alterniren mit den Anfängen der Blumenblätter, es sind die Antheren, deren fünfte nicht zur Entwicklung gekommen. Höchst wahrscheinlich ist mir, trotz aller Mühe, der Zustand, der ihre verkümmerte Anlage zeigte, entgangen; bei *Salvia nivea* (Taf. IV. Fig. 10.), war ich so glücklich, die drei verkümmerten Antheren in ihrer Anlage (*x.*) nachzuweisen. Die Theile des Kelchs sowohl wie der Blumenkrone entstanden getrennt (Fig. 3 u. 4.), sie verwachsen nicht, diese Trennung unterbleibt vielmehr bei ihrer weiteren Entwicklung. Schon auf Fig. 4. sehen wir die Blumenblätter an ihrer Basis mit einander verbunden. In einem etwas späteren Zustande sind die Theile des Kelchs sowohl als der Blumenkrone vollständig mit einander vereinigt, d. h. in ihren tiefer gelegenen Partien ungetrennt entstanden; hier zeigt sich wieder das dem Blatte entsprechende Wachsen des Kelches und der Blumenkrone; die getrennten Spitzen entstanden zuerst.

Fig. 6 u. 7. sind Querschnitte aus einer und derselben Blüthe in verschiedenen Höhen; auf Fig. 7. sieht man so recht die leere Stelle der fünften, fehlenden Anthere. Ob der Fruchtknoten, wie es mir sowohl hier als bei den *Borragineen* erscheint, wirklich aus vier Theilen entsteht, kann ich, weil die vier Erhebungen nur sehr schwach auftreten, nicht mit Sicherheit behaupten. Die Antheren sind anfänglich nur wenig höher wie die Blumenblätter eingefügt (Fig. 5.). Der Fruchtknoten der *Labiaten* und ebenso der *Borragineen* ist

der Entwicklungsgeschichte nach einfächrig mit zwei wandständigen Samenträgern, deren jeder zwei Samenknospen bildet (Fig. 9.), durch die spätere, ungleiche, wie es scheint nur durch die Ausbildung der vier Samenknospen bedingte, Entwicklung der Fruchtknotenwandung entstehen die vier Scheinnüsse, welche ein Staubwegcanal mit einander verbindet (Fig. 8 a.). Die Samenknospen der Labiaten haben nur ein Integument, bei *Salvia* und *Galeopsis* fand ich Aussackungen des Embryosacks, denen bei *Lathraea* und *Pedicularis* ähnlich.

Salvia nivea.

(Taf. IV. Fig. 10—14.)

Die ersten Entwicklungszustände der Blüthe sind ganz wie bei *Stachys*, der Kelch entsteht zuerst, darauf die Blumenkrone und dann die Antheren. Fig. 10. zeigt einen sehr glücklich ausgefallenen Querschnitt durch die Blütenanlage, noch von dem Deckblatt umhüllt; der Kelch ist schon verwachsen, die Blumenblätter sind dagegen noch getrennt, von den Antheren sind nur zwei als gröfsere runde Wärzchen sichtbar, die drei anderen erscheinen als ganz kleine länglich-runde Erhebungen (*x.*), die Stellung dieser fünf Antheren, der drei abortirenden sowohl wie der zwei sich entwickelnden, alternirt mit den Blumenblättern. Die beiden nicht abortirenden Antheren entwickeln nur an einer Seite Pollen; diese eine Seite ist zweifächrig (Fig. 11.), sie springt zur Zeit der Reife mit einer Längsspalte auf. Das Commentiv dehnt sich später nach beiden Seiten aus und so entsteht endlich (Fig. 12—14.) der so eigenthümlich geformte Staubfaden unserer *Salvia*, wo *a.* die Anthere, *b'* u. *b''* das Commentiv und *c'* das Filament bezeichnet.

Cleome arborea.

(Taf. IV. Fig. 15—18., ferner Taf. V. Fig. 1—7.)

Die erste Blütenanlage erhebt sich wie überall als zelliger Kegel in der Achsel des Deckblattes, bald darauf erscheint die Anlage der vier Kelchblätter (Fig. 15.); ihr folgen die vier, mit letzteren alternirenden Blumenblätter (Fig. 16.), jetzt aber erscheint ein Kreis von sechs Elementen (Fig. 17 u. 18.). Wenn man hier auch zwei viergliedrige Antherenkreise und das Fehlschlagen zweier Elemente des einen dieser Kreise annehmen wollte, so wird diese Vermuthung schon durch die regelmäßige Stellung der sechs Antheren in einen Kreis, die bei allen gelungenen Präparaten wiederkehrt, entkräftet. Der später langgestielte Fruchtknoten erhebt sich als eine solide Säule, an seiner Spitze bildet sich eine kleine, anfangs nur sehr flache Vertiefung (Taf. V. Fig. 1—2.), die Vertiefung nimmt zu, der Fruchtknoten gewinnt die Gestalt eines Bechers (Taf. V. Fig. 2.). Der Rand dieses Bechers verdickt sich später, seine Wandungen nähern sich, sie bilden Narben und Staubweg (Taf. V. Fig. 3.). Der Fruchtknoten ist einfächrig mit zwei wandständigen Samenträgern, deren Entwicklung die Figg. 4. u. 6. der Taf. V. darstellen, die Samenknospe hat zwei Integumente, sie zeigt später eine eigenthümliche Krümmung. Die Anthere ist vierfächrig (Taf. V. Fig. 7.), zur Zeit des Aufspringens dagegen zweifächrig.

VII.

Ueber das Zeichnen naturwissenschaftlicher, insbesondere mikroskopischer Gegenstände.

Für alle Fächer der Naturwissenschaften ist einige Fertigkeit im Zeichnen unentbehrlich; wer das von ihm Beobachtete nicht selbst als Zeichnung wiederzugeben vermag, sondern sich erst fremder Hülfe bedienen muß, wird überall im Nachtheil sein, weil für naturwissenschaftliche Zeichnungen immer zweierlei nothwendig ist: *a*) eine Fertigkeit im Zeichnen, *b*) ein Verständniß des Gegenstandes. Je größer beide sind, um so werthvoller wird die Zeichnung sein; wo eins von beiden fehlt, wird auch die Zeichnung häufig mangelhaft, ja wohl gar unbrauchbar ausfallen.

Unter Fertigkeit im Zeichnen verstehe ich nicht allein eine geschickte Handhabung der Bleifeder oder des Pinsels und eine Kenntniß und richtige Anwendung der Farben, obschon ich auch diese für sehr wichtig halte, nein, vor allen Dingen eine richtige Auffassung der Natur; die Zeichnung muß lebendig sein, man muß aus ihr sogleich ersehen, daß der Zeichner den Charakter des Gegenstandes erkannte und denselben richtig wiederzugeben verstand. Für eine solche Auffassung ist vor allen Dingen nöthig, daß man

richtig sehen lernt, aber nur in der Natur und durch die Natur kann man sehen lernen.

In den Unterrichtsanstalten Deutschlands und Frankreichs ist in neuerer Zeit eine auf dem Princip der Auffassung gegründete Methode des Zeichnenunterrichts eingeführt; es wäre wünschenswerth, daß selbige überall angenommen und über alle Schulen, die höheren sowohl als die niederen, ausgedehnt würde. Eine Zeichnenmethode, welche des Schülers Anschauungs- und Auffassungsvermögen ausbildet, wirkt zu gleicher Zeit auch vortheilhaft auf seinen Verstand, er lernt, indem er zeichnet, den Werth der Verhältnisse zu einander schätzen, er lernt die so wichtigen Gesetze der Perspective und des Schattenfalles kennen; aus der Perspective lernt er wiederum die Entfernungen bestimmen, aus dem Schattenfall die Art der Beleuchtung und ihren Einfluß auf das Hervortreten der Formen und die Nüancirung der Farben verstehen; wer dagegen nur gegebene Bilder nachzeichnet, der wird höchstens genau copiren, aber niemals das Wahre von dem Falschen unterscheiden, niemals die Natur verstehen lernen.

Wenn ich soeben auf die Wichtigkeit eines rationellen Zeichnenunterrichts zur Ausbildung eines jeden jungen Mannes hinwies, so glaube ich zu dieser Behauptung vollkommen berechtigt zu sein; ich habe vorhin gezeigt, wie ein derartiger Zeichnenunterricht das Auge übt und die durch selbiges erregten Geistesfähigkeiten entwickelt. In den Handwerkschulen ist dies längst erkannt, in den Gelehrtenschulen wird dagegen der Zeichnenunterricht mehr als billig vernachlässigt und doch würde sich später so mancher Mediciner, so mancher, der sich den Naturwissenschaften gewidmet, freuen, wenn er ein wenig zeichnen könnte, er würde sich dadurch

sein Studium erleichtern und manches ihm interessante Vorkommen sich und der Wissenschaft als Zeichnung erhalten können. Um einen Gegenstand in der Natur sich und Andern verständlich als Zeichnung wiederzugeben, braucht man kein großer Künstler zu sein, man muß, wie schon erwähnt, nur richtig sehen, man muß nur richtig auffassen können. Es würde endlich keinem Theologen, keinem Juristen schaden, wenn er ein wenig zeichnen könnte, der Mediciner und Naturforscher kann es ohnehin nicht entbehren; man würde manche Dinge in der Natur mit mehr Interesse ansehen, es würde außerdem vielleicht bei manchem ein jetzt schlummerndes Talent geweckt, es würde vielleicht mancher der Kunst zugeführt und manchem eine angenehme Beschäftigung in Mußestunden gegeben werden.

Zum Verständniß des Gegenstandes gehört eine genaue Bekanntschaft desselben in allen seinen Theilen und mit der Bedeutung dieser Theile zum Ganzen. Das Verständniß eines Gegenstandes ist somit von der richtigen Auffassung desselben durchaus verschieden, die letztere erfafst zunächst das Charakteristische, sie giebt einen Totalindruck, bekümmert sich dagegen nicht um Einzelheiten; für das Verständniß sind dagegen auch die letzteren nothwendig. Die Habituszeichnung eines Thieres oder einer Pflanze wird in der Regel von einem wirklichen Künstler ungleich besser wie von einem Manne der Wissenschaft dargestellt, der erstere begnügt sich, wie es hier durchaus richtig ist, mit dem Totalindruck, er vermeidet Alles, was denselben stören könnte, er zeichnet nur das, was er wirklich sieht; der Mann der Wissenschaft bringt dagegen, wenn er nicht gleichzeitig auch Künstler ist, was leider nur sehr selten zusammentrifft, gar leicht zu viel in seine Zeichnung;

es ist aber auch hier wie überall Gesetz, nur das zu zeichnen, was man sieht und wie man es sieht. Für die Habituszeichnung ist der Habitus, d. h. der äußere Charakter des Ganzen, für die Zergliederungen des Gegenstandes sind dagegen die Einzelheiten besonders hervorzuheben, dort ist der Totaleindruck des Gegenstandes, hier sind die einzelnen Theile in ihrer Bedeutung zu einander die Hauptsache. Wie nothwendig es deshalb, namentlich für die Zergliederungen eines Thieres oder einer Pflanze ist, daß der Beobachter selbst zeichnen könne, erhellt hieraus zur Genüge.

In den meisten Fällen wird dem Naturforscher eine Zeichnung mit der Bleifeder, oder noch besser mit Tusche und Pinsel genügen, wer zu zeichnen versteht, kann mit wenig Mitteln viel erreichen, dies beweisen die vortrefflichen Vegetationsansichten der Palmen in Blume's Rumphia; in ihnen hat sich ein Künstler, der die Natur verstand, verewigt; in vielen Fällen wird dagegen auch ein Kenntniß der Farben wünschenswerth sein, für selbige muß man allerdings etwas Farbensinn mitbringen. Die Nüancen der Farben muß man in der Natur studiren, die Mischung der Farben für diese Nüancen wird man am besten von einem tüchtigen Meister oder durch langjährige eigene Uebung erlernen. Zu wissenschaftlichen Zeichnungen sind die Wasserfarben in der Regel ausreichend, ja meistens nur allein anwendbar; die Oelfarben kann man nur für Habituszeichnungen benutzen, die Behandlung derselben verlangt eine besondere Kenntniß; die Aquarellfarben sind aber, mit wenigen Ausnahmen, auch für diesen Zweck genügend. Die englischen Wasserfarben von Ackermann und die französischen Honigfarben von Paillard sind besonders zu empfehlen. Die Honigfarben eignen sich besonders für Habituszeichnungen, sie

geben mehr Körper, die Ackermanschen Farben sind dagegen, wegen ihrer größeren Durchsichtigkeit, für mikroskopische Zeichnungen geeigneter; wer als Botaniker viel zeichnet, muß beide besitzen.

Ueber die Anwendung der Farben läßt sich wenig sagen, man muß sie förmlich studiren. Nur selten wird man reine Farben anwenden können, man muß sie mischen lernen, man muß die Eigenthümlichkeit jeder Farbe, wenn man sie mit Vortheil benutzen will, aufs genaueste kennen, dies gilt insbesondere für die Lasurfarben (Carmin, Carminlack, gebrannte Sienna, Gummi Gutt, Saftgrün, Stil de grain, Biester). Will man z. B. das feurige Roth der Granatblüthe, so legt man mit Gummi-Gutt unter, läßt obige Farbe trocknen und malt mit Carmin über; mischt man dagegen beide Farben mit einander, so erhält man ein ganz anderes, keineswegs brillantes Roth. Für einzelne Nüancen in Violett ist es ebenfalls richtiger, das Blau nicht mit dem Roth zu mischen, sondern beide Farben nach einander anzuwenden. Für die Mischung des Grüns sollte man niemals Berlinerblau benutzen, da selbiges nachdunkelt, d. h. nach einiger Zeit mehr wie anfänglich hervortritt; Indigo und Gummi-Gutt sind dagegen sehr zu empfehlen; für ein glänzendes Grün ist Saftgrün (*vert de vessie*) und Stil-de-grain (*Brown pink* der Ackermanschen Farben) anzuwenden.

Bei Habituszeichnungen ist eine richtige Schattirung wesentlich, ein Untermalen der Schattirungen mit einer unbestimmten Farbe, der sogenannten Neutral-tint, deren man mehrere Nüancen besitzt, ist hier sehr rathsam; man trägt die Schatten in ihrer vollen Stärke auf und setzt dann späterhin die Farbe über. Nur für einzelne der letzteren wirkt die Neutral-tint nachtheilig, der Schatten eines reinen Gelbs

wird durch sie etwas schmutzig, hier unterlegt man entweder gar nicht oder nur sehr schwach. Die Ackermannsche Neutral-tint aller Nüancen hat den großen Vortheil, daß sie die nässeste Farbe verträgt, ohne, wenn sie einmal trocken gewesen, zu verwaschen, die Neutral-tint der Honigfarben kann man, da sie diese Eigenschaft nicht besitzt, zum Untermalen nicht benutzen; ebensowenig kann man chinesische Tusche, wohl aber Sepia für diesen Zweck anwenden. Die chinesischen Tusche benutzt man dagegen mit großem Vortheil für feine und bestimmte Contouren, für welche weder Neutral-tint noch Sepia geeignet sind, nur hüte man sich vor kräftigen Strichen, weil dieselben bei späterer Anwendung einer nassen Farbe erweichen und die letztere schmutzig machen, die kräftigen Striche müssen deshalb zuletzt ausgeführt werden; ebenso benutzt man für ganz dunkle Schattirungen zu allerletzt noch in der Regel die Lasurfarben; auch etwas Gummiwasser oder ein geringer Zusatz arabischen Gummis zur Farbe kann hie und da für diesen Zweck von Wirkung sein.

Schöne Zeichnungen verlangen auch ein schönes Papier, das nach der Art der Zeichnung ein anderes sein muß; für mikroskopische, mit dem Pinsel auszuführende Zeichnungen ist ein glattes englisches Velinzeichnenpapier, für eigentliche Farbenzeichnungen ein minder glattes, für ganz große Habitus- oder Vegetationsbilder sogar ein körniges Papier, wie es der Landschafter anwendet, geeigneter. So unwichtig diese Sache Manchem erscheinen mag, so wesentlich ist sie zur Erreichung wirklich schöner Zeichnungen, es ist ein durchaus falscher Glaube, daß man auf jeglichem Papier gut zeichnen oder malen könne.

Für brauchbare Bleifedern empfehle ich die Fabriken

von Faber sowie von Rehbach; wer mit der Bleifeder schattirt, muß mehrere Sorten besitzen, wer sie nur zur Anlage benutzt, bedarf der harten Sorten nicht. Als Pinsel sind die besten und theuersten wiener oder pariser Pinsel anzurathen; für ganz feine Umriss sind die kleinen Pinsel aus Marderhaar besonders schön; als Schattirpinsel sind die braunhaarigen geeigneter. Man muß der Pinsel mindestens sechs bis acht von verschiedener Dicke und Stumpfheit besitzen; für das Verwaschen breiter Schattirungen sind ganz stumpfe abgemalte Pinsel am vorzüglichsten.

In der Regel benutzt man die Zeichenfeder zu feinen Umrissen, ich gebe dem Pinsel entschieden den Vortzug; die Anwendung des letzteren erfordert dagegen mehr Uebung; wer ihn einmal zu brauchen versteht, wird mit ihm ungleich mehr wie mit der Feder erreichen und ungleich schneller mit ihm vorwärts kommen. Eine mikroskopische Zeichnung mit dem Pinsel ausgeführt, ist überdies viel weicher, es läßt sich durch den Pinsel die relative Stärke und Kraft einer jeden Linie weit besser und getreuer wiedergeben.

Ich halte eine genaue wissenschaftliche Zeichnung für etwas sehr werthvolles und wichtiges, ich mache an dieselbe große Ansprüche und wünsche, daß sie auch von Anderen gemacht werden; ich wünsche vor Allem, daß man nie vergessen möchte, was eine naturwissenschaftliche Zeichnung sein soll: ein getreues Bild der Natur, aber keine subjective Vorstellung; aus diesem Grunde verwerfe ich, wie schon erwähnt, alle schematischen Zeichnungen; ich verlange dagegen auch nicht von Jedem und nicht für alle Fälle künstlerisch-schön ausgeführte Bilder, wohl aber getreue und verstandene Zeichnungen.

Für mikroskopische Abbildungen sind in der Regel Umrisszeichnungen vollkommen genügend, bei der Entwicklungsgeschichte der Blüthentheile erscheint mir eine weitere Ausführung mehr als überflüssig, bei anderen mikroskopischen Gegenständen sind nur die Umrisse der Zellen und ihr Inhalt wichtig. Wer niemals zeichnete, wird, wenn es ihm wirklich Ernst ist, durch einige Uebung leicht so viel erlernen, daß er brauchbare mikroskopische Bilder, die ja meistens nur Flächenansichten darstellen, liefern kann; die Camera lucida wird ihn hier kräftig unterstützen.

Die Habituszeichnung ist dagegen ungleich schwieriger, hier ist auch eine künstlerische Auffassung nothwendig; man hat außer den Gröfsen- und Formenverhältnissen auch auf die rechte Stellung des Gegenstandes, auf die eintretenden, durch die Perspective bedingten Verkürzungen und den Fall des Schattens zu achten; man hat deshalb, wenn man einen körperlichen Gegenstand zeichnen will, denselben in das richtige, d. h. zur Erkennung seiner Formen und äufseren Eigenschaften günstigste Verhältnifs in Bezug auf Licht und Stellung zu bringen, man muß den Gegenstand von einem und demselben Standpunkt aus und bei einer und derselben Beleuchtung auffassen; was sich auf diese Weise durch eine Zeichnung nicht erreichen läßt, muß man durch zwei oder mehrere Zeichnungen desselben Gegenstandes bei verschiedener Stellung und Beleuchtung zu gewinnen suchen.

Unterm Mikroskop betrachtet man in der Regel nur dünne Schnitte, seltener körperliche Gegenstände und letztere dann bei schwacher Vergrößerung und bei auffallendem Licht; hier gilt dasselbe, was ich soeben für die Habituszeichnung erwähnte, auch hier muß man die beste Stellung des Gegen-

standes zum Licht auswählen, auch hier ist die Schattirung und die Perspective wichtig. Bei stärkeren Vergrößerungen und bei durchfallendem Licht betrachtet man in der Regel nur Flächen, hier wird nur an den Grenzen des Gegenstandes oder an den Grenzen der Zellen ein Schatten bemerkbar sein, je dünner der Schnitt ist und um so gerader das Licht durch ihn fällt (z. B. vom Planspiegel), um so schwächer wird dieser Schatten auftreten; bei schief durchfallendem Licht werden die Schatten bemerkbar und gerade darauf beruht die ganze Bedeutung dieser Art der Beleuchtung. Wo man im Mikroskop einen solchen Schatten sieht, muß man ihn auch im Bilde wiedergeben; man muß sich überhaupt bei der mikroskopischen sowohl wie bei jeder naturwissenschaftlichen Zeichnung zum Gesetz machen, alles das zu zeichnen, was man sieht und wie man es sieht, nachdem man es als zum Gegenstand gehörig erkannt hat. Noch wichtiger wie dieser Schlagschatten, der uns die Tiefe der Zellen erkennen läßt und namentlich bei allen Holzzellen deutlich auftritt, ist der Grad der Schärfe, der Breite und der Schwärze der einzelnen Linien in der Zeichnung des Bildes selbst. Indem man genau zeichnet, macht man hier oftmals die wichtigsten Beobachtungen, die man sonst vielleicht übersehen hätte, man wird viel genauer mit den einzelnen Details bekannt, man verlangt viel gelungener Präparate, man ist nicht so leicht befriedigt, wie man es vielleicht sonst sein würde, mit den Ansprüchen steigert sich aber auch die Vollendung und der Werth, sowohl der Zeichnung als der ganzen Beobachtung.

Wenn man mit der Camera lucida zeichnet, so kommt es, namentlich bei starken Vergrößerungen, häufig vor, daß

sich bei Aenderung der Einstellung das Bild etwas verschiebt, man hat dann die Zeichnung, ehe man weiter zeichnet, gleichfalls zu verschieben, so daß Bild und Zeichnung wieder übereinander fallen; dasselbe gilt für den Fall, wo man den Gegenstand, um andere Theile desselben unters Gesichtsfeld zu bringen, weiter rückt; durch eine geringe Uebung wird man mit diesen kleinen Handgriffen leicht vertraut. Man muß sich außerdem gewöhnen, während der Beobachtung beide Augen offen zu halten; wer viel mit dem Mikroskop beobachtet, sollte niemals mit den Augen wechseln, das Auge, mit dem man immer observirt, gewöhnt sich immer mehr ans Mikroskop, man sieht mit demselben viel schärfer, es wird dagegen, wenn es sonst gesund ist, allmählig etwas kurzsichtiger. Das Auge, welches man nicht gebraucht, ist für die Zeit, ohne geschlossen zu sein, unthätig. Bisweilen ist es wünschenswerth, auf einer und derselben Zeichnung die obere und die untere Seite eines Schnittes zu besitzen, man zeichnet dann zuerst die eine dieser Seiten, legt die Umriss- und wichtigen Details derselben mit Tusche an, löscht die früheren Bleifederstriche aus und zeichnet nun die andere Seite darüber; die untere Seite muß in diesem Falle so gehalten werden, als ob man in die Tiefe der Zellen sähe. Derartige Zeichnungen, die übrigens selten vorkommen, erfordern einige Uebung.

Für die Blütenanalyse, wie für so manche andere Fälle, ist neben den Zergliederungen auch eine Habituszeichnung oftmals wünschenswerth, bei schöner Ausführung ist dieselbe eine Zierde solcher Tafel; aber auch hier ist eine Umrisszeichnung, wenn selbige richtig aufgefaßt ist, sobald man von der Farbe abstrahirt, vollkommen ausreichend. Wem

eine solche Zeichnung große Schwierigkeiten macht, der sollte nicht mit ihr seine Zeit verschwenden, die genauen Zergliederungen sind jedenfalls das Wichtigere, sie sind zunächst und aufs sorgfältigste zu beachten, für sie kann man nicht zu viel, aber leicht zu wenig thun, Untersuchung und Zeichnung müssen gleich genau sein; die schönste Habituszeichnung hat bei einem Mangel guter Analysen nur geringen wissenschaftlichen Werth.

Bei der Entwicklungsgeschichte der Blüthe wie der ganzen Pflanze ist es oft vortheilhaft die Bilder der einzelnen Entwicklungszustände nicht sogleich auszuführen, sondern nur mit der Bleifeder anzulegen und die Präparate für einige Stunden zu bewahren; man erhält bei der fortgesetzten Untersuchung häufig bessere Präparate, löscht dann die Umrisse der früheren, nicht so gelungenen, aus und ersetzt sie durch bessere; man spart hierbei an Zeit und an Papier. Bei der Entwicklungsgeschichte der Zelle ist dagegen immer das Bild des ersten Augenblickes aufzufassen und aufs genaueste wiederzugeben, dort treten zu rasche und zu wesentliche Veränderungen ein, als das man irgend mit dem Zeichnen säumen dürfte. Für die Entstehung des Embryon der Phanerogamen ist eine möglichst genaue Zeichnung des ganz frischen Präparats von beiden Seiten und ebenfalls eine Zeichnung desselben Präparats, unter Chlorcalciumlösung aufbewahrt, wichtig; aus einer solchen vergleichenden Zeichnung erkennt man den Werth dieser Präparate für die Lehre von der Pflanzenbefruchtung, man sieht wie gerade diese Präparate (bei *Lathraea* und *Pedicularis*) sich in der Hauptsache nicht verändern, wie sie demnach volle Beweiskraft erhalten.

Aus einer gewissen Anzahl von Zeichnungen, die man für sich anfertigte, wird man dann später die geeignetsten Figuren zur Veröffentlichung wählen müssen, man wird hierbei, wo es auf eine allgemeine Verbreitung ankommt, allen überflüssigen Luxus zu vermeiden haben, die Genauigkeit der Zeichnung darf aber niemals unter dieser Beschränkung leiden. Für mikroskopische Gegenstände ist mir eine auf Stein radirte Zeichnung am angenehmsten. Wer selbst ordentlich zeichnen kann, dem wird auch die Führung der Radirnadel keine Schwierigkeiten machen, der wird nöthigenfalls seine Zeichnungen selbst auf den Stein übertragen und um so mehr für ihre Richtigkeit einstehen können.

Jede mikroskopische Zeichnung muß neben oder über sich die Vergrößerung bei der sie gezeichnet ward, am zweckmäßigsten als Bruchzahl ($\frac{1}{4}$ = natürliche Größe, $\frac{100}{1}$ = 100mal im Durchmesser) führen. Wenn man das mikroskopische Bild mit der Camera lucida und zwar in einer gemessenen Entfernung von der letzteren, aufs Papier entwirft, so kann man nicht allein die Vergrößerung ziemlich genau bestimmen, sondern auch das Größenverhältniß der Theile, die bei derselben Vergrößerung gezeichnet wurden, zu einander schätzen, ja sogar mit dem Zirkel ziemlich genau ermitteln.

Um die Vergrößerung einer jeden Combination seines Mikroskopes genau zu bestimmen, bedient man sich am zweckmäßigsten des Glasmikrometers, das unter das Objectiv gelegt wird, man entwirft mit der Camera lucida ein Bild desselben auf einen statt des Papiers untergelegten Maafsstab, oder zeichnet noch besser die Theilstriche des Mikrometers auf Papier und überträgt sie mit einem Zirkel

auf den Maafsstab. Ich habe alle meine Vergrößerungen bei 250 Millim. Abstand, bei welcher Entfernung ich zeichne, gemessen. Wenn hier z. B. $\frac{1}{8}$ Millimetre des Glasmikrometers, (das meinige ist $\frac{1}{4}$ Millimetre in 100 Theile getheilt) 25 Millimetres des Maafsstabes deckt, so ist die Vergrößerung 8 mal 25, folglich 200. Durch eine ähnliche sehr leichte Rechnung bestimmt man alle seine Vergrößerungen; ich habe mir für selbige eine Tabelle angefertigt.

VIII.

Ueber die Aufbewahrung mikroskopischer Präparate.

Die Anfertigung haltbarer mikroskopischer Präparate ist jedenfalls ein wesentliches Mittel zur Förderung der Wissenschaft. Durch solche Präparate können schwierige Fragen oftmals aufs sicherste entschieden werden, indem es durch sie möglich wird ein wichtiges, vielleicht nur selten gelingendes Präparat, als Document der späteren Vergleichung zu erhalten. Erst in neuester Zeit ist es gelungen, brauchbare Verfahren zur Aufbewahrung solcher Präparate zu entdecken, erst in neuester Zeit haben deshalb derartige Präparate wissenschaftlichen Werth erhalten. Die erste Klasse des Königl. Instituts der Niederlande verlangte zuerst in ihrer im Jahre 1847 ausgeschriebenen Preisfrage, über die Entstehung des Pflanzenembryon, neben dem Manuscript und den Zeichnungen mikroskopische Präparate, welche Beobachtung und Zeichnung controlliren und unterstützen sollten. In dem Programm der ersten Klasse des Königl. Instituts, das mir den Preis zuerkannte, sowie in der Vorrede meiner Preisschrift ward meinen Präpa-

raten einiges Lob gespendet. Ich selbst hoffe durch selbige, die in Amsterdam geblieben, noch mehr aber durch neuere Präparate von *Lathraea* und *Pedicularis*, die sich in meinem Besitz befinden, die Entstehung der ersten Zellen des Embryon im Innern des Pollenschlauchs beweisen zu können und damit eine für die Pflanzenphysiologie sehr wichtige Lehre festgestellt zu haben.

Die Aufbewahrung mikroskopischer Präparate kann aber nur dann werthvoll sein, wenn das Präparat selbst ein Gelingen es ist; man muß deshalb erst Präparate darstellen und den Werth derselben beurtheilen können, ehe man an die Aufbewahrung derselben denken kann. Ebenso überflüssig wie eine Sammlung schlechter Präparate halte ich eine Sammlung aufbewahrter Dinge, die man täglich ohne große Mühe in gleicher Vollkommenheit darstellen kann. Eine Sammlung gelungener und nach bestimmten Principien angefertigter Präparate ist dagegen etwas sehr Werthvolles und Wichtiges; ich will, ehe ich zur Aufbewahrungsmethode selbst übergehe, die Principien nach welchen eine solche Sammlung einzurichten ist, erörtern.

Das mikroskopische Präparat ist die Grundlage der mikroskopischen Beobachtung, nach dem Präparat entwirft man die Zeichnung, aus einer Vergleichung mehrerer Präparate zieht man die Schlüsse, eine Sammlung mikroskopischer Präparate muß deshalb, wenn sie die Beobachtung und Zeichnung controlliren soll, möglichst vollständig sein, d. h. alles für die Untersuchung Wichtige enthalten. Für die Untersuchung der Hölzer ist z. B. der schönste Querschnitt allein nicht genügend, es müssen noch zwei ebenfalls gelungene Längsschnitte (ein Radial- und ein Tangentialschnitt) aufbewahrt werden. Für die Untersuchung der Blätter ist

die Oberhaut der oberen und der unteren Seite, ein dünner Querschnitt und ein Längsschnitt durch das Blatt nothwendig. Für die Untersuchung der Entwicklungsgeschichte müssen die verschiedenen einander folgenden Stadien aufbewahrt werden, dasselbe gilt für die Entwicklungsgeschichte des Embryon u. s. w.

Als Aufbewahrungsmittel erwähnte ich schon früher dreier Flüssigkeiten: *a)* Chlorcalciumlösung, *b)* Oelsüßs, *c)* Copallack.

Die Chlorcalciumlösung eignet sich für alle Holz- und Blattsschnitte, sowie für die meisten, selbst für jüngere Gewebe vortrefflich, die Präparate über Pflanzenbefruchtung werden durch sie am wenigsten verändert, dagegen werden die Farbstoffe in den Zellen mehr oder weniger zerstört; die Stärkemehlkörner quellen auf und werden unkenntlich, sie stören aber selten den Gesamteindruck des Präparats. Die Chlorcalciumlösung bedarf keines luftdichten Verschlusses, ich bewahre Präparate der verschiedensten Art schon länger als 7 Jahre, ohne daß sich dieselben nur im mindesten verändert haben; die Chlorcalciumlösung ist deshalb überall da zu empfehlen, wo eine etwaige Veränderung des Farbstoffs und des Stärkemehls keinen Nachtheil bringt, man benutzt die Chlorcalciumlösung in dem Pag. 32. angegebenen Mischungsverhältnisse. Die Chlorcalciumlösung ward zuerst von Harting in Utrecht angewandt.

Das Oelsüßs ist für dieselben Gegenstände brauchbar, da jedoch seine Anwendung zu neu ist, so kann ich für die Haltbarkeit solcher Präparate nicht mit derselben Sicherheit wie für die Chlorcalciumlösung einstehen. Bei luftdichtem Verschluss erhalten sich die Präparate im Oelsüßs vortrefflich. Im Oelsüßs bleibt sowohl das Chlorophyll, als das Stärke-

mehl unverändert. Die Schichten der Stärkemehlkörner treten nach 24 Stunden um so schöner hervor; das Oelsüßs ist deshalb überall wo es auf die Erhaltung eines solchen Inhalts ankommt, anzurathen. Bei zarten Gegenständen verdünnt man dasselbe vorher mit Wasser, indem es unverdünnt der jungen Zellmembran zu heftig Wasser entzieht und ein Zusammenfallen derselben veranlaßt. Für thierische Gegenstände soll es nach einer Mittheilung meines Freundes Dr. Gottsche in Altona sehr geeignet sein. Das Oelsüßs ward von meinem Freunde C. E. Janssen in Altona zuerst als Aufbewahrungsmittel vorgeschlagen.

Der Copallack und ebenso der Canadabalsam sind für weniger durchsichtige Gegenstände, namentlich für fossile Hölzer empfehlenswerth, frische Holzschmitte werden im Copallack zu durchsichtig, doch ist es, wenn man viele gelungene Schmitte besitzt, oftmals recht gut auch einige derselben, zur Vergleichung mit den Chlorcalciumpräparaten, unter Copallack zu bewahren.

Das Verfahren der Aufbewahrung der Präparate in einer Flüssigkeit zwischen zwei Glasplatten hat bereits Schleiden *) in seinen Grundzügen ausführlich besprochen, ich kann mich deshalb kürzer fassen und brauche nur die Hauptsachen hervorzuheben.

Die Glastäfelchen werden von dünnem, höchstens 1 Millimetre dickem, reinem Spiegelglase, das nicht durchaus weiß zu sein braucht, aber frei von Blasen und anhängendem Schleifmaterial, das sich als dunkle, meistens rothe Punkte auf der Oberfläche des Glases kundgiebt, sein muß, in einer bequemen Größe angefertigt. Je dünner das Glas,

*) Grundzüge. Aufl. III. Band I. Pag. 125.

um so angenehmer ist es, da man alsdann auch stärkere Objectiv-Vergrößerungen anwenden kann (Oberhäuser's System 8 ist bei einer Dicke von 1 Millim. nicht mehr zu benutzen). Die Länge der Platte richtet sich nach der Zahl der Präparate, die man auf einer Platte zu bewahren wünscht und die man durch schmale Papierstreifen von einander trennt; ich bewahre nie mehr wie höchstens vier Präparate auf einer Platte, bei Holzpräparaten nehme ich jetzt, aufser den drei erwähnten Schnitten noch macerirte Holz- und Gefäßzellen auf dieselbe Platte und bestimme für letztere den vierten Raum. Die Länge einer solchen Platte für vier Präparate darf nicht unter 8 Centimetres, die von der Länge unabhängige Breite niemals unter 2 Centimetres betragen, besser ist es die Platte etwas breiter zu nehmen. Auf Taf. I. Fig. 7. habe ich eine solche Glastafel mit drei Präparaten abgebildet.

Nachdem die beiden Glastafeln aufs sorgfältigste gereinigt sind, werden auf die eine Tafel die Papierstreifen mit etwas Gummischleim vorsichtig aufgeklebt; für beide Enden wählt man die Streifen zweckmäfsig breiter, wie zwischen den Präparaten. Diese Papierstreifen dienen nicht allein zur nachherigen Befestigung beider Platten mit einander, sondern namentlich zur Vermeidung des Drucks der Platten auf die Präparate. Das für die Streifen gewählte Papier darf aus diesem Grunde nicht dünner wie die Präparate sein, indem es sonst diesen Zweck nicht erfüllen würde, es darf aber auch wieder nicht viel dicker sein, indem die Präparate dann nicht festliegen und durch Verschiebung leiden können. Man muß deshalb Papier verschiedener Dicke zur Hand haben und die Stärke seiner Präparate gehörig schätzen lernen; in den meisten Fällen, z. B. für Holzschnitte, wird man nur

sehr dünnes Postpapier anwenden können, seltener z. B. für Präparate aus der Entwicklungsgeschichte wird man starkes Zeichenpapier benutzen müssen. Präparate von sehr ungleicher Dicke kann man nicht wohl auf einer Glastafel bewahren. Die jedes Präparat trennenden Papierstreifen dienen nur dazu einen zufälligen Druck auf die Platten für die Präparate minder schädlich zu machen.

Wenn die Papierstreifen angetrocknet und die Tafel nochmals sauber gereinigt ist, bringt man in die Mitte eines jeden fürs Präparat bestimmten Raumes, vermittelst eines dünnen Glasstabes, einen Tropfen Chlorcalciumlösung. Sehr zweckmäfsig ist es die Tafel vorher anzuhauen, der Tropfen haftet dann mehr am Glase, er breitet sich auseinander und man hat weniger Schwierigkeit bei Uebertragung der Präparate. Die Präparate müssen vorher aufs sorgfältigste hergerichtet sein; Präparate frischer Sachen behandelt man nur selten vorher mit Alkohol, Holzschnitte dagegen müssen immer erst vorher in Alkohol gelegt werden (zur Entfernung des Harzes und der Luft), man darf sie aber nicht sogleich vom Alkohol in die Chlorcalciumlösung bringen, man muß sie vielmehr zunächst in ein Uhrschälchen mit Wasser übertragen; damit der Alkohol aus ihnen entfernt wird. Nunmehr hebt man jedes einzelne Präparat mit einem äußerst feinen Haarpinsel heraus und bringt es in den für dasselbe bestimmten Tropfen der Chlorcalciumlösung. Hier wird es oftmals zweckmäfsig sein, das Uhrschälchen auf einen dunklen Gegenstand (geschwärztes Holz oder Papier) zu setzen, man findet dann die kleinen Präparate um so leichter. Sind die Präparate sämtlich auf der Platte, so schiebt man letztere unter das einfache Mikroskop und bringt sie durch sorgfältiges Auseinanderbreiten mit der Nadel in die richtige

Lage, zu gleicher Zeit entfernt man die zufälligen aber unvermeidlichen Staubtheilchen, als Fäden oder Haare; die während des Herrichtens der Platte sich eingefunden.

Durch das Uebertragen der Präparate mit dem Pinsel aus dem Wasser in die Chlorcalciumlösung, ist eine Verdünnung der letzteren unvermeidlich, es ist daher sehr zweckmäfsig und ich unterlasse es niemals, jetzt vermittelt eines stärkeren, durchaus reinen Pinsels den grössten Theil der Flüssigkeit, in der das Präparat liegt, durch den Pinsel zu entfernen; bei einiger Uebung gelingt dies ohne eine Berührung oder Verschiebung des Präparates. Die hinweggenommene Flüssigkeit wird darauf durch einen neuen Tropfen Chlorcalciumlösung ersetzt, die Gröfse dieses Tropfens richtet sich nach der Dicke des zu den Streifen verwandten Papiers, ist der Tropfen zu groß geworden, so entfernt man einen Theil der Flüssigkeit wie vorhin mit einem Pinsel. Ehe man jetzt die Deckplatte aufklebt, ist es rathsam seine Präparate nochmals unter dem einfachen Mikroskop, oder unter dem Compositum bei schwacher Vergrößerung zu betrachten, um nöthigenfalls das Eine oder Andere noch verbessern zu können. Man bestreicht jetzt die sämtlichen Papierstreifen der unteren Glasplatte vorsichtig mit wenig Gummischleim und legt eben so vorsichtig die obere Platte auf und drückt sie mit dem Daumen beider Hände fest auf einander, dieser Druck darf nicht über die Streifen hinausgehen, indem er leicht das eine oder das andere Präparat beschädigen könnte. Späterhin umklebt man die Tafel an beiden Enden mit dünnem Papier, auf dem man seine Bemerkungen über das Präparat notirt; ich pflege darauf auch die Jahreszahl zu verzeichnen.

Die Hauptschwierigkeit bei Herstellung solcher Präparate

beruht auf der richtigen Menge der Chlorcalciumlösung, ist deren zu wenig vorhanden, so pflegt das Präparat an der einen Seite trocken zu liegen, ist deren zu viel, so zieht sich die Flüssigkeit ins Papier der Zwischenstreifen^{*)} und das Präparat kommt ebenfalls aufs Trockne; es verdirbt dadurch keinesweges, da es immer noch mit Chlorcalcium durchdrungen ist, es verliert aber für die Betrachtung und man ist häufig genöthigt die Glasplatten durch Aufweichen in Wasser von einander zu lösen und die Präparate von neuem aufzulegen; liegt das Präparat jedoch, wie es sein muß und wie ich es auf Fig. 7. der Taf. I. als *b* und *c* abgebildet habe, in der Mitte eines durchaus isolirten Tropfens, so braucht man für seine Erhaltung keine Sorge zu tragen.

Für die Anwendung des Oelsüßes gilt ganz dasselbe Verfahren, man verschließt jedoch die Fugen der auf einander geklebten Glastafeln, wenn selbige festgetrocknet sind, mit Canadabalsam oder Copallack. Der luftdichte Verschluss hat immer einige Schwierigkeiten, man hat keine absolute Sicherheit für denselben, es ist deshalb nothwendig die Fugen mehrmals mit Copallack zu bestreichen, jedesmal aber die frühere Schicht, ehe man eine neue aufträgt, vorher trocknen zu lassen. Ich kenne die Anwendung des Oelsüßes zur Aufbewahrung mikroskopischer Gegenstände leider noch zu wenig; da es nicht gährungsfähig ist, so möchte ein luftdichter Verschluss vielleicht unnöthig sein, es sind darüber weitere und gründliche Versuche anzustellen; kann der luftdichte Verschluss entbehrt werden, so wird das Oelsüß als Aufbewahrungsmittel mikroskopischer Präparate sehr wichtig werden.

*) Taf. 1. Fig. 7 a.

Für die Anwendung des Copallacks ist bei übrigens gleicher Behandlung der Glastafeln ein Erwärmen der unteren Tafel mit den Präparaten, die man hier besser aus Alkohol oder Aether in den Copallack überträgt, zweckmäßig; durch ein solches Erwärmen wird alle noch im Präparat vorhandene Feuchtigkeit ausgetrieben und zugleich der Copallack durch Verdampfen des Terpentinöls verdickt, man erwärmt dann auch die Deckplatte und verklebt sie mit der andern.

Die Herstellung eines luftdichten Verschlusses durch geschmolzenen Kaoutschouk, deren Schleiden *) gedenkt, muß ich leider als für die Praxis unbrauchbar erklären; sämtliche von mir auf diese Weise mit aller Vorsicht dargestellten Präparate sind später verloren gegangen. Der geschmolzene Kaoutschouk scheint für die geringsten Temperaturveränderungen sehr empfindlich zu sein, er zieht sich unter beiden Platten hin und her, wodurch nicht allein der anfänglich luftdichte Verschluss aufgehoben, sondern auch das Präparat selbst hin und hergeschoben oder gar in die Kaoutschoukmasse gebettet wird. Der Nachtheil dieser Methode zeigt sich nicht immer in den ersten Wochen oder Monaten, er bleibt übrigens nur in ganz seltenen Fällen aus. Durch die Aufbewahrung in Oelsüß erreicht man außerdem in Bezug auf die Klarheit der Präparate dasselbe wie durch Zuckerwasser.

Für die Aufbewahrung der Präparatplatten selbst ist nur darauf zu achten, daß sie immer auf ihrer Fläche liegen, indem, wenn sie lange auf ihrer Kante liegen, sich die Chlorcalciumlösung leicht aus der Mitte verzieht; der gegenseitige

*) Grundzüge Aufl. III. Bd. I. Pag. 127.

182 Die Aufbewahrung mikroskopischer Präparate.

Druck mehrerer auf einander liegender Plattenpaare schadet nur selten, die Papierstreifen schützen das Präparat. Eine zweckmäßige Anordnung der Präparatplatten, entweder nach den Pflanzen oder nach den Pflanzentheilen, ist für jede grössere Sammlung zu empfehlen.

IX.

Erklärung der Abbildungen.

Mit Ausnahme der Figuren 1—7 der Tafel I. sind sämtliche Figuren mit der Camera lucida gezeichnet, für die Bezeichnung der Blüten und Samenknospen verweise ich auf Pag. 150. Ueber jeder vergrößerten Figur ist die Vergrößerung als Bruchzahl angegeben.

Tafel I.

Fig. 1. Oberhäuser's großes Mikroskop neuester Construction ($\frac{1}{3}$ der wahren Gröfse). *a*) das Ocular, *b*) der obere Theil des Rohrs, der sich in den unteren Theil des Rohres *c* hineinschieben läfst (das verkürzte Rohr gewährt ein kleineres, aber schärferes Bild). *d*) die Hülse in der das ganze Rohr auf- und abgeschoben wird (beim Wechseln der Objective zieht man das Rohr heraus; die grobe Einstellung wird durch ein Auf- und Niederziehen des Rohrs in dieser Hülse gegeben). *e*) das Objectivsystem. *f*) Der Objecttisch, derselbe ist mit dem Cylinder *i* und dem Hohlcylinder *h*, welcher an dem Arme *g* die Hülse *d* trägt, durch Schrauben fest verbunden. Der Objecttisch ist um seine Achse drehbar, mit ihm dreht sich folglich auch

das Mikroskoprohr, der Gegenstand wird somit durch die Drehung des Tisches nicht aus dem Gesichtsfeld verrückt. Durch die Schraube *k* wird die feine Einstellung gegeben. *l* ist der Knopf eines Kastens, der wie ein Schlitten unter den Tisch eingeschoben wird, und in seiner Mitte den Cylinder *m* trägt, dieser Cylinder sitzt in einer Hülse, er läßt sich auf- und abziehen, der Cylinder selbst hat oben eine kleine runde Oeffnung, in welche die Cylinderblendung *n* hineingeschoben wird. (Will man die Blendung wechseln, so wird der Cylinder *m* abwärts gezogen und der ganze Blendungsapparat an dem Knopf *l* seitwärts unter dem Tisch hervorgezogen). Der Spiegel *o* (an der einen Seite plan, an der andern concav) ist vermittelt des Knopfes *q* in der Gabel *p* beweglich, diese Gabel ist wiederum drehbar an dem Arme *r* befestigt. Der Arm *r* ist so angebracht, daß man ihn nach beiden Seiten führen kann (durch diese Einrichtung bringt man den Spiegel aus der Achse des Rohrs und gewinnt dadurch ein schiefes Licht). Die starke Säule *t*, welche den Objecttisch trägt, hat von + bis zu ++ einen breiten Einschnitt, in welchem der Arm *r* des Spiegels vermittelt der zur Feststellung dieses Armes bestimmten Schraube *s* auf- und abwärts gezogen wird. (Diese Einrichtung ersetzt die verschiebbare Sammellinse über dem Planspiegel des Mikroskops von Amici). *u* ist der schwere hufeisenförmige Fuß des Mikroskops. *v* ist die große Sammellinse, *w* der Knopf, durch den sie bewegt wird, *x* die runde Säule, welche in den Cylinder *y* eingeschliffen und sowohl ein Auf- und Abwärtsziehen der Säule, als auch eine seitliche Drehung derselben erlaubt; *z* endlich ist der schwere Fuß des Stativs der Sammellinse.

Fig. 2. Das einfache zum Präpariren bestimmte Mikroskop von Zeiss ($\frac{1}{3}$ der wahren Gröfse). *a* Die

Doppellinse, *b* der Arm, welcher sie trägt und welcher durch die eingeschliffene Stange *c* sowohl auf- und abwärts bewegt als seitwärts geschoben werden kann (mit diesem Arm giebt man die grobe Einstellung); für die feine Einstellung dient die Schraube *d*; *e* ist der feststehende Objecttisch, *f* die verschiebbare Sammellinse unter demselben, *g* der Spiegel, *h* eine Feder, welche die feine Einstellung gleichförmiger macht. *i*, *i* sind die beiden Backen, des schweren Holzklotzes, in dem das Stativ eingeschroben ist; das letztere kann jedoch ebenfalls auf dem Kasten, welcher das Mikroskop sammt den übrigen Linsen aufnimmt, befestigt werden.

Fig. 3. Eine Präparirnadel mit ihrem Heft (wahre Gröfse). *a* die Nadel, *b* ein aus Messing oder Neusilber bestehender Ring, *c* das hölzerne Heft; das letztere hat bei *a'* einen tiefen Einschnitt, in denselben paßt der untere breite und flache Theil der Nadel, den die Figuren 4 u. 5 deutlich zeigen, der Ring *b* hält die Nadel in dem Hefte unbeweglich fest; die beiden anders geformten Nadeln (Fig. 4 u. 5) können in dasselbe Heft geschoben werden.

Fig. 4 u. 5. Zwei aus dem Heft genommene Präparirnadeln; die eine hat eine gekrümmte, die andere eine messerförmig angeschliffene nicht gekrümmte Spitze. *a'* ist der untere flache Theil der Nadel, welcher ins Heft geschoben wird.

Fig. 6. Der Pag. 28. beschriebene Metallring mit dem der Länge nach gespaltenen Kork, als Längsdurchschnitt abgebildet (wahre Gröfse). *a* der Metallring, *b* der Kork, *c* der zu schneidende Gegenstand; der Kork wird soweit, wie hier abgebildet, über den Ring hervorgeschoben.

Fig. 7. Eine Objecttafel für drei Präparate berechnet, *d*, *d* die breiten Papierstreifen der Enden, *e*, *e* die schmälern

Papierstreifen, welche die Präparate trennen. *a* ein zu großer Tropfen Chlorcalciumlösung, *b* und *c* Tropfen derselben Flüssigkeit in ihrem richtigen Verhältniß, in der Mitte eines jeden Tropfens liegt das Präparat.

Fig. 8. Eine ganze Schuppe von der Unterseite des Oberflügels des Weibchen der *Hipparchia Janira*, bei richtiger Einstellung und gedämpftem Licht; man sieht die Längsstreifen (Oberhäuser's System 4 und Ocular 3).

Fig. 9. Der untere Theil derselben Schuppe mit schief durchfallendem Licht bei genauer Einstellung; der Raum zwischen den Längsstreifen erscheint gewölbt, die Querstreifen erscheinen als ganz zarte aber scharfe Linien (Oberhäuser's System 9 und Ocular 3).

Fig. 10. Ein ganz kleiner Theil der vorigen Schuppe bei *a* mit schief durchfallendem Licht, bei hellem günstigen Himmel und genauer Einstellung. Längsstreifen sowohl wie Querstreifen sind mit der Camera lucida gezeichnet; auch der Raum zwischen den Querstreifen scheint sich nach beiden Seiten abzurunden; die Längsstreifen sowohl als die Querstreifen würden demnach Vertiefungen sein. Die Querstreifen sind auch hier durchaus scharf gezeichnet, sie erscheinen nirgends körnig. (Oberhäuser's System 9 und Ocular 5).

Tafel II.

Entwicklungsgeschichte der Blüthe von *Asclepias syriaca*. (Vergl. Pag. 151.)

Fig. 1. Die entfaltete Blüthe von oben gesehen.

Fig. 2. Eine entfaltete Blüthe der Länge nach halbirt. *a, b, c* auf beiden Figuren gleichbedeutend; *a, b* Anhängsel des Filaments.

Fig. 3. Eine entfaltete Blüthe von der Seite gesehen.

Fig. 4. Ein Längsschnitt und Fig. 5. ein Querschnitt durch eine ganz junge Blütenanlage.

Fig. 6 u. 8. Querschnitte, auf Fig. 8. sind nur zwei Kelchblätter gezeichnet.

Fig. 7. Ein Längsschnitt der Fig. 8. entsprechend.

Fig. 10. Ein Querschnitt, die Kelchblätter sind ganz weggelassen, von den Blumenblättern ist nur eins gezeichnet.

Fig. 9 u. 11. Sind Längsschnitte; sowohl die Kelch- als die Blumenblätter sind weggelassen.

Fig. 12. *a' b' c' d'* sind vier Querschnitte, durch die beiden Fruchtknoten einer jungen Blüthe in verschiedenen Höhen; auf Fig. 13. ist die Höhe jedes Schnittes mit denselben Buchstaben bezeichnet.

Fig. 13. Ein Längsschnitt; Kelch und Blumenblätter sind weggelassen, nur eine Anthere ist gezeichnet, es bilden sich die Anhängsel des Filamentes, *a* u. *b*.

Tafel III.

Fig. 1 — 11. Fortsetzung der Entwicklungsgeschichte von *Asclepias syriaca*.

Fig. 1. Längsschnitt durch den oberen Theil des Pistills, aus einer fast entwickelten Blüthe, *a* die unter dem Narbenkörper befindliche Stelle, wo die Pollenschläuche in den Staubwegcanal treten, *y* die absondernde Stelle des Narbenkörpers. Nur die eine Hälfte des Präparates ist gezeichnet.

Fig. 2. Ein kleiner Theil eines dünnen Querschnittes durch den Narbenkörper einer beinahe entwickelten Blüthe. *y* das absondernde Epithelium, aus langen dünnen Pa-

pillen bestehend, *x* das erhärtete Secret, die sogenannte Drüse, ebenfalls als dünner Querschnitt, mit den Papillen verklebt.

Fig. 3. Querschnitt aus dem unteren Theil eines Fruchtknotens zur Blüthezeit.

Fig. 4 — 7. Entwicklungszustände der Samenknospe.

Fig. 8. Eine Urmutterzelle aus dem Querschnitt durch eine ganz junge Anthere, noch von den benachbarten kleinen Zellen umgeben; (zwei Zellkerne und zwischen ihnen eine Linie deuten auf das Entstehen zweier neuen Zellen in der Mutterzelle).

Fig. 9. Zwei Pollenmassen, verschiedenen Antheren angehörend, durch die sogenannte Drüse *x* und deren strangartige Verlängerungen (beides Secretionsproducte) mit einander verbunden.

Fig. 10. Querschnitt aus dem oberen Theil einer ausgebildeten Anthere. (Nach der Höhe, in welcher ein solcher Schnitt geführt wird, erhält man bei der wunderbaren Gestalt des Staubfadens sehr verschiedene Ansichten). Die Anthere ist von Anfang an zweifächrig. *a* das Gefäßsbündel des Connectivs, *b b* die beiden Antherenfächer.

Fig. 11. Stück aus einem dünnen Querschnitt durch die Pollenmasse, *a* die Absonderungsschicht, *b* eine der Pollenzellen.

Anacamptis pyramidalis.

Fig. 12. Querschnitt durch die Knospe *a, a, a* die drei Blätter des ersten Blattkreises, *b, b, b⁺* die drei mit ihnen abwechselnden Blätter des zweiten Blattkreises, *b⁺* das Labellum, anth. die Anthere.

Anchusa variegata.

(Fig. 13 — 16).

Fig. 13. Längsschnitt durch eine Knöspe, kurz vor dem Aufblühen. *x* die Hohlschuppe (fornix).

Fig. 14. Die Blumenkrone von der Seite gesehen, *x* die Hohlschuppe.

Fig. 15. Die junge Samenknope.

Fig. 16. Ein Pollenkorn unter Wasser gesehen; es sind drei Oeffnungen für den Austritt des Pollenschlauchs vorhanden; auf der Zeichnung sieht man nur zwei derselben.

Symphytum asperrimum.

(Fig. 17 — 18).

Fig. 17. Ein Längsschnitt durch eine Knospe, kurz vor dem Aufblühen, *x* die Hohlschuppe.

Fig. 18. Die aufgeschlitzte und ausgebreitete Corolla von der inneren Seite gesehen, *x* die Hohlschuppe.

Tafel IV.*Oenothera muricata.*

(Fig. 1 — 2).

Fig. 1. Querschnitt aus einem ganz jungen Fruchtknoten; derselbe ist entschieden einfächrig mit vier wandständigen, hier noch in der Entwicklung begriffenen Samenträgern.

Fig. 2. Querschnitt aus der oberen Hälfte eines Fruchtknotens zur Blüthezeit. Die wandständigen Samenträger breiten sich gegen einander aus und legen sich dicht an einander, zwischen den vier sich berührenden Enden der Samen-

träger bleibt ein viereckiger Raum. (In diesen gelangen nach der Bestäubung die durch den Staubwegcanal herabgestiegenen Pollenschläuche; vom leitenden Zellgewebe der sich gegenseitig berührenden Samenträger werden sie den Samenknospen zugeführt).

Stachys coccinea.

(Fig. 3 — 9).

Fig. 3. Erste Anlage der Blüthe.

Fig. 4. Ein etwas späterer Zustand von oben gesehen; die fünfte Anthere fehlt schon in der Anlage (?).

Fig. 5. Ein Längsschnitt (etwas später).

Fig. 6 u. 7. Querschnitte durch dieselbe junge Knospe in verschiedenen Höhen.

Fig. 8. Längsschnitt durch den jungen Fruchtknoten sammt Staubweg und Narbe, *d* Discus.

Fig. 9. Querschnitt durch einen jungen Fruchtknoten (derselbe ist einfächrig mit zwei wandständigen Samenträgern).

Salvia nivea.

(Fig. 10 — 14).

Fig. 10. Querschnitt aus einer ganz jungen Knospe, *x* die Andeutungen einer der drei abortirenden Antheren.

Fig. 11. Querschnitt mit Weglassung des Deckblattes und des Kelches; die Antherenfächer entwickeln sich nur an der einen Seite.

Fig. 12 u. 13. Entwicklungszustände des Staubfadens.

Fig. 14. Die beiden Staubfäden aus der entwickelten Blüthe.

Cleome arborea.

(Fig. 15 — 18 ferner Taf. V. Fig. 1 — 7).

Fig. 15 u. 16. Junge Blüthenzustände von oben gesehen.

Fig. 17. Ein etwas späterer Zustand, die Kelchblätter sind gar nicht und von den Blumenblättern sind nur zwei gezeichnet.

Fig. 18. Sehr gelungener Querschnitt, alle Theile sind gezeichnet.

Tafel V.

Cleome arborea.

(Fig. 1 — 7).

Fig. 1. Längsschnitt, dem Entwicklungszustande der Fig. 18. der Tafel IV. entsprechend.

Fig. 2 u. 3. Längsschnitte mit Weglassung der Kelch- und Blumenblätter, *x* die Höhlung des Fruchtknotens.

Fig. 4 — 6. Querschnitte des Fruchtknotens in verschiedenen Entwicklungszuständen.

Fig. 7. Querschnitt durch die jugendliche Anthere, dieselbe ist vierfächrig. *a* Das Gefäßsbündel des Connectivs, *b* ein Antherenfach, *c* das Zellgewebe des Connectivs, welches kurz vor dem Aufspringen der Anthere resorbirt wird.*Veronicae spec.*Fig. 8. Längsschnitt durch die Spitze eines ganz jungen Blüthenzweiges. *a* die Achsenspitze (das Punctum vegetationis), *b*^I das jüngste Blatt, *c* eine in der Achsel des dritten Blattes *b*^{III} derselben Seite entstandene Blüthenanlage. *b*^{IV} — *b*^{VI} früher entstandene Blätter derselben Seite, in ihrer Achsel ebenfalls, jedoch schon mehr entwickelte, Blüthenanlagen umfassend.

G o o d e y r a r e p e n s .

Fig. 9. Dünner Längsschnitt durch den kriechenden Stengel. *x* ein verkümmertes Blatt, eine sogenannte Blattschuppe; in ihrer Achsel ist eine junge Knospe entstanden; man sieht bei *d* das Abbiegen mehrerer Gefäße des centralen Gefäßbündels in die entstandene Knospe, man erkennt außerdem den Zusammenhang des ganzen Gefäßbündels mit der Knospe. *a* Die Achsenspitze der Knospe, *b*^I das jüngste, *b*^{III} das älteste Blatt derselben. *l* an bestimmten Stellen des Ansläufers in Gruppen hervortretende Wurzelfasern. (Ein derartiger gelungener Schnitt zeigt bei 200 maliger Vergrößerung die angedeuteten Verhältnisse noch unweit schöner).

T r i t i c u m f a s t u o s u m .

(Fig. 10 — 15).

Fig. 10. Dünner Längsschnitt durch das Embryon des reifen Samens. *a* Die Achsenspitze, (der Vegetationspunkt des Keimlings), *b*^I das erste, *b*^{II} das zweite Blatt, *c* die Scheide des Keimblattes; *d* der Cotyledon, *e* ein Theil desselben, aus dem die Scheide des Keimblattes hervortritt, *f* die sich zuerst entwickelnde Nebenwurzel.

Fig. 11. Dünner Längsschnitt in einer Richtung, die sich mit dem vorigen Längsschnitt kreuzt, die Bezeichnung der Theile wie dort; *g* und *h* zwei etwas später hervortretende Adventivwurzeln, *i* und *k* die Anlage zu noch zwei neuen Adventivwurzeln.

Fig. 12. Das freigelegte Embryon von oben gesehen; die Bezeichnung wie früher; *x* die zarte Spalte in der Scheide *c*, aus welcher beim Keimen die junge Knospe hervortritt.

Fig. 13. Ein keimender Same, die Bezeichnung wie oben, (natürliche Gröfse).

Fig. 14. Dünner Querschnitt durch die Spitze des Pflänzchens, aus einem keimenden Samen; der Schnitt entspricht der Höhe y der Figur 15; der Zustand ist jedoch ein etwas jüngerer, c die Scheide, dieselbe besitzt nur zwei Gefäßbündel, a die Achsenspitze, b^I das erste, b^{III} das jüngste Blatt. Die beiden ersten Blätter zeigen schon die Anlage der Gefäßbündel.

Fig. 15. Längsschnitt durch die keimende Pflanze, die Bezeichnung wie auf Fig. 10. Die Region x der Fig. 10. unter den jungen Blättern hat sich bedeutend entwickelt, sie hat sich stammartig erhoben, die Scheide c ist dagegen nicht mit emporgehoben, sie hat sich nur verlängert und umgiebt den jungen mit x bezeichneten Stengel, z ist eine Knospenanlage. Bei *Lolium speciosum* erhebt sich der junge Stengel aus einer tieferen Region, etwa bei x' der Fig. 10; die Scheide wird dort mit emporgehoben, sie umgiebt deshalb den jungen Stengel nicht, sie ist vielmehr mit den jungen Blättern so ziemlich auf einer Höhe eingefügt. Die meistens roth gefärbte Scheide wird sowohl bei *Triticum* als bei *Lolium* an ihrer Spitze (x der Fig. 12.) von den Blättern durchbrochen. Die Scheide besitzt bei *Lolium* ebenfalls nur zwei Gefäßbündel.

Tafel VI.

O r c h i s m a c u l a t a .

Fig. 1 — 3. Entwicklungszustände der Samenknospe, (den Samenknospen der Orchideen fehlt das Gefäßbündel des Knospenträgers).

Orchis Morio.

Fig. 4. Eine Samenknospe zur Blüthezeit; sie ist wie die Samenknospe aller Orchideen anatrop; im Embryosack liegen zwei Zellen x , das Epithelium des Grundes der Samenknospe hat sich von den übrigen Geweben getrennt, der Raum a ist mit Luft angefüllt.

Lathraea squamaria.

(Fig. 5—7.)

Fig. 5. Sehr gelungener Längsschnitt durch die Samenknospe zur Blüthezeit. Der Knospkern ist vom Embryosack längst resorbirt, der Embryosack bildet vorn und hinten (a u. b .) eigenthümlich geformte Aussackungen, die sich tief ins einfache Integument hineinsenken, ja später sogar dasselbe durchbrechen und in die Fruchtknotenöhle treten. Der mittlere Theil des Embryosacks füllt sich frühe mit Endosperm; die übrigen Theile desselben enthalten niemals Zellen (der Pollenschlauch geht durch die zellenleere mit der vorderen Aussackung a . zusammenhängende Spitze und schwillt erst, wenn er ins Endosperm gelangt ist, zum Embryobläschen an; es treten hier oftmals mehrere Pollenschläuche in den Knospemund). c ist der Befestigungspunkt der Samenknospe.

Fig. 6. Die Spitze des Embryosacks vollständig und unverletzt freipräparirt, nach dem ganz frischen Präparat gezeichnet. a ein Theil der vorderen Aussackung (vergl. Fig. 5.). Zwei Pollenschläuche sind in den Embryosack gedrungen, der eine ist bereits im Endosperm zum Embryobläschen angeschwollen, der zweite hat sich nicht weiter entwickelt. Beide Pollen-

schläuche sehen weit aus der zellenleeren Spitze des Embryosacks hervor; man sieht die Contour dieser Spitze an der oberen Seite scharf über sie hinweglaufen, für die untere Seite scheint sie als schwächere Linie, die bei einer Aenderung der Einstellung bestimmt hervortritt, durch; beide Pollenschläuche sind, soweit sie aus dem Embryosack hervorsehen, etwas angeschwollen, sie gehen allmählig in ein dünnes, abgerissenes Ende über. (Der Theil des Pollenschlauchs, welcher im Knospenmund liegt, ist meistens so erweicht, dafs es nicht gelingt ein gröfseres Stück von ihm freizulegen, häufig hat sich der eingedrungene Pollenschlauch an seinem aus dem Embryosack hervorragenden Ende abgeschnürt; zwei Pollenschläuche findet man oftmals im Embryosack der *Lathraea*; aber nur einer entwickelt sein Embryon.)

Fig. 7. Ein ähnliches, eben so vollständig freigelegtes Präparat, ganz frisch gezeichnet. *a* die vordere Aussackung des Embryosacks. Hier ist nur ein Pollenschlauch eingetreten; derselbe ragt weit aus dem Embryosack hervor, er hat sich bereits abgeschnürt, man sieht die Contour des Embryosacks beider Seiten; nach der von unten durchscheinenden Contour darf man auf eine frühere Einstülpung, d. h. auf ein Zurückweichen der Membran des Embryosacks vor dem eindringenden Pollenschlauch, schliessen. Der Pollenschlauch hat, nachdem er ins Endosperm, das hier entfernt ist, gelangte, mehrere Zellen (die Grundlage des Embryon) gebildet; in den beiden untersten Zellen hat sich der Cytoblast bereits getheilt; über diesen jungen Zellen bildet der Pollenschlauch selbst eine kleine Ausbuchtung; eine solche ist bei allen Pollenschläuchen, sowohl in wie aufserhalb der Samenknospe nichts Seltenes. (Ueber

Lathraea bitte ich meine Preisschrift pagg. 121 u. 201 zu vergleichen.) Die beiden hier abgebildeten Präparate bewahre ich mit einer grossen Anzahl nicht minder gelungener von *Lathraea* und *Pedicularis* unter Chlorcalciumlösung, sie haben in Betreff des Pollenschlauchs und Embryosacks an Deutlichkeit gar nichts verloren.

Polygonum Convolvulus.

Fig. 8. Längsschnitt der Samenknospe zur Blüthezeit, dieselbe ist orthotrop.

Albersia livida.

Fig. 9. Längsschnitt einer kürzlich befruchteten Samenknospe; dieselbe ist campylotrop; die beiden Integumente sind in diesem Stadio nicht mehr getrennt zu unterscheiden.

Pteris serrulata.

(Fig. 10—12.)

Fig. 10. u. 11. Zwei Spiralfäden aus der reifen Antheridie (dem Spiralfaden-Organ) des Vorkeims, Fig. 10. in langsamer Bewegung von der Seite gesehen, *a* die blasenförmige Anschwellung des einen Endes; die drei unteren Windungen des Spiralfadens sind mit langen Wimpern besetzt. Fig. 11. Ein Spiralfaden stille liegend, von oben gesehen.

Fig. 12. Ein Spiralfaden noch von der Schleimzelle umkleidet.

Z u s ä t z e.

Für Pag. 18. Schiek giebt seinen neuesten mittleren und grossen Mikroskopen einen Objecttisch, der nach dem Grundprincip von Nobert, aber mit sehr zweckmäßigen Verbesserungen, eingerichtet ist. Der Tisch ist groß und fest, die feine Einstellung läßt nichts zu wünschen übrig.

Für Pag. 31. Die Chlorzink-Jodlösung bewirkt im allgemeinen dieselbe blaue Färbung des Zellstoffs als die Anwendung von Jod und Schwefelsäure; da sie nicht so rasch und nicht zerstörend auf die Zellen einwirkt, ist sie in vielen Fällen vorzuziehen, häufig wird man beide Reagentien anwenden und ihre Wirkung miteinander vergleichen müssen. Aufser der Maceration ist für die Untersuchung der Hölzer auch das Kochen dünner Schnitte (etwa eine Minute lang) mit Aetzkalklösung wichtig; nach diesem Kochen färbt sich die Holzzelle, welche vorher durch Jod und Schwefelsäure nicht blau gefärbt ward, schon durch Chlorzink-Jodlösung violett oder blau.

Für Pag. 43. Gegenstände, welche gleichfalls Täuschungen veranlassen können, sind die Epithelialzellen der Schleimhaut des Mundes, wenn man, was freilich niemals empfehlenswerth ist, den Pinsel mit dem man den Gegenstand auf die Objectplatte bringt, vorher durch den Mund gezogen. Wenn man kleine Gegenstände zwischen Daumen und Zeigefinger oder auf letzterem schneidet, so erhält man häufig zu

gleicher Zeit dünne Schnitte durch die Haut des Fingers, man muß sich mit genannten Dingen, desgleichen wenn man zwischen Kork schneidet, mit dem letzteren bekannt machen.

Das Messer verursacht bisweilen Täuschungen anderer Art, indem es zumal bei ungenügender Schärfe Streifen auf der Schnittfläche veranlaßt; bei harten Hölzern z. B. beim Holz der Palmen und baumartigen Farren, desgleichen bei starkverdicktem Sameneiweiß (*Phytelephas macrocarpa*) ist diese Erscheinung häufig bemerkbar. Man darf eine solche Streifung nicht für etwas dem Gegenstande Angehöriges, etwa für eine Schichtung in der Verdickungsmasse halten. Wenn man genau beachtet wie und in welcher Richtung hier das Messer wirkte, wird man sich leicht orientiren.

Für Pag. 78. Die sogenannten Milchsaftegefäße der Euphorbiaceen (*Euphorbia antiquorum* und *E. splendens*) sind nach meinen neuesten Untersuchungen nichts anderes als verzweigte Bastzellen; sie entstehen und verhalten sich durchaus ähnlich wie die freilich viel seltener verzweigten Milchsafte führenden Bastzellen der Apocynen und Asclepiaden (*Vinca*, *Hoya*), für *Ficus elastica* gilt ganz dasselbe. In einer später erscheinenden größeren Schrift über das Entstehen und den Bau der Pflanzenzelle, werde ich diese Behauptung zu begründen wissen. Mit dem Fehlen eines wirklichen Systems von Milchsaftegefäßen fällt auch die letzte Stütze der Cyclose.

Von demselben Verfasser (Dr. HERMANN SCHACHT) ist 1850
bei J. C. A. Sulpke in Amsterdam erschienen:

Entwicklungs - Geschichte des Pflanzen - Embryon.

Eine durch die erste Klasse des Königl. Niederländischen
Institutes gekrönte Preisschrift.

gr. 4. 30 Bogen.

Mit 26 colorirten Tafeln mikroskopischer Abbildungen.

Durch alle Buchhandlungen kann bezogen werden:

**Lenz, Dr. H. O., Gemeinnützige Naturgeschichte.
Zweite Auflage.**

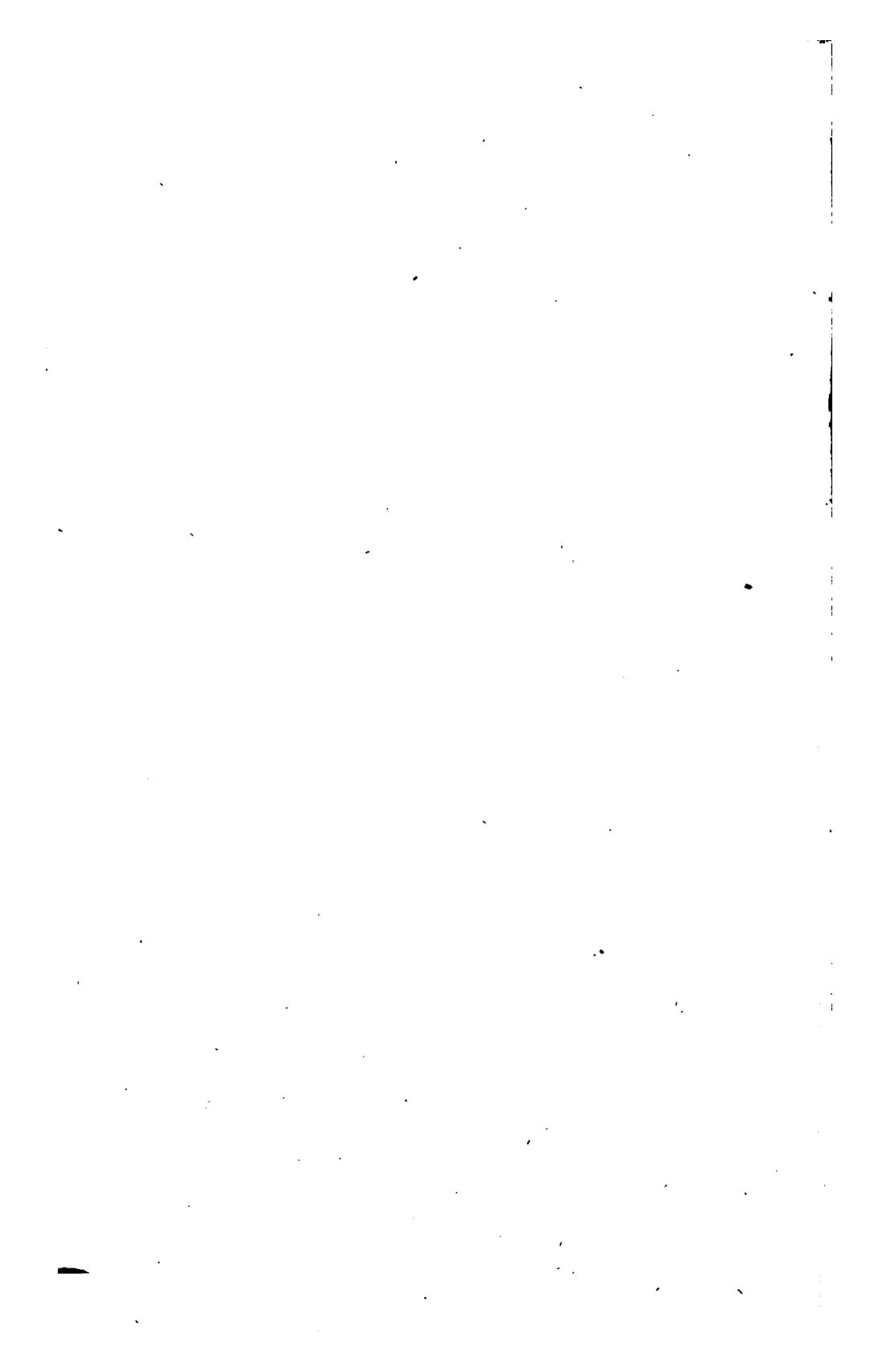
Der Werth dieses Werkes ist anerkannt. Zu grossem Theil aus Selbstforschung des Verfassers hervorgegangen, soll es Jung und Alt in nutzbare Kenntnifs der drei Reiche der Natur einführen, und durch Mittheilung des Erforschten zu eignem Eindringen in die bewunderswerthe Mannichfaltigkeit der ganzen Schöpfung anregen.

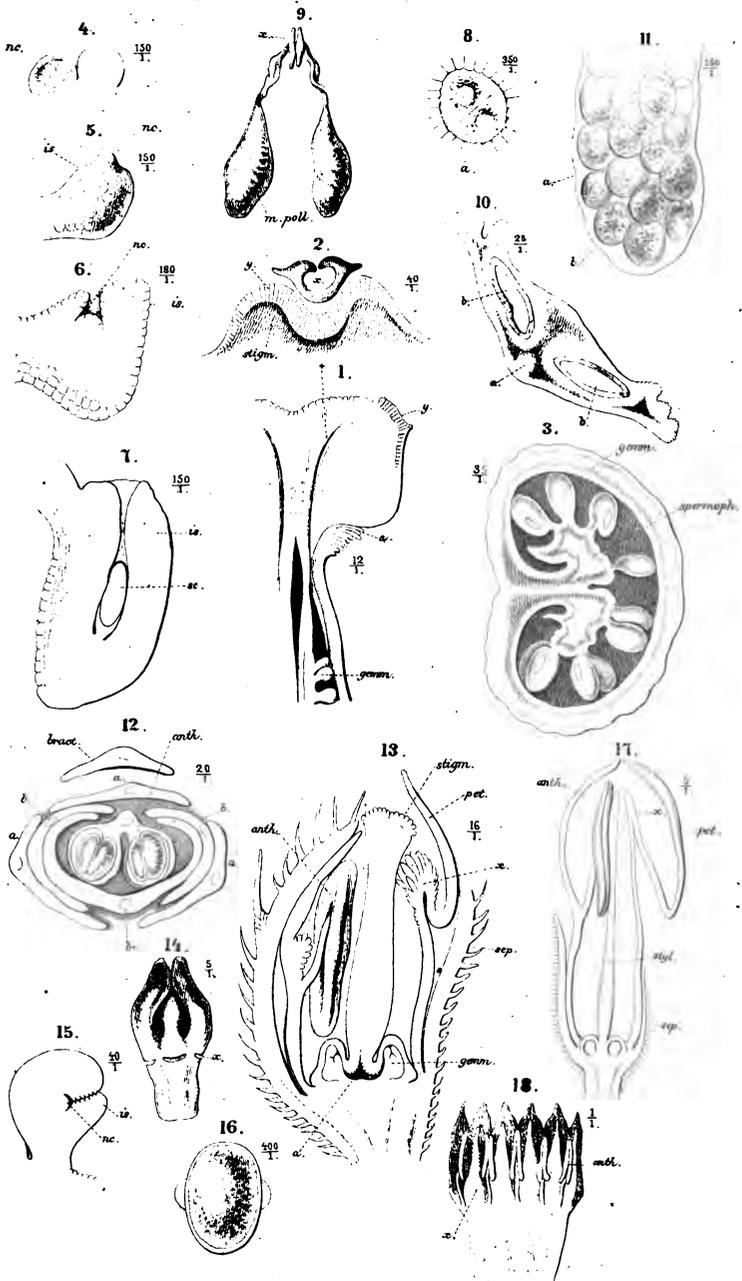
Der Preis des ganzen Werkes in 5 Bänden (160 $\frac{3}{4}$ Bogen mit schwarzen Abbild. 41 Taf. mit 564 Fig.) ist nur 6 $\frac{2}{3}$ Thlr. n., mit fein illumin. Abbild. 9 $\frac{1}{2}$ Thlr. n. Von der illumin. Ausgabe sind auch in geprefste Leinwand gebundene Exemplare, jeder Band zu 5 Sgr. zu haben.

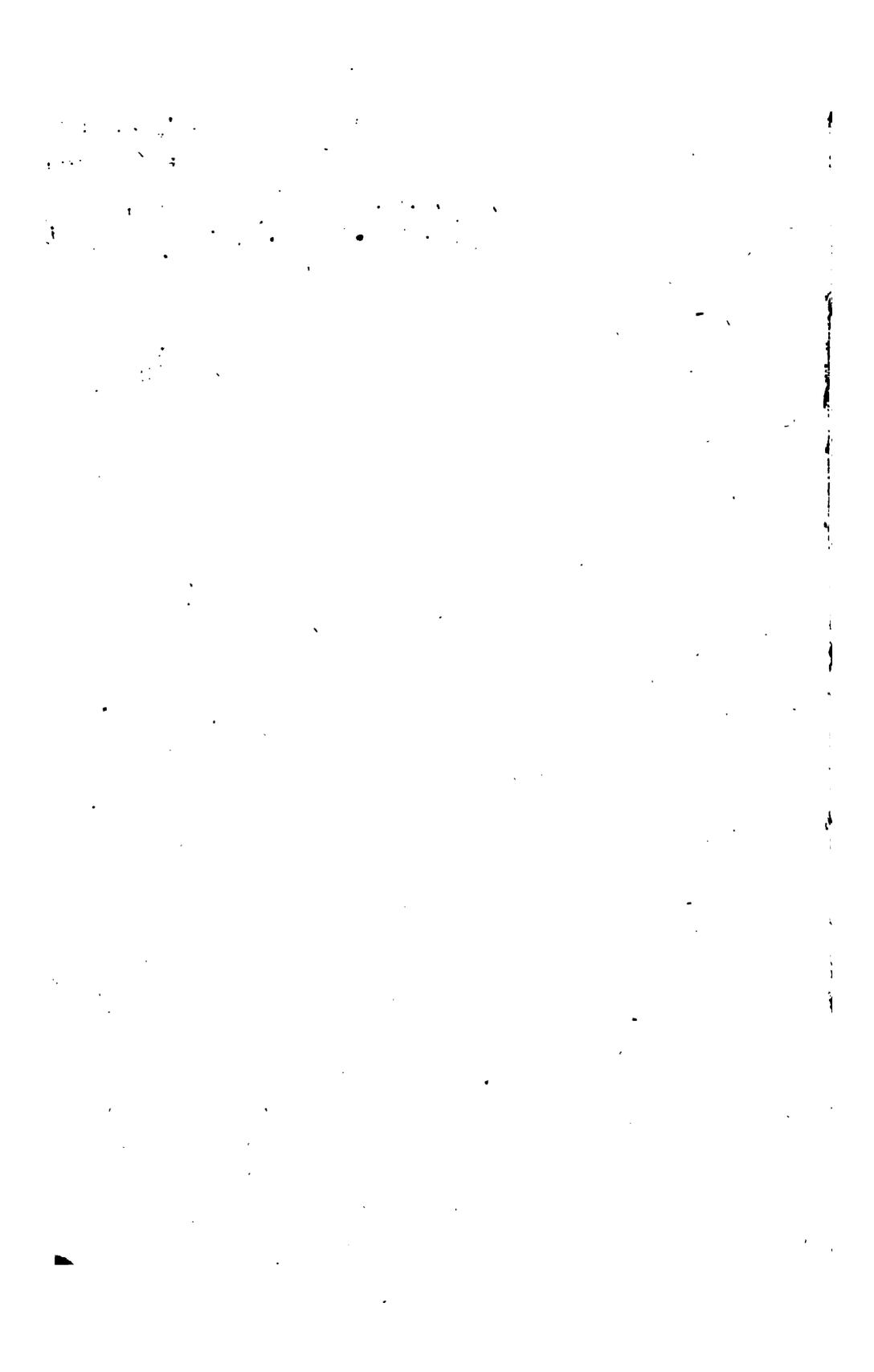
— — **Kleine Naturgeschichte für Schul- und
Selbstunterricht.**

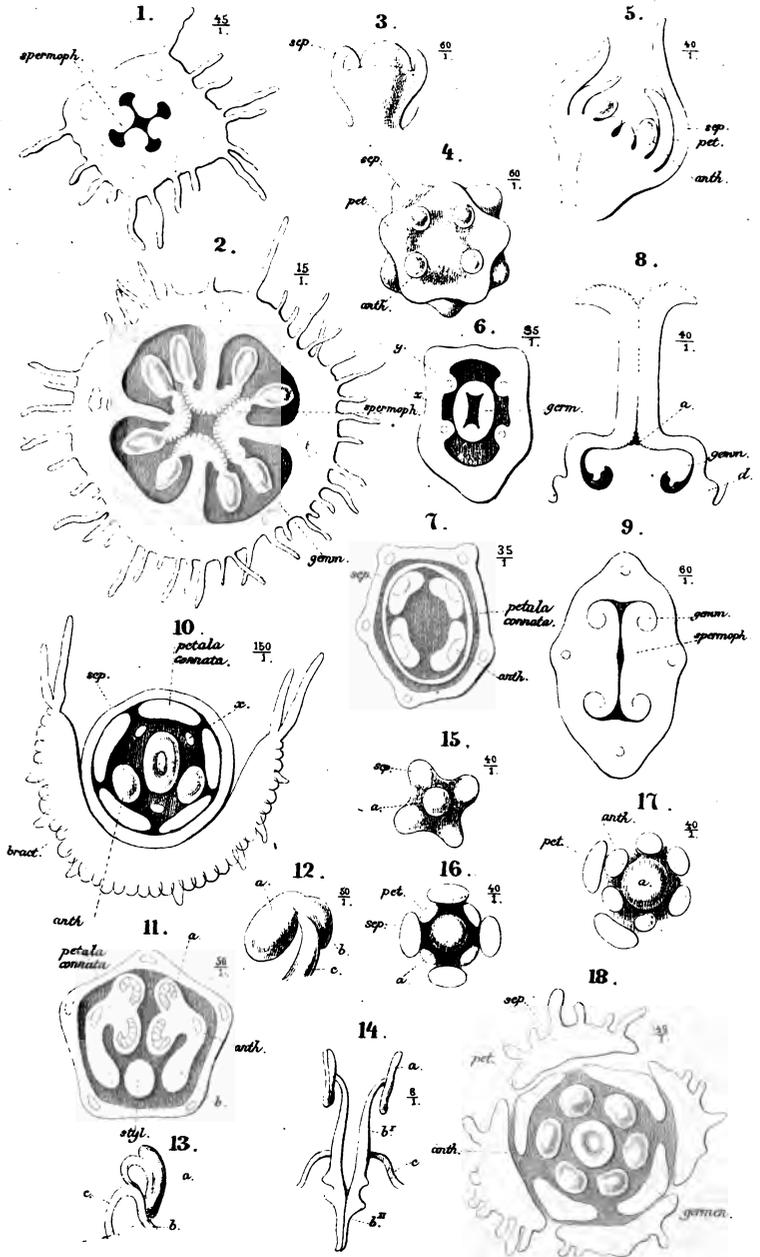
21 $\frac{3}{4}$ Bogen. gr. 8. Preis 21 Sgr. ord.

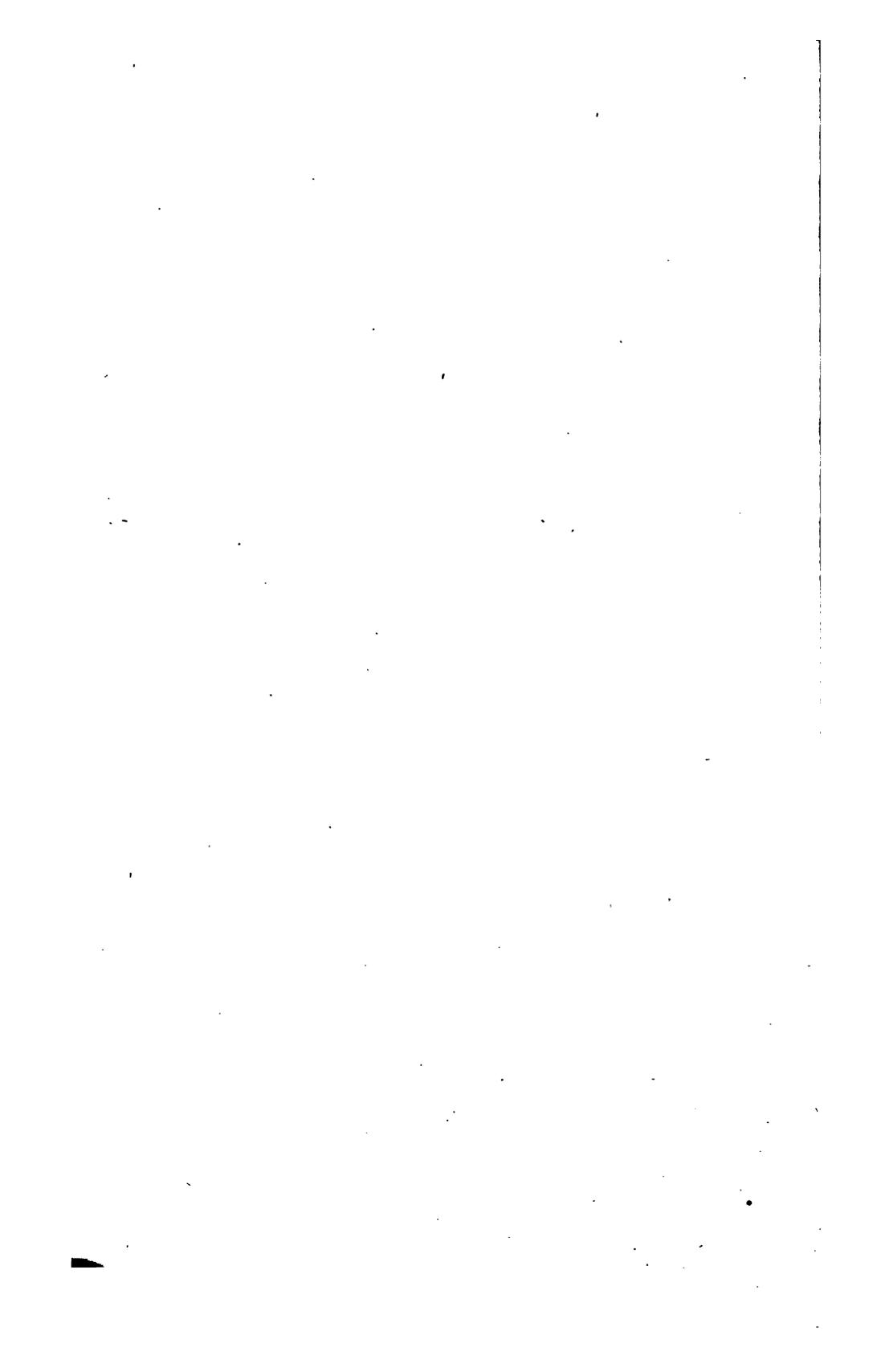
**Becker'sche Buchhandlung
in Gotha.**

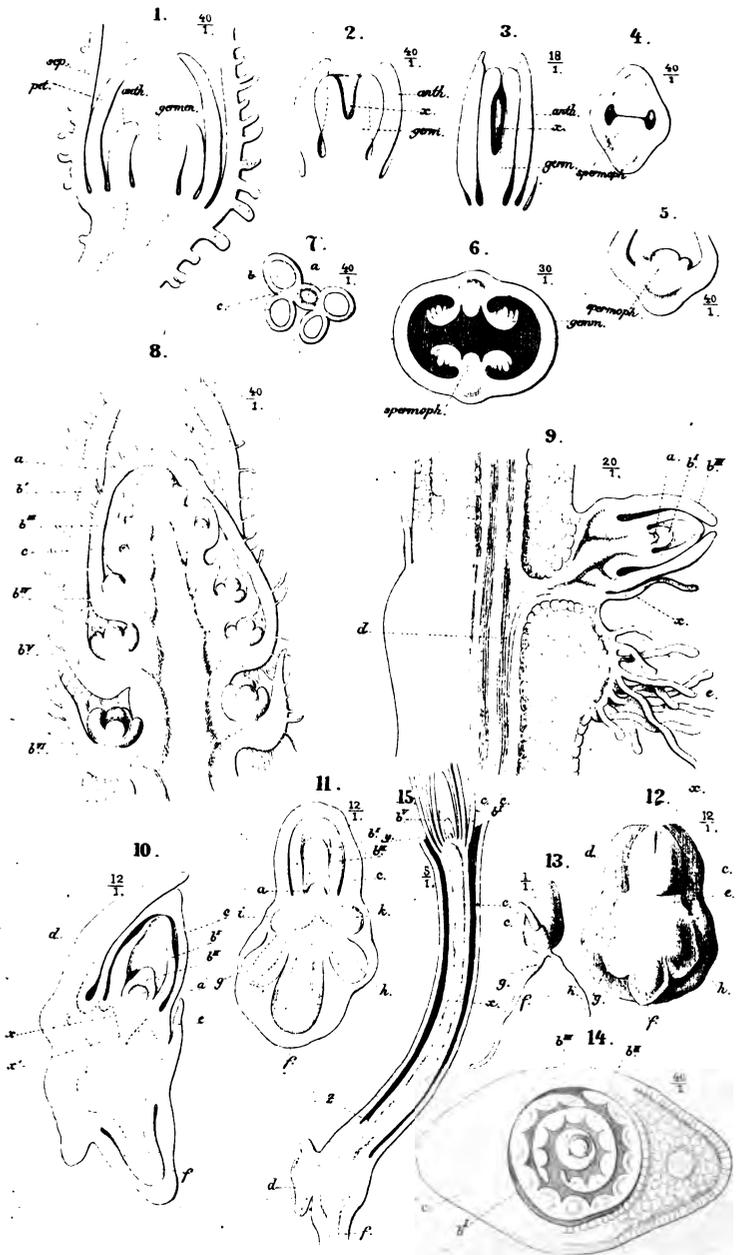












MAR 18 1922

