NEUE DENKSCHRIFTEN

DER

ALLG. SCHWEIZERISCHEN GESELLSCHAFT

FÜR DIE

gesammten Naturwissenschaften.

NOUVEAUX MÉMOIRES

DE LA

SOCIÉTÉ HELVÉTIQUE

DES

SCIENCES NATURELLES.

Band IX mit XIII Tafeln.

NEUENBURG,
Auf Kosten der Gesellschaft
IN DER BUCHDRUCKEREI VON H. WOLFRATH.

1847.

NEUE DENKSCHRIFTEN

DER

ALLG. SCHWEIZERISCHEN GESELLSCHAFT

FÜR DIE

gesammten Naturwissenschaften.

NOUVEAUX MÉMOIRES

DE LA

SOCIÉTÉ HELVÉTIQUE

Bremi's paper on Gallmücken was issued separately in 1847. The date of this volume therefore is apparently correct as 1847

(Dania Stenberg
28/2/05

See Carus Engelmann, Bibl. Zool. 552.

Auf Kosten der Gesellschaft

IN DER BUCHDRUCKEREI VON H. WOLFRATH.

1847.

NEUE DENKSCHRIFTEN

DER

ALLG. SCHWEIZERISCHEN GESELLSCHAFT

FÜR DIE

gesammten Naturwissenschaften.

NOUVEAUX MÉMOIRES

DE LA

SOCIÉTÉ HELVÉTIQUE

DES

SCIENCES NATURELLES.

Band IX mit XIII Tafeln.

NEUENBURG,
Auf Kosten der Gesellschaft
IN DER BUCHDRUCKEREI VON H. WOLFRATH.

1847.

REGISTER.

UEBER

DOPPELSALZE

DER CHROMSAUREN KALIS

MIT

DER CHROMSAUREN TALKERDE UND DEM CHROMSAUREN KALKE

UND UEBER

DAS VERHALTEN DER ARSENIGEN SÆURE

UND DES STICKOXYDS ZU DEM CHROMSAUREN KALI

VON

Dr. L. SCHWEIZER.

Die Chromsäure geht nur sehr schwierig Doppelsalze ein, weil sie mit den meisten Basen unlösliche Verbindungen bildet. So konnte ich durch Behandlung von doppelt chromsaurem Kali mit verschiedenen Basen blos die Doppelsalze der Talkerde und des Kalkes darstellen, welche mir indessen einige nicht uninteressante Verhältnisse zur Untersuchung darboten.

Chromsaure Kali-Talkerde.

Kaum hatte ich die Untersuchung über diese Verbindung geschlossen, als mir die Entdeckung derselben durch *Anthon* (1) bekannt wurde. Wenn auch seine Angaben grösstentheils richtig sind, so hat er hingegen gerade das interessanteste Verhalten des Salzes völlig übersehen. Ich werde daher meine Untersuchungen über diesen Gegenstand vollständig mittheilen.

Eine nicht zu concentrirte Lösung von doppelt chromsaurem Kali wird nach und nach mit Magnesia alba versetzt. Im Anfange entwickelt sich Kohlensäure; die Zersetzung wird durch gelinde Wärme unterstützt. Nach einiger Zeit hört bei neuem Zusatze von Magnesia die Entwicklung von Kohlensäure auf, obgleich noch Talkerde aufgenommen wird, also diejenige, welche als Hydrat in der Magnesia alba enthalten ist. Zuletzt hat man eine hellgelbe Flüssigkeit, die von dem unlöslichen Rückstand abfiltrirt wird, der nur aus kohlensaurer Magnesia besteht.

(1) Buchn. Rep. Z. R. XXXIV. 248.

Die Lösung wird auf dem Wasserbade abgedampft. Wenn die Flüssigkeit die gehörige Concentration erlangt hat, so scheidet sich das Salz fortwährend in Krystallkrusten an den Wandungen des Gefässes ab. Das ausgeschiedene Salz wird in der hinreichenden Menge von Wasser aufgelöst, wobei gewöhnlich ein kleiner Rückstand von kohlensaurer Talkerde bleibt, und die concentrirte Lösung bei gelinder Wärme langsam verdunstet. Es scheidet sich dabei das Salz in schönen Krystalldrusen aus, die um so ausgebildetere Krystalle enthalten, je langsamer die Verdunstung geschah. Wird dabei eine etwas höhere Temperatur angewandt, so sondern sich jedesmal gelbe Flocken aus, die ohne Zweifel ein Zersetzungsprodukt des Doppelsalzes sind und aus basisch chromsaurer Talkerde bestehen.

Analyse. 1.) 1,000 Gr. von dem getrockneten reinen Salze verloren beim Erhitzen (welches nicht bis zum Glühen gehen darf) 0,102 Wasser = 10,2 Procent.

2.) 1,000 Gr. von einer andern Bereitung verloren beim Erhitzen 0,090 Wasser = 9,00 Procent.

3.) 1,000 Gr. von einer dritten Bereitung gaben beim Erhitzen 0,094 Wasser = 9,40 %.

4.) 1,000 Gr. Salz von der letzten Bereitung wurde mit dem dreifachen Gewichte von trocknem kohlensauren Natron zusammengeschmolzen. Die geschmolzene Masse hinterliess nach der Behandlung mit Wasser die kohlensaure Talkerde, welche auf einem Filter gesammelt, ausgesüsst, getrocknet und geglüht wurde. Man erhielt 0,100 Talkerde = 10,00 Pr.

Die von der kohlensauren Talkerde abfiltrirte Flüssigkeit wurde mit Salzsäure übersättigt und dann mit etwas Weingeist versetzt und erhitzt, um die Chromsäure zu Chromoxyd zu reduciren. Das Chromoxyd wurde durch Ammoniak gefällt und auf bekannte Weise bestimmt. Man erhielt 0,425 Chromoxyd = 54,92 Pr. Chromsäure.

Dieser Analyse zufolge besteht die Verbindung aus:

Chromsäure . .	54,92
Talkerde	10,00
Wasser	9,40
Kali	25,68
	100,00

Diese Resultate entsprechen genau der Formel:

$KO, Cr\,O\,3 + Mg.\,O, Cr\,O\,3 + 2\,aq$, denn

1 At. Kali	47,20	24,80
1 At. Talkerde . . .	20,70	10,88
2 At. Chromsäure .	104,40	54,86
2 At. Wasser	18,00	9,46
	190,30	100,00

Die chromsaure Kali-Talkerde besitzt eine sehr schöne gelbe Farbe und krystallisirt in Combinationen des 2 und 1 gliedrigen Systemes, welche mit den Hauptformen des Gypses grösstentheils übereinkommen. Siehe *Rose*'s Krystallographie, Fig. 99 und 100. Die Flächen b sind gewöhnlich stark vorherrschend, eben so die Flächen O über die Flächen O', welche jedoch nur selten wie in Fig. 100 ganz verschwinden.

Es ist sehr schwierig, Krystalle von einiger Grösse zu erhalten; das Salz scheidet sich selbst bei langsamer Verdunstung gewöhnlich in Drusen kleiner Krystalle ab, die sich fest an die Wände des Gefässes ansetzen. — Die Verbindung ist in heissem Wasser nicht viel löslicher als in kaltem: 100 Th. Wasser lösen bei 20° 28,2 Th., bei 60° 54,3 Theile davon auf.

Chromoxyd-Talkerde.

Die chromsaure Kali-Talkerde zeigt beim Erhitzen ein eigenthümliches Verhalten, welches der Beobachtung *Anthon*'s völlig entgangen ist.

Im Anfange färbt es sich, wie *Anthon* angegeben, orangefarben und schmilzt bei beginnender Glühhitze zu einer dunkelrothen Flüssigkeit. Setzt man das Glühen aber nur kurze Zeit fort, so findet plötzlich eine rasche Zersetzung statt, es entwickelt sich unter heftigem Aufbrausen Sauerstoffgass und wenn die Entwicklung aufhört, so erhält man nach dem Erkalten eine dunkelbraune Masse.

Der braune Rückstand wurde mit Wasser behandelt, welches einfach chromsaures Kali auflöste, während die braune Verbindung zurückblieb. Dieselbe wurde alsdann, nachdem sie mit reinem Wasser gehörig ausgewaschen worden war, mit ziemlich concentrirter Schwefelsäure längere Zeit erwärmt. Diese färbte sich hierbei nicht im geringsten. Die braune Farbe der Verbindung wurde jedoch intensiver. Es fand sich, dass die Schwefelsäure eine bedeutende Menge von

Talkerde aufgelöst hatte. Diese Operation wurde einigemal mit frischen Quantitäten von Schwefelsäure wiederholt, wobei immer noch kleine Mengen von Talkerde ausgezogen wurden. Hierauf wurde das braune Pulver auf ein Filter gebracht, gut ausgesüsst und getrocknet. Die qualitative Analyse zeigte, dass die Verbindung nur aus Talkerde und Chromoxyd bestand.

1,000 Gr. derselben wurde mit einem Gemenge von kohlensaurem Natron und Salpeter geglüht und die erkaltete gelbe Masse mit Wasser behandelt, wobei die kohlensaure Talkerde zurückblieb, aus der dann die reine Talkerde bestimmt wurde. Man erhielt bei einem Versuche 21,50 bei einem andern 22,00 Pr. Talkerde.

Die Verbindung entspricht hiernach der Formel Mg O, Cr 2 O 3, denn

			Gefunden
1 At. Talkerde	20,70	20,48	21,50
1 At. Chromoxyd . .	80,40	79,52	78,50
	101,10	100,00	100,00

Die Zersetzung der chromsauren Kali-Talkerde in der Hitze kann also durch folgendes Schema dargestellt werden :

4 At. Chromsäure	=	Cr 4	O 12		
2 At. Kali	=		O 2	K 2	
2 At. Talkerde	=		O 2		Mg 2
		Cr 4	O 16	K 2	Mg 2

geben :

2 At. einfach chromsaures Kali . .	=	Cr 2	O 8	K 2	
1 At. Chromoxyd-Talkerde	=	Cr 2	O 4		Mg
1 At. Talkerde	=		O		Mg
3 At. Sauerstoffgas	=		O 3		
		Cr 4	O 16	K 2	Mg 2

Hiernach müssen bei der Zersetzung von 100 Th. der Verbindung 6,57 Pr. Sauerstoffgas entwickelt werden ; ein Versuch gab 5,5 Pr. Sauerstoff. Dass der von dem einfach chromsauren Kali durch Auswaschen getrennte Rücksand ein Gemenge von Chromoxyd-Talkerde mit Talkerde ist, geht daraus hervor, dass

selbst sehr verdünnte Säuren demselben Talkerde entziehen, nach mehrmaliger Behandlung mit concentrirten Säuren hingegen die reine Verbindung $Cr_2O_3 + MgO$ unveränderlich zurückbleibt. Es ist jedoch schwierig, die letzten Antheile von freier Talkerde zu entfernen.

Die Chromoxyd-Talkerde besitzt eine schöne braune Farbe, ist in starker Glühhitze unveränderlich und in Alkalien sowohl als Säuren unlöslich. Nur beim Kochen mit concentrirter Schwefelsäure löst sich die Verbindung sehr langsam mit grüner Farbe auf.

Eine ähnliche Zersetzung hat *Wöhler* schon beim Erhitzen einer Verbindung von chromsaurem Kali mit chromsaurem Zinkoxyd beobachtet und dabei ein Chromoxyd-Zinkoxyd erhalten.

Chromsaure Kali-Kalkerde.

Das doppelt chromsaure Kali zersetzt den kohlensauren Kalk nur langsam unter Mitwirkung von Wärme, während dasselbe Kalkhydrat schon in der Kälte in bedeutender Menge aufnimmt.

In der schön gelb gefärbten Lösung ist das Doppelsalz von chromsaurem Kali mit chromsaurem Kalk $KO, CrO_3 + CaO, CrO_3$ enthalten, dessen Darstellung aber mit grossen Schwierigkeiten verknüpft ist, weil es sich beim Abdampfen die Lösung selbst in sehr gelinder Wärme zersetzt. Es scheidet sich dabei fortwährend eine krystallinische Masse aus, die sich fest an die Wandungen des Gefässes anlegt. Dieselbe ist in Wasser ziemlich schwierig auflöslich und enthielt auf 1 At. chromsaures Kali mehrere Atome chromsauren Kalk.

Das Doppelsalz $CaO, CrO_3 + KO, CrO_3$ konnte ich nur auf folgende Weise rein und in einiger Quantität erhalten.

Eine nicht sehr concentrirte Lösung von doppelt chromsaurem Kali wurde so lange mit gelöschtem Kalke in kleinen Portionen versetzt, bis sich nichts mehr davon auflöste und die rothgelbe Farbe der Lösung sich in citronengelb umgewandelt hatte. In die filtrirte Lösung leitete man etwas Kohlensauregas um den aufgelösten freien Kalk abzuscheiden. Hierauf wurde dieselbe bei sehr mässiger Wärme (30 — 40°) auf dem Wasserbade abgedampft und nach gehöriger Concentration zur Krystallisation an einen warmen Ort gestellt. Es bildeten sich ziemlich grosse spiessige Krystalle mit der oben erwähnten krystallinischen Kruste.

Es war nicht möglich, durch Umkrystallisiren die Krystalle frei von der letztern Verbindung zu erhalten, da diese sich bei jeder Temperatur, wenn auch in geringer Quantität, immer wieder bildet. Es blieb daher nichts anders übrig, als die spiessigen Krystalle vermittelst einer Pincette auszulesen und mechanisch von der krystallinischen Masse zu trennen.

Analyse der reinen Verbindung. 1,000 Gr. des trockenen Salzes wurden im Platintiegel bis zur beginnenden Glühhitze erhitzt und verloren dabei 0,095 Gr. = 9,50 Pr. Wasser. Die entwässerte Verbindung wurde hierauf mit dem dreifachen Gewichte kohlensaurem Natron zusammengeschmolzen, die geschmolzene Masse mit Wasser behandelt, welches den kohlensauren Kalk zurückliess und aus der Lösung die Chromsäure als Chromoxyd abgeschieden.

Man erhielt 0,248 kohlensauren Kalk = 13,89 Kalk
und 0,405 Chromoxyd = 52,59 Chromsäure.

Das Doppelsalz besteht nach dieser Analyse in 100 Theilen aus:

Chromsäure . .	52,59
Kalk	13,89
Wasser	9,50
Kali	24,02
	100,00

was die Formel KO, Cr O 3 + Ca O, Cr O 3 + 2 aq genau entspricht, denn:

			Gefunden
2 At. Chromsäure	104,4	52,84	52,59
1 At. Kalk	28,0	14,17	13,89
1 At. Kali	47,2	23,88	24,02
1 At. Wasser . .	18,0	9,11	9,50
	197,6	100,00	100,00

Die chromsaure Kali-Kalkerde erhält man immer in seidenglänzenden spiessigen Krystallen von schöner citrongelber Farbe. Die Verbindung ist leicht in Wasser löslich, hingegen unlöslich in Weingeist. Die Lösung zersetzt sich in der Wärme, wie angegeben, sehr leicht. Beim Erhitzen verliert das Salz zuerst das Krystallwasser, es färbt sich rothgelb und bei anfangender Glühhitze schmilzt

es zu einer rothen Flüssigkeit. Dieselbe verändert sich selbst bei starkem und anhaltendem Glühen nicht im Geringsten, es entwickelt sich keine Spur von Sauerstoffgas; beim Erkalten gesteht sie wieder zu einer hellgelben krystallinischen Masse.

Durch dieses Verhalten unterscheidet sich die Verbindung wesentlich von der chromsauren Kali-Talkerde, mit welcher sie in der Zusammensetzung sonst vollständig überein kommt. Es spricht sich hiedurch wieder deutlich die Eigenthümlichkeit der Magnesiagruppe aus. — Um die Zersetzung auszumitteln, welche die chromsaure Kali-Kalkerde in der Lösung durch die Wärme erleidet, wurden folgende Versuche angestellt.

1. Die durch Abdampfen der durch Kalk gesättigten Lösung von doppelt chromsauren Kali erhaltene krystallinische Kruste wurde zerrieben, mit Wasser ausgewaschen, dann in mehr Wasser gelöst und die filtrirte Lösung bis zu drei viertel abgedampft. Die krystallinische Masse, die sich hierbei wieder ausschied, wurde abermals umkrystallisirt, dann getrocknet und analysirt.

2,000 Gr. der Verbindung lieferten 0,088 Wasser, 0,942 kohlensauren Kalk und 0,900 Chromoxyd, was folgender procentischer Zusammensetzung entspricht:

Kalk	26,35
Chromsäure	58,50
Wasser . . .	4,40
Kali	10,75
	100,00

Die durch Erhitzen einer Lösung von reiner chromsaurer Kali-Kalkerde erhaltene schwerlösliche krystallinische Verbindung hatte dieselbe Zusammensetzung. Die Analyse gab in 100 Theilen:

Kalk	26,52
Chromsäure	59,80
Wasser . . .	4,21
Kali	9,47
	100,00

Diese Resultate entsprechen der Formel: $4\,(CaO, CrO_3) + KO, CrO_3 + 2\,aq$.

			Gefunden
5 At. Chromsäure .	260	59,46	59,80
4 At. Kalk	112	25,62	26,52
1 At. Kali	47.2	10,80	9,47
2 At. Wasser	18,0	4,12	4,21
	437.2	100,00	100,00

Ich konnte diese Verbindung nie deutlich krystallisirt erhalten, sondern immer nur als eine krystallinische, zusammenhängende Masse mit kleinen, starkglänzenden Krystallflächen. Sie ist in Wasser ziemlich schwierig löslich und zwar scheint sie in heissem Wasser nicht löslicher zu sein als in kaltem, da sie sich beim Abdampfen einer concentralen Lösung auf ähnliche Weise abscheidet, wie das Kochsalz.

II. Es wurde eine Lösung von chromsaurem Kali mit Kalkhydrat gesättigt und die von dem überschüssig zugesetzten Kalke abfiltrirte Flüssigkeit bis zu einem geringen Volumen abgedampft.

Die von dem krystallinischen Absatze getrennte Mutterlauge gab beim Verdunsten schöne Krystalle von bräunlich gelber Farbe. Dieselben enthielten kein Krystallwasser und waren zufolge einer Analyse nichts anders als *einfach chromsaures Kali*. In 100 Theilen wurde gefunden 51,99 Chromsäure, während die Rechnung 52,42 Chromsäure erfordert.

Diese Krystalle weichen in ihrer Form einigermassen von den beobachteten Formen dieses Salzes ab. Sie sind Combinationen des rhombischen Oktaeders mit dem vertikalen Prisma, dessen Flächen vorherrschend, und den Flächen eines Querprismas, das einem spitzern Oktaeder entspricht. Die säulenförmigen Krystalle bilden Zwillinge und Drillinge, in welchen sich die Individuen unter einem Winkel von etwa 75° durchkreuzen, auf ähnliche Weise wie beim Staurolith, nur dass bloss die eine Hälfte der Individuen ausgebildet ist. In die zunächst liegenden Endkanten zweier Oktaeder, welche in der zweiten Axenebene liegen, bilden eine gerade Linie und fallen sogar bei mehreren Zwillingen, indem der einspringende Winkel verschwindet, zusammen.

Auffallend ist die bräunliche Farbe dieser Krystalle, während doch das einfach

chromsaure Kali gewöhnlich in citrongelben Krystallen erhalten wird. Nach dem Erhitzen werden sie jedoch ebenfalls citronengelb, ohne dass sie ihre Durchsichtigkeit dabei verlieren. Im Uebrigen zeigen sie vollkommen das Verhalten des gewöhnlichen chromsauren Kali's: in der Hitze besitzen sie eine morgenrothe Farbe, die beim Erkalten wieder verschwindet; vor dem Schmelzen verknistern sie heftig. — Der durch das Abdampfen der ursprünglichen Lösung erhaltene krystallinische Absatz wurde wieder in Wasser gelöst und die Lösung abermals bei gelinder Hitze abgedampft.

Die von der Krystallkruste getrennte Mutterlauge hinterliess beim Verdünsten an der Luft ein Gemenge von *citrongelben*, *spiessigen* Krystallen und von *seidenglänzenden*, *braungelben* rhombischen Tafeln. Die erstern sind das oben beschriebene Doppelsalz KO, Cr O 3 + Ca O Cr O 3 + 2 aq, die letztern (die in zu gegeringer Menge rein erhalten wurden, um eine Analyse damit anstellen zu können), die von *Vauquelin* entdeckte Verbindung von Chromsäure und Kalk, welche nach *Moser* ein *saures Salz* ist.

Die Krystallkruste wurde mit wenig Wasser behandelt und die concentrirte Lösung an der Luft verdunstet. Die dabei erhaltenen, *pomeranzengelben*, krystallinischen Körner wurden noch zweimal umkrystallisirt und dann analysirt.

a)	1,000 Gr. der Verbindung gaben		0,050	Wasser = 5,00 Pr.	
	«	»	»	0,470	kohlensaurer Kalk = 26.30 Kalk.
b)	»	»	»	0,050	Wasser = 5,00 Pr.
	»	»	»	0,475	kohlensaurer Kalk = 26,59 Kalk.
	»	»	»	0,427	Chromoxyd = 55,51 Chromsäure.

Die Verbindung enthält also nach der letzten Analyse in 100 Theilen:

Chromsäure . .	55,51
Kalk	26,59
Kali	12,90
Wasser	5,00
	100,00

Berechnet man diess auf Atome, so erhält man die empirische Formel:
8 Cr O 3 + 7 Ca O + 2 KO + 4 aq, denn:

			Gefunden
8 At. Chromsäure . .	416	56.03	55,51
7 At. Kalk	196	26.40	26,59
2 At. Kali	94,4	12.71	12,90
4 At. Wasser	36	4,86	5,00
	742,4	100,00	100,00

Es ist hiernach 1 At. Chromsäure zu wenig vorhanden um mit der ganzen Menge von Basis neutrale Salze zu bilden. Es versteht sich aber von selbst, dass nur basisch chromsaurer Kalk in der Verbindung sein kann. Wenn man nun zu 8 Cr. O 3 + 7 Ca O + 2 KO + 4 aq noch 2 At. Cr O 3 und 1 At. Ca O rechnet, so erhält man 2 Atome der beschriebenen Verbindung: 4 (Ca O, Cr O 3) + KO, Cr O 3 + 2 aq. Es entsteht mithin die erstere Verbindung aus 2 Atomen der letztern, indem 4 At. neutraler chromsaurer Kalk in 1 At. doppelt chromsauren Kalk und 1 At. $^2/_3$ chromsauren Kalk zerfallen. Die Bildung von saurem chromsauren Kalke wurde wirklich oben nachgewiesen. — Die Zersetzungen des chromsauren Kali-Kalkes in der Wärme können also durch folgendes Schema ausgedrückt werden:

4 At. dieser Verbindung zerfallen in:	=	4 Ca O, 4 Cr O 3 + 4 KO, 4 Cr O 3 + 8 H O
3 At. einfach chromsaures Kali	=	3 KO, 3 Cr O 3
1 At. des zweiten Doppelsalzes	=	4 Ca O, 4 Cr O 3 + KO, Cr O 3 + 2 aq.
6 At. Wasser	=	+ 6 aq.
		4 Ca O, 4 Cr O 3 + 4 KO, 4 Cr O 3 + 8 aq.
2 At. d. 2ten Doppelsatzes zerfallen ferner in:	=	8 Ca O, 8 Cr O 3 + 2 KO, 2 Cr O 3 + 4 aq.
1 At. dopp. chroms. Kalk	=	Ca O, 2 Cr O 3
1 At. d. 3ten Doppelsalzes	=	4 Ca O, 4 Cr O 3 + K O, Cr O 3 + 2 aq 3 Ca O, 2 Cr O 3 + K O, Cr O 3 + 2 aq
		8 Ca O, 8 Cr O 3 + 2 K O, 2 Cr O 3 + 4 aq.

Es ist nicht wahrscheinlich, dass die letzte Verbindung wirklich nach der neben stehenden Formel zusammengesetzt ist. Dieselbe drückt aber am besten ihre Bildungsweise aus.

Das Doppelsalz $3\,CaO,\ 2\,CrO^3 + KO,\ CrO^3 + 2\,aq$ ist auch vielleicht in den pomeranzengelben, krystallinischen Körnern mit dem andern Doppelsalze bloss innig gemengt.

Verhalten der arsenigen Säure zum chromsauren Kali.

Bringt man zu einer Lösung von einfach chromsaurem Kali eine Lösung von arseniger Säure, so färbt sich die Flüssigkeit schnell sehr schön grün und gesteht in einigen Minuten vollkommen zu einer *zitternden Gallerte* von grasgrüner Farbe.

Um die eingeschlossene Flüssigkeit zu entfernen, wurde die Gallerte in einem Tuche gepresst und der Rückstand so lange mit Wasser ausgewaschen, bis dasselbe nichts mehr löste. Hierauf wurde die Masse auf dem Wasserbade eingetrocknet, wobei sie sehr stark zusammenschrumpfte und rissig wurde.

Die Verbindung ist in diesem Zustande sehr spröde, glänzend, besitzt eine dunkelgrüne Farbe und giebt ein ziemlich schönes grünes Pulver. Sie besteht aus Arseniksäure, Chromoxyd, Kali und Wasser. — Beim Erhitzen verlor 1,000 Gr. 0,265 Wasser = 20,5 Pr.

Nachdem die Substanz jedoch im *gepulverten* Zustande auf dem Wasserbade erhitzt worden war, hatte sie über die Hälfte dieser Quantität Wasser verloren; der rückbleibende Wassergehalt blieb alsdann constant. Die eingetrocknete spröde Masse enthält also eine bedeutende Menge von Wasser bloss mechanisch eingeschlossen.

1,000 Gr. der gepulverten auf dem Wasserbade getrokneten Verbindung gab beim Erhitzen 0,125 Wasser = 12,5 Pr. Selbst nach längerer Behandlung auf dem Wasserbade wurde dasselbe Resultat erhalten. Während dem sich die trockene Verbindung in der Wärme in Salzsäure leicht löst, ist die durch Erhitzen entwässerte Verbindung vollständig darin unauflöslich. Ganz gleich verhält sie sich zu Salpetersäure und Schwefelsäure.

1,000 Gr. der trockenen Substanz wurde in Chlorwasserstoffsäure aufgelöst und in die saure Lösung Schwefelwasserstoff geleitet und aus dem erhaltenen Schwefelarsenik auf die gewöhnliche Weise die Arseniksäure bestimmt. Man erhielt 0,596 Arseniksäure = 59,60 Pr. Aus den von dem Schwefelarsenik getrennten und von dem überschüssigen Schwefelwasserstoff befreiten Flüssigkeit wurde das Chromoxyd durch Ammoniak praecipitirt. Es wurde 0,282 Chromoxyd = 28,20 Pr. erhalten.

Nach dieser Analyse enthält die Verbindung daher in 100 Theilen:

Arseniksäure . .	59,60
Chromoxyd . . .	28,20
Wasser.	12,50
Kali	19,70
	100,00

Diess entspricht der empirischen Formel 3 As O 5 + 4 KO + 3 Cr 2 O 3 + 10 aq, denn:

3 At. Arseniksäure . .	345,9	40,00	59,60
3 At. Chromoxyd . .	240,0	27,76	28,20
4 At. Kali	188,8	21,83	19,70
10 At. Wasser	90,0	10,41	12,50
	864,7	100,00	100,00

Die Verbindung kann am besten durch folgende rationelle Formel ausgedrückt werden:

$$3\,(KO,\ As,\ O\,5) + KO,\ 3\,Cr\,2\,O\,3 + 10\ aq$$

Das Chromoxyd-Kali bedingt ohne Zweifel den gallertartigen Zustand der frisch gefällten Verbindung denn aus einer Lösung von Chromoxyd in Kali scheidet sich, wenn letzteres nicht in zu grossem Ueberschuss vorhanden ist, das Chromoxyd-Kali ebenfalls als eine grüne Gallerte aus. *Gmelin*'s Handbuch, Bd II, pag. 579.

Die Einwirkung der arsenigen Säure auf das einfach chromsaure Kali besteht also darin, dass sich durch Reduktion der Chromsäure Arseniksäure und Chromoxyd bildet. Die Arseniksäure verbindet sich mit dem Kali; da aber bei der

Bildung von 3 At. Arseniksäure immer 4 At. Kali frei werden, so lässt sich die gleichzeitige Entstehung von Chromoxyd-Kali begreifen. Das letztere vereinigt sich dann mit dem arseniksauren Kali und bringt den gallertartigen Niederschlag hervor.

Wird in eine Lösung von doppelt chromsauren Kali eine Lösung von arseniger Säure gebracht, so entsteht sehr bald ein schmutzig gelblich grüner Niederschlag, der im getrockneten Zustande ein hellgrünes Pulver darstellt. Ich habe diese Verbindung nicht näher untersucht. Da aber in der Flüssigkeit nur einfach chromsaures Kali zurückbleibt, so ist sie wahrscheinlich *neutrales arseniksaures Chromoxyd* = 2 Cr O 3, 3 As O 5, 4 (KO, 2 Cr O 3) + 3 (As O 3) = 4 (KO, Cr O 3) + 2 Cr 2 O 3, 3 As O 5.

Bringt man hingegen umgekehrt zu einer Lösung von arseniger Säure in verhältnissmässig geringer Menge eine Lösung von doppelt chromsaurem Kali, so färbt sich die Flüssigkeit schön grün, ohne dass ein Niederschlag erfolgt. Hierbei wird natürlich wie bei der Einwirkung der arsenigen Säure auf das einfach chromsaure Kali auch die ganze Menge der Chromsäure zu Chromoxyd reducirt, ohne dass gerade die gleiche Verbindung wie im letztern Falle gebildet wird. — Bei Zusatz von Essigsäure zu der grünen Lösung, entsteht ein sehr voluminöser grüner Niederschlag.

Verhalten des Stickoxydgases zu chromsaurem Kali.

Stickoxydgas wird von einer Lösung von doppelt chromsauren Kali in ziemlich bedeutender Menge absorbirt. Die Flüssigkeit färbt sich dunkel und nach einiger Zeit, besonders in der Wärme, entsteht ein brauner Niederschlag.

Derselbe wurde durch Filtration von der Flüssigkeit getrennt, und zeigte im trocknen Zustande alle Eigenschaften des sogenannten braunen Chromoxyds, welches *Maus* als chromsaures Chromoxyd = Cr 2 O 3 + Cr O 3 ansieht, von welchem es aber *Krüger* in neuerer Zeit wahrscheinlich gemacht hat, dass es ein Superoxyd = Cr O 2 ist. Beim Erhitzen verwandelt sich der Körper unter Entwicklung von Sauerstoffgas und unter Feuererscheinung in das grüne Oxyd. Die Flüssigkeit enthielt ziemlich viel *Salpeter* neben einfach chromsaurem Kali.

Das Stickoxyd wird also auf Kosten eines Theils der Chromsäure zu Salpetersäure oxydirt, die sich mit Kali zu Salpeter vereinigt, während Chromsuperoxyd abgeschieden wird.

$4\,(KO.\,2\,Cr\,O\,3) + 2\,(V\,O\,2) = 2\,(KO,\,V\,O\,5) + 2\,(KO,\,Cr\,O\,3) + 6\,(Cr\,O\,2).$

DIE

NEUERN ALGENSYSTEME

UND

VERSUCH ZUR BEGRÜNDUNG

EINES EIGENEN SYSTEMS DER ALGEN UND FLORIDEEN

VON

CARL NÆGELI.

Das Studium der Algen erregt von Jahr zu Jahr mehr das Interesse der Botaniker. Nicht blos wächst die Zahl derjenigen Botaniker, welche, angezogen durch den zierlichen Formenreichthum dieser Gewächse, sich Sammlungen davon anlegen; sondern auch die wissenschaftlichen Forscher lenken mehr und mehr ihre Aufmerksamkeit auf die genannte Pflanzengruppe, um sie systematisch zu ordnen oder physiologisch zu begreifen.

Und mit Recht gebührt jetzt den Algen unter allen Pflanzen die erste Stelle, in Rücksicht auf das Interesse, welches sie für den wissenschaftlichen Botaniker haben. Nirgends lässt sich die Oekonomie des pflanzlichen Organismus besser erfassen als da, wo sie in so einfacher und dem Beobachter so leicht zugänglicher Gestalt auftritt. Die Zahl der einzelligen Algen, wo das Leben der Pflanzen mit dem Leben der Zelle identisch ist, steigt schon zu einer nicht unbeträchtlichen Summe. Von dieser Zelle aber, welche in sich alle Momente des vegetabilischen Lebens vereinigt, durchlaufen die Algen eine allmälige und alle möglichen Zwischenstufen berührende Entwicklungsreihe, in der die verschiedenen Lebensmomente nach und nach in verschiedene Zellen und in verschiedene Organe ge-

trennt werden. Die niedrigste Form des Algenreiches ist eine einfache kugelige Zelle, welche zugleich die Functionen der Wurzel, des Stammes und der Blätter ausübt, welche zugleich die vegetativen und die reproductiven Prozesse der Pflanze vollführt, indem sie rohe Nahrungsstoffe aufnimmt, dieselben zu organischen Stoffen assimilirt und überflüssige Stoffe ausscheidet, und indem sie zuletzt neue einzellige Pflanzen der gleichen Art erzeugt. Die höchsten Formen des Algenreiches dagegen bestehen aus Wurzeln, Stämmen und Blättern; sie besitzen vegetative und reproductive Stammachsen, vegetative und reproductive Blätter; sie erzeugen neue Individuen der gleichen Art theils durch Vermehrung oder geschlechtslose Keimzellenbildung, theils durch Fortpflanzung oder geschlechtliche Sporenbildung, bei welcher männliche und weibliche Organe mitwirken. Das Studium der Algen gewährt also dem Physiologen einen doppelten Vortheil: Einerseits zeigen einige der höhern Algen im Wesentlichen die gleichen Erscheinungen wie die höhern Pflanzen, nur sind dieselben wegen der anatomischen Einfachheit leichter zu studiren und sicherer zu deuten. Anderseits findet sich bei den übrigen Algen der Weg vorgezeichnet, auf welchem die Natur zu jenen Erscheinungen der höhern Pflanzen gelangt, und es ist damit ein vorzügliches Mittel gegeben, um dieselben besser zu erkennen.

Von nicht geringerem Interesse ist das Studium der Algen für den Systematiker. Der Grundsatz, dass die systematische Erkenntniss einer Pflanze sich auf die physiologische Erkenntniss ihres ganzen Lebensprozesses stützen müsse, drängt sich dem Forscher nirgends so deutlich auf wie bei den Algen. Hier sehen wir, wie Physiologie und Systematik bei vollständiger Erforschung ihres Objectes sich so vereinigen, dass beide den gleichen Inhalt besitzen, und dass sie bloss in der Anordnung desselben differiren, indem die Physiologie denselben nach einzelnen Abschnitten des Lebensprozesses und nach einzelnen Organen, also nach Theilbegriffen, die Systematik dagegen nach den Totalbegriffen der Individuen eintheilt. Da bei den Algen eine vollkommene Uebereinstimmung der Physiologie und Systematik im materiellen Inhalte theils sich schon verwirklicht, theils deren Verwirklichung in Aussicht steht, so ist es gewiss, dass die Algen auch vor allen andern Pflanzen dazu geeignet sind, einen Blick in das Wesen und in die Gesetze der Systematik überhaupt zu gestatten, und diess um so eher, da bei ihnen

eine so grosse Mannigfaltigkeit vorhanden ist. Und wenn es auch wahr ist, dass es auf jeder Stufe des Pflanzenreiches oder in jeder Classe besondere Merkmale gibt, welche die Arten und Gattungen unterscheiden, so ist es doch keinem Zweifel unterworfen, dass im Allgemeinen das Gesetz, wie das Höhere sich aus dem Einfacheren entwickelt, überall das gleiche ist. — Es ist überflüssig, ausser der Wichtigkeit des Algenstudiums in Rücksicht auf die Methode, noch zwei andere Punkte weiter auszuführen, nämlich dass die Algen, wie keine andere Pflanzengruppe die Bedingungen besitzen, um auf wahrhaft wissenschaftliche Weise eine natürliche Anordnung zu erfahren, und ferner, dass ohne die Kenntniss der Algen eine Erkenntniss des Pflanzenreiches überhaupt unmöglich ist, weil sie dasjenige Gebiet sind, auf welchem die ersten, die wichtigsten und die zahlreichsten Entwicklungen und Differenzirungen statt finden.

Die Algen haben in neuerer Zeit viele und tüchtige Bearbeiter gefunden. Vorzüglich hat die Systematik im Anfange dieses Jahrzehends manchen Fortschritt gemacht. Ich habe im ersten Theile dieser Schrift die Resultate der wichtigsten Bearbeitungen zusammengestellt. Der Zweck ist ein doppelter: 1) die Kenntniss der Algen selbst allgemeiner zu verbreiten, 2) zu zeigen, wie sich die wissenschaftliche Algologie entwickelt hat. Ich habe mit *Harvey* (1841), welcher noch meist der Methode der ältern Algologen folgt, den Anfang gemacht. Ihm folgen *J. Agardh* (1842) und *Decaisne* (1842), welche neue Bahnen brechen; ferner *Endlicher* (1843), welcher auf unübertreffliche Weise die bisherigen Ergebnisse zusammenstellt. Den Schluss macht *Kützing* (1843), welcher einen eigenen, von der Richtung der Wissenschaft in den nächst vorhergehenden Jahren verschiedenen Weg geht. Um die Fortbildung, welche die Algologie in dieser kurzen Zeit erfahren hat, anschaulicher zu machen, hielt ich es für zweckmässig, die Resultate mit den gleichen Worten wiederzugeben, wie sie von jedem Forscher ausgesprochen wurden; denn nirgends als in der Naturgeschichte ist es richtiger, dass die Terminologie das Verständniss der Begriffe, zugleich aber auch das Urtheil über dieselben in sich trägt. Ich hielt es ausserdem für angemessen, Mängel, wo sie vorkommen, sei es in der Methode oder in der Anwendung derselben, sei es in der natürlichen Anordnung zu erwähnen. Mögen diese Ausstellungen nicht als ein absprechendes Urtheil gegen Männer erscheinen, die ich, je mehr ich mich mit ihren

Werken beschäftigte, achten lernte. Möge vielmehr jede Ausstellung den Keim zu einem neuen Fortschritte in sich schliessen, und dadurch dazu beitragen, die Summe der Fortschritte, welche wir eben diesen Männern in der Algologie verdanken, zu vermehren.

Im zweiten Theile dieser Schrift versuchte ich es, ein eigenes System der Algen zu begründen, soweit es mir bis jetzt möglich ist, in diesem Gebiete sichere Begriffe auszusprechen; indem ich von dem Grundsatze ausging, dass die wesentlichsten und wichtigsten Merkmale in der Fortpflanzung gefunden werden, insofern dieselbe auf einer verschiedenen Entstehungsweise der Fortpflanzungszellen beruht, und dass die Merkmale von secundärer Wichtigkeit in den vegetativen Eigenthümlichkeiten liegen, insofern diese aus einer verschiedenen Zellenbildung hervorgehen. Um einen Ueberblick über das Reich der Algen zu gewähren, genügte es, die wichtigsten Ordnungen und Familien zu definiren. Eine detaillirtere Ausführung würde den Umfang dieser Schrift überschritten haben.

Früher wurden die Algen nach ihrer Farbe, nach ihrem Aussehen, nach ihrer äussern Form, nach ihrer Consistenz eingetheilt. Eine richtige Erkenntniss ihres Wesens und ihrer natürlichen Verwandtschaft war bei dieser Methode unmöglich. Verwandte Gattungen wurden getrennt, solche, die in keiner Relation mit einander stehen, zusammengestellt. So finden wir z. B. in der Ordnung *Confervoideæ* von *Agardh* (1) beisammen 1) verschiedene Pilze, 2) Algen aus den verschiedensten Gruppen, 3) Florideen, 4) den Vorkeim der Moose, 5) die Characeen. Es sind diess vielleicht die Hälfte der wesentlichsten Pflanzentypen, welche, da sie äusserlich einige Analogie zeigen, zusammen eine einzige Ordnung eines Pflanzensystems bilden, welches 100 bis 200 Ordnungen und darüber enthält.

Jene äusserlichen Merkmale wurden in neuester Zeit fast ganz verlassen, und an deren Stelle Charactere der Fortpflanzung und des Baues gesetzt. Ich will hier nicht untersuchen, wie die neue Methode erst bei einzelnen Gattungen und Familien angewendet, nach und nach die alte verdrängte, sondern bloss auf die Systeme eingehen, welche sich mehr oder weniger nach der neuen Methode richten, nämlich die Systeme von *Harvey*, *J. Agardh*, *Decaisne*, *Endlicher* und *Kützing*.

SYSTEM VON HARVEY.

Das System von *Harvey* (2) macht den Uebergang von der ältern Methode, welche künstlich nach äussern und unwesentlichen Merkmalen unterschied, zu der neuen natürlichen Methode, welche die wesentlichen Erscheinungen ins Auge

(1) Systema Algarum, pag. XX.
(2) A Manual of the British Algæ, London 1841.

fasst und voranstellt. Es ist theils aus diesem Grunde interessant, theils deswegen, weil *Harvey* als der Repräsentant der englischen Algologen überhaupt gelten kann, die, wenn auch meist hinter den neuesten Fortschritten der Physiologie und Systematik etwas sich zurückhaltend, dafür durch genaue Untersuchung und nüchternes Urtheil sich rühmlichst auszeichnen.

Harvey umgrenzt die Algen wie es bis dahin geschehen ist. Zu dieser Pflanzengruppe rechnet er diejenigen cryptogamischen oder blüthenlosen Pflanzen, welche die charakteristische Vegetation des Wassers bilden. Ausgeschlossen werden natürlich diejenigen Wasserpflanzen, welche einer höhern Pflanzenclasse angehören, wie z. B. den Moosen. Hinzugefügt werden diejenigen nicht im Wasser wohnenden Pflanzen, welche keiner andern Classe angehören. Er definirt die Algen aber nicht, und versucht es auch nicht, denn nach ihm vermag die menschliche Analyse bloss bis zu einer gewissen Tiefe zu dringen, wo sie sich mit dem Sehen begnügen, und sich des Erkennens und Definirens enthalten muss.

Die Definition der Algen hat allerdings ihre bedeutenden Schwierigkeiten, und sie kann gewiss unmöglich genannt werden, so lange dieselben so umgrenzt werden, wie es von *Harvey* und von allen ältern und neuern Algologen geschieht. Diese Unmöglichkeit ist aber eine *logische*, weil die bisherige Classe der Algen Pflanzen aus vier verschiedenen Classen ([1]) vereinigt. Es ist übrigens nur bei der Classe selbst, wo den Verfasser diese Scheu vor der Definition befällt; er sucht die Familien, Gattungen und Arten so gut als möglich zu definiren.

Die brittischen Algen werden eingetheilt in 4 Reihen, die 3 ersten mit folgenden Diagnosen :

I. Melanospermeæ : « Von olivengrüner oder olivenbrauner Farbe und von zelliger oder faseriger Structur; im Meere wachsend. Fructification in Capseln oder Receptacleu eingeschlossen, oder in besondern Fruchthäufchen (sori). Samen schwärzlich. »

II. Rhodospermeæ : « Im Meere wohnend (mit Ausnahme der Gattung *Trentepohlia)*, von rosenrother, purpurner oder rothbrauner Farbe, blattartig, cylin-

([1]) Algen, Pilze, Florideen, welche mit den Leber- und Laubmoosen zusammen in Eine Classe gehören und Characeen.

drisch oder faserig. Fructification meist doppelt; die erste in Capseln und Receptaclen eingeschlossen, oder im Laube eingesenkt; die zweite (wenn sie vorhanden ist) aus kleinen Körnern bestehend, welche Fruchthäufchen bilden oder in besondern Receptaclen eingebettet sind. Samen roth oder rothbraun. »

III. Chlorospermeæ: « Im Meere, im süssen Wasser oder an feuchten Stellen wachsend; faserig, häutig oder ohne bestimmte Gestalt (shapeless); farblos oder von grasgrüner, sehr selten purpurner oder rother Farbe. Fructification bestehend in grünen oder purpurfarbigen Spörchen (sporules), welche entweder das Laub erfüllen, oder in Sporidien vereinigt, selten in äusserlichen Capseln eingeschlosssen sind. »

IV. Diatomaceæ. Auf die vierte Reihe will ich nicht näher eintreten, theils weil diese Pflanzen nicht von allen Algologen bei den Algen aufgeführt werden, theils weil sie in Specialwerken *(Ehrenberg, Kützing)* gründlicher bearbeitet worden sind.

Unter den drei ersten Reihen unterscheiden sich die *Rhodospermeæ* von den beiden übrigen einzig durch die doppelte Fructification, obgleich *Harvey* bloss sagt, dass die Fructification *meist* doppelt sei. Für diejenigen Gattungen und Arten, wo sie es nicht ist, würde also ein unterscheidendes Merkmal noch mangeln. Die übrigen Charactere, welche *Harvey* noch bei dieser Reihe anführt, stehen theils auch in der Diagnose der beiden andern Reihen, theils sind sie durchaus nicht constant, wie es mit der Farbe der Fall ist.

Die beiden übrigen Reihen *Melanospermeæ* und *Clorospermeæ* werden vorzüglich durch die Farbe der Frons und die Farbe der Samen unterschieden. Die erstere soll bei den Melanospermeen olivenfarbig, bei den Chlorospermeen grün oder purpurn, die letztere soll bei den Melanospermeen schwärzlich, bei den Chlorospermeen grün oder purpurn sein. Wie wenig aber die Farbe geeignet ist, um ganze Reihen zu unterscheiden, beweist der Umstand, dass bei den Chlorospermeen mehrere Algen aufgeführt werden, die ebenso entschieden olivenfarbig sind als viele Gattungen der Melanospermeen selbst, ferner dass unter den Melanospermeen mehrere Algen stehen, deren Laub oder deren Samen

nicht weniger grün genannt werden können, als die Samen vieler Chlorospermeen selbst. Beispiele für das erstere sind *Lemania*, *Batrachospermum atrum*, *Chætophora Berkleyi*, *Myrionema*, *Rivularia atra*, *Stigonema*, mehrere Arten von *Oscillatoria*, einige Arten von *Palmella*, *Nostoc*, endlich die meisten *Diatomaceæ*. Beispiele für das letztere sind *Laminaria Phyllitis* und *debilis*, *Desmarestia ligulata*, *Dichloria*, *Elaeonema*, *Punctaria latifolia*, *Asperococcus compressus*, etc. — Die Fructification unterscheidet die beiden Reihen *Melanospermeæ* und *Chlorospermeæ* ebenfalls nicht. Denn bei den letztern wird als Character « äusserliche Capseln » aufgeführt, ein Merkmal, das auch einige Gattungen der ersten Reihe besitzen. Unter den drei Reihen finden wir also bloss bei den *Rhodospermeæ* einen Character, welcher den beiden übrigen Reihen mangelt, nämlich die doppelte Fructification. Die Melanospermeæ und Chlorospermeæ bleiben ununterschieden.

Wie mit der Definition, so ist es auch mit der Abgrenzung der Reihen bei den *Rhodospermeæ* am besten gelungen. Sie umfassen mit Ausnahme einer einzigen Pflanze (nämlich *Trentepohlia pulchella*) eine ganz natürliche und von den übrigen Algen vollkommen verschiedene Gruppe. Dagegen ist nicht abzusehen, wie die *Melanospermeæ* und die *Chlorospermeæ* natürliche Gruppen bilden sollen. Allerdings enthalten die erstern mehr die höher entwickelten, die letztern mehr die einfacher gebauten Algen, wenn wir bloss auf die vegetative Entwicklung sehen. Aber um natürliche Gruppen zu bekommen, genügt es nicht, vegetative Entwicklungsreihen da oder dort entzwei zu schneiden. Die natürliche Verwandtschaft liegt in dem Wesen der Fortpflanzung. Diese ist hier vernachlässigt, und daher bilden denn auch die beiden Reihen weiter nichts als künstliche Gruppen, denen noch überdiess der künstliche Character abgeht.

Harvey theilt, indem er vorzüglich *Greville* folgt, die brittischen Melanospermeæ in 7 Familien ein: 1) *Fucoideæ*, 2) *Lichineæ*, 3) *Laminarieæ*, 4) *Sporochnoideæ*, 5) *Dictyoteæ*, 6) *Ectocarpeæ*, 7) *Chordarieæ*. Sie werden folgendermassen characterisirt:

1. Fucoideae. « Meerbewohnend, von olivenbrauner Farbe, an der Luft schwarz werdend; von lederartiger oder holzartiger Substanz und faseriger Structur, mit Leichtigkeit in der Längsrichtung sich spaltend. Wurzel schildförmig; in einigen

Arten von kriechenden Fasern begleitet. Laub flach, zusammengedrückt oder fadenförmig, bei vielen gesonderte Blätter erzeugend, und in den meisten mit Lufthöhlen versehen. Fructification bestehend in kugeligen Haufen von dunkeln Samen, die letzten sind von einem hellen Rande umgeben, in besondern gallertartigen Receptaclen eingebettet und werden zuletzt durch Poren nach aussen entleert. »

Zu dieser Familie gehören die Gattungen *Sargassum* Ag., *Cystoseira* Ag., *Halidrys* Lyngb., *Fucus* Linn. Ag. und *Himanthalia* Lyngb. — Sie bilden zusammen eine sehr natürliche Gruppe, es mag dieselbe als Familie oder als Zunft betrachtet werden. Durch die Stellung der Samen unterscheiden sie sich von allen übrigen Algen. Dieser Character ist aber gerade sehr schief aufgefasst; denn die « Haufen von Samen » sind nichts anders als vertiefte Fruchthäufchen (sori), indem hier die Epidermis sich einstülpt und am Grunde der Einstülpung die Samen erzeugt.

2. Lichineae: « Meerbewohnend, von schwärzlichgrüner Farbe, an der Luft schwarz werdend; knorpelartig, klein, verästelt, ohne Blätter. Fructification bestehend in Receptaclen, die mit einem Porus an der Spitze versehen « und mit einer farblosen, gallertartigen Masse von sehr zarten Fäden gefüllt sind, zwischen denen durchsichtige eiförmige oder längliche Samen in vielen ausstrahlenden rosenkranzförmigen Reihen liegen. » *Grev.* »

Diese Familie wird von der einzigen Gattung *Lichina* Ag. gebildet, welche aber nicht zu den eigentlichen Algen, sondern zu den Flechten gehört.

3. Laminarieae: « Meerbewohnend, von olivenbrauner oder olivengrüner Farbe, an der Luft eher dunkler werdend; lederartig oder häutig, faserig-zellig, nicht netzförmig. Wurzel gelappt oder faserig. Laub gestielt, in eine blattartige Ausbreitung endigend, welche oft gespalten und zuweilen mit einer Mittelrippe oder verschiedenartig mit Nerven versehen ist. Fructification ungewiss: « soweit bis jetzt bekannt ist, bestehend entweder aus Samen, mit einer Masse von senkrechten gegliederten Fäden gemischt, oder aus rundlichen Körnern ohne Fäden; welche, in beiden Fällen, dichte sich ausbreitende Flecken oder Sori auf der Oberfläche des einen oder andern Laubtheiles bilden. » *Grev.* »

Diese Familie enthält 2 Gattungen: *Alaria* Grev. und *Laminaria* Lamour.

Dieselben bilden mit den tropischen Gattungen, welche noch dazu gehören, eine ziemlich natürliche Gruppe, indem sie früher meistens der Gattung *Laminaria* angehörten. Sie haben aber kaum das Recht für sich eine eigene Familie zu bilden, da andere Gattungen mit ihnen in der Fructification übereinzustimmen scheinen, und nur mehr oder weniger in den vegetativen Organen abweichen.

4. Sporochnoideæ: « Meerbewohnend, olivenfarbig oder gelblichgrün, sehr verästelt, die Aeste meist zweizeilig; blattartig, zusammengedrückt oder fadenförmig, ungegliedert, an der Luft schnell welk werdend; gewöhnlich in einer gewissen Periode ihres Wachsthums hinfällige Büschel von schön grünen Fäden tragend. Fructification unvollständig bekannt: « bestehend aus keulenförmigen, rosenkranzartigen, strahlenden Fäden, welche entweder sitzende Warzen bilden oder concentrisch in kleine, gestielte, keulenförmige Körper geordnet sind, die an ihrer Spitze pinselförmige, zarte Fasern tragen. *Grev.* »

Diese Familie wird von 4 Gattungen gebildet: *Desmarestia* Lamour., *Dichloria* Grev., *Sporochnus* Ag. und *Elæonema* Berkl. Die Fruchtbildung dieser Familie ist unrichtig aufgefasst, da die rosenkranzförmigen Gliederfäden, wenigstens bei einigen Gattungen, nur die Nebenfäden sind, zwischen denen die « Samen » oder vielmehr die Capseln, welche die Samen enthalten, sitzen. Diese Gattungen dürfen daher nicht von denjenigen der Familie *Chordarieæ* getrennt werden.

5. Dictyoteæ: « Meerbewohnend, von olivengrüner Farbe, und häutiger, biegsamer Substanz, selten knorpelartig, und kaum je gallertartig (juicy), mit einer sehr entschieden netzförmigen Structur. Laub cylindrisch oder flach, einfach oder verästelt, ungenervt (mit Ausnahme von *Halyseris*), oft fächerförmig getheilt. Fructification bestehend in dunkeln, eiförmigen, oder birnförmigen Samen, mit durchsichtigen Hüllen, welche verschiedenartig angeordnet sind, entweder in Linien, in Häufchen, oder das ganze Laub bedeckend; und welche sehr selten innerhalb von Capseln liegen. »

Zu dieser Familie werden folgende 9 Gattungen gezählt: *Cutleria* Grev., *Halyseris* Tozzetti, *Padina* Adans., *Dictyota* Lamour. (diese 4 Gattungen mit filzähnlicher Wurzel); *Dictyosiphon* Grev., *Striaria* Grev., *Punctaria* Grev., *Asperococcus* Lamour., *Chorda* Stackh. (diese 5 Gattungen mit nackter schildförmiger

Wurzel). Die hier mit einander vereinigten Gattungen können gewiss nicht in Eine Familie zusammengestellt werden, da sie zwei verschiedene Arten der Fruchtbildung besitzen. Bei den einen stehen die nackten Samen an der Oberfläche des Laubes; bei den andern liegen die Samen zu vielen in Mutterzellen, welche ebenfalls an der Oberfläche des Laubes stehen.

6. Ectocarpeæ: « Meerbewohnend, von olivengrüner, oder (selten) intensiv grüner Farbe, fadenförmig, oft haarförmig oder spinnwebeartig, gegliedert; knorpelartig oder schlaff, nicht sehr saftig (juicy). Laub sehr verästelt, meist überall von gleichförmiger Structur; Glieder der Fäden meist sehr kurz. Wurzel gewöhnlich klein, bisweilen von wolligen Fasern begleitet. Fructification doppelt, oft an demselben Individuum: 1) Capseln mit dunkeln Samen; 2) Körner in den erweiterten, oft farblosen Enden der Aestchen eingebettet. »

Diese Familie enthält die 4 Gattungen: *Cladostephus* Ag., *Sphacelaria* Lyngb., *Ectocarpus* Lyngb. und *Myriotrichia* Harvey.

7. Chordarieæ: « Meerbewohnend, von olivengrüner oder olivenbrauner Farbe, an der Luft dunkler werdend, von knorpelartiger oder gallertartiger Substanz, und zelligfädiger Structur. Laub fadenförmig (mit Ausnahme von *Corynephora*), sehr verästelt, cylindrisch, das Centrum oder die Achse entweder aus gehäuften, farblosen, gegliederten Längsfäden oder aus solidem Zellgewebe gebildet; die Peripherie bestehend aus gefärbten, einfachen oder verästelten, etwas keulenförmigen, rosenkranzartigen, gegliederten Fäden, die quirlförmig rund um die Achse stehen. Fructification: eiförmige oder birnförmige, olivenfarbige Samen (Capseln?), mit durchsichtigen Hüllen, zwischen den peripherischen Fäden eingebettet, an deren Zweigen sie seitlich angeheftet sind. »

Hieher gehören 3 Gattungen: *Chordaria* Ag., *Helminthocladia* Harvey, *Corynephora* Ag.

Die brittischen Rhodospermeæ werden von *Harvey*, indem er wieder vorzüglich dem Beispiele von *Greville* folgt, in 6 Familien eingetheilt, nämlich 8) *Gloiocladeæ*, 9) *Gastrocarpeæ*, 10) *Spongiocarpeæ*, 11) *Furcellarieæ*, 12) *Florideæ*, 13) *Ceramieæ*. Die Diagnosen sind folgende:

8. Gloiocladeæ: « Meerbewohnend, von rosenrother oder purpurner Farbe, in süsses Wasser getaucht einen rothen Saft ausströmend, von gallertartiger,

schlüpfriger Substanz, und fädiger, selten zelliger Structur. Laub fadenförmig, verästelt, cylindrisch, solid oder röhrenförmig; die Peripherie (mit Ausnahme von *Naccaria*, wo bloss die Endästchen so gebildet sind) bestehend aus gefärbten, verästelten, quirlständigen Fäden, welche in einer verdünnten Gallerte liegen. Fructification: Häufchen oder Kügelchen von rothen Samen, welche zwischen den peripherischen Fäden eingebettet und an dieselben angeheftet sind. »

Zu dieser Familie werden gerechnet die 3 Gattungen: *Mesogloia* (Ag.) Harvey, *Gloiosiphonia* Carm., *Naccaria* Endl.

Die Gloiocladeæ sollen sich durch ihren Bau auszeichnen, indem die peripherische Schicht aus horizontal liegenden gegliederten Fäden gebildet wird, sowie durch ihre Fructification, indem die Samen zwischen jenen Fäden zu Häufchen vereinigt sind. Dem äussern Anscheine nach ist diese Gruppe allerdings natürlich. Die Entwicklungsgeschichte zeigt aber, dass wenigstens *Mesogloia coccinea* von *Callithamnion* durchaus nicht verschieden ist, und dasselbe vermuthe ich von *Naccaria*.

9. Gastrocarpeæ: « Meerbewohnend, von hellrother, purpurner oder dunkelrother Farbe, von fleischiger, gallertartig-knorpeliger oder häutiger Substanz; « die Structur bestehend aus einer zelligen, äussern Haut und einer durchsichtigen, gallertartigen, innern Masse, welche meistens von farblosen, gegliederten Fäden durchzogen wird, die von der äussern Haut auslaufen. » *Grev.* — Laub entweder cylindrisch, zusammengedrückt oder flach, ohne Mittelrippe oder Venen. Fructification: Kügelchen oder Häufchen von kleinen rothen Samen, welche in der innern Substanz der Frons eingebettet sind. »

Diese Familie besteht aus 4 Gattungen: *Catenella* Grev., *Dumontia* Lamour., *Halymenia* Ag., *Iridæa* Bory.

Die *Gastrocarpeæ* unterscheiden sich zwar durch ihren Bau von den *Florideæ*. Dieser Bau wird aber einzig dadurch hervorgebracht, dass die innern Zellen viel Gallerte bilden, wodurch es den Anschein gewinnt, als ob gegliederte, von der Rinde auslaufende Fäden in einer Gallerte liegen. In der Familie der *Florideæ* erzeugen die innern Zellen ebenfalls Gallerte, aber meist nur in geringer Quantität, so dass die innere Substanz gewöhnlich zellig erscheint. Im Uebrigen finde ich keine wesentlichen Unterschiede zwischen den *Gastrocarpeen* und mehreren

Gattungen der *Florideen*; und die einzige Differenz in der Quantität der Gallertbildung scheint mir kein hinreichender Grund, um eine besondere Familie aufzustellen. Gilt ja eine übermässige Bildung von Gallerte und ein Mangel daran bei andern Algen oft nicht einmal als Grund um Gattungen zu trennen.

10. Spongiocarpeæ: « Mehrbewohnend, von dunkler purpurner Farbe, von knorpelartiger oder fleischiger Substanz und faseriger Structur. Laub cylindrisch, gabelspaltig; der centrale Theil aus sehr dünnen, dicht gefügten Längsfasern zusammengesetzt; der peripherische Theil aus strahlenden, dichotomischen Fäden gebildet. Wurzel schildförmig. Fructification doppelt (?); 1) nackte schwammige Warzen, bestehend aus strahlenden Fäden, zwischen denen Kügelchen von rothen Samen eingebettet sind; 2) kleine Körner, welche in der Substanz der leicht angeschwollenen obern Zweige liegen. »

Diese Familie wird durch eine einzige Gattung: *Polyïdes* Ag. gebildet.

11. Furcellarieæ: « Meerbewohnend, von dunkler, purpurner Farbe, von fleischiger Substanz und zelliger Structur. Laub cylindrisch, gabelspaltig; der centrale Theil dicht zellig; der peripherische Theil bestehend aus strahlenden, einfachen Fäden. Wurzel kriechend. Fructification: endständige, schotenähnliche, nicht aufspringende Receptacln, innerhalb welcher, unter der äussern Rinde, eine Schicht von dunkel-rothbraunen Samen eingebettet ist. »

Diese Familie wird ebenfalls von einer einzigen Gattung: *Furcellaria* Lamour. gebildet.

Die beiden Gattungen *Polyïdes* und *Furcellaria* haben ein sonderbares Schicksal im Laufe der Zeiten und Systeme gehabt. Wegen der äussern Aehnlichkeit zuerst mit einander verwechselt, dann als Arten der Gattung *Fucus* neben einander gestellt, wurden sie später von *Lamouroux* und *Agardh* in verschiedene Gattungen und in verschiedene Familien gebracht, von *Lyngbye* wieder in die Gattung *Furcellaria* vereinigt. Bei *Greville* und *Harvey* machen sie wieder zwei besondere neben einanderstehende Familien, dann bei *Endlicher* zwei Gattungen Einer Familie, und bei *Kützing* endlich zwei Arten Einer Gattung aus. — Structurverschiedenheiten, wie sie *Harvey* beschreibt, kann ich nicht finden; es handelt sich da bloss um ein unwesentliches Mehr oder Weniger. Es bleibt aber der wichtigere Unterschied in der Fortpflanzung. *Polyïdes* hat doppelte Fructificationsorgane. Es frägt

sich vor allem, ob die Fructification von *Furcellaria* mit einer der beiden von *Polyïdes* analog sei. Sicher ist sie es nicht mit der ersten, welche aus schwammigen Warzen besteht, in denen Häufchen von Samen liegen. Nach der Beschreibung wäre sie aber ebensowenig mit der zweiten Art der Fructification analog, denn obgleich die äussere Form der Frucht einige Uebereinstimmung zeigt, so werden die Samen bei *Polyïdes* « kleine Körner » (minute granules), bei *Furcellaria* « dunkel rothbraune Samen » (dark red-brown seeds) genannt. *Harvey* hat seine Exemplare von *Polyïdes* mit dieser neuen Fructification von *Mrs. Griffiths* erhalten, welche dieselbe bei Sidmouth sammelte. Ich verdanke derselben Dame Exemplare mit der gleichen Fructification von dem gleichen Standorte. Hier finde ich nun aber ganz ähnliche Samen wie in *Furcellaria*, so dass es mir unbegreiflich ist, wie *Harvey* sie so ungleich benennen konnte. Ein Unterschied und zwar ein generischer ist jedoch zwischen den Samen von *Furcellaria* und denen von *Polyïdes* vorhanden. Bei der erstern sind die sogenannten Samen durch einen Schnitt erst in zwei Hälften, dann durch zwei mit dem ersten parallele Schnitte in vier, in einer Reihe stehende Sporen getheilt. Bei der letztern sind die Samen durch einen Schnitt in zwei Hälften, dann durch zwei auf dem erstern senkrechte Schnitte in vier, um ein Centrum gestellte Sporen getheilt.

Polyïdes und *Furcellaria* unterscheiden sich also 1) durch die Wurzel (welche bei der ersten Gattung schildförmig, bei der zweiten faserig ist) und 2) durch die eben beschriebene Sporenbildung. Die warzenförmige Fruchtbildung von *Polyïdes* kann nicht als Unterschied benutzt werden, da die zweite Art der Fructification bei *Furcellaria* noch nicht aufgefunden ist, und es sich zum voraus nicht errathen lässt, ob sie gleich oder ungleich sein wird. — Wenn man daher bei den Algen nicht jede Gattung zur Familie erheben will, so darf man auch nicht die in Frage stehenden Gattungen in zwei verschiedene Familien verweisen. Es frägt sich weiter, ob die beiden Gattungen als besondere Familie von den *Florideæ* unterschieden werden sollen. Ich sehe jedoch nicht ein, mit welchem Rechte sie von den Gattungen *Chondrus*, *Phyllophora*, *Gigartina* getrennt werden.

12. Florideæ: « Meerbewohnend, von purpurrother oder schön rother Farbe, von lederartiger, knorpelartiger oder häutiger Substanz und zelliger Textur; die Zellen oft sehr ausgebildet. Laub entweder flach, blattartig, zusammen-

gedrückt oder cylindrisch, bisweilen fadenförmig oder filamentos, ungegliedert. Fructification meist doppelt, und von getrennten Individuen derselben Art erzeugt: 1) Capseln oder Tuberclen, welche eine Masse von eiförmigen oder birnförmigen Samen enthalten: 2) Körner, welche zerstreut oder in kleine Gruppen versammelt sind, und entweder in der Substanz des Laubes oder in besondern Fortsätzen liegen. »

Zu dieser Familie werden folgende 17 Gattungen gezählt: A) mit rundlichen, an der Spitze nicht durchbohrten Capseln, welche eckige Samen enthalten: *Delesseria* Lamour., *Nitophyllum* Grev., *Rhodomenia* Grev., *Chondrus* Stackh., *Phyllophora* Grev., *Plocamium* Lamour., *Sphærococcus* Stackh., *Chylocladia* Grev., *Gigartina* Lamour., *Gelidium* Lamour, *Microcladia* Grev., *Ptilota* Ag. — B) mit eingebetteten, zusammengehäuften, durchbohrten Tuberclen, welche eine Masse von freien, elliptischen oder rundlichen Samen enthalten: *Grateloupia* Ag. — C) mit eiförmigen, an der Spitze durchbohrten Capseln, welche einen Büschel von birnförmigen Samen enthalten: *Odonthalia* Lyngb., *Rhodomela* Ag., *Bonnemaisonia* Ag., *Laurencia* Lamour.

Die Gattungen dieser Familie sind wegen äusserer Aehnlichkeiten in der Structur und in der Fructification zusammengebracht worden. Unter ihnen gehören aber *Ptilota* und *Microcladia* sowohl wegen ihres Baues, als wegen ihrer Fortpflanzung zu den *Ceramieæ*, indem es etwas durchaus unwesentliches ist, dass sie dem blossen Auge als ungegliedert erscheinen. Die übrigen Gattungen gehören wenigstens zwei verschiedenen Typen an, von denen sich der eine *(Laurencia, Bonnemaisonia,* etc.) durch einen besondern Strang von centralen Zellen, sowie durch die Samenbildung von dem andern *(Chondrus, Rhodomenia,* etc.) unterscheidet. Zu dem letztern Typus gehören auch die Gattungen der *Gastrocarpeæ*, sowie *Polyïdes* und *Furcellaria*.

13. Ceramieæ: « Meerbewohnend (mit Ausnahme von *Trentepohlia)*, von rother, purpurner, oder rothbrauner, selten brauner Farbe, frisches Wasser mehr oder weniger roth färbend, von knorpelartiger oder schlaffer Substanz und von zelliger Textur. Laub fadenförmig, cylindrisch oder zusammengedrückt, gegliedert. Fructification doppelt: 1) Capseln mit einer Masse von Samen; 2) Körner, in besondern Aestchen oder Receptacles enthalten. »

Diese Familie enthält 6 Meergattungen : A) mit eiförmigen, an der Spitze durchbohrten Capseln : *Polysiphonia* Grev., *Dasya* Ag. — B) mit kugeligen undurchbohrten Capseln : *Ceramium* Adans. Ag., *Spyridia* Harv., *Griffithsia* Ag., Ag., *Callithamnion* Lyngb., — ferner eine Süsswassergattung : *Trentepohlia* Ag.

Die letzte Gattung gehört wegen ihrer durchaus verschiedenen Fructification weder zu den *Ceramieen* noch zu den *Rhodospermeen* überhaupt. — Die übrigen Gattungen bilden zwei so verschiedene Typen als wir sie überhaupt unter den *Rhodospermeen* finden. Dass sie alle gegliedert erscheinen, darf uns nicht verleiten, die Verschiedenheiten im Bau und in der Fortpflanzung zu übersehen. Es müssen daher *Polysiphonia* und *Dasya* entweder eine besondere Familie bilden, oder zu den verwandten Gattungen der vorhergehenden Familie *(Laurencia*, *Rhodomela*, etc.) gestellt werden. Zu den Ceramieen müssen dann aber, nachdem diese Gattungen weggefallen sind, die verwandten Gattungen der *Gloiocladeæ* nebst *Microcladia* und *Ptilota* hinzugefügt werden.

Die brittischen Chlorospermeæ zerfallen bei *Harvey* in folgende 9 Familien : *Lemanieæ*, *Batrachospermeæ*, *Chaetophoroideæ*, *Confervеæ*, *Siphoneæ*, *Oscillatorieæ*, *Ulvaceæ*, *Nostochinæ*, und *Byssoideæ*, welche also characterisirt werden :

14. Lemanieæ : « Süsswasserbewohnend, fadenförmig, ungegliedert, von knorpelig-lederartiger Substanz und zelliger Structur. Laub hohl, in unregelmässigen Zwischenräumen mit Quirlen von Warzen besetzt, oder rosenkranzförmig. Fructification : büschelige, einfache oder verästelte, rosenkranzförmige Fäden, welche an die innere Fläche des röhrenförmigen Laubes angeheftet sind, und zuletzt in elliptische Sporen zerfallen. »

Diese Familie wird von der einzigen Gattung *Lemania* Bory gebildet.

Lemania stellt einen von allen übrigen *Chlorospermeen* verschiedenen Typus dar und macht daher mit Recht auf eine besondere Familie Anspruch.

15. Batrachospermeæ : « Süsswasserbewohnend ; fadenförmig, gegliedert, mit Gallerte umhüllt. Laub aus einem Strange von gehäuften, gegliederten Längsfasern bestehend, und in Zwischenräumen quirlförmig, mit kurzen, horizontalen, cylindrischen oder rosenkranzförmigen, gegliederten Aestchen besetzt. Fructification : (bei *Batrachospermum)* dichte, kugelige Massen, welche an die

Quirlästchen befestigt sind, und aus kleinen, strahlenden, dichotomischen, rosenkranzförmigen Fäden bestehen. »

Hieher gehören 2 Gattungen : *Batrachospermum* Roth., und *Thorea* Bory.

Diese Familie unterscheidet sich in der Fortpflanzung entschieden von fast allen *Chlorospermeen*, nähert sich dagegen mehreren Gattungen der *Melanospermeen*.

16. Chætophoroideæ : « Meer- oder süsswasserbewohnend, in Gallerte gehüllt, entweder fadenförmig, oder (indem eine Zahl von Fäden zusammengehäuft ist) gallertartige, verästelte oder gestaltlose Massen bildend. Fäden gegliedert; die Glieder an den beiden Enden farblos, in der Mitte gefärbt. Fructification : soweit sie bekannt ist, kleine, an die Aestchen befestigte Capseln. »

Diese Familie enthält 4 Gattungen : *Bulbochæte* Ag., *Draparnaldia* Bory, *Chætophora* Ag., *Myrionema* Grev.

Die Stellung von *Draparnaldia* und *Chætophora* wird im System noch so lange zweifelhaft bleiben, bis an ihnen die Fortpflanzung hinreichend bekannt ist. Aber gewiss gehören *Bulbochæte* und *Myrionema* nicht in ihre Gesellschaft, von denen die erstere wegen der Samenbildung offenbar mit den *Zygnemaceen*, die zweite eher mit einigen Gattungen der *Melanospermeen* verwandt ist.

17. Conferveæ : « Meer- oder süsswasserbewohnend, fadenförmig, gegliedert, ohne bestimmt gestaltete Gallerte. Laub sehr mannigfaltig dem Ansehen nach, einfach oder verästelt; Glieder mehr oder weniger mit einer grünen, sehr selten braunen oder purpurnen körnigen Masse erfüllt, welche verschiedene Formen annimmt und von welcher vermuthet wird, dass sie zur Fortpflanzung diene. »

In diese Familie gehören 7 Gattungen : *Conferva* Ag., *Hydrodictyon* Roth., *Mougeotia* Ag., *Tyndaridea* Bory, *Zygnema* Ag., *Sphæroplea* Ag., *Aphanizomenon* Morren.

Diese Gattungen, welche, mit Ausnahme von *Hydrodictyon*, im Bau sehr übereinstimmen, sind in ihrer Fortpflanzung sehr verschieden und gehören 5 Typen an, wovon *Conferva* den ersten, *Hydrodictyon* den zweiten, *Mougeotia*, *Tyndaridea* und *Zygnema* den dritten, *Sphæroplea* den vierten und *Aphanizomenon* den fünften bildet.

18. Siphoneæ: « Im Meer, im süssen Wasser oder auf feuchtem Grunde wohnend, von häutiger oder hornartiger durchsichtiger Substanz, mit grünem körnigem Stoffe gefüllt. Laub röhrig, fadenförmig; die Fäden frei oder in schwammige Körper von verschiedener, nämlich krustenförmiger, kugeliger, cylindrischer oder flacher Gestalt vereinigt. Fructification: Aeusserliche Blasen (oder Coniocysten), welche oft gestielt sind und eine körnige Masse enthalten. »

Zu dieser Familie werden gezählt: *Codium* Stackh., *Bryopsis* Lamour., *Vaucheria* Dec., *Botrydium* Wallr.

Der Structur nach unterscheiden sich diese Gattungen allerdings von allen übrigen Algen und bilden daher eine höchst natürliche Familie, wenn nicht *Botrydium*, was ich vermuthe, in der Fortpflanzung sich von den übrigen unterscheidet.

19. Oscillatorieæ: « Im Meere, im süssen Wasser oder auf feuchtem Grunde wohnend, von gallertartiger Substanz und fädiger Structur. Fäden dünn, röhrenförmig ungegliedert, mit gefärbtem, körnigem, quergestreiftem Stoffe erfüllt, selten verästelt, obgleich oft zusammenhängend, als ob sie verästelt wären; gewöhnlich in breite, schwimmende oder sitzende Polster, von sehr gallertartiger Natur zusammengehäuft; zuweilen aufrecht und gebüschelt, und noch seltener in strahlende Reihen vereinigt, durch feste Gallerte verbunden, und dann ein kugeliges, gelapptes oder flachkrustenförmiges Laub bildend. Fructification: eine innere, durch Querwände getheilte Masse, welche zuletzt in rundliche oder linsenförmige Sporidien zerfällt. »

Diese Familie umfasst 9 Gattungen: *Rivularia* Roth., *Stigonema* Ag., *Scytonema* Ag., *Calothrix* Ag., *Lyngbya* Ag., *Oscillatoria* Vauch., *Belonia* Carm., *Petalonema* Berk., *Microcoleus* Desmaz.

Mit Ausnahme von *Lyngbya* und *Stigonema* bilden die *Oscillatorieæ* einen sehr charakteristischen, durch ihren Bau und ihre Fortpflanzung ausgezeichneten Typus *Lyngbya* und *Stigonema* dagegen scheinen mit *Sphæroplea* verwandt zu sein.

20. Ulvaceæ: « Im Meere, im süssen Wasser oder auf feuchtem Grunde wohnend; von häutiger oder gallertartiger Substanz und einfacher, unvollkommen-netzförmiger Structur. Laub entweder eine röhrige oder flache, fadenförmige oder ausgebreitete Haut, oder eine gallertartige, gestaltlose Masse; farblos,

oder, in Folge der Fructification, von grüner, purpurner oder röthlicher Farbe. Fructification: kleine, grüne oder purpurne Körner, durch das Laub zerstreut oder zu vier zusammengestellt. »

Zu dieser Familie werden 9 Gattungen gerechnet: A) häutig, nicht gallertartig: *Porphyra* Ag., *Ulva* L., *Bangia* Lyngb., *Enteromorpha* Link. — B) gallertartig: *Tetraspora* Link., *Palmella* Lyngb., *Hydrurus* Ag., *Hæmatococcus* Ag., *Protococcus* Ag.

Harvey hat hier Gattungen zusammengebracht, welche vorher nie vereinigt waren, und es wird ihm auch gewiss niemand, der die betreffenden Pflanzen genauer studirt hat, folgen. Der Irrthum rührt von der Gattung *Tetraspora* her, welche der Verfasser mit *Ulva* verwandt glaubt. Aber obgleich früher und neuerdings wieder diese beiden zusammengestellt wurden, so ist zwischen ihnen doch weiter keine, als eine äussere Aehnlichkeit, dagegen eine innere totale Verschiedenheit. Die 4 ersten Gattungen dieser Familie müssen daher ohne Anders eine besondere Familie bilden; sowie auch die 5 letztern Gattungen zusammen eine ganz natürliche Gruppe ausmachen.

21. Nostochinæ: « Im süssen Wasser oder in feuchten Localitäten wohnend; von gallertartiger oder etwas lederartiger Substanz und einfacher Structur, bestehend aus verschiedenartig gekrümmten oder gedrehten, rosenkranzförmigen, einfachen Fäden, welche entweder in einem gallertartigen Laube von bestimmter Gestalt enthalten, oder ohne Ordnung in einer schleimigen gallertartigen Matrix zusammengehäuft sind. »

Diese Familie enthält drei genuine Gattungen: *Nostoc* Vauch., *Monormia* Berk., *Anabaina* Bory., und zwei abweichende Gattungen: *Echinella* Ach., und *Eutomia* Harvey.

Die zwei letztern Gattungen gehören zu den *Diatomaceen*, die drei ersten Gattungen dürfen von den *Oscillatorieæ*, wie dieselben umgrenzt wurden, nicht getrennt werden.

22. Byssoideæ: « Fäden gegliedert, wasserhell oder gefärbt. Fructification sehr zweifelhaft. — Sie wohnen zwischen Moosen, auf vermodertem Holze, auf feuchtem Grunde, auf Glas oder in chemischen Lösungen und auf faulenden thierischen Substanzen; wenige in süssem Wasser oder im Meere. »

Hieher werden gerechnet: *Byssocladium* Ag., *Mycinema* Ag., *Chroolepus* Ag., *Protonema* Ag., *Hygrocrocis* Ag., *Leptomitus* Ag., *Scythymenia* Ag.

Harvey selbst äussert Zweifel über die Algennatur dieser Familie; und es ist wohl keinem Zweifel unterworfen, dass *Protonema* bloss Vorkeime von Moosen enthält, und dass die übrigen Gattungen in die Classe der Pilze gehören.

Als vierte Reihe folgen nun die Diatomaceae, welche in 4 Familien zerfallen:

23. Desmidieae mit den Gattungen *Meloseira* Ag. und *Desmidium* Ag.

24. Fragilarieae mit den Gattungen *Fragilaria* Lyngb., *Striatella* Ag., *Achnanthes* Ag., *Isthmia* Ag., *Odontella* Ag., *Diatoma* Ag., *Exilaria* Grev., *Frustulia* Ag.

25. Styllarieae mit den Gattungen *Styllaria* Ag., *Meridion* Ag., *Licmophora* Ag.

26. Cymbelleae mit den Gattungen *Gomphonema* Ag., *Homœocladia* Ag., *Berkeleya* Grev., *Schizonema* Ag. und *Cymbella* Ag.

Werfen wir nun noch einen Blick auf das ganze System und auf die demselben zum Grunde liegende Methode, so sehen wir zwar überall das Bestreben, zu Fructificationsunterschieden zu gelangen. Es gelingt dieses aber wegen des unzureichenden Verfahrens, und wegen der noch mangelhaften Begriffsbestimmungen nicht. So reich daher das Werk an einzelnen sorgfältigen Beobachtungen ist, so wenig genügen die Anordnung und die Definitionen.

Die Algen besitzen, im Vergleich mit andern Pflanzen, einen höchst einfachen Bau. Sie bestehen häufig aus einer einzigen Zelle, häufig aus einer geringen oder einer beträchtlichen Zahl von Zellen, welche deutlich nach bestimmten Verhältnissen beisammmen liegen. Die Zelle ist daher ein vorzügliches Mittel, um durch sie die vegetativen und reproductiven Verhältnisse der Algen auszudrücken. Ja, es ist diess der einzige Weg, auf dem eine wissenschaftliche Erkenntniss möglich ist. Dennoch finden wir in dem vorliegendem Werke die Verhältnisse, so zu sagen, nie durch den Begriff der Zelle ausgedrückt und anschaulich gemacht. Vegetative und reproductive Eigenthümlichkeiten werden noch grösstentheils so, wie sie äusserlich erscheinen, beschrieben, und die unwesentlicheren Verhältnisse der Farbe, der Substanz, der Form mehr berücksichtigt, als sie es verdienen.

Die Begriffsunterschiede sind bei *Harvey* noch sehr schwankend. Der gleiche Begriff erscheint unter verschiedenen Benennungen, der gleiche Ausdruck wird für verschiedene Begriffe gebraucht. Die Zellen heissen Zellen, Fasern, Fäden. Unter Zellen werden aber auch Abtheilungen oder Höhlungen im Zellgewebe verstanden. Die Zellen, welche zur Fortpflanzung dienen, heissen Samen. Körner, Spörchen (sporules) und Sporidien. Samen und Sporidien sind aber auch zuweilen die Mutterzellen, in denen mehrere Fortpflanzungszellen dicht beisammen liegen. Körner bedeuten nicht bloss die Fortpflanzungszellen selbst, sondern bei den *Rhodospermeen* werden unter Körnern häufig 4 in einer Mutterzelle beisammenliegende Sporen verstanden; das gleiche heisst bei andern Gattungen dieser Reihe «*gedreite Körner*» (ternate granules). Ausserdem hat Körner noch verschiedene Bedeutungen, wie z. B. Zelleninhalt, u. s. w. Das vertiefte Fruchtlager der Fucoideen heisst Haufen (cluster), Tuberculum oder Zelle, das vertiefte Fruchtlager von *Lichina* heisst Receptaculum oder Capsel, das flache Fruchtlager der *Laminaria* heisst Flecken (spot) oder Sorus. Unter Capsel wird nicht bloss das vertiefte Fruchtlager von *Lichina*, sondern auch die eine und die andere Fruchtart der *Rhodospermeen*, nämlich bei *Ceramium* u. a. eine zusammengeballte Masse von Keimzellen, die mit Gallerte umgeben ist, in *Callithamnion* u. a. die Mutterzelle mit den 4 eingeschlossenen Sporen, ausserdem eine Menge anderer Sachen verstanden, welche äussere Aehnlichkeit mit einer Capsel haben. Die Mutterzellen mit den 4 eingeschlossenen Sporen, welche bei den *Rhodospermeen* so constant und characteristisch auftreten, dass sie sich von allen anderen Fortpflanzungsarten der Algen unterscheiden, werden bezeichnet als Kügelchen von Samen (globule of seeds), als Samen, als gedreite Körner, als Körner schlechthin, als dreisporige Capseln oder überhaupt Capseln. Es mögen diese Beispiele genügen, um zu zeigen, wie sehr die Algologie bis auf *Harvey* sich mit unmittelbarer sinnlicher Anschauung begnügte, und nicht zu festen wissenschaftlichen Begriffen durchzudringen vermochte.

Um so mehr Anerkennung verdient es, dass trotz einer hemmenden mangelhaften Methode, im Einzelnen viele Verhältnisse gut beobachtet und richtig gedeutet sind, und dass namentlich die Arten viel natürlicher umgrenzt werden, als diess von spätern französischen und deutschen Algologen geschehen ist.

SYSTEM VON J. AGARDH.

J. Agardh [1] definirt die Algen ebenfalls nicht. Er umgrenzt sie aber richtiger als seine Vorgänger, indem er die zu den Pilzen gehörigen Gattungen, die Charen und die Vorkeime der Laubmoose aus dem Spiele lässt. Dagegen werden die Corallineæ und Halimedeæ, so wie die Diatomaceæ, obgleich sie in dem vorliegenden Werke nicht aufgeführt werden, doch zu den Algen gerechnet.

J. Agardh theilt die Algen in drei Familien ein: 1) *Zoospermeæ*, 2) *Fucoideæ*, 3) *Florideæ*. Die erste Gruppe entspricht den *Chlorospermeæ*, die zweite den *Melanospermeæ*, die dritte den *Rhodospermeæ* von *Harvey*. Sie werden folgendermassen characterisirt:

I. Zoospermeæ: « Mit doppelter (immer?) Fruchtbildung versehen, die eine innerlich, aus veränderten, zuletzt mit sehr lebhafter Bewegung begabten Chlorophyllkörnern bestehend *(Sporidia)*; die andere äusserlich, durch Bildung einer Zelle oder eines veränderten Astes entstanden, innerhalb einer durchsichtigen Sporenhülle zahlreiche Chlorophyllkörner, die in eine Spore (?) vereinigt sind, enthaltend *(Coniocystæ)*. — Laub meist grün, selten olivenfarbig oder violett; aus Zellen, Gliedern oder Röhren, welche in eine Schicht oder in eine einzelne Reihe geordnet sind, bestehend; bald aus einzelnen, bald aus zahlreichen in einer gemeinschaftlichen Gallerte liegenden Individuen gebildet; fadenförmig, hautartig-ausgebreitet oder etwas laubartig. »

II. Fucoideæ: « Einhäusig (?), mit doppelter Fruchtbildung in denselben Individuen; die eine in einer durchsichtigen Sporenhülle, welche entweder nackt oder sehr häufig zwischen umgebenden Fäden mit der Basis angeheftet ist, eine einzelne *Spore* enthaltend, die andere aus *Sporidien* bestehend, welche mit sehr lebhafter Bewegung begabt, und in den Aestchen eines gegliederten Laubes oder in den die Sporen umgebenden Fäden enthalten sind (und häufig in Menge zu einem einzigen Keime verschmelzen?). — Laub olivenbraun, geglie-

[1] Algæ maris mediterranei et adriatici. Parisiis 1842.

dert oder ungegliedert, cylindrisch, flach, zuweilen riesenhaft, und blattähnliche Organe hervorbringend. »

III. Florideæ: « Zweihäusig, mit doppelter, immer auf verschiedene Individuen vertheilter Fruchtbildung: die eine meist äusserlich, innerhalb einer fast gallertartigen oder zelligen Fruchthülle zahlreiche Sporen enthaltend; die andere meist eingesenkt, in einer durchsichtigen Sporenhülle vier Sporen erzeugend. — Laub meist roth oder purpurn; seltener olivenfarbig oder violett, gegliedert oder ungegliedert, cylindrisch oder flach, sehr selten blattähnliche Organe besitzend. »

Von diesen drei Familien unterscheidet sich nach der Diagnose die der *Florideæ* ganz bestimmt von den beiden andern 1) durch das Characteristische der Einen Fruchtbildung, 4 Sporen in einer Sporenhülle zu erzeugen, 2) durch die Uebereinstimmung der beiden Arten der Fruchtbildung, welche nur unbewegliche Sporen erzeugen, während in den zwei übrigen Familien unbewegliche Sporen und bewegliche Sporidien unterschieden werden. So gut nun aber die *Florideæ* in der Diagnose und in der Natur unterschieden sind, so wenig finde ich einen Unterschied heraus zwischen den *Zoospermeæ* und den *Fucoideæ*, sowohl in der Diagnose als in der Natur. Den *Zoospermeen* werden bewegliche Sporidien, die aus veränderten Chlorophyllkörnern entstanden sind, zugeschrieben. Die gleichen beweglichen Sporidien sollen aber auch die *Fucoideen* besitzen; ihre Entstehung wird hier nicht angegeben, also bildet sie auch keinen Unterschied. Die *Zoospermeen* besitzen ferner Sporen, welche aussen sitzen und durch die Bildung einer Zelle oder eines veränderten Astes entstanden sind. Aber die *Fucoideen* besitzen ebenfalls nackte Sporen; ihre Entstehung ist ebenfalls nicht näher angegeben, kann also wieder keinen Unterschied begründen. Aber abgesehen davon, dass in der Diagnose vergeblich eine Verschiedenheit gesucht wird, so kann es gewiss als eine Unmöglichkeit erklärt werden, zwischen zwei Familien einen differentialen Character in der Fruchtbildung aufzufinden, von denen die eine die Gattungen *Conferva* und *Vaucheria*, die andere die Gattungen *Ectocarpus* oder *Myrionema* und *Dictyota* enthält, aus dem einfachen Grunde, weil *Conferva* mit *Ectocarpus* und *Myrionema*, und *Vaucheria* mit *Dictyota* in dem Wesentlichen der Fortpflanzung, nämlich in der Erzeugung der Fortpflanzungszellen, übereinstimmt. — In den vegetativen Organen ist eben-

falls kein Unterschied vorhanden, indem die am höchsten entwickelten *Zoospermeen* den gleichen Bau besitzen wie die einfacheren *Fucoideen*. Es bleibt bloss noch die Farbe übrig, welche bei den einen olivenfarbig und bei den andern zwar meist grün, aber in einzelnen Fällen ebenfalls olivenfarbig ist.

Ich will nun die Beschreibung der drei Familien und ihre Eintheilung in Zünfte etwas näher betrachten. Die Zoospermeae bestehen aus Zellen. Bei den *Rivularieæ* und *Oscillatorieæ* sollen die Zellen röhrenförmig und ihr Inhalt zuletzt gliederartig getheilt sein. Die Betrachtung eines sich entwickelnden Fadens widerlegt diese Ansicht, indem zuerst die Zellenreihe entsteht und nachher erst durch die Zellen selbst die Scheide erzeugt wird. — Die irrige Ansicht *Meyen's*, dass die Zellmembran aus Fasern bestehe, wird von *J. Agardh* auch für die Zellen der Zoospermeen ausgesprochen, vorzüglich wegen einer faserigen Streifung, welche späterhin zuweilen an der Zellwandung sichtbar ist. Aber es muss eingewendet werden, dass diese Streifung immer erst an alten Zellen gesehen wird, und dass es jedenfalls gerathener wäre die Ursache dieser Thatsache aufzusuchen, als dieselbe für eine Theorie zu verwenden. Nach meiner Ansicht ist diese Streifung, welche in einzelnen Fällen überaus deutlich zu beobachten ist, die Folge davon, dass sich die äussersten und ältesten Schichten der Zellwandung zusammenziehen und dadurch etwas gefaltet oder gefurcht werden. — Jene Theorie erweist sich sogleich als fruchtbar und erzeugt eine neue von der Zellenbildung. Die Zellen sollen auf doppelte Art entstehen 1) durch Theilung (divisio intrautricularis), 2) an der Aussenfläche der alten Zellen durch die Fasern (formatio cellularum suprautricularis). Eine solche Zellenbildung an der Oberfläche der Zellmembran existirt aber bei den Zoospermeen nicht. Alle vegetative Zellenbildung geschieht durch die sogenannte Theilung.

Die *Sporidien* sollen aus veränderten Chlorophyllkörnern entstehen, und eine lebhafte Bewegung zeigen. Sie sind zwar klein und grün, aber desswegen dennoch nicht aus Chlorophyllkörnern entstanden. Ich habe dafür einen doppelten Beweis. In *Conferva glomerata marina* sah ich sie nicht bloss in Zellen entstehen, welche einen ganz farblosen Inhalt besassen, sondern sie selbst waren zuerst ungefärbt, und färbten sich erst mit ihrer weitern Entwicklung grün. In *Ulothrix zonata* theilt sich die Mutterzelle wiederholt. Die letzten Tochterzellen sind die

grünen, sich bewegenden Sporidien (1). Die Sporidien sind nach *J. Agardh* bei den *Draparnaldieæ*, *Confervеæ*, *Zygnemeæ* (Hydrodictyon), *Ulvaceæ* und *Siphoneæ* beobachtet worden. Ich habe die Ansicht aussprechen zu müssen geglaubt, dass diese beweglichen Zellchen nicht zur Fortpflanzung dienen, sondern durch Generatio æquivoca entstandene Infusorien seien (2). Ich wurde auf diese Ansicht durch eine Beobachtung an *Conferva glomerata marina* geführt und bin jetzt noch überzeugt, dass es dort Infusorien waren, welche in den Confervenzellen entstanden. Dagegen habe ich seither Gelegenheit gehabt, die Beobachtungen *Kützing's* über die Bewegung und das Keimen der Keimzellen von *Ulothrix* vollständig zu bestätigen, worüber ich auf die in der zweiten Hälfte dieser Schrift folgende Charakteristik der *Bangiaceæ*, 1 *Lyngbyeæ* verweise.

Die zweite Fruchtart sind die *Coniocysten*, ganze Zellen, welche viele Chlorophyllkörner enthalten. Da nun aber die Sporidien, wenn sie wirklich zur Fortpflanzung dienen, ebenfalls Zellen und keine veränderten Chlorophyllkörner sind (wie sich diess in *Ulothrix* ganz deutlich zeigt), so fällt der Unterschied zwischen Coniocysten und Sporidien weg. Ebenso ist es noch im höchsten Grade zweifelhaft, ob es *Zoospermeen* mit doppelter Fruchtbildung gibt, oder dann findet sie sich jedenfalls bloss bei einzelnen Gattungen. Die Fortpflanzungszellen verhalten sich aber verschieden in Rücksicht auf Bewegung, ohne dass jedoch dieser Unterschied von Bedeutung wäre. In *Ulothrix* bewegen sie sich, in der ganz nah verwandten *Lyngbya muralis* bewegen sie sich nicht; in *Vaucheria clavata* zeigen sie Bewegung, in den übrigen Arten von *Vaucheria* dagegen nicht.

Zu den eigentlichen Zoospermeen rechnet *J. Agardh* die *Ulvaceæ*, *Confervaceæ*, *Siphoneæ* und *Draparnaldieæ*; diesen Zünften seien wahrscheinlich beizufügen die *Nostochineæ*, *Oscillatorieæ*, *Rivularieæ*, *Zygnemeæ* und *Batrachospermeæ*. Die *Diatomaceæ* mit den *Desmidiaceen* bilden nach dem Verfasser wahrscheinlich eine besondere Familie; ebenso die *Lemanieæ*.

Die Zoospermeae des mittelländischen und adriatischen Meeres werden in folgende Zünfte eingetheilt: 1) *Rivularieæ*, 2) *Oscillatorieæ*, 3) *Confervеæ*, 4) *Ulvaceæ*, 5) *Siphoneæ*.

(1) Vergl. unten: Versuch eines eigenen Systemes, I Algæ, Bangiaceæ, Lyngbyeæ.
(2) Zeitschrift für wissenschaftl. Botanik von Schleiden und Nägeli, Heft II, pag. 28.

Die erste Zunft Rivularieæ enthält die Gattungen *Gloiotrichia* J. Ag., *Rivularia* Ag., *Zonotrichia* J. Ag. und *Diplotrichia* J. Ag. Es wird an ihnen eine doppelte Fructification vermuthet: 1) «dass die innern Ringe des Laubes (wie bei *Oscillatoria*) sich in Sporen verwandeln oder in Sporidien auflösen,» 2) dass, wie diess in *Diplotrichia* der Fall sein soll, « die Fäden innerhalb besonderer Zellen oder Blasen entstehen.» Was die erstere Art der Fruchtbildung betrifft, so ist zu bemerken, dass *J. Agardh* dieselbe nicht beobachtet hat, ebensowenig sonst Jemand. Was die zweite Art der Fruchtbildung betrifft, so wird sie von dem Verfasser für *Diplotrichia* also beschrieben: «Zwischen den Fäden des Laubes liegen Kügelchen, welche in einer durchsichtigen Membran einen körnigen Inhalt einschliessen; derselbe verwandelt sich allmälig in einen geringelten Faden, der im Anfange spiralförmig gewunden ist, zuletzt sich streckt und die Sporenhülle zu einer cylindrisch-eiförmigen Gestalt ausdehnt, bis der Faden den übrigen gleich geworden ist.» — Ob der Vorgang, wie er beschrieben wird, Schritt für Schritt beobachtet wurde, bezweifle ich fast, er scheint mir eher eine Hypothese, als eine Thatsache zu sein. Bei der Gattungsbeschreibung von *Diplotrichia* sagt nämlich der Verfasser bloss: «Nahe am Grunde der Fäden werden ziemlich grosse Säckchen beobachtet, welche aus einer durchsichtigen Membran bestehen, und welche *zwei* spiralig gewundene Fäden, von denen der eine grösser ist, und die an der Basis etwas zusammenhängen, einschliessen. Wie im Thierei der Embryo, so *scheinen* schon im Säckchen selbst aus dessen Inhalte die Fäden gebildet zu werden.» Es wäre gewiss von der grössten Wichtigkeit über diesen Punkt in's Reine zu kommen, da das Keimen von Rivularia und den verwandten Gattungen noch nicht bekannt ist. Nach der zweiten angeführten Beschreibung, scheint es mir, als ob die Sache recht gut sich wie bei *Nostoc* verhalten könnte, wo die jungen Fäden zuweilen ebenfalls gekrümmt oder gewunden in einem Säckchen eingeschlossen sind. Dieses Säckchen ist aber nichts anders als die von dem Faden selbst gebildete Gallerte. — Die Zunft *Rivularieæ* entspricht der alten Gattung *Rivularia*. Warum sie aber nicht mit den Oscillatorieæ vereinigt wurde, von denen, wie *J. Agardh* selbst sagt, sie eigentlich nicht verschieden ist, sehe ich nicht ein.

Die zweite Zunft Oscillatorieæ hat zwei Gattungsrepræsentanten: *Lyngbya* Ag. und *Calothrix* Ag. Die Fruchtbildung ist noch sehr zweifelhaft. Der Ver-

fasser vermuthet sie in zweifacher Art: 1) « dass die innerhalb der Röhre beweglichen Ringe kugelförmig werden (heraustreten und in bewegliche Sporidien sich auflösen?), 2) dass seitliche Coniocysten (?) vorkommen. » Es ist aber sowohl das eine als das andere unrichtig, da die sogenannten Ringe oder Glieder, welche bei *Oscillatoria* heraustreten, unmittelbar zu Fortpflanzungszellen werden. Bei jeder Gattung ist überdem bloss eine einzige Art der Fortpflanzung vorhanden, die aber in verschiedenen Gattungen (*Oscillatoria* und *Lyngbya*) verschieden ist; daher auch eine einzige Zunft nicht für alle Gattungen genügt.

In der dritten Zunft Confervaceae wird bloss die Gattung *Conferva* aufgezählt, ohne eine Bemerkung über deren Fortpflanzung.

Die vierte Zunft Ulvaceae hat 4 Gattungen: *Bangia* Lyngb., *Enteromorpha* Link, *Ulva* Ag. und *Porphyra* Ag. Von der Fruchtbildung wird nichts weiter erwähnt, als dass bei *Enteromorpha* und bei *Ulva* « die Felder (areolæ) wenige Sporidien in unbestimmter Zahl enthalten. »

Die fünfte Zunft Siphoneae wird durch folgende Gattungen gebildet: *Bryopsis* Lam., *Codium* Ag., *Dasycladus* Ag., *Valonia* Ag., *Anadyomene* Ag., *Caulerpa* Lamour. — *Bryopsis* soll sich auf doppelte Art fortpflanzen 1) durch bewegliche Sporidien, welche in den Zweigen entstehen, 2) durch Coniocysten, welche seitlich an den Fäden angeheftet sind. Wenn beide Beobachtungen richtig sind, so wäre diess bis dahin das einzige sichere Beispiel, dass eine zu den *Zoospermeen* gehörige Alge doppelte Fruchtbildung zeigt. Aus dieser Thatsache würde ich dann aber nicht, wie *J. Agardh* gethan hat, den Schluss ziehen, dass beide Fruchtbildungen gleichwerthig, und dass sie ein Merkmal für alle *Zoospermeen* seien; sondern ich glaube, es wäre dann vielmehr zu untersuchen, ob nicht eine von den beiden Fructificationen die niedrigere und daher als unwesentlich, als Vermehrung oder als Brutzellenbildung zu erklären sei, wie ja auch bei den höhern Cryptogamen neben der Fortpflanzung oder der Sporenbildung eine Vermehrung oder Brutzellenbildung vorkommt. Die Zunft der *Siphoneen* enthält sehr verschiedene Typen, die gleichwohl äusserlich etwelche Aehnlichkeit zeigen. Die einzelligen Gattungen sollten in zwei verschiedene Zünfte, nämlich in die eine *Bryopsis* und *Vaucheria*, in die andere *Valonia* gebracht werden. Die mehrzelligen Gattungen *Dasycladus* und *Anadyomene* sollten wieder zwei Zünfte bilden.

Die Fucoideen sind die zweite Familie der Algen. Der Verfasser vermuthet an ihnen ebenfalls eine doppelte Art der Fruchtbildung. Die *Sporen* sind eine constante Erscheinung. Von den *Sporidien* dagegen wird zugegeben, dass sie noch nicht durch sichere Beobachtung nachgewiesen seien. — Die Gattungen dieser Familie, welche im mittelländischen und adriatischen Meere vorkommen, werden in folgende Zünfte eingetheilt: 6) *Ectocarpeæ*, 7) *Sphacellarieæ*, 8) *Chordarieæ*, 9) *Dictyoteæ*, 10) *Sporochnoideæ*, 11) *Laminarieæ*, 12) *Fucoideæ*.

Die sechste Zunft Ectocarpeæ enthält die einzige Gattung *Ectocarpus* Lyngb. An ihr soll eine doppelte Fruchtbildung vorkommen « 1) sogenannte Capseln, welche innerhalb einer durchsichtigen Sporenhülle eine einzige Spore enthalten, 2) Sporidien, welche in den untern Gliedern der Aestchen sich entwickeln und mit Bewegung begabt sind; oft ballen sie sich zusammen und bilden, von der Membran des Gliedes umhüllt, den Keim einer einzigen Pflanze. » Rücksichtlich der von *J. Agardh* sogenannten Sporen, ist es mir auffallend, dass er darin die zahlreichen Samen nicht erkannt, und den alten richtigern Namen von Capseln in den unrichtigen von Sporen verändert hat. Was die beweglichen Sporidien betrifft, so möchte die Sache noch sehr zweifelhaft sein, da der Verfasser selbst an einem andern Orte sagt: « Bei *Ectocarpus* sah ich lebendige Sporidien, die aus der Pflanze entleert waren, aber den Ort, woraus sie entleert wurden (locum eruptionis), konnte ich nicht entdecken. »

In der siebenten Zunft Sphacellarieæ werden die beiden Gattungen *Sphacellaria* Lyngb. und *Cladostephus* Ag. aufgezählt. Die Zunft wird so characterisirt: « Laub gegliedert vielröhrig. Fruchtbildung doppelt (?), *Sporen* einzeln (?) in den brandigen Endästchen, zuletzt durch die sich öffnende Spitze heraustretend. *Sporidien* in veränderten Aestchen eingeschlossen, sehr häufig nicht zur Entwicklung gelangt, sondern mit der Sporenhülle in einen einzigen zuletzt freiwerdenden Keim sich verwandelnd. » Die brandigen Enden der Zweige sind solche, die nicht weiter wachsen, in denen der absterbende Inhalt braun geworden ist. Die noch zellenbildenden Zellen sind ungefärbt. Fortpflanzungszellen werden aber hier nicht erzeugt. — Die Sporidien sollen in seitlichen Organen entstehen, die man sonst wohl als Sporen betrachtete. Ich habe dieselben selbst nicht be-

obachtet, bin aber sehr geneigt, die Beobachtung *J. Agardh's* als richtig anzunehmen.

Die achte Zunft Chordarieae enthält die Gattungen *Myrionema* Grev., *Hildenbrandtia* Nardo, *Corynephora* Ag., *Myriocladia* J. Ag., *Mesogloia* Ag. und *Liebmannia* J. Ag. Der Verfasser vermuthet auch hier eine doppelte Art der Fortpflanzung: 1) « *Sporen*, welche zwischen den Fruchtfäden über das ganze Laub vertheilt, einzeln, sitzend und mit einer durchsichtigen Sporenhülle umgeben sind, und aus einer gleichförmigen und ungetheilten körnigen Masse bestehen; 2) *Sporidien*, welche, wenn ich nicht sehr irre, von *Mesogloia vermicularis* entleert worden waren (denn in dem Gefässe waren mehrere Algen enthalten), welche Bewegung zeigten, sich etwas grösser erwiesen als die in dem Laube eingeschlossenen Körner und in der Farbe mit denselben übereinstimmten, zuletzt keimten .... ». Ich kenne zwar nicht die Fruchtbildung aller hieher gehörigen Gattungen; aber von einigen (*Myrionema*, *Mesogloia*) glaube ich mich überzeugt zu haben, dass die von *J. Agardh* als Sporen betrachteten Organe Capseln sind, innerhalb welcher viele Fortpflanzungszellen entstehen. So wäre es möglich, dass die von demselben bei *Mesogloia vermicularis* beobachteten Sporidien aus den sogenannten Sporen entleert worden wären, und dass somit auch hier nur Eine Art der Fortpflanzung existirte.

In der neunten Zunft Dictyoteae finden sich die Gattungen *Halyseris* Ag., *Dictyota* Lamour., *Zonaria* Ag., *Padina* Adans., *Cutleria* Grev., *Asperococcus* Lamour., *Punctaria* Grev., *Striaria* Grev. und *Stilophora* J. Ag. Die Fortpflanzung scheint dem Verfasser wieder eine doppelte zu sein: 1) « *Sporen*, welche in Häufchen von verschiedener aber bestimmter Gestalt zusammengelagert sind, eine verkehrt-eiförmige Gestalt besitzen, einzeln in einer durchsichtigen Sporenhülle, die von gleicher Gestalt und mit einer verschmälerten Basis angeheftet ist, liegen, und durch einfache Ausbildung (morphosi) der Epidermiszellen entstanden sind; 2) *Sporidien* (? oder *Sporen?*), welche entweder zerstreut durch das Laub in einzelnen Zellen enthalten (*Dictyota*, *Halyseris*, *Dictyosiphon*), oder in den samentragenden (?) die Sporen umgebenden (*Asperococcus*, *Cutleria*, *Stilophora*) oder von denselben getrennt liegenden (*Padina*) Fäden eingeschlossen sind. » Die Sporen sollen nach *J. Agardh* bloss die erweiterten und

hervorragenden Epidermiszellen sein. Ich kann dieser Ansicht nicht beistimmen, da ich gesehen habe, dass die Epidermiszellen auswachsen, und sich dergestalt in 2 Zellen theilen, dass die eine, welche die Spore ist, dem ausgewachsenen Theile, die andere dem ursprünglichen Lumen der Zelle entspricht. Was des Verfassers Sporidien in dieser Zunft sein sollen, ist mir nach der Beschreibung nicht klar geworden; eben so wenig habe ich in der Natur von einer zweiten Art der Fortpflanzung etwas gesehen. — Wenn die Gruppe übrigens natürlich sein soll, so muss *Cutleria*, welche in der Fruchtbildung durchaus abweicht, ausgeschlossen werden.

Die zehnte Zunft Sporochnoideæ enthält die Gattungen *Arthrocladia* Duby und *Desmarestia* Lamour. Die Sporen sollen an der Spitze von gegliederten Fäden, durch Entwicklung des Endgliedes entstanden, sich befinden.

In der eilften Zunft Laminarieæ werden die beiden Gattungen *Laminaria* Lamour. und *Chorda* Stackh. vereinigt. Die Fructification besteht in Fruchtlagern (sori) ohne bestimmte Begrenzung, in denen die Sporen mit verkehrteiförmig-gestutzten ungegliederten Fruchtfäden gemischt stehen.

Die zwölfte Zunft Fucaceæ enthält die Gattungen *Fucus* Ag., *Cystoseira* Ag. und *Sargassum* Ag. Ausser der bekannten Fruchtart wird noch eine andere in den Fäden der Receptacles vermuthet.

Die Florideæ bilden die dritte grosse Familie der Algen. Sie bestehen nach dem Verfasser aus Zellen, welche entweder in eine einfache Reihe gestellt, oder so in verschiedene Reihen geordnet sind, dass die Zellen der verschiedenen Reihen alle in der gleichen horizontalen Ebene endigen (*gegliedertes* Laub), oder endlich welche so in verschiedenen Reihen beisammenstehen, dass die Zellen der verschiedenen Reihen nicht in der gleichen horizontalen Ebene endigen (*ungegliedertes* Laub). Dieser Unterschied von gegliederter und ungegliederter Frons wurde allerdings von jeher in der Algologie gemacht, und doch ist vielleicht keiner, der mehr von Zufälligkeiten abhängt und daher mehr unwesentlich ist als dieser. Man braucht, um diess einzusehen, bloss gewisse Arten von *Callithamnion*, *Ceranium*, *Polysiphonia* etc. zu betrachten, welche gegliederte und ungegliederte Formen besitzen; oder die Entwicklungsgeschichte von einem halben Dutzend Gattungen aus verschiedenen Gruppen zu verfolgen und zu

beobachten, wie sehr viele der ungegliedert erscheinenden Arten eigentlich doch gegliedert sind, so gut wie andere, die es nicht bloss sind, sondern auch scheinen (1).

Die Zellen der *Florideen* sollen ebenfalls, wie diejenigen der *Zoospermeen* Membranen besitzen, welche aus Fasern bestehen, die in doppelter Richtung verlaufen. Ueber das Wachsthum in die Länge stellt *J. Agardh* folgende Theorie auf: « Die Zellen entstehen sehr häufig durch suprautriculäre Bildung; die Fasern, aus denen die Zellmembran besteht, verlängern sich beständig, und wegen ihrer mehr oder weniger spiraligen Anordnung werden sie immerfort veranlasst, neue Zellen zu bilden; durch Verlängerung der Fasern von einer Zelle zur andern wächst so jede senkrechte Reihe in die Länge. » Offenbar ist der ganze Prozess eine blosse Vermuthung. Jedes *Callithamnion*, jede *Griffithsia* (um die einfachsten Beispiele zu wählen) zeigt aufs deutlichste, dass das Wachsthum in die Länge nicht durch suprautriculäre Zellenbildung, sondern durch Theilung der Endzelle von Statten geht.

Ueber das Wachsthum in die Dicke sagt der Verfasser: « Die Zellen wachsen aber auch in peripherischer Richtung und vermehren sich, d. h., nachdem sie einen bestimmten Durchmesser erreicht haben (bei *Polysiphonia*, *Laurencia* etc.) theilen sie sich der Länge nach durch intrautriculäre Zellenbildung. Einzelne Fasern trennen sich theilweise von der Membran, welche sie zusammensetzen; in den einen Fällen gehen sie von der einen Wand zu der andern hinüber, und wachsen zuletzt zu einer neuen Membran, welche die Zelle theilt, an; in den andern Fällen bildet sich ein leerer Raum in der aus lockern Fasern bestehenden Wandung, derselbe wird allmälig grösser und die einschliessenden Fasern erhärten zu einer Membran. » Auch das beruht auf blosser Vermuthung und der Verfasser besitzt gewiss keine Beobachtung, welche die Theorie begründen könnte.

Die Combination der Zellenbildung in der Längsrichtung und der Zellenbildung in peripherischer Richtung giebt das gesammte Wachsthum der Pflanze. *J. Agardh* unterscheidet *terminales*, *exogenes* oder peripherisch-terminalis

(1) Vergl. die Entwicklungsgeschichte von *Delesseria Hypoglossum* in Schleiden und Nägeli's Zeitschrift für wissenschaftl. Bot., Heft II.

und *endogenes* oder terminal-centrales Wachsthum. So wie aber das endogene Wachsthum der Monocotyledonen auf unrichtigen Voraussetzungen beruhte, so verhält es sich mit dem endogenen Wachsthume der Florideen. Der Verfasser beschreibt bei den « vielröhrigen ; gegliederten Florideen » grosse, peripherische Zellen, in denen fortwährend Zellenbildung thätig sein soll ; « die jungen Zellen, » heisst es, « nehmen immer den äussersten Theil der ältern Zellen ein, und drängen so die vor ihnen entstandenen Zellen nach der Peripherie hin. » — Das kann, nach meinem Urtheile, der Verfasser unmöglich gesehen haben, weil es nicht existirt (1).

Die *Florideen* besitzen nach dem Verfasser doppelte Fructificationsorgane. Die ersten sind die *Sphærosporæ*, welche « aus einer durchsichtigen Sporenhülle und einem zuletzt in 4 Sporen zerfallenden, körnigen Inhalt bestehen. » Diese Theilung geschieht auf dreierlei Weise, entweder so, « dass die Seiten jedes der 4 Theile sphærische Dreiecke bilden ; oder sie geschieht durch drei Querlinien, so dass die mittleren Theile scheibenförmig, die äussern conisch-halbkugelig sind ; oder endlich findet erst Quertheilung und dann in jeder Hälfte Längstheilung statt. » Diese drei Theilungsarten werden die *dreieckige* (triangularis), die *zonenartige* (zonata) und die *kreuzförmige* (cruciata) genannt. — Die Sporenbildung ist auf solche Weise von dem Verfasser sehr richtig in ihren Gestaltungsverhältnissen erkannt worden. Dagegen könnte ich ihm nicht beistimmen, wenn er sagt, dass die Sporen « bloss durch Theilung des Inhaltes entstanden seien, dass ihnen eine Membran mangele, und dass sie einzig durch Adhäsionskraft der Theilchen zusammengehalten werden. » Besitzen doch die 4 Zellen, in welche sich die Mutterzelle theilt (nämlich die 4 Specialmutterzellen) unter allen jungen Zellen der Florideen gerade die dicksten Wandungen, und an mehreren freien Sporen ist die Membran deutlich zu sehen, obgleich in andern Fällen dieselbe, wegen des gefärbten Exosporium nicht unterschieden werden kann.

Die zweite Art der Fructificationsorgane sind die *Capsulæ*, welche « innerhalb einer Fruchthülle eine grosse Menge von Sporen enthalten. » Ausser dem Unter-

(1) Ich werde diese und andere Behauptungen in einer zusammenhängenden Darstellung über das Wachsthum der Pflanzenorgane beweisen.

schiede in der Zahl giebt *J. Agardh* noch vorzüglich zwei Unterschiede zwischen Sphærosporen und Capseln an. Die Sporen der erstern entstehen « aus dem vierten Theile des Inhaltes einer Zelle, die Sporen der Capseln dagegen entstehen aus dem ganzen Inhalte einer veränderten Zelle. » Doch hat *J. Agardh* die Entwicklung der Sporen in den Capseln nicht verfolgt, und gleichfalls kennt er diejenige der Sporen in den Sphærosporen nicht hinlänglich. Ich glaube, dass die umgekehrte Behauptung: die Sporen der Sphærosporen entstehen aus dem ganzen Zelleninhalte, nämlich einer Specialmutterzelle (1), die Sporen der Capseln entstehen bloss aus einem Theile des Inhaltes ihrer Mutterzellen, richtiger wäre. Doch möchte ich keineswegs diesen Unterschied zwischen den beiden Fortpflanzungsarten aufstellen; er würde immer schief bleiben. Der Unterschied muss in dem Totalen des Zellenlebens gesucht werden. — Der zweite angeführte Unterschied ist der, dass « die Sphærosporen in der äussern oder Rindenschicht der Frons entstehen und dass sie von unten nach oben sich entwickeln; dass dagegen die Sporen der Capseln in der innern Schicht der Frons gebildet werden, und dass ihre Entwicklung von oben nach unten fortschreite. » Für die Mehrzahl der Fälle lässt sich nun allerdings die Regel aufstellen, dass die Sporen der Sphærosporen näher der Peripherie, die Sporen der Capseln näher dem Centrum gebildet werden, obgleich sie nicht von allgemeiner Gültigkeit ist, indem z. B. in *Polyides* die Sache sich gerade umgekehrt verhält (2). Ferner werden einige Gattungen (*Callithamnion* und die verwandten) von diesem Unterschiede gar nicht berührt. — Wie aber der Verfasser dazu kommt, zwischen Sphærosporen und Capseln darin einen Unterschied zu finden, dass die erstern in aufsteigender, die Sporen der letztern in absteigender Ordnung sich entwickeln, ist mir nicht klar geworden. Wenn *Sphærosporen* und *Capseln* mit einander verglichen werden, so ist gewiss keine Verschiedenheit vorhanden; die einen wie die andern entwickeln sich gewöhnlich von unten nach oben, zuweilen *an dem einzelnen Gliede von oben nach unten* (z. B. bei *Callithamnion*). Werden dagegen die *Sporen* mit einander verglichen, so ist wieder kein Unterschied vorhanden, in-

(1) Vergl. Schleiden und Nägeli's Zeitschrift für wissenschaftl. Bot., Heft I, pag. 83.
(2) Vergl. oben pag. 15.

dem die Sporen der gleichen Shärospore sich immer, und die Sporen der gleichen Capsel sich häufig *gleichzeitig* entwickeln. Unerlaubt ist es aber die *Sphærosporen* (also Aggregate von Sporen) und die *Sporen der Capseln* mit einander zu vergleichen, wie es von dem Verfasser geschehen zu sein scheint, obgleich auch diese Vergleichung kein Resultat liefern würde.

Die Florideæ des mittelländischen und adriatischen Meeres werden in folgende 6 Zünfte eingetheilt: 1) *Ceramieæ*, 2) *Cryptonemeæ*, 3) *Chondrieæ*, 4) *Rhodomeleæ*, 5) *Sphærococcoideæ*, 6) *Delesserieæ*.

Die erste Zunft Ceramieæ enthält folgende Gattungen: *Callithamnion* Lyngb., *Griffithsia* Ag., *Wrangelia* Ag., *Spyridia* Harv., *Ceramium* Ag.; ausserdem die exotischen *Bindera* J. Ag., *Ptilota* Ag. und *Microcladia* Grev. Die *Ceramieæ* werden characterisirt: « Laub röhrig gegliedert, sehr selten zellig. Frucht doppelt: 1) *Favellen* (favellæ), welche entweder nackt an den Aesten sitzen, oder von wenigen Aestchen oder einem fast regelmässigen Involucrum umhüllt sind, und welche innerhalb einer durchsichtigen, halb schleimartigen, zuletzt unregelmässig zerfallenden Sporenhülle locker beisammen liegende Sporen enthalten. 2) *Sphærosporen*, welche aus einem Aestchen oder einer Zelle gebildet, durchaus äusserlich (oder sehr selten etwas eingeschlossen), und innerhalb einer durchsichtigen Sporenhülle dreieckig in 4 Sporen getheilt sind. »

Die *Ceramieæ* bilden allerdings eine sehr natürliche Gruppe; es scheint mir aber unrichtig, wenn der Verfasser sie allgemein von den übrigen Florideen durch Favellen unterscheidet, indem *Wrangelia* wenigstens keine Favellen besitzt.

Die zweite Zunft Cryptonemeæ wird folgendermassen diagnostizirt: « Laub zellig.... Frucht doppelt: 1) *Favellidien* (favellidia), welche in der innern Schicht des Laubes liegen, oder am Grunde der Fäden der äussern Schicht eingesenkt, sehr selten innerhalb einer besondern Fruchthülle entstanden sind, und welche innerhalb einer häutigen, oft sehr zähen und sehr dicht umschliessenden, durchsichtigen Sporenhülle äusserst zahlreiche kleine Sporen, die in einen Knäuel zusammengeballt sind, enthalten; 2) *Sphærosporen*, welche kugelig oder länglich, durch Entwicklung der peripherischen Zellen entstanden, und durch dreieckige, zonenartige oder kreuzförmige Theilung in 4 Sporen getheilt sind. » — *J. Agardh*

unterscheidet zwischen *Favellen* und *Favellidien*: in jenen sind die Sporen grösser und liegen locker, in diesen sind sie kleiner und liegen dicht beisammen. Im Allgemeinen mag sich die Sache als Regel so verhalten; aber diese Regel ist nicht allgemeines und absolutes Gesetz, und kann bei einigen Gattungen gewiss nicht als Unterscheidungsmerkmal benutzt werden.

Die *Cryptonemeæ* enthalten sehr verschiedene Gattungen; sie sind desswegen in Subtribus eingetheilt, die aber aus Mangel an hinreichender Erkenntniss der Fructificationsunterschiede, vorzüglich nach habituellen Merkmalen charakterisirt werden.

Die erste Subtribus *Gloiocladeæ* unterscheidet sich von allen andern dadurch, dass « die peripherischen rosenkranzförmigen Fäden von einander getrennt sind oder durch Schleim locker zusammenhängen. » Hieher gehören die Gattungen *Crouania* J. Ag., *Dudresnaya* Crouan., *Naccaria* Endl., *Gloiocladia* J. Ag., *Nemalion* Duby, J. Ag.; ferner die exotischen: *Heterocladia* Decaisne, *Gloiopeltis* J. Ag., *Gloiosiphonia* Berk.

Die zweite Subtribus *Nemastomeæ* hat ein « häutig-fleischiges Laub, dessen peripherische rosenkranzförmige Fäden in eine feste Schicht vereinigt sind. Die Favellidien liegen in der peripherischen Schicht. » Hieher werden gerechnet: *Catenella* Grev., *Nemastoma* J. Ag. und die exotische Gattung *Endocladia* J. Ag.

Die dritte Subtribus *Spongiocarpeæ* zeichnet sich dadurch aus, dass die Favellidien in besondern Fruchtwarzen sitzen, welche aus lockern rosenkranzförmigen Fäden bestehen. Dazu gehören *Peyssonnellia* Decaisne, *Phyllophora* Grev., *Chondrus* Grev. und die exotische Gattung *Polyïdes* Ag.

Die vierte Subtribus *Gasterocarpeæ* hat ein « gallertartig-häutiges Laub, dessen peripherische Zellen in eine dichte Schicht vereinigt sind, die Favellidien liegen innerhalb der peripherischen Schicht. » Hieher werden gezählt *Halymenia* Ag., *Kallymenia* J. Ag., und die exotische Gattung *Dumontia* Grev.

Die fünfte Subtribus *Coccocarpeæ* besitzt ein häutig-hornartiges Laub, und zeichnet sich durch die « halbvorstehenden Favellidien aus, welche innerhalb der einigermassen zu einer Fruchthülle umgewandelten äussern Schicht des Laubes liegen, und zuletzt durch einen fast regelmässigen Porus entleert werden. » Diese Subtribus enthält die Gattungen: *Cryptonemia* J. Ag., ? *Gelidium* Grev.,

Grateloupia Ag., *Gigartina* Lamour., *Chrysymenia* J. Ag., nebst der exotischen Gattung ? *Suhria* J. Ag.

Der Verfasser unterscheidet die Zunft der *Cryptonemeæ* von den *Ceramieæ* durch drei Merkmale. Die erstern haben ein « faserig-zelliges Laub, etwas eingesenkte Favellidien und eingeschlossene Sphærosporen. » Die zweiten haben ein « röhrig-gegliedertes Laub, nackte Favellen und etwas aussenständige Sphærosporen. » Aber schon wie von *J. Agardh* die beiden Zünfte abgegrenzt wurden, besitzt keines dieser Merkmale eine constante Gültigkeit. *Ceramium* hat in einigen Arten ganz eingeschlossene (nicht aussenständige) Sphærosporen. Von *Wrangelia*, die zu den *Ceramieen* gehört, kann doch füglich nicht gesagt werden, dass sie nackte Favellen besitze. Wir haben schon oben gesehen, dass kein constanter Unterschied zwischen Favellen und Favellidien sich finden lässt. *Dudresnaya* und *Gloiosiphonia*, welche zu den *Cryptonemeen* gezählt werden, besitzen einen von mehreren Arten der *Ceramieen* nicht verschiedenen Bau, indem bei jenen Gattungen ebenfalls ein früher übersehener, gegliederter Strang von Achsenzellen vorhanden ist. — Wenn aber, wie ohne Zweifel geschehen muss, einige Gattungen (vielleicht alle der Subtribus *Gloiocladeæ*) zu den *Ceramieen* gehören, dann verlieren vollends die Fructificationsmerkmale, wie sie von dem Verfasser für *Ceramieen* und *Cryptonemeen* formulirt werden, allen Halt.

Die dritte Zunft CHONDRIEÆ enthält folgende Gattungen : *Chylocladia* Grev. *Laurencia* Grev., *Lictoria* J. Ag., *Bonnemaisonia* Ag., dazu die exotischen : *Champia* Lamour., *Calocladia* Grev., *Mammea* J. Ag. Diese Zunft besitzt folgenden Character : « Laub zellig, ungegliedert oder gliederartig-zusammengezogen, aus kleinen Zellen gebildet. Frucht doppelt : 1) *Keramidien* (Keramidia) äusserlich am Laube sitzend, innerhalb einer zelligen Fruchthülle, welche an der Spitze regelmässig geöffnet ist, birnförmige Sporen enthaltend, die mit einer verdünnten Spitze (apice) an eine centrale Placenta angeheftet sind, radienförmig davon ausstrahlen, und einzeln mit einer durchsichtigen Sporenhülle umgeben und getrennt von einander sind ; 2) *Sphærosporen*, welche in den Aestchen zerstreut liegen, aus den unter der Epidermis liegenden Zellen gebildet, und innerhalb einer durchsichtigen Sporenhülle in 4 Sporen dreieckig getheilt sind. » — Die *Keramidien* unterscheiden sich von *Favellen* und *Favellidien* dadurch, dass die

erstern « innerhalb einer zellig-häutigen, an der Spitze durch einen regelmässigen Porus geöffneten Fruchthülle birnförmige, an eine im Grunde befindliche Placenta angeheftete Sporen enthalten, » während bei den letztern beiden ein Haufen von Sporen in einer durchsichtigen (nicht zelligen) Fruchthülle liegt.

Zu der vierten Zunft Rhodomeleæ werden folgende Gattungen gezählt: *Dasya Ag.*, *Polysiphonia* Grev., *Rytiphloea* J. Ag., *Dictyomenia* Grev. *Alsidium* Ag., *Digenea* Ag., *Acantophora* Lam.; ferner die exotischen *Rhodomela* Ag., *Odonthalia* Lyngb., *Botryocarpa* Grev., *Amansia* Lam., *Polyzonia* Suhr, *Dictyurus* Bory, *Hemitrema* Brown, *Claudea* Lamour. Die Diagnose für diese Zunft lautet: « Laub gegliedert oder felderig, sehr selten durch Zellentheilung den Anschein eines ungegliederten Laubes annehmend. Frucht doppelt: 1) *Keramidien*..... 2) *Sphærosporen*, welche in oftmals veränderten und schotenförmigen Aestchen eingeschlossen, in eine einfache, zweifache oder vielfache Reihe gestellt (*Stichidium*), und innerhalb einer durchsichtigen Sporenhülle in 4 Sporen dreieckig getheilt sind. » — Die *Rhodomeleæ*, welche in den Keramidien vollkommen mit den *Chondrieæ* übereinstimmen, unterscheiden sich somit von denselben dadurch, dass bei jenen die Sphærosporen in Längsreihen, bei diesen zerstreut stehen. Der Verfasser giebt aber selbst zu, dass diese beiden Zünfte sehr nahe mit einander verwandt seien. Jedenfalls glaube ich nicht einmal, dass der angeführte Unterschied als künstliches Merkmal genüge, bloss um die Gattungen richtig zu sondern. Denn ich finde an *Laurencia tenuissima* zuweilen die Sphærosporen deutlicher in Reihen gestellt, als in einigen zu den *Rhodomeleen* gezählten Gattungen.

Die fünfte Zunft Sphærococcoideæ enthält die Gattungen *Hypnea* Lamour., *Gracilaria* Grev., *Rhodomenia* Grev., *Sphærococcus* Ag., nebst der exotischen *Heringia* J. Ag. Die Diagnose ist folgende: « « Laub zellig, ungegliedert, aus runden oder eckigen Zellen bestehend. Frucht doppelt: 1) *Coccidien* (coccidia) äusserlich am Laube stehend, innerhalb einer zelligen, zuletzt geöffneten Fruchthülle verkehrt-eiförmige Sporen erzeugend, welche in den Gliedern von rosenkranzförmigen, von einer centralen Placenta auslaufenden Fäden gebildet werden, und in einen Knäuel gehäuft sind. 2) *Sphærosporen*, welche in Haufen ohne bestimmte Grenze über die Frons zerstreut, klein, kugelig oder länglich, innerhalb einer durchsichtigen Sporenhülle in 4 Sporen dreieckig oder kreuz-

förmig (?) getheilt sind.» — Die *Coccidien* unterscheiden sich von *Favellen* und *Favellidien* durch die zellige (nicht durchsichtige und structurlose) Fruchthülle; von den *Keramidien* dadurch, dass die Fruchthülle durch Ausdehnung oder Zerreissung sich öffnet, dass die länglichen Sporen in den Gliedern von rosenkranzförmigen, an die Placenta gehefteten Fäden entstehen und dicht in einen Knäuel gehäuft sind; während bei den *Keramidien* die Fruchthülle sich an der Spitze mit einem regelmässigen Porus öffnet und die birnförmigen freien Sporen selbst an die Placenta geheftet sind. — Die angegebene Structur der Coccidien ist bei einigen Gattungen allerdings recht deutlich, so in *Plocamium*, in einigen Arten von *Delesseria* etc. In andern Gattungen kann ich es bloss als willkührliche Deutung ansehen, wenn die Capselfrucht Coccidium statt Keramidium oder statt Favellidium und Favella genannt wird. In *Nitophyllum ocellatum* z. B. scheint mir die Kapselfrucht vollständig in der Mitte zwischen Coccidium und Keramidium, wenn nicht näher der letztern zu stehen. Ferner sehe ich nicht recht ein, warum die Favellidien in *Gigartina*, *Rhodomenia* u. a. desshalb Coccidien sein sollen, weil sie in besondern Aestchen liegen, obschon ihnen gewiss keine placenta centralis und keine fila moniliformia zugeschrieben werden können.

Die sechste Zunft Delesserieae enthält die Gattungen *Plocamium* Grev., *Nitophyllum* Grev., *Solieria* J. Ag. und *Delesseria* Grev., ausserdem die exotischen: *Thamnophora* Ag. und *Hymenea* Grev. Sie wird so definirt: « Laub.... Frucht doppelt: 1) *Coccidien*..... 2) *Sphærosporen*, welche in Haufen von bestimmter Begrenzung oder in besondern Sporenblättern liegen, von kugeliger oder länglicher Gestalt und innerhalb einer durchsichtigen Sporenhülle in 4 Sporen dreieckig oder zonenartig getheilt sind. » — Die *Delesserieæ*, welche im Laub und in den Coccidien durchaus mit den *Sphærococcoiden* übereinstimmen, unterscheiden sich von denselben bloss dadurch, dass die Sphærosporen nicht zerstreut am Laube stehen. Dieses Merkmal lässt zwar diese Zunft von der vorhergehenden unterscheiden; ich möchte aber fast zweifeln, ob die blosse Stellung der Sphærosporen mehr als zur Unterscheidung von Gattungen benutzt werden dürfe, und ob durch dieses Merkmal natürliche Gruppen von Gattungen herausgebracht werden können.

Betrachten wir nun noch das *J. Agardh*'sche System im Allgemeinen, so ist vor allem aus an demselben zu rühmen, dass es principiel sich auf die Fortpflanzung gründet. Es war diess ein Fortschritt, der nur durch zahlreiche eigene Beobachtungen möglich war. *J. Agardh* ist aber bei seinen Beobachtungen zu zwei allgemeinen Resultaten gelangt, die für sein System massgebend und nach meiner Ansicht irrig sind. Das erste Resultat ist, dass die beiden Fortpflanzungsarten der Florideen gleichwerthig seien. Kann nun aber allgemein eine Pflanze sich auf zwei Arten, die gleich wesentlich sind, fortpflanzen? Dass die sogenannten Sporen der Sphærosporen und der Capseln gleichmässig keimen, beweist bloss, dass beides Fortpflanzungszellen, nicht dass beide gleichwerthig seien und mit dem gleichen Namen von *Sporen* bezeichnet werden müssen. Wo bei andern Pflanzen mehrfache Arten der Fructification vorkommen, da werden dieselben nicht coordinirt, sondern nur die eine wird als die wesentliche betrachtet (so bei den Lebermoosen). Da *J. Agardh* den Sphærosporen und den Capseln einen gleichen Werth beilegte, so benutzte er für die Eintheilung der Florideen natürlich dasjenige Organ, welches die grösste und am leichtesten in die Augen tretende Mannigfaltigkeit darbot, die *Capseln*. Sein System beruht vorzüglich auf den verschiedenen Formen, unter denen die Capsel erscheint, nämlich als *Favella, Favellidium, Keramidium* und *Coccidium*. Damit ist aber, wie ich glaube, für die Florideen nicht der Grund zu einem natürlichen Systeme gelegt, weil die Sphærosporen die wesentliche Fortpflanzungsart ausmachen.

Das zweite Resultat, auf das *J. Agardh* geführt wurde, ist, dass auch die Zoospermeen und die Fucoideen eine doppelte Fruchtbildung besitzen. Diese in der Allgemeinheit, wie sie ausgesprochen wurde, gewiss irrthümliche Annahme wurde offenbar von den Florideen durch Analogie auf die übrigen Algen ausgedehnt. Wenn aber die Florideen doppelte Früchte besitzen, so folgt daraus noch nicht, dass es auch bei den andern Algen der Fall sein müsse, so wenig als sich die Laubmoose nach dem Beispiele der Lebermoose richten. Damit will ich nicht sagen, dass die doppelte Fortpflanzung für die Zoospermeen und Fucoideen eine Unmöglichkeit sei. Sie ist bei den *höhern* Gattungen dieser beiden Familien gewiss so gut möglich als bei irgend einer Pflanze; aber sie ist keine Nothwendigkeit, und es darf nicht jedes zweifelhafte Factum als eine Bestätigung der Theorie

in Anspruch genommen werden. Diese Theorie hat denn auch nach meinem Urtheile *J. Agardh* öfter in der Deutung der Fortpflanzungsorgane der Zoospermeen und Fucoideen Irrthümer begehen lassen, und dadurch zuweilen wenig natürliche Zusammenstellungen hervorgerufen.

Nicht bloss darin, dass die Fortpflanzung die oberste Norm für die Classification der Algen geworden ist, auch darin hat die Methode bei *J. Agardh* einen bedeutenden Fortschritt gemacht, dass die Begriffsbestimmungen viel genauer und schärfer geworden sind, als sie früherhin waren. Durchgängig wird ein Begriff nur durch das gleiche Wort bezeichnet, und ein Wort nur für den gleichen Begriff gebraucht. Doch treffen wir auch da einige Ausnahmen an. Die Fortpflanzungszellen der Florideen heissen Sporen, sie mögen in den Sphærosporen oder in den Capseln entstanden sein, obgleich *J. Agardh* ein verschiedenes Verhältniss zum Zelleninhalte bei ihrer Entstehung annimmt. Warum werden denn die Fortpflanzungszellen der übrigen Algen in *Sporidien* und *Sporen* unterschieden? Ebenso ist es nicht zu billigen, dass die Sporen der Zoospermeen mit ihrer eigenen und der Membran der Mutterzelle den besondern Namen Coniocysten bekommen haben. — Die Begriffe von Sporenhülle (Perisporium) und Fruchthülle (Pericarpium) sind nicht genau genug bestimmt, was um so nothwendiger wäre, als zuweilen beide in der gleichen Frucht angenommen werden (so bei den Coccocarpeen). Zuerst heisst es allgemein, dass die Capseln der Florideen innerhalb einer Fruchthülle die Sporen enthielten. Diese Fruchthülle wird für die Favellen und Favellidien als durchsichtig bezeichnet. Dann heisst diese durchsichtige Fruchthülle aber in der Zunft der Ceramieen und Cryptonemeen allgemein Sporenhülle. In der letzten Subtribus der Cryptonemeen tritt auf einmal neben der Sporenhülle, welche viele Sporen umschliesst, die Fruchthülle auf. Bei den Keramidien und Coccidien ist jede einzelne Spore von einer Sporenhülle, alle von einer Fruchthülle umgeben. Ausserdem wird der Ausdruck Sporenhülle allgemein für die Sphærosporen gebraucht. Es folgt daraus, dass Sporenhülle und Fruchthülle, auf die sich doch hauptsächlich das System gründet, schwankende Begriffe sind.

SYSTEM VON DECAISNE.

In der Abhandlung von *Decaisne* [1] werden die Algen selbst nicht definirt; sie werden aber so ziemlich auf gleiche Weise umgrenzt, wie es von *J. Agardh* geschehen ist. Die Diatomaceen und Desmidiaceen werden nicht ausgeschlossen, bleiben aber einstweilen weg.

Decaisne theilt die Algen in 4 Abtheilungen:

I. Zoosporeæ (= Nostochineæ, Confervaceæ, Ulvaceæ): « Die Spore bildet sich auf Unkosten des grünen Inhaltes, der im Innern eines jeden der Glieder oder Zellen entsteht, welche die ganze Pflanze zusammensetzen; jedes dieser Organe kann eine einzige oder mehrere Sporen enthalten. »

II. Synsporeæ (= Conjugatæ): « Die Spore bildet sich im Innern eines Gliedes durch die Zusammenhäufung des grünen Inhaltes, welcher aus der Vereinigung zweier getrennter Fäden oder Zellen hervorgeht. »

III. Aplosporeæ (= Batrachospermeæ, Fucaceæ): « Die Spore ist äusserlich, unabhängig von dem umgebenden Gewebe, und insgemein von Fäden begleitet, an deren Basis sie angeheftet ist. »

IV. Choristosporeæ (= Ceramieæ, Rytiphleæ): « Die Spore ist in einer innerlichen oder äusserlichen Zelle eingeschlossen, und zur Zeit der Reife in 4 Fortpflanzungskörper (corps reproducteurs) von rother Farbe getheilt. » Später wird, was hier Spore heisst, von dem Verfasser Sphærospore oder Tetraspore, — was hier corps reproducteur heisst, Spore genannt.

Diese Eintheilung ist in formeller Rücksicht genauer und bestimmter als irgend eine der frühern. Sie entspricht allen wissenschaftlichen Anforderungen, da sie auf die Entstehung und auf die Natur der Fortpflanzungszellen selbst gegründet ist. Es ist nun aber vorerst zu untersuchen, ob die Thatsachen sich unter diese

[1] Essais sur une classification des Algues et des Polypiers calcifères de Lamouroux: Annales d. Sc. nat. Sec. Sér. Tom. XVII.

Form fügen, und ob sie eine eben so bestimmte Sonderung erlauben. Die *Choristosporeæ*, welche den Florideen von *J. Agardh* und den Rhodospermeen von *Harvey* entsprechen, unterscheiden sich nach *Decaisne* von den übrigen 3 Abtheilungen durch das besondere Verhalten der Sporen, welche sich in 4 Körper theilen. Da die Choristosporeen, wenn auch dieser Character theils unrichtig theils mangelhaft ist, eine von den übrigen Algen scharf geschiedene Gruppe bilden, so will ich, dem Verfasser folgend, zuerst das Verhältniss der drei übrigen Abtheilungen zu einander untersuchen.

Die *Synsporeæ* unterscheiden sich von den *Zoosporeæ* bloss dadurch, dass die Spore nicht aus dem Inhalte einer einzigen Zelle, sondern aus dem vereinigten Inhalte zweier durch Copulation verbundener Glieder (verschiedener Individuen) entsteht. Dieser Unterschied erweist sich aber sogleich als unbrauchbar, wenn man Fäden von *Spirogyra*, oder *Zygnema* sieht, wo alle oder einzelne Zellen Sporen bilden, ohne dass sie sich mit einer andern Zelle verbunden hätten. Diese Thatsache beweist, dass die Copulation der Conjugaten durchaus keine so wesentliche Erscheinung ist, als *Decaisne* annahm, und dass sie nicht einmal für den Character eines Genus, geschweige für den einer Hauptabtheilung der Algen benutzt werden darf. Es wären somit ohne Anderes die *Synsporeæ* mit der Abtheilung *Zoosporeæ* zu vereinigen.

Es bleiben zwei Abtheilungen *Zoosporeæ* und *Aplosporeæ* übrig. Bei den erstern entstehen die Sporen in irgend welchen Zellen der Pflanze. Bei den letztern sind die Sporen äusserlich angeheftet. Es müssen aber gegen diese Unterscheidung zwei Einwürfe gemacht werden. Der erste ist der, dass in vielen von dem Verfasser zu den *Aplosporeen* gestellten Gattungen die sogenannten äusserlichen Sporen keine Sporen sind, sondern Mutterzellen, in denen sich erst die Sporen in grösserer Zahl entwickeln. Es müssten somit entweder alle diese Gattungen mit den Zoosporeen vereinigt, oder die Definition der Aplosporeen müsste erweitert werden. — Der zweite Einwurf ist der, dass nach der gegebenen Definition eine scharfe Unterscheidung der Gattungen nicht möglich wird. Es gibt Arten, wo die sogenannten Sporen bald seitlich sitzend, bald gestielt sind (*Ectocarpus* etc.) Das beweist, dass auch die Arten und Gattungen mit gestielten Sporen unter die *Aplosporeen* aufgenommen werden müssen. In diesem Falle

sind die Sporen das Endglied oder in dem Endgliede eines gegliederten Fadens. Da nun aber das Endglied gewiss ein Theil des Fadens ist, und die Abtheilung der *Zoosporeen* solche Algen enthält, bei denen die Sporen in einer Zelle des Laubes entstehen ([1]), so würden diese Pflanzen eben so gut zu den Zoosporeen gehören. Es ist diess also ein zweiter Punkt, in welchem die Differenzialcharactere von Zoosporeen und Aplosporeen ungenügend sind.

Die Zoosporeæ werden von dem Verfasser in zwei Gruppen gebracht: *Arrhizæ* (Wurzellose) mit den Familien *Nostochineæ*, *Rivularieæ*, *Oscillatorieæ*, *Palmelleæ*, *Ulvaceæ*, *Confervaceæ*, *Hydrodictyeæ*, *Chætophoroideæ* und *Lemaneeæ*; und *Nematorrhizæ* (mit fadenförmigen Wurzeln) mit den Familien *Halymedeæ*, *Caulerpeæ*, *Acetabularieæ* und *Siphoneæ*. Ob Anwesenheit und Abwesenheit von Wurzelorganen dazu dienen können, über natürliche Verwandtschaft zu entscheiden, und eine Norm für die Gruppirung von Gattungen oder Familien zu geben, möchte ich doch bezweifeln. Allerdings mangelt das Vermögen, Wurzeln zu bilden, einigen Algenfamilien absolut, so den *Nostochineen*, *Palmelleen* etc. Andere besitzen dagegen das Vermögen, Wurzeln zu erzeugen, aber sie realisiren dasselbe bloss unter günstigen Verhältnissen, oft sehr selten, so die *Confervaceen*. Jedenfalls müssen, wenn man nach der Bewurzelung eintheilen will, die *Ulvaceen*, *Confervaceen*, *Chætophoroideen* und *Lemaneeen*, welche von *Decaisne* zu den *Arrhizæ* gestellt werden, zu den *Nematorrhizæ* wandern; indem alle diese Familien in grösserm oder geringerm Masse Wurzeln bilden, und zwar gleiche fadenförmige Wurzeln wie die *Nematorrhizæ*.

Die erste Familie der *Zoosporeæ* sind die Nostochineæ mit folgenden Gattungen: *Aphanizomenon* Morren, *Anabæna* Bory, *Monormia* Berk, *Belonia* Carm., *Sphærozyga* Kütz., *Spirularia* Kütz., *Sclerothrix* Kütz., *Undina* Fr., *Nostoc* Vauch., *Scythymenia* Ag,, *Stereococcus* Kütz., *Nematococcus* Kütz.

([1]) In der Definition heisst es zwar, dass in jeder der Zellen, welche die ganze Pflanze zusammensetzen, die Sporen entstehen. Ein flüchtiger Blick auf die Gattungen, welche von *Decaisne* zu den Zoosporeen gebracht werden, zeigt aber, dass alle Gattungen wo die Sporen nur überhaupt in einer Zelle des Laubes sich bilden, die nicht seitlich und aussenständig ist, auch wenn nur eine einzige Zelle oder nur wenige Zellen fructifiziren, hieher gehören sollen. Ich verweise auf die Gattungen *Nostoc*, *Sphærozyga*, *Rivularia*, *Gloiotrichia*, *Zonotrichia*, *Diplotrichia*, *Bolbochæte*, *Lemanea*.

Die zweite Familie Rivularieæ enthält die Gattungen *Rivularia* Roth, *Gloiotrichia* J. Ag., *Diplotrichia* J. Ag., *Zonotrichia* J. Ag. — Der Verfasser weiss nichts über die Fortpflanzung dieser beiden ersten Familien.

Die dritte Familie Oscillatorieæ umfasst die Gattungen *Oscillatoria* Vauch., *Calothrix* Ag., *Lyngbya* Ag., *Scytonema* Ag., *Petalonema* Berk. und *Microcoleus* Desmaz. Der Verfasser glaubt bei dieser Familie, gestützt auf eine Beobachtung an *Calothrix*, ein Lebendiggebähren annehmen zu dürfen. In kurzen Aesten sollen sich da neue Individuen gebildet haben, welche heraustraten und frei wurden. Es scheint mir aber, als ob dieses Faktum zu wenig in Einklang gebracht worden sei mit den Erscheinungen, welche die *Oscillatorieen* in Rücksicht auf Wachsthum und Fortpflanzung zeigen, um ohne weiteres die gegebene Erklärung zu gestatten.

Zu der vierten Familie Palmelleæ werden gerechnet: *Hæmatococcus* Ag., *Cryptococcus* Kütz., *Palmella* Lyngb. und *Tetraspora* Link.

Die fünfte Familie Ulvaceæ enthält die Gattungen *Bangia* Lyngb., *Stigonema* Ag., *Enteromorpha* Link und *Ulva* L. Die Zellen theilen sich in 4 Partieen, von denen jede später zur Spore wird.

In der sechsten Familie Confervaceæ stehen die Gattungen *Conferva* L., *Sphæroplea* Ag., *Microdictyon* Decaisne. In einer Zelle bilden sich eine oder mehrere Sporen.

Die siebente Familie Hydrodictyeæ besteht aus der einzigen Gattung *Hydrodictyon* Roth.

Die achte Familie Chætophoroideæ enthält die Gattungen *Bolbochæte* Ag., *Draparnaldia* Bory, *Chætophora* Ag., *Anhaltia* Schwb. und *Hydrurus* Ag. Der grüne Inhalt der Zellen vereinigt sich in mehrere kleine Kugeln, welche heraustreten und die Sporen sind (so in *Draparnaldia*). Bei *Bolbochæte* bilden sich die Sporen bloss in den Gliedern, auf denen die Borsten stehen, und zwar eine einzige Spore in einem Glied. Der Inhalt von einem oder von zwei untern Gliedern soll in jene Mutterzelle übergehen, und demnach die Spore auf ähnliche Weise entstehen, wie in den *Conjugaten*.

Die neunte Familie Lemaneeæ enthält die einzige Gattung *Lemanea*.

Die zehnte Familie Halymedeæ enthält die beiden Gattungen *Halymeda* La-

mour. und *Udotea* Lamour. Dieselben gehören aber, wenigstens die letztere, ihrer Fruchtbildung nach zu den *Aplosporeen*.

Die eilfte Familie Caulerpeae enthält die zwei Gattungen *Caulerpa* Lamour. und *Tricladia* Decaisne.

Die zwölfte Familie Acetabularieae besteht aus den Gattungen *Polyphysa* Lamour. und *Acetabularia* Lamour.

Die dreizehnte Familie Siphoneae umfasst die Gattungen *Bryopsis* Lamour., *Penicillus* Lamark., *Valonia* Ag., *Dictyosphæria* Decaisne und *Anadyomene* Lamour. Auch einige von diesen Gattungen gehören zu den *Aplosporeen* (wie z. B. *Bryopsis*). Die andern dürfen wegen der Verschiedenheit ihres Baues nicht eine einzige Familie bilden.

Die zweite Abtheilung Synsporeae wird nicht weiter in Familien getheilt. Sie umfasst die Gattungen *Mougeotia* Ag., *Tyndaridea* Bory, *Zygnema* Ag. und *Closterium* Nitzsch.

Die dritte Abtheilung Aplosporeae wird in zwei Gruppen gesondert: 1) Ecorticatae mit den Familien *Vaucherieæ*, *Ectocarpeæ*, *Spongodieæ*, *Actinocladeæ*, *Batrachospermeæ* und *Chordarieæ*, 2) Corticatae mit den Familien *Sphacelarieæ*, *Sporochnoideæ*, *Dictyoteæ*, *Laminarieæ* und *Fucaceæ*. Ich sehe aber nicht ein, warum *Batrachospermum*, *Liagora*, *Chordaria*, *Chorda*, *Leathesia* u. a. bei der Gruppe der Unberindeten stehen, während *Myriotrichia*, *Sporochnus*, *Stilophora* u. a. zu der Gruppe der Berindeten gestellt werden. Abgesehen aber hievon, glaube ich, dass es überhaupt unmöglich sei, ganze Gruppen von Algen nach der Berindung zu characterisiren. Nicht bloss ist die Rinde bei jeder einzelnen Pflanze, wo sie vorhanden ist, gewöhnlich nicht absolut geschieden von dem innern Gewebe; sie geht meist mehr oder weniger allmälig in dasselbe über. Eben so wenig kann man sagen, dass in der Entwicklungsreihe des ganzen Pflanzenreiches die Rinde oder die Epidermis bis auf eine gewisse Stufe absolut mangele, — und dann plötzlich auftrete und nothwendig vorhanden sei. Die eigentliche Rindenbildung besteht in einer Sonderung des Gewebes in horizontaler Richtung, welche allmälig auftritt, so dass es nicht bloss Algen gibt, bei denen man zweifelhaft ist, ob man schon eine besondere Rinde annehmen könne oder nicht (so z. B. bei *Stilophora*); sondern auch nahverwandte Gattungen, oder Arten der gleichen Gattung, von

denen die eine keine Spur einer Rinde besitzt, während die andere deutlich berindet ist (so z. B. *Sphacelaria cirrhosa* und *filicina* einerseits, und *Sph. scoparia* anderseits.

Die erste Familie Vaucherieae besteht aus der einzigen Gattung *Vaucheria* DC.

Die zweite Familie Ectocarpeae besteht aus der einzigen Gattung *Ectocarpus* Lgb. Sie wird mit Unrecht zu den *Aplosporeen* gestellt, da sie keine seitlichen Sporen, sondern Capseln, welche viele Sporen enthalten, besitzt.

Die dritte Familie Spongodieae enthält die beiden Gattungen *Spongodium* Lamour. und *Codium* Stackh. Die Sporen bilden sich nach dem Verfasser wie bei *Vaucheria*. indem ein kurzer Ast durch eine Scheidewand als besondere Zelle sich abtrennt.

Die vierte Familie Actinocladeae enthält die Gattungen *Dasycladus* Ag., *Neomeris* Lamour., und *Cymopolia* Lamour.

Die fünfte Familie Batracospermeae umfasst die Gattungen *Trentepohlia* Ag., *Batrachospermum* Roth, *Liagora* Lamour., *Dichotomaria* Lamark., *Thorea* Bory. und *Myriocladia* Ag. « Die Fructification unterscheidet sich dadurch von derjenigen der übrigen Familien der *Aplosporeen*, dass sie Knäuel oder Bouquets bildet, welche aus Sporen und aus sehr kurzen Fäden, auf deren Basis die Sporen entstehen, zusammengesetzt sind. »

In der sechsten Familie Chordarieae sind folgende Gattungen vereinigt: *Myrionema* Grev., *Chordaria* Ag., *Chorda* Stackh., *Mesogloia* Ag., *Liebmannia* J. Ag., *Nemalion* Duby und *Leathesia* Gray. — Die meisten dieser Gattungen gehören aber sicher nicht zu den *Aplosporeen*, weil sie nicht seitliche Sporen sondern seitliche Sporencapseln besitzen.

Die siebente Familie Sphacelarieae enthält die Gattungen *Sphacelaria* Lyngb., *Myriotrichia* Harv. und *Cladostephus* Ag. Die Sporen sollen sich von den übrigen Familien dadurch unterscheiden, dass sie an der Basis oder in der Achsel der Aeste in Trauben beisammmenstehen. Ich habe bis jetzt die Fortpflanzung von *Sphacelaria* und *Cladostephus* nicht gesehen; aber die Fructification von *Myriotrichia* zeigt nicht die geringste Aehnlichkeit mit dem eben angeführten Character von *Decaisne*; und überdem gehört wenigstens diese Gattung zu den *Zoospermeen*.

Die achte Familie Sporochnoideae wird von der einzigen Gattung *Sporochnus*

Ag. gebildet und zwar bloss von denjenigen Arten, deren Fructification in einer Art Pompon besteht, gebildet von keulenförmigen Fäden, an deren Grunde die Sporen sitzen. »

Die neunte Familie Dictyoteæ enthält die Gattungen *Padina* Adans., *Hildenbrandtia* Nard., *Zonaria* Ag., *Hydroclathrus* Bory, *Asperococcus* Lamour., *Punctaria* Grev., *Striaria* Grev., *Stilophora* J. A., *Cutleria* Grev., *Dictyosiphon* Grev. und *Halyseris* Tozz. Die Sporen stehen an der Aussenfläche des Laubes. *Cutleria*, welche sich in Bezug auf die Reproduction anders verhält, wird von dem Verfasser mit Unrecht hieher statt unter die *Zoosporeen* gestellt.

Die zehnte Familie Laminarieæ umfasst die Gattungen *Laminaria* Lamour., *Haligenia* Decaisne, *Agarum* Bory, *Capea* Montagne, *Alaria* Grev., *Ecklonia* Rud., *Lessonia* Bory, *Macrocystis* Ag. Die Fructification bildet Fruchtlager, welche mehr oder weniger weit über die Oberfläche des Laubes verbreitet sind. Sie besteht aus Fäden, die aus den äussersten Zellen entstehen und an ihrer Basis eine eiförmige Spore tragen.

In der eilften Familie Fucaceæ stehen die Gattungen *Fucus* L., *Myriadenia* Decaisne, *Himanthalia* Lyngb., *Durvillea* Bory, *Splachnidium* Grev., *Hormosira* Endl., ferner die Sargassum-ähnlichen Gattungen *Coccophora* Grev. *Halidrys* Lyngb., *Blossevillea* Decaisne; *Cystoseira* Ag., *Sargassum* Rumph, *Turbinaria* Bory, *Phyllospora* Ag., *Marginaria* A. Rich., *Seirococcus* Grev., *Scytothalia* Grev. Die Fructification sitzt in Höhlungen, welche durch eine Oeffnung nach aussen communiziren, und Conceptacula genannt werden. Die Sporen sind theils an der Wandung des Conceptaculum, theils an der Basis der Fäden, welche sie begleiten, befestigt.

Die Choristosporeæ zeichnen sich vor den übrigen drei Abtheilungen der Algen dadurch aus, dass, wie der Verfasser zuerst sagt, « eine Spore sich in 4 Fortpflanzungskörper theilt » oder, wie er später sagt, dass « der Inhalt einer Mutterzelle sich in 4 Sporen theilt. » Diess ist die Fortpflanzung durch Sphærosporen, wie sie von *J. Agardh* genannt wurde. Ausser dieser « normalen Fruchtbildung » findet sich noch eine « abnormale »; es ist diess die, welche früher mit dem Namen Capselfrucht bezeichnet wurde. Diese letztere ist nach dem Verfasser nicht anders als aus metamorphosirten Sphærosporen entstanden. Die

Favellen sollen veränderte Sphærosporen; die Coccidien und Keramidien sollen veränderte Aeste oder Lappen des Laubes sein, in denen sich die Sphærosporen abnormal entwickeln. Ausserdem vergleicht der Verfasser die Coccidien den Keimbehältern von *Marchantia*. So sehr diese letzte Ansicht mir die richtige scheint, so wenig könnte ich im Uebrigen die Theorie von *Decaisne* billigen. Die in den Capseln enthaltenen Sporen können aus zwei Gründen nicht aus veränderten Sphærosporen entstanden sein, 1) weil beide *aus verschiedenen Zellen* entstehen, 2) weil beide sich *nach verschiedenen Zellenbildungsgesetzen* entwickeln. — Nach des Verfassers Ansicht unterscheiden sich die *Choristosporeen* von den übrigen Algen bloss durch das besondere Verhalten der normalen Fruchtbildung der Sphærosporen, welche darin besteht, dass in einer Mutterzelle 4 Sporen entwickelt werden. Er scheint aber zu vergessen, dass er die Fortpflanzung der *Ulvaceen*, welche zu den *Zoosporeen* gehören, auf ähnliche Weise beschreibt, so dass in der That zwischen *Zoosporeen* und *Choristosporeen* kein Unterschied übrig bleibt.

Die Choristosporeæ werden eingetheilt in die Familien *Ceramieæ*, *Rytiphleæ*, *Polyphaceæ*, *Thamnophoreæ*, *Heterocladieæ*, *Corallineæ*, *Anomalophylleæ*, *Cryptonemeæ*, *Furcellarieæ*, *Chondrieæ*, *Sphærococcoideæ* und *Gasterocarpeæ*.

Die erste Familie Ceramieæ enthält die Gattungen *Callithamnion* Lyngb., *Dasya* Ag., *Wrangelia* Ag., *Griffithsia* Ag., *Ballia* Harv., *Ceramium* Ag., *Spyridia* Harv., und *Digenea* Ag.; die beiden letzten Gattungen sollen eine besondere Section bilden.

Die zweite Familie Rytiphleæ enthält die Gattungen *Bindera* Ag., *Polysiphonia* Grev., *Rhodomela* Ag., *Odonthalia* Lyngb., *Dictyomenia* Lamour., *Spirhimenia* Decaisne, *Rytiphloea* Ag., *Amansia* Lamour., ferner eine Section mit den Gattungen *Leveillea* Decaisne und *Polyzonia* Suhr, eine Section bestehend aus der Gattung *Acanthophora* Lamour. und eine Section bestehend aus der Gattung *Dictyurus* Bory.

Die dritte Familie Polyphaceæ enthält die Gattungen *Polyphacum* Ag. und *Scaberia* Grev. Sie gehören nach *J. Agardh* zu den Fucoideen.

Die vierte Familie Thamnophoreæ umfasst die Gattungen *Ptilota* Ag., *Plocamium* Lamour., *Alsidium* J. Ag. und *Tomnophora* Ag.

Die fünfte Familie Heterocladieæ besteht aus der einzigen *Heterocladia* Decaisne.

Die sechste Familie Corallineæ enthält die Gattungen *Melobesia* Lamour., *Mastophora* Decaisne, *Jania* Lamour., *Amphiroa* Lamour., *Corallina* Tourn. *Arthrocardia* Decaisne. « Die Fructification besteht in Keramidien, in deren Grunde die Sphærosporen angeheftet sind. »

Die siebente Familie Anomalophylleæ wird durch die einzige Gattung *Claudea* Lamour. gebildet.

Die achte Familie Cryptonemeæ enthält die Gattungen: *Crouania* J. Ag., *Dudresnaya* Bonnem., *Gloiocladia* J. Ag., *Naccaria* Endl. und *Gloiosiphonia* Carm.

Zur neunten Familie Furcellarieæ gehören die beiden Gattungen *Furcellaria* Lamour. und *Polyïdes* Ag. Der Verfasser bestreitet das Vorkommen von birnförmigen Samen bei *Furcellaria*, wie sie *Greville* beschrieben und gezeichnet, aus dem Grunde, weil er sie nicht gesehen hat. Doch beweist das, gegenüber einer so deutlichen Abbildung, bloss, dass *Decaisne* keine Exemplare mit dieser Art der Fructification besass. Ich verweise auf die oben (1) gemachte Bemerkung, und füge hier bloss bei, dass durch eine Entdeckung von *Decaisne* die beiden Gattungen *Furcellaria* und *Polyïdes* nun alle wünschbaren Eigenschaften von ganz normal sich verhaltenden Florideengattungen erlangt haben. Derselbe hat nämlich an *Furcellaria* innerhalb der Rindenschicht kugelige Haufen von rothen Körnern (Sporen) gefunden. Ich würde demnach die beiden Gattungen folgendermassen characterisiren: *Polyïdes*, Sphærosporen innerhalb der Rindenschicht, kreutzförmig getheilt; Favellidien in äussern Warzen. *Furcellaria*, Sphærosporen innerhalb der Rindenschicht, zonenartig getheilt; Favellidien innerhalb der Rindenschicht.

Die zehnte Familie Chondrieæ umfasst die Gattungen *Champia* Lamour., *Corallopsis* Grev., *Chondria* Ag., *Chrysymenia* J. Ag., *Lomentaria* Lyngb., *Catenella* Grev., *Dumontia* Lamour., *Gracilaria* Grev., *Microcladia* Grev., *Solieria* J. Ag., *Phyllophora* Grev., *Botryocarpa* Grev., *Asparagopsis* Montagne und *Bonnemaisonia* Ag.; die letzten beiden Gattungen bilden eine besondere Section.

Die eilfte Familie Sphærococcoideæ enthält die Gattungen *Gloiopeltis* J. Ag., *Gigartina* Lamour., *Gelidium* Lamour., *Mammea* J. Ag., *Chondrus* Lamour.,

(1) Pag. 16.

Grateloupia Ag., *Heringia* J. Ag., *Sphærococcus* Stackh., *Suhria* J. Ag., ferner eine besondere Section mit den beiden Gattungen *Hypnea* Lamour., und *Calocladia* Grev., und eine Section mit der Gattung *Peyssonelia* Decaisne.

Die zwölfte Familie Gasterocarpeæ besteht aus folgenden Gattungen: *Delesseria* Lamour., *Martensia* Her., *Nitophyllum* Grev., *Rhodomenia* Grev., *Acropeltis* Montagne, *Halymenia* Lamour., *Nemastoma* J. Ag., *Hymenena* Grev. und *Iridaea* Bory.

Ich habe die Eintheilung der *Choristosporeen* ohne weitere Bemerkung mitgetheilt, weil ich nicht glaube, dass sie Nachahmung finden möchte. *Decaisne* geht zwar von dem richtigen Grundsatze aus, dass die Sphærosporen die eigentliche und wesentliche Frucht seien; aber er verfällt durch zu weit getriebene Analogie in den gleichen Fehler wie *J. Agardh*, nur in umgekehrter Anwendung. *J. Agardh* nämlich ging von der doppelten Fortpflanzung der Florideen aus, und trug sie auf die übrigen Algen über. *Decaisne* geht von der einfachen Fruchtbildung der Algen und anderer Pflanzen aus, und zieht daraus nicht bloss den Schluss, dass bei den *Choristosporeen* die eine Fruchtart wesentlicher sei als die andere, sondern er geht weiter und behauptet, dass die andere gar nicht zu berücksichtigen sei. Er geht hier aber offenbar in der Consequenz zu weit, und wird dann durch die Anwendung des Grundsatzes auf Resultate geführt, welche der Natur weniger entsprechen, als diejenigen Resultate, welche von *J. Agardh* durch das entgegengesetzte Verfahren erzielt wurden.

Ich stimme *Decaisne* bei, dass die Sphærosporen die wesentliche und normale Fruchtbildung seien; ebenso dass, wenn einmal ihre Verhältnisse genau bekannt sind, dieselben durchaus hinreichen müssen, um eine Pflanze vollständig zu charakterisiren und sie von allen andern Choristosporeen zu unterscheiden. Diess ist aber, wie der Verfasser zugiebt, beim jetzigen Stande unserer Kenntnisse noch nicht möglich. Desshalb nimmt er seine Zuflucht zu Merkmalen, welche von den vegetativen Organen hergenommen sind. Es ist nun aber neben jener wesentlichen und normalen Fortpflanzung noch eine zweite Fruchtbildung vorhanden, die wenigstens eben so häufig gefunden wird, wenn sie auch nicht so wesentlich ist. Sie zeigt eine grosse Mannigfaltigkeit im Aeussern; sie steht offenbar in engem Verhältniss zu der vegetativen Entwicklung und kann gewisser-

massen als der Ausdruck dieser letztern betrachtet werden. Warum sollte man nicht, in Ermangelung von etwas Besserem, sich ihrer als Merkmal bedienen, da ihre Verschiedenheiten oft leichter zu erkennen und auszudrücken sind, als die vegetativen Eigenthümlichkeiten der Pflanze? Der beste Beweis für meine Behauptung ist die Anordnung der Choristosporeen von *Decaisne* selber, in welcher, um ein einziges Beispiel zu geben, die Gattungen *Callithamnion* (mit *Ceramium*), *Ptilota*, *Dudresnaya* und *Microcladia* in vier verschiedene und durch andere Familien getrennte Familien gebracht werden. Der Bau ist verschieden, die Structur der Favellen aber fordert eine Vereinigung; die Entwicklungsgeschichte zeigt nun, dass diese Gattungen in keinem wesentlichen Punkte verschieden sind, und dass also die Favellen die wahren vegetativen Verhältnisse richtiger ausdrücken als der anatomische Bau selber.

Ich füge noch einige Bemerkungen über die Theorie von *Decaisne*, betreffend die Sporenbildung, bei. Derselbe berücksichtigt etwas mehr, als die frühern Algologen, die *Zelle*. Namentlich sucht er die Verhältnisse der Fortpflanzung auf Verhältnisse der Zelle zurückzuführen. Ich begreife aber nicht, warum er die Sporen von *Vaucheria* durch eine Concentration des Inhaltes entstehen lassen will wie bei den *Conjugaten*, (an einer andern Stelle jedoch wird gesagt, dass keine Concentration bei Vaucheria vorzukommen scheine); ich sehe in dieser Beziehung keinen Unterschied zwischen der Sporenbildung von *Vaucheria* und der übrigen wahren *Aplosporeen*. Gleichfalls sehe ich nicht ein, warum der Verfasser die Synsporeen als besondere Abtheilung von den übrigen Zoosporeen vorzüglich aus dem Grunde trennen kann, weil bei ihnen die Sporen durch Concentration des Inhaltes entstehen, während er bei den Zoosporeen gar nicht zeigt, dass die Sporen auf eine andere Weise entstehen. Denn wenn als Thatsache angeführt wird, dass der Inhalt Sporen bilde, so ist damit noch nicht bewiesen, dass diess nicht durch Concentration geschehe. Uebrigens sagt der Verfasser von der Fruchtbildung der *Ulvaceen*, welche zu den Zoosporeen gestellt werden, wörtlich, dass hier « das Phänomen der Theilung einer Zelle in 4 Abtheilungen, und dasjenige der Concentration des grünen Inhaltes (jeder Abtheilung), um eine Spore zu bilden, zu den deutlichsten gehöre. »

Der Verfasser nimmt bei den Sporen der Aplosporeen eine doppelte Hülle an.

die äussere nennt er Perisporium, die innere Episporium. Das Episporium soll frei in dem Perisporium liegen und bloss mit der Basis an dasselbe befestigt sein. Die Spore soll sogar bei der Reife aus dem Perisporium heraustreten und dasselbe an der Pflanze zurücklassen. Dass die Wandung der Sporen wie die Wandung anderer Zellen zuweilen aus zwei oder sogar aus mehr Schichten besteht, ist sehr wahr. Aber diese Schichten haben nach meiner Ansicht keine andere Bedeutung als in den vegetativen Zellen, und dürfen auch keine besondern Benennungen erhalten. Ich möchte gleichfalls sehr bezweifeln, ob die Membranschichten in der Art trennbar von einander seien, dass die innere Schicht mit dem Inhalte die äussere verlassen könne. Wenigstens habe ich nie etwas dergleichen bemerkt. Dass man bei Untersuchungen häufig leere Membranen findet, hat seinen natürlichen Grund theils darin, dass der Inhalt wegen Verletzungen verschiedener Art die Zelle verlassen hat, theils darin, dass, wie ich oben bemerkte, viele der sogenannten Sporen Capseln sind, welche viele Sporen enthalten und dieselben bei der Reife enleeren. Dass bei *Padina* nach der Aussaat der Sporen membranartige Ueberreste zurückbleiben, hat seinen Grund in der Gallerte und in der membranartigen Epidermis, womit die Sporenhaufen früher bedeckt waren. Das Heraustreten der sich bewegenden Sporen von *Vaucheria clavata* ist ein vereinzeltes Factum, so wie ihre Bewegung eine Ausnahme unter den Aplosporeen bildet; schon bei den andern Arten von *Vaucheria* findet ein solches Heraustreten durchaus nicht mehr statt, sondern die Sporen mit der ganzen Wandung fallen ab.

Der Verfasser sucht auch eine Darstellung des Wachsthums der verschiedenen Algentypen zu geben. Es ist diess aber ein Punkt, dem er offenbar keine ernstliche Untersuchung widmete. So Vorzügliches er in der Aufklärung der Fortpflanzungsverhältnisse leistete, so wenig hat er in Betreff der Vegetations-, namentlich der Wachsthumsverhältnisse das Rechte getroffen.

SYSTEM VON ENDLICHER.

Endlicher, die Arbeiten seiner Vorgänger, namentlich von J. *Agardh*, *Decaisne*, *Meneghini* und *Montagne* sorgfältig benutzend, gab eine systematische Auf-

zählung aller bekannten Gattungen und Arten ([1]). Die Algen werden nicht definirt. Der Verfasser behält die in den *Genera plantarum* gegebene Definition: « Axenlose Pflanzen (thallophyta), ringsumsprossend und wurzellos; ohne Gegensatz von Stamm und Wurzel; mit Sporen, welche beim Keimen sich nach jeder Seite verlängern können; ohne Gefässe; ohne Geschlechtsorgane. » Diese Merkmale sollen die Algen mit den Flechten und Pilzen gemein haben. « Urpflanzen (protophyta), ohne Dammerde entsehend, überall Nahrungsstoffe aufnehmend, unbegrenzt sich fortpflanzend. » Diese Eigenschaften sollen den Algen mit den Flechten gemein sein. « Wasserpflanzen von fädiger Structur. » Dieser Character soll die Algen von den Flechten unterscheiden.

Was den ersten Charakter betrifft, denjenigen, welchen die Algen mit Flechten und Pilzen theilen sollen, so wäre er richtig, wenn er bloss für einige wenige der niedrigsten Algenfamilien ausgesprochen wäre, wie z. B. für die Gattungen *Palmella*. *Nostoc*, *Oscillatoria*. Für die grösste Zahl der Algenfamilien muss das Gegentheil gesagt werden. Eine bestimmte Achse mit oberm und unterm Ende besitzen alle Algen von den Rivularien an aufwärts. Das Wachsthum von den Conferven an ist das gleiche wie in den Laub- und Lebermoosen. Alle Familien von den Conferven und den Siphoneen an aufwärts besitzen Wurzelorgane und Lauborgane (frons), oder Wurzelorgane, Stammorgane und Blattorgane. Die keimende Spore der Florideen und vieler anderer Algen zeigt keinen Unterschied von den keimenden Sporen der Moose und Farren. Geschlechtsorgane können den Florideen nicht mit grösserm Rechte abgesprochen werden als den Moosen. Charen und vollends den Farren und Equisetaceen.

Der zweite Character, derjenige, welchen die Algen mit den Flechten gemein haben, sagt von ihnen aus, dass sie ohne Humus entstehen. Die meisten Algen entstehen im Wasser, das Kohlensäure, Ammoniak und Salze gelöst enthält. Diese vier Hauptbedingungen finden sich aber auch im Humus. Es lässt sich daher gewiss kein begründeter Unterschied aufstellen zwischen humushaltigen und humuslosen Localitäten, in der Art, dass er zugleich einen Unterschied für ganze Pflanzenklassen begründen würde. Dass diess richtig sei, beweist zur Genüge das

([1]) Mantissa botanica altera sistens generum plantarum supplementum tertium. 1843.

Verhalten der übrigen Wasserpflanzen, z. B. von *Lemna* und *Riccia*. Aber wenn man auch das Wasser dem Humus gegenübersetzen wollte, so wäre der Ausspruch dennoch, wie ich glaube, nicht für alle Algen gültig. Denn es gibt Gattungen, welche sich bloss auf schlammigem Boden entwickeln, z. B. Süsswasseralgen, die auf feuchtem Schlamme wachsen, und Meeralgen (wie Caulerpa), welche in dem Boden festwurzeln. — Die Algen sollen ferner mit ihrer ganzen Oberfläche Nahrungsstoffe aufnehmen. Wir können zwar als gewiss annehmen, dass bei den Algen Aufnahme und Ausscheidung von Stoffen nicht in so beträchtlichem Masse geschieden sind wie bei den meisten höhern Gewächsen. Da aber bei diesen letztern alle Theile, wenn auch in ungleicher Menge, zugleich aufnehmen und ausscheiden, so kommt immer bloss ein relativer Unterschied heraus, der so lautet: die unterirdischen Theile nehmen vorzugsweise Nahrungsstoffe auf, die überirdischen Theile scheiden vorzugsweise Stoffe aus. Diess gilt jedoch bloss für die in der Luft wachsenden Pflanzen, nicht für die im Wasser lebenden. Nun ist aber gewiss unzweifelhaft, dass auch bei den meisten Algen, nämlich bei denen, welche terminales Wachsthum besitzen, die Aufnahme und Abgabe der Stoffe ungleich vertheilt ist. Es ergiebt sich schon daraus, dass diese Pflanzen Wurzeln besitzen, und zwar sehr häufig Wurzeln, die keine Haftwurzeln sind. Wozu soll ihnen diess Organ dienen, wenn nicht zu einer vermehrten Stoffaufnahme? Ferner bestehen die Laubachsen und Stammachsen der Algen von unten nach oben aus Zellen, welche in ihrer Ausbildung stetig anders erscheinen. An dem untern Theile der Achsen sind die Zellen abgestorben, ohne Lebensfunctionen in ihrem Inhalte. Dann kommen auf eine grössere Strecke Zellen, welche sich nicht weiter verändern, und welche bloss in dem gleichen Zustande bis zu ihrem Absterben verharren; in ihnen sind die Lebensprozesse auf ein Minimum reducirt, und gewiss auch die Aufnahme und Abgabe von Stoffen. Dann kommen gegen die Spitze hin Zellen, welche in ihrer Entwicklung begriffen sind, welche sich beträchtlich ausdehnen und grosse Veränderungen in ihrem Inhalte erleiden; diese müssen als die Elemente betrachtet werden, welche vorzüglich Nahrungsstoffe aufnehmen; hier ist es auch, wo die Wurzeln sich bilden. Die Spitze selbst besteht aus meist kleinen Zellen, die meist mit farblosem Schleime gefüllt sind, und in denen Zellenbildung thätig ist; diese

Partie der Achse nimmt nach meiner Ansicht wenig oder vielleicht fast keine Nahrungsstoffe auf; was namentlich auch dadurch bewiesen wird, dass in mehreren Gattungen die Spitze vertieft und von dem übrigen Gewebe der Achse überwachsen ist, wie in *Fucus*, *Cystoseira*, *Laurencia* etc. Das eben beschriebene Verhalten ist vorzüglich an kriechenden Algen zu sehen, und ich glaube nicht, dass eine kriechende *Polysiphonia*, oder ein kriechendes *Callithamnion*, oder selbst die kriechende einzellige *Caulerpa prolifera* in Bezug auf die Aufnahme von Nahrungsstoffen sich wesentlich anders verhalte, als kriechende Phanerogamen, und vollends als phanerogame Wasserpflanzen. — Die Algen sollen endlich unbegrenzt fructifiziren. Allerdings verhalten sich viele Algen genau wie die Phanerogamen mit unbegrenzten Blüthenständen, aber nicht alle. Alle einzelligen zu den *Palmelleen* gehörigen Gattungen pflanzen sich nur ein einziges Mal und gewöhnlich nur durch zwei Zellen fort. *Hydrodictyon*, *Hydrogastrum* und viele andere Algen mit begrenztem Wachsthume erzeugen ebenfalls nur einmal neue Individuen. Bei vielen höhern Algen endlich muss man, wie bei den Phanerogamen, zwischen begrenzten und unbegrenzten Fruchtständen unterscheiden.

Der dritte Character, derjenige, durch den die Algen sich von den Flechten unterscheiden, ist der, dass sie im Wasser leben. Es kann aber dieses Merkmal nicht ernstlich gemeint sein, da, wenn auch die meisten Algen im Wasser wohnen, eine gute Zahl davon eine Ausnahme macht.

Endlicher umgrenzt die Algen so ziemlich wie es von *J. Agardh* und *Decaisne* geschehen ist. Die Wasserpilze, die Moosvorkeime, die zu den Flechten gehörende *Lichina*, und die Characeen bleiben mit Recht weg. Dagegen sind, gemäss der Behauptung *Ehrenberg*'s, auch die Diatomaceen und Desmidiaceen weggelassen worden, was gewiss unrichtig ist. Wenn Palmelleen und Desmidiaceen, die in allen wesentlichen Eigenschaften so sehr übereinstimmen, nicht zusammengestellt werden, worin sind denn überhaupt natürliche Verwandtschaften zu suchen?

Der Verfasser theilt die Algen in 3 Ordnungen: *Confervaceæ*, *Phyceæ* und *Florideæ*. Sie werden folgendermassen characterisirt:

I. Confervaceæ: « *Zellen* einzeln oder zu mehrern, kugelig, elliptisch, cylindrisch oder röhrenförmig, bisweilen verschiedentlich verästelt, bald in einer

gallertartigen Unterlage zerstreut oder ohne Ordnung vereinigt, oder regelmässig in eine Reihe auf einander gestellt und eine gegliederte Frons bildend; bald in mehrfacher Reihe neben einander gestellt, ein ausgebreitetes Lager darstellend, sehr selten netzförmig verbunden. *Wachsthum* durch merismatische Zellenbildung; Verästelung aus einer seitlichen Verlängerung der Zellen, welche durch eine Scheidewand sich abtrennt. *Fortpflanzung* durch *Sporidien* (endogene Zellen oder durch eine gallertartige, zuletzt zu Zellen sich umbildende Substanz), welche innerhalb jeder Zelle, einzeln oder in bestimmter oder in unbestimmter Zahl entstehen, aus dem Inhalte einer oder mehrerer Zellen, bisweilen durch die Copulation verschiedener Individuen gebildet, und durch eine Oeffnung oder nach Auflösung der Mutterzelle ausgestreut werden. »

II. Phyceae: « *Frons* einröhrig, aus einer einzigen Zelle bestehend, bisweilen continuirlich-verästelt, oder sehr häufig vielröhrig, aus sehr vielen Zellen bestehend, die von mannigfaltiger Gestalt, entweder übereinander oder in ein Gewebe neben einander gestellt sind, unberindet oder berindet, gegliedert oder ungegliedert, fadenförmig oder verschiedentlich gestaltet, nicht selten in eine Art Strunk (Stamm) und Blattfläche geschieden. *Wachsthum* durch merismatische Zellenbildung; Verästelung durch seitliches Wachsthum oder durch unbestimmte Prolification. *Fortpflanzung*: *Sporen* (endogene Zellen), in äussern, oft blasenförmig angeschwollenen Zellen (Schläuchen), aus deren Inhalt einzeln entstehend, aus einem einfachen, mit einer eigenthümlichen Zellmembran (Episporium) bekleideten Kerne gebildet, und zuletzt durch eine Oeffnung der durchsichtigen Mutterzelle (Perisporium) entleert. *Schläuche* (primäre Mutterzellen) über die ganze Frons zerstreut, oder an bestimmten Stellen (sehr häufig an der Spitze der Aeste), die bisweilen sich zu einem besondern Receptaculum gestaltet haben, gelegen, nackt oder von Blättern (Aestchen) gestützt. »

Da die dritte Ordnung, *Florideæ*, sich gleichmässig von den beiden ersten Ordnungen unterscheidet, so will ich zuerst das Verhältniss dieser beiden zu einander und ihre Eintheilung betrachten, und nachher zu der Definition der Florideen übergehen. — Der Verfasser folgt in der Bestimmung der Ordnungen ganz dem Vorgange von *Decaisne*, nur vereinigt er die *Synsporeæ* mit den *Zoosporeæ* in die Ordung der *Confervaceæ*. Die *Phyceæ* entsprechen den *Aplosporeæ*.

Die vegetativen Organe enthalten keinen Unterschied für die beiden Ordnungen; denn wenn auch die erste Ordnung mit einfacheren Pflanzen beginnt, und die zweite Ordnung mit complizirteren Pflanzen endigt, so giebt es doch eine gute Zahl von den höchsten Gattungen der ersten Ordnung und von den niedrigsten Gattungen der zweiten Ordnung, welche in vegetativer Entwicklung vollkommen auf der gleichen Stufe stehen.

Die Verschiedenheit von *Confervaceen* und *Phyceen* liegt demnach einzig in der Fortpflanzung. Der Verfasser folgt dem von *Decaisne* vorgeschlagenen Unterschiede, nur giebt er demselben eine bestimmtere Fassung. Indem ich auf das schon oben Gesagte verweise, will ich hier bloss einige Bemerkungen beifügen. Betrachten wir zuerst das Formelle, so reducirt sich der Unterschied darauf, dass die Sporenmutterzellen bei den *Confervaceen* nicht äusserlich, bei den *Phyceen* dagegen äusserlich sitzend oder gestielt sind. Bei der erstern Ordnung bildet sich in einer Mutterzelle Eine oder mehrere, bei der zweiten Ordnung immer nur Eine Fortpflanzungszelle. Auch nach dieser Formulirung der Begriffe scheint es mir unmöglich, *Ectocarpus* mit gestielten Utriculis und *Bulbochæte*, wo der Utriculus das unterste Glied eines Astes ist, als den *Phyceen* angehörig, und *Rivularia* dagegen als zu den *Confervaceen* gehörend zu erkennen; weil in allen drei Gattungen die Fortpflanzungszellen am Ende eines gegliederten Fadens stehen. Und warum sollen die Fortpflanzungszellen von *Rivularia* nicht ebensogut ein Utriculus mit einer Spore sein, als es von denjenigen der *Phyceen* angenommen wird? — Der Verfasser braucht bei den *Confervaceen* die Benennung *Sporidien*, bei den Phyceen die Benennung *Sporen*. Beides sind endogene Zellen; von den Sporen heisst es aber, dass sie mit einer eigenen Zellmembran (Episporium bekleidet seien. Sind denn das die Sporidien nicht? Ich kann mir wirklich keinen Unterschied denken zwischen den Sporidien der *Confervaceen* und den Sporen der *Phyceen*, welcher diese Verschiedenheit der Benennung rechtfertigte. Wollte man darin einen Unterschied finden, dass bei den *Phyceen* die Sporenzelle der Wandung der Mutterzelle anliegt, bei den Confervaceen nicht, so wäre das einerseits in seiner Allgemeinheit nicht richtig, weil bei *Nostoc*, *Rivularia* u. a., welche zu den *Confervaceen* gehören, die Fortpflanzungszellen durchaus wie in den *Phyceen* gebildet sind. Anderseits müsste man dann con-

sequent die Fortpflanzungszellen der Flechten *Sporidien* nennen und bei den Pilzen einen ganz unnatürlichen Unterschied zwischen Sporidien *(Ascophora, Erysibe, Peziza)* und Sporen *(Saccharomyces, Uredo, Verticillium, Agaricus)* machen. Ueberdem fällt es einem schwer, die grossen Fortpflanzungszellen von *Spirogyra* und den verwandten Gattungen als *Sporidien*, und die kleinen Fortpflanzungszellen von *Liagora*, *Batrachospermum* dagegen als *Sporen* zu bezeichnen.

Ueber das Materielle der gegebenen Begriffe will ich nur weniges wiederholen, nämlich dass ich im höchsten Grade zweifle, ob man an den Fortpflanzungsorganen der Phyceen zwischen Episporium und Perisporium unterscheiden dürfe. Ich sehe nichts als Eine Zellmembran, an der zuweilen zwei oder mehrere Schichten erkannt werden können; ebenso sehe ich, mit Ausnahme von *Vaucheria clavata* nie ein Heraustreten der Spore aus dem sogenannten Perisporium. — Ganz sicher aber ist es, dass eine Zahl von Gattungen der *Phyceen* nicht äusserliche einsporige Schläuche (oder Sporen) besitzt, sondern Mutterzellen, in denen viele Sporen liegen, die aber wegen ihrer Kleinheit und ihrer dichten Lagerung bisher übersehen wurden. Es gehört also jedenfalls eine Zahl von Gattungen, die bei den *Phyceen* stehen, zu den *Confervaceen*.

Der Verfasser theilt die Confervaceen in 6 Unterordnungen ein: *Palmelleæ*, *Nostochineæ*, *Oscillatorieæ*, *Confervoideæ*, *Siphoneæ* und *Ulvaceæ*.

1) Palmelleæ: « Zellen fast kugelig oder elliptisch, frei und mehr oder weniger getrennt, oder durch eine schleimige Unterlage in ein Laub vereinigt. »

Diese Unterordnung bildet ein höchst natürliches Ganze, was ihre vegetativen Verhältnisse betrifft; weil jede Pflanze eine kleine rundliche Zelle, oder weil jede Zelle des Lagers für sich ein Pflanzenindividuum ist. Der Verfasser, sowie seine Vorgänger, scheint zwar diese Meinung nicht zu theilen, da er die Zellen durch eine schleimige Unterlage zu einem *Laube* (frons) sich vereinigen lässt; — eine Annahme, deren Unrichtigkeit sich schlagend in den Gattungen *Palmella* und *Coccochloris* zeigt, wo die Unterlage, also indirekte die Frons, « unbestimmt begrenzt » genannt wird. Nun kann aber wohl ein Aggregat von Individuen, ein Wald u. dergl. ohne bestimmte Begrenzung auftreten, aber gewiss nicht ein individueller Organismus. — Unter den aufgeführten Pflanzen sind einige, die offenbar nicht hieher gehören, nämlich *Botrydina* und einige Arten von *Micraloa*.

2) Nostochineæ : « Zellen fast kugelförmig oder elliptisch, in eine fadenförmige einfache oder verästelte Reihe verwachsen; mehrere Reihen durch eine gallertartige, verschiedentlich gestaltete Unterlage verbunden. » Von den 3 hier aufgeführten Gattungen scheint mir *Anhaltia* in die folgende Unterordnung und zwar zu den *Rivularieæ* zu gehören. Diese zeichnen sich unter den Verwandten gerade dadurch aus, dass sie ein unteres dickeres und ein oberes fadenförmig-verschmälertes Ende besitzen, während die Fäden der *Nostochineen* zwei gleiche Enden haben.

3) Oscillatorieæ : « Zellen röhrenförmig, nackt oder mit einer schleimigen oder gallertartigen Unterlage versehen, ungegliedert; durch den gliederförmig zusammengezogenen oder geringelten Inhalt scheinbar gegliedert. » Diese Definition ist unrichtig, da die Fäden nicht röhrenförmige Zellen, sondern Zellenreihen sind. — Die Fäden sind, wie es auch mit denjenigen der vorhergehenden Unterordnung der Fall ist, jeder für sich ein Pflanzenindividuum. Es ist daher auch hier unpassend, wenn es bei den beiden Zünften, woraus diese Unterordnung besteht *(Rivularieæ* und *Oscillatorinæ),* heisst, « die Fäden seien in ein *Laub* vereinigt oder verwoben. »

4) Confervoideæ : « Zellen gliederförmig, in ein Netz oder häufiger in einfache oder verästelte, getrennte oder durch einen gemeinsamen Schleim verbundene Fäden zusammengestellt. » Diese Unterordnung unterscheidet sich in den vegetativen Organen von der vorhergehenden bloss durch den äussern Habitus; indem die grösseren Zellen der *Confervoideen* deutlicher, die kleinern Zellen der *Oscillatorieen* undeutlicher als Glieder erscheinen. Die Fortpflanzung allein konnte hier einen Unterschied begründen. Nun sind aber in dieser Unterordnung gerade fast alle möglichen Fortpflanzungsarten der Ordnung vereinigt, da *Hydrodictyon*, *Zygnema*, *Myxonema (zonatum)* und *Conferva* sich auf vier verschiedene Arten vermehren. Die Zunft der *Hydrodictyeæ* ist übrigens auch in ihrem Bau so abweichend, dass sie gewiss schon desshalb als besondere Unterordnung anerkannt werden sollte. Im Uebrigen wären ohne Zweifel auch *Hydrurus* und *Hydrocoryne* auszuschliessen, und der erstere zu den *Palmelleen* zu stellen.

V. Siphoneæ : « Laub bald einröhrig, aus einer einzigen, meistens verschiedenartig verästelten Zelle, mit ungegliederten oder gegliederten, getrennten

oder verschiedenartig vereinigten Aesten bestehend; bald mehrröhrig, aus mehrern röhrenförmigen Zellen bestehend, welche neben einander gestellt, verästelt, verschiedenartig zusammengefügt oder durch Intercellularsubstanz verbunden sind. » Unter den zu dieser Unterordnung gestellten Gattungen sind einzellige und mehrzellige; zu jenen gehört vorzüglich *Caulerpa*, *Udotea* und *Halymeda* (unrichtig werden bei letzterer die Aeste gegliedert genannt); zu diesen gehört vorzüglich *Acetabularia* und *Anadyomene*. Die erste und die zweite Reihe von Gattungen scheinen mir wenigstens eben so sehr verschieden als die einzelligen *Palmelleen* und die mehrzelligen *Nostochineen*, und sollten daher wohl auch zwei besondere Unterordnungen bilden.

6) Ulvaceæ: « Laub flach oder hohl, aus nebeneinander gestellten Zellen bestehend, welche je 4 Sporidien einschliessen. » Von den hieher gestellten Gattungen muss *Tetraspora*, die zu den *Palmelleen* gehört, ausgeschlossen werden. — Die ganze Unterordnung würde übrigens wohl besser nach den *Oscillatorieæ* stehen, da *Bangia* und *Stigonema*, die bei den Ulvaceen aufgeführt werden, eine so grosse Verwandtschaft mit *Lyngbya*, welche zu den *Oscillatorieæ* gehört, besitzen, dass es in Frage kommt, ob sie überhaupt nur in zwei verschiedene Unterordnungen gestellt werden dürfen. — Nach der Definition sollen in jeder Zelle 4 Sporidien sich bilden; es ist diese Zahl aber durchaus nicht constant; sie varirt nicht bloss bis auf 8 und 12, sondern in einzelnen Fällen bis auf viel höhere Zahlen.

Die zweite Ordnung Phyceæ wird von dem Verfasser in 3 Unterordnungen eingetheilt: *Vaucherieæ*, *Halyserideæ*, und *Fucaceæ*.

1) Vaucherieæ: « Laub ein- oder mehrröhrig, unberindet. Schläuche einen Seitenast darstellend, oder durch das äusserste, selten das unterste Glied eines Astes gebildet. » Diese Unterordnung enthält sehr verschiedene Typen. Das natürliche System, wenn es Gruppen von ungefähr gleicher Gattungszahl aufstellen will, wird immer auf eine unausweichliche Unnatürlichkeit geführt. Es werden zuerst die grossen Gruppen ausgeschieden, von denen jede nach Einem Typus gebaut ist. Dann bleibt in der Regel eine Zahl von Gattungen übrig, welche in nichts mit einander übereinstimmen, als dass sie zu keiner der bereits abgeschiedenen grossen Gruppen gezählt werden können. So ist es mit der Unterordnung *Vau-*

cherieæ, welche alle Gattungen der *Phyceen* enthält, die nicht zu den *Halyserideæ* und *Fucaceæ* gehören. Sie würde daher wohl auch am besten durch diesen rein negativen Character definirt. Durch das positive künstliche Merkmal, dass die *Vaucherieen* unberindet sind, möchte es wohl unmöglich sein zu erkennen, dass *Liagora*, *Myrionema*, *Chordaria*, *Leathesia* zu dieser Unterordnung gehören, während *Sphacelaria*, *Myriotrichia*, *Stilophora* davon ausgeschlossen sein sollen. — Bei den *Vaucherieæ* stehen einige Gattungen, die zu den *Confervaceen* gehören, so *Hydrogastrum*, *Valonia*, *Leibleinia*, *Chantransia* und *Ectocarpus*, *Bulbochæte*, *Myrionema*, vielleicht auch noch andere. Unter den Uebrigbleibenden sind aber wenigstens zwei verschiedene Typen, die zu Unterordnungen erhoben werden sollten, die einzelligen *(Vaucheria*, *Bryopsis*, *Codium)* und die mehrzelligen Gattungen *(Batrachospermum*, *Thorea)*.

2) Halyserideæ: « Laub mehrröhrig, berindet, gegliedert oder ungegliedert. Schläuche über die Oberfläche des Laubes zerstreut, oder in Häufchen vereinigt. » Wenn einige Gattungen, die zu den Confervaceen gehören (wie *Myriotrichia*, *Cutleria* und wahrscheinlich noch andere), ausgeschlossen worden sind, so bleibt in dieser Unterordnung ein characteristischer Typus übrig, welcher sich dadurch auszeichnet, dass die Schläuche durch Auswachsen der Epidermiszellen entstehen.

3) Fucaceæ: « Laub mehrröhrig, oft blasentragend. Schläuche in hohlen Behältern (conceptacula), die durch eine Einfaltung des Laubes hervorgebracht werden und mit einem Porus sich öffnen, von Flocken gestützt; Behälter zerstreut oder in Fruchtböden (receptacula) vereinigt. » Mit Ausnahme von der ganz abweichenden *Lemanea* bilden die Gattungen eine höchst natürliche Gruppe. — Die Bedeutung des Ausdruckes « Fruchtboden » (receptaculum), der zwar von jeher bei den Fucaceen in diesem Sinne gebraucht wurde, widerspricht dem Begriffe, den er bei den Phanerogamen hat. Consequenter wäre es wenigstens, den Behälter Fruchtboden zu nennen, und dabei an die Analogie mit *Ficus* zu denken. Aber gewiss der passendste Ausdruck für den Behälter wäre Sorus, da die wahre Analogie bloss in der Fructification der Farren gefunden werden kann. Das jetzige Receptaculum wäre dann weiter nichts als ein « Fruchtast. » Es ist übrigens unbegreiflich, wie *Decaisne* und mit ihm

der Verfasser *Fucus nodosus* zu der Abtheilung *ohne* Receptaculum stellen können.

Die dritte Ordnung Florideæ, welche den beiden ersten Ordnungen *Confervaceæ* und *Phyceæ* sich gegenüber stellt, wird folgendermassen characterisirt:

« *Zellen* verlängert-röhrenförmig oder verkürzt-abgerundet oder vieleckig; bald in eine einzige Reihe übereinandergestellt, oder in mehreren parallelen Reihen nebeneinandergestellt und gleichlang, ein *gegliedertes Laub* bildend; bald in mehreren Reihen nebeneinandergestellt und ungleichlang, ein *zelliges Laub* darstellend.

« *Schichten* an dem zelligen Laube wenigstens doppelt, eine *innere*, welche der Länge nach verläuft und die Achse bildet, und eine *äussere*, welche horizontal liegt und von der innern etwas bogenförmig ausgeht. Die *innere* oder Längsschicht besteht aus runden oder röhrenförmigen, meist leeren und wasserhellen, seltener gefärbten oder mit Stärkekörnern erfüllten Zellen. Die *runden Zellen* der innern Schicht sind meist unregelmässig gestellt, so dass die innersten kleinern von äussern grössern, oder die innersten grössern von äusseren allmälig kleinern umschlossen sind, oder dass alle von gleicher Grösse radienförmig eine grössere Zelle umstellen, oder eine centrale, durch besondern Inhalt ausgezeichnete Röhre umgeben. Die *röhrenförmigen Zellen*, wo sie in der innern Schicht vorkommen, sind unregelmässig verwoben oder netzförmig anastomosirend, bisweilen an der innern Wand des hohlen Laubes zerstreut, oder einen einzigen ungegliederten oder gegliederten Faden bildend. Die *peripherische* oder horizontale Schicht besteht aus Zellen, welche sehr häufig gefärbt und viel kleiner sind, bald eine einzige Reihe bilden, bald vielreihig sind, die innere Schicht gleichsam radienförmig umgeben, meist sehr dicht zusammengefügt sind oder seltener in freie Fäden auslaufen. Das *Wachsthum* geschieht, wie es scheint, bloss durch merismatische Zellenbildung.

« Die *Vermehrung* (?) findet durch *Körner*, welche in unbestimmter Zahl innerhalb eines zelligen oder gallertartigen *Sporenbehälters* (perisporangium) entstehen, oder durch *Büchsen* (thecæ) statt; die *Fortpflanzung* durch *Sporen*, welche innerhalb einer durchsichtigen *Sporenhülle* (der Mutterzelle) zu je 4 gebildet werden, oder durch *Sphærosporen*.

« Die *Büchsen* heissen nach Verschiedenheit von Gestalt und Bau *Favellen* oder *Favellidien*, *Coccidien* oder *Keramidien*. Die *Favellen* enthalten innerhalb eines gallertartig-durchsichtigen Sporenbehälters eine Masse locker gelagerter Körner, und sind bald nackt, bald von dünnern Aestchen umgeben oder von einer besondern Hülle bedeckt, achselständig, oder seitlich an den Aestchen sitzend, oder auf einem besondern Aestchen endständig. Die *Favellidien* enthalten innerhalb eines gallertartig-durchsichtigen Sporenbehälters eine eng umschlossene Masse von dicht zusammengelagerten Körnern, und sind nackt oder von Aestchen gestützt, oder häufiger unter der peripherischen Schicht des Laubes gelegen und zuletzt heraustretend. Die *Coccidien* enthalten innerhalb eines kugeligen, zelligen, zuletzt reissenden Sporenbehälters längliche Körner, welche dicht zusammengelagert und von einer grundständigen Placenta erzeugt worden sind. Die *Keramidien* enthalten in einem eiförmigen oder krugförmigen, oder seltener fast kugeligen, zellig-häutigen, zuletzt durch einen Porus geöffneten Sporenbehälter birnförmige, an die grundständige Placenta angeheftete Körner.

« Die *Sphærosporen* finden sich auf getrennten Individuen und nie auf dem gleichen Individuum mit den Büchsen, sind sehr häufig eingesenkt, bald einzeln und nackt an den Aestchen stehend, bald zu mehreren an der innern Seite eines nicht selten veränderten Aestchens reihenweise geordnet (eine Schleimfrucht, gloiocarpus, bildend), oder in der Endzelle eines Aestchens entwickelt, oder in einem veränderten schotenförmigen Aestchen (Reihenfrucht, stichidium) liegend, oder unterhalb der peripherischen Zellschicht des Laubes entwickelt, zerstreut oder in Häufchen vereinigt oder in besondere *Sporenblätter* (sporophylla) versammelt. Die *Sporen* sind aus dem Inhalte der Mutterzellen entstanden, und bestehen aus einem Kerne, welcher zuerst einfach, dann aber quer (zonenartig) oder überzwerch (kreutzweise und dreieckig) sich in 4 theilt, ohne ein Episporium (eine besondere Zellmembran). »

Die vegetativen Organe unterscheiden die *Florideen* nicht von den *Confervaceen* und *Phyceen*. Der Unterschied ist in der Reproduction zu suchen. Der Verfasser lässt mit Recht bei den *Florideen* die Art sich sowohl durch *Vermehrung* als durch *Fortpflanzung* erhalten. Bei den *Confervaceen* und *Phyceen* dagegen ist bloss von Fortpflanzung die Rede. In der Entstehung der Fortpflanzungs- oder

Vermehrungszellen selbst wird kein Unterschied angegeben, der die Florideen gegenüber den beiden andern Ordnungen auszeichnen würde. Es bleibt also als Differentialcharacter bloss, dass für die Erhaltung der Art bei den *Florideen* auf doppelte, bei den Confervaceen und Phyceen bloss auf einfache Weise gesorgt ist. Dieser Differentialcharacter ist aber bloss dann richtig, wenn, was *J. Agardh* von der doppelten Fruchtbildung der *Zoospermeen* und *Fucoideen* angibt, als unrichtig angenommen wird. Wie der Verfasser zwischen *Vermehrung* und *Fortpflanzung* unterscheidet, so nennt er auch zum Unterschiede die Vermehrungszellen *Körner*, die Fortpflanzungszellen *Sporen*, und es ist wohl nur einem Irrthume zuzuschreiben, dass später in den Zünften *Sphærococcoideæ* und *Delesserieæ* die Körner der Coccidien überall « Sporen » genannt werden. Der Ausdruck *Körner* für ein Gebilde, das gewiss immer, und in einzelnen Fällen sehr deutlich eine Zelle ist, erscheint übrigens als sehr unpassend.

Die Florideen werden von dem Verfasser, indem er ziemlich genau dem Vorgange von *J. Agardh* folgt, in 6 Zünfte eingetheilt: *Ceramieæ*, *Cryptonemeæ*, *Lomentarieæ*, *Rhodomeleæ*, *Sphærococcoideæ*, *Delesserieæ*.

1) Ceramieae: « Laub röhrig-gegliedert oder sehr selten zellig. Fruchtbildung doppelt: Favellen, die nackt an den Aesten sitzen, oder von wenigen Aestchen oder einem fast regelmässigen Involucrum umhüllt sind, und die innerhalb einer durchsichtigen, halb schleimartigen Sporenhülle, welche zuletzt unregelmässig zerfällt, zahlreiche, locker liegende Körner enthält. Sphærosporen, die aus einem Aestchen oder aus einer Zelle gebildet, durchaus äusserlich oder sehr selten etwas eingeschlossen sind, und innerhalb einer durchsichtigen Sporenhülle sternförmig in 4 Sporen getheilt sind. »

2) Cryptonemeae: « Laub zellig, aus doppelter Schicht zusammengesetzt; innere Schicht aus mehr oder weniger verwobenen Fäden, oder sehr selten aus einer einzigen Röhre oder aus kleinern Zellen bestehend; äussere Schicht bald aus freien oder von Schleim eingehüllten und in eine festere Schicht verwachsenen rosenkranzförmigen Fäden, bald aus rundlichen, sehr häufig strahlenförmig angeordneten Zellen bestehend. Fruchtbildung: Favellidien, welche in der innern Schicht des Laubes oder am Grunde der Fäden der äussern Schicht eingesenkt, sehr selten innerhalb von besondern Behältern (conceptacula) entstanden sind,

und die eine häutige, durchsichtige, oft sehr dünne Sporenhülle besitzen, welche äusserst zahlreiche, kleine, in einen Knäuel zusammengeballte Körner sehr enge umgiebt. Sphærosporen kugelig oder länglich, aus den peripherischen Zellen entstanden, und dreieckig, zonenartig oder kreuzförmig in 4 Sporen getheilt. »

3) Lomentarieæ: « Laub zellig, ungegeliedert oder gliederartig zusammengezogen, aus kleinen Zellen gebildet. Fruchtbildung doppelt: Keramidien äusserlich, innerhalb einer zelligen Fruchthülle, welche an der Spitze regelmässig geöffnet ist, birnförmige Körner enthaltend, welche mit einem verdünnten Ende von einer centralen Placenta radienförmig ausstrahlen, mit einem durchsichtigen Balge (peridium) umgeben und getrennt von einander sind. Sphærosporen in den Aestchen zerstreut, aus den Zellen der unter der Peripherie liegenden Schicht gebildet; der Kern innerhalb der durchsichtigen Sporenhülle dreieckig getheilt. »

4) Rhodomeleæ: « Laub gegliedert oder felderig. Fruchtbildung doppelt: Keramidien.... Sphærosporen in oftmals veränderten, schotenförmigen (stichidium) Aestchen eingeschlossen, ein-, zwei-, mehrreihig, der Kern innerhalb einer durchsichtigen Sporenhülle dreieckig viergetheilt. » Die Keramidien sind vollkommen gleich wie in der vorhergehenden Zunft.

5) Sphærococcoideæ: « Laub zellig, ungegliedert, aus runden oder eckigen Zellen bestehend. Fruchtbildung doppelt: Coccidien am Laube äusserlich, innerhalb einer zelligen, zuletzt geöffneten Fruchthülle verkehrt-eiförmige Körner (« Sporen ») enthaltend, welche in den Gliedern von rosenkranzförmigen, von einer centralen Placenta auslaufenden Fäden gebildet werden. Sphærosporen in Haufen ohne bestimmte Grenzen, die über das Laub zerstreut sind, klein, kugelig oder länglich; Sporenhülle durchsichtig; Kern dreieckig oder kreuzförmig viergetheilt. »

6) Delesserieæ: « Laub..... Coccidien..... Sphærosporen in Haufen von bestimmter Begrenzung oder in besondern Sporenblättern versammelt, kugelig oder länglich; Kern innerhalb einer durchsichtigen Sporenhülle dreieckig, kreuzförmig oder zonenartig viergetheilt. » Laub und Coccidien wie in der vorhergehenden Zunft.

Da die Eintheilung der Florideen ganz dem von *J. Agardh* vorgeschlagenen Systeme folgt, so verweise ich auf die früher zu diesem gemachten Bemerkungen. Ich werde die ganze *Endlicher*'sche Anordnung der Algengattungen, welche das Gesammtresultat aller bis zum Jahre 1843 in diesem Gebiete angestellten Forschungen enthält, später noch mit der *Kützing*'schen Anordnung zusammenstellen.

SYSTEM VON KÜTZING.

Kützing (1) definirt die Algen so: « Geschlechtslos oder cryptogamisch, im Wasser lebend, zellig. Structur perenchymatisch, epenchymatisch, parenchymatisch. Frucht: Nacktfrüchte, Hüllenfrüchte, Vierlingsfrüchte und Capselfrüchte; Samen olivenbraun oder purpurfarbig. » Um dem Verfasser in seinen Definitionen folgen zu können, müssen wir zuerst seine Darstellung der Anatomie und Physiologie der Tange mit ihm durchgehen, weil er für eigenthümliche und neue Begriffe überall auch eigenthümliche und neue Ausdrücke gebraucht.

Der Verfasser bezeichnet zuerst die Algen als Wasserpflanzen, und stellt sie als solche nicht etwa bloss den Flechten, sondern allen andern Pflanzen als Luftpflanzen gegenüber. Es ist diess aber, wie schon früher erwähnt, factisch unrichtig, da nicht alle Algen Wasserpflanzen sind, und da auch andere Pflanzen als nur Algen im Wasser leben. Es ist ferner unrichtig, weil, wenn man etwas näher die vegetativen und reproductiven Verhältnisse der Pflanzen betrachtet, es gewiss Niemandem einfallen wird, die Pflanzen, wie es der Verfasser thut, in 2 Gruppen einander gegenüber zu stellen, von denen die eine bloss die Algen (und noch dazu die Algen wie sie von *Kützing* umgrenzt werden) enthielte. Es ist zu begreifen, wenn man Pilze und die übrigen Pflanzen, wenn man geschlechtslose und Geschlechtspflanzen, wenn man Cryptogamen und Phanero-

(1) Phycologia generalis oder Anatomie, Physiologie und Systemkunde der Tange, 1843.

gamen, wenn man Zellenpflanzen und Gefässpflanzen einander gegenüberstellt. Das alles giebt uns Gruppen, die doch in wesentlichen Merkmalen sich auszeichnen. Aber ich sehe nicht ein, durch welches wesentliche Merkmal sich die Algen des Verfassers allein allen andern übrigen Pflanzen gegenüberstellen könnten.

Diese Ansicht von der Wassernatur der Algen ist denn nicht ohne Folgen, indem das Reich der Algen bei dem Verfasser sich wieder weiter ausdehnt. Ausser den *Diatomeen* und *Desmidieen*, welche mit Recht wieder aufgenommen sind, werden auch die Wasserpilze (*Leptomitus*, *Hygrocrocis*, etc.) und Gährungspilze, die Moosvorkeime (*Protonema*) und die *Characeen* wieder herbeigezogen. Warum werden die Eroberungen, um das Wasserreich vollständig zu arrondiren, nicht auch gleich auf die Wassermoose und auf die im Wasser lebenden Phanerogamen ausgedehnt? Dann hätte das Ganze doch den Schein einer physiologischen Einheit erhalten. — Obgleich aber der Verfasser in der Definition die Algen als *Plantæ aquaticæ* ohne Beifügung bezeichnet, so werden natürlich doch alle in der Luft lebenden, den übrigen Algen ähnlichen Formen ebenfalls aufgeführt. Nachdem nun diese Abweichung von der gegebenen Definition geschehen ist, so ist wieder kein Grund vorhanden, warum nicht eine Menge von Fadenpilzen, und warum nicht *Lichina* und die Flechten alle ebenfalls zu den Algen gebracht worden sind. Die Fadenpilze unterscheiden sich in ihrer Mehrheit, was die Fortpflanzung und den Bau betrifft, ebensowenig von vielen wirklichen Algen als von den Wasserpilzen. *Lichina* ist darin von den Algen ebenfalls nicht verschieden, und mit ihr die andern Flechten. Wenn daher die ganz oder theilweise in der Luft wachsenden Genera *Polycoccus*, *Protococcus*, *Botrydium*, *Prasiola*, *Hormosira*, *Oscillaria*, *Nostoc*, *Schizogonium*, *Hormidium*, *Rhizoclonium*, *Vaucheria*, *Chroolepus* etc. etc. als Algen betrachtet werden, warum nicht auch die Pilze und die Flechten? Nicht dass ich den Unterschied zwischen Algen, Pilzen und Flechten nicht fühlte, aber nach der Begriffsbestimmung des Verfassers und nach der Art, wie die Anwendung dieser Begriffsbestimmung begonnen wurde, müsste consequent die Vereinigung der drei Gruppen vollführt werden.

Der Verfasser unterscheidet an der Zelle 3 Theile: Gelinzelle oder Gelin-

membran, Amylidzelle und gonimischer Zelleninhalt. Die « Gelinzelle » oder « Gelinmembran » ist das, was die Botanik sonst Zellwandung oder Zellmembran nennt. Sie besteht aus einer oder zwei « Membranen » sonst Membranschichten genannt. — Die « Amylidzelle » ist das, was ich Schleimschicht (1) und was *Mohl* (2) Primordialschlauch genannt hat. Der « gonimische Zelleninhalt » ist das, was sonst fester Zelleninhalt heisst.

In Bezug auf die Amylidzelle walten verschiedene Irrthümer. Der Verfasser glaubt, dass sie ihrer chemischen Zusammensetzung nach den gummi- und stärkemehlartigen Bildungen nahe trete. Sie besteht aber aus Schleim (aus quaternären Stoffen), was ihr Verhalten auf Alcohol und auf Jod beweist, und was von *Mohl* und von mir nachgewiesen worden ist. — Der Verfasser sagt ferner, dass die Amylidzelle in ihrer Form sich nicht immer nach der Form der Gelinzelle richte, sondern dass sie innerhalb derselben zuweilen selbstständige (eckige oder verzweigte) Formen zeige. Die Abbildungen, welche *Kützing* hievon giebt, sind richtig. Allein ich glaube, dass im unveränderten und lebenskräftigen Zustande der Zelle die Schleimschicht (Amylidzelle) immer dicht an der innern Oberfläche der Zellwandung liege. Dies finde ich wenigstens gewöhnlich an Schnitten aus einem gesunden Gewebe, welche schnell unter das Microscop gebracht werden. Hier ändert sich der Anblick aber bald, um so mehr je dünner die Schnitte sind, und wenn man sie, insofern sie an Meeralgen gemacht sind, mit süssem Wasser befeuchtet. Die Schleimschicht zieht sich zusammen, und bleibt nur da an der Zellwandung befestigt, wo in dieser Poren liegen. Dadurch erhält sie eine strahlenförmige oder zuweilen verzweigte Form. — Der Verfasser sagt ferner, dass die Amylidzelle zuweilen bloss stellenweise die Gelinzelle auskleide; in *Ulothrix* bilde sie bloss eine Querbinde, in *Zygnema* zackige kugelige oder sternförmige Figuren, in *Spirogyra* spiralige Bänder. Auch hier geben mir meine Untersuchungen ein anderes Resultat. Die Schleimschicht überzieht die ganze innere Oberfläche der Zellwandung. Weingeistige Jodtinctur lässt sie bestimmt in dieser Art erkennen. In *Ulothrix* bildet das der Schleimschicht an-

(1) Schleiden und Nägeli's Zeitschrift für wissenschaftl. Bot., Heft I, pag. 95.
(2) Botan. Zeitung, 1844, pag. 273.

liegende Chlorophyll bloss einen Gürtel; in *Spirogyra* bildet es spiralige Bänder; in *Zygnema* endlich ist meistens die Schleimschicht ganz frei von Chlorophyll; das letztere liegt im Zellenlumen, ohne die Schleimschicht zu berühren. Wie *Kützing* dazu kommt, die Samenfäden im Charenantheridium aus der veränderten Schleimschicht entstehen zu lassen, ist mir nicht klar. Dieselben bilden sich innerhalb der Kernbläschen (1). — Es geht aus den mitgetheilten Thatsachen hervor, dass die Schleimschicht mit Unrecht *Amylid*zelle genannt wird, weil sie mit der Stärke nichts zu schaffen hat. Es ist aber auch keine *Zelle*, weil sie zum Inhalte gehört, und als dessen äusserste Schicht betrachtet werden muss. Somit wird auch überhaupt die Benennung *Gelinzelle* überflüssig, da ihr der Gegensatz mangelt; und man wird wohl consequenter und richtiger wie bisher die Zelle einfach aus Membran und Inhalt bestehen lassen, und an dem letztern die Schleimschicht und die übrigen Theile, aus denen er besteht, unterscheiden.

Der « gonimische Zelleninhalt » (oder der feste Zelleninhalt) soll nach dem Verfasser in chemischer Hinsicht « gummiartig sein, wenn er durch Jodtinctur braun, stärkeartig, wenn er durch Jodtinctur blau gefärbt wird. » Im erstern Falle ist er aber nicht gummiartig, sondern schleimartig (oder eiweissartig). In anatomisch-physiologischer Beziehung werden 3 Formen des gonimischen Inhaltes unterschieden: 1) « kryptogonimische Zellenflüssigkeit, 2) monogonimischer Zellenkern, 3) polygonimischer Zelleninhalt. » Die « kryptogonimische Zellenflüssigkeit » ist das, was man sonst gefärbten Zellsaft und homogenes Chlorophyll nannte. Der « monogonimische Zellenkern » ist das, was nach der gewöhnlichen Terminologie als dichter, homogener, das ganze Lumen ausfüllender Zelleninhalt bezeichnet würde. Der « polygonimische Zelleninhalt » ist das, was sonst körniger Inhalt genannt wird. Ganz mit Körnern erfüllte Zellen heissen « polygonimische Vollzellen. » Zellen, in denen der körnige Inhalt an der Peripherie liegt, heissen « polygonimische Hohlzellen. »

Um diese Definitionen besser zu begreifen, müssen wir die Ansicht des Verfassers über die chemischen Bestandtheile der Zelle kennen lernen. Sie sind

(1) Schleiden und Nägeli's Zeitschrift für wissenschaftl. Botanik, Heft I, pag. 54. Die Beobachtung wurde von *Mettenius* bestätigt (Bot. Zeitung, 1845, pag. 17).

« unorganische und organische. » Die « unorganischen » sind, ausser den gewöhnlich so genannten Stoffen, noch der « Zucker, die Farbstoffe, wie das Chlorophyll, Phykokyan, Phykoerythrin und Phykohämatin, und ferner die Oele und Harze. » Die « organischen » Bestandtheile sind der « Schleim » (Intercellularsubstanz), das « Phytogelin » (Pflanzengallerte), das « Amylid » (Schleimschicht, Primordialschlauch) und die « Zellenkügelchen oder Gonidien. » Als Criterium für den Unterschied von Organischem und Unorganischem gilt dem Verfasser der Grundsatz, dass zum erstern alles gehört, was organisirt oder der Organisation fähig ist. Ich will hier nicht auf die Inconsequenz, die Unrichtigkeit und die Unvollständigkeit der Eintheilung der chemischen Bestandtheile eingehen, sondern wieder zu der anatomisch-physiologischen Eintheilung der Zellen und ihrer Theile zurückkehren.

Der Verfasser unterscheidet, wie wir vorhin gesehen haben, Gelinzelle, Amylidzelle und gonimischen Zelleninhalt. » Der letztere umfasst alles « Organische » (Kützing) innerhalb der Amylidzelle, also die Zellsaftkügelchen und diejenigen Substanzen, welche Zellsaftkügelchen erzeugen können. Der Verfasser nimmt nun an, dass in jeder Zelle gonimischer Inhalt liege, denn er theilt, wie ich bereits bemerkte, die Zellen ein in « kryptogonimische, monogonimische und polygonimische. » Es ist diess aber eine willkührliche Annahme, denn wie *Kützing* unterscheidet, kann er nicht beweisen, dass diejenigen Zellen, deren Flüssigkeit zeitlebens homogen-roth oder homogen-grün erscheint (viele der sogenannten cryptogonimischen und hologonimischen Zellen) ausser den « unorganischen » Bestandtheilen (Wasser, Salzen, Zucker und Farbstoffen) noch etwas anderes (nämlich « gonimischen Inhalt ») einschliessen. — Es liessen sich noch mehrere Einwendungen gegen die *Kützing*'sche Darstellung machen, so z. B. das derjenige Inhalt, welcher am allereigentlichsten den Namen des gonimischen oder zeugenden verdient, gar nicht erkannt wurde, es ist der *Schleim* (1), eine Mischung von Proteïnverbindungen mit löslichen, ternären, organischen Stoffen,

(1) Nicht der Schleim *Kützing*'s, welcher synonym mit Intercellularsubstanz, nicht der Schleim der meisten Chemiker und Pflanzenphysiologen, welcher synonym mit Gummi und Pflanzengallerte, und nicht der Schleim *Schleiden*'s, welcher synonym mit Proteinverbindungen ist (vergl. Schleiden und Nägeli's Zeitschrift für wissensch. Bot., Heft III und IV, pag. 53).

vorzüglich mit Gummi und Zucker. — Ich will jedoch auf die möglichen Einwendungen gegen die Theorieen des Verfassers über die physiologische Eintheilung der Zelle und ihrer Theile nicht weiter eintreten, da dieselben mehr von allgemeinem, als von besonderm Interesse für die Algen sind. Für die Auffassung der Formverschiedenheiten des Inhaltes, auf die es eigentlich abgesehen ist, und die in der systematischen Anordnung des Verfassers eine wichtige Rolle spielen, sind die allgemeinen Theorieen und Benennungen gleichgültiger.

Kützing lässt also den gonimischen Inhalt unter 3 Gestalten auftreten, 1) als kryptogonimische Zellenflüssigkeit, 2) als monogonimischer Zellenkern, 3) als polygonimischer Zelleninhalt. Es sind dieses allerdings verschiedene Formen, unter denen der Zelleninhalt erscheint; aber sie lassen sich nicht als besondere Begriffe unterscheiden und benennen, da sie bloss relativ von einander verschieden und durch zahllose Mittelstufen verbunden sind. Der kryptogonimische Inhalt unterscheidet sich vom monogonimischen Inhalte bloss durch den verschiedenen Grad der Dichtigkeit; diese beiden Formen des Inhaltes unterscheiden sich von dem polygonimischen Inhalte bloss in der verschiedenen Zahl der Zellsaftkügelchen: in jenen beiden sind keine oder wenige, in diesem viele Kügelchen vorhanden. Ich weiss zwar wohl, dass bei *Kützing* die Begriffe überhaupt bloss einen relativen Werth haben sollen; aber so wenig dieses Princip in die Systematik Eingang finden darf, so wenig darf es auch in der Physiologie geduldet werden.

Die polygonimischen Zellen werden eingetheilt in polygonimische « Vollzellen und Hohlzellen. » Warum werden consequenterweise nicht auch die hologonimischen und kryptogonimischen Zellen je in zwei Unterabtheilungen Vollzellen und Hohlzellen unterschieden? denn bei ihnen tritt der gleiche Unterschied auf, wenn auch die Hohlzellen seltener sind.

So ist denn für den Zelleninhalt eine neue Terminologie an die Stelle der alten getreten; aber nicht, wie ich glaube, dass dadurch die bestehenden Verhältnisse besser und naturgemässer ausgedrückt würden. Sie ist überdem weniger passend als die alte Methode, da sie einen Gegenstand in einer Weise systematisiren will, wie es gewiss nie möglich sein wird, und da sie die Vorstellung von bestehenden Begriffsverschiedenheiten erzeugt, welche in der Natur nicht existiren.

Der Verfasser theilt die Zellen aber nicht bloss ein in « kryptogonimische, monogonimische und polygonimische Zellen. » Mit dieser Eintheilung kreuzt sich eine andere in « Kernzellen, Amylidzellen und Gelinzellen, » je nachdem in ihnen eines der drei Elementarorgane: « die gonimische Substanz, die Amylidmembran (oder Amylidzelle) oder die Gelinmembran (oder Gelinzelle) » vorherrschend entwickelt sei, während die übrigen beiden als « unentwickelte Nebengebilde » ihm untergeordnet sein sollen. *Kützing* behauptet nun, dass « bei den Tangen die Kernzellen vor den Amylidzellen und diese wieder vor den Gelinzellen entwickelt seien » und glaubt, « da ihm ähnliche Verhältnisse bei andern Pflanzengruppen nicht bekannt sind, es möchte sich daher durch dieselben der wahre — und vielleicht auch einzige — physiologische Character der Tange aussprechen. » Der Ausdruck « die Kernzellen sind entwickelt oder herrschen vor den Amylidzellen, etc. », kann nur zweierlei heissen; entweder: die Kernzellen treten bloss bei den niedern, die Gelinzellen treten bloss bei den höhern Algen auf; oder: alle Algenzellen sind zuerst Kernzellen; die einen derselben verwandeln sich in Amylidzellen; die einen unter den letztern in Gelinzellen. Im ersten Falle wäre es verkehrt, diess als den physiologischen Character der Tange zu bezeichnen, denn der physiologische Character einer Pflanzengruppe sind die allen Gliedern dieser Familie gemeinschaftlichen physiologischen Eigenthümlichkeiten. Im zweiten Falle wäre es unrichtig, darin einen Unterschied zwischen den Algen und den übrigen Pflanzen zu finden, da die Erscheinungen, welche die Geschichte der meisten Algenzellen von Anfang bis zu Ende zeigt, vollkommen die gleichen sind, wie wir sie in den meisten Zellen der übrigen Pflanzen beobachten.

Die Unterscheidung in « Kernzellen, Amylidzellen und Gelinzellen » ist aber überhaupt zu verwerfen, da sie ebenfalls bloss auf relative Verschiedenheit gegründet ist. Jede Zelle besteht aus Membran, Schleimschicht und Inhalt. Bloss in jungen Zellen bildet zuweilen die Schleimschicht und der homogene Schleiminhalt ein untheilbares Ganze. Ob nun der eine oder andere Theil quantitativ stärker entwickelt sei, ist zwar für das Leben der Zelle und das Leben des Gewebes, von dem die Zelle einen Theil ausmacht, nicht ohne Wichtigkeit; aber es berechtigt ein solcher relativer Unterschied noch lange nicht, die Zellen systema-

tisch in 3 Cathegorieen zu theilen. Wir werden überdem in der Folge noch sehen, dass die Eintheilung sich auch auf factische Unrichtigkeiten stützt.

Wie der Verfasser 3 Zellenarten annimmt, so giebt es auch 3 Arten von Zellgewebe: « 1) *Perenchym* oder monogonimisches Gewebe, aus Kernzellen bestehend, 2) *Epenchym* oder Amylidgewebe und 3) *Parenchym* oder Gelingewebe. » Die Entstehung der Gewebe beruht auf der Zellenbildung, und geschieht auf 6 Arten: 1) « durch Theilung ohne Trennung (divisio), 2) durch unmittelbares Verwachsen (conjugatio) mehrerer schon fertiger Zellen oder Gonidien, 3) durch Zwischenlagerung (interpositio), 4) durch Eindringen in die Intercellularräume oder zwischen ganze Partieen des amylidischen Gewebes (interplicatio), 5) durch Umwachsung einer Hauptzelle von andern kleinern Zellen (circumplexus), 6) durch Ansetzung junger (Brut-) Zellen an der Aussenseite einer Mutterzelle (appositio). »

Von diesen 6 verschiedenen Arten der Gewebezellbildung ist aber in der Natur nur eine einzige vorhanden nämlich die Theilung (1). Die übrigen 5 Arten der Zellenbildung beruhen entweder in der Theilung, oder in andern Functionen des Zellenlebens. Von den drei Arten der Gewebe findet sich in der Natur nur das Parenchym, denn jede Zelle ist mit einer vollständigen und undurchbrochenen Gelinmembran umschlossen.

Bei dem Epenchym soll sich die Theilung bloss auf die Amylidzellen erstrecken; « es findet hiebei niemals zwischen den Amylidzellen die Bildung einer Gelinmembran statt. » Diess ist nun entschieden unrichtig. Würde die Scheidewand von den sogenannten Amylidzellen, also von der Schleimschicht gebildet, so müsste sie durch Jod braun gefärbt werden. In grössern Formen von *Lyngbya* und *Oscillaria*, welche beide aus Epenchymzellen bestehen, bleibt sie aber deutlich ungefärbt. — Ebenso verhält es sich beim Perenchym; auch da hat jede Zelle eine vollkommen geschlossene Gelinmembran.

Der Verfasser lässt bei *Halimeda* und *Corallocephalus*, bei *Mesogloea*, *Chordaria*, *Liagora*, *Chorda*, bei den Fuceen und andern Pflanzen das Gewebe « *durch Copulation* » entstehen. Zellen oder Fäden, die anfangs frei nebenein-

(1) In dem Sinne, wie sie von mir als wandständige Zellenbildung beschrieben wurde: Zeitschrift für wissenschaftl. Bot., Heft I, pag. 73 ff.

ander liegen, sollen später seitwärts mit einander verwachsen. Zu diesem unbegreiflichen Ausspruche ist der Verfasser ohne Zweifel auf dem Wege gelangt, dass er von der Conjugation des Zygnemeen ausging, und dieselbe in andern Pflanzen, wo er eine entfernt ähnliche Anordnung der Zellen fand, sofort annahm, ohne sich im Geringsten von dem Vorgange durch Beobachtung zu überzeugen. In der Wirklichkeit liegen diese sogenannten conjugirten Zellen alle zuerst in einem dichten parenchymatischen Gewebe beisammen und berühren sich überall; nachher trennen sie sich theilweise von einander, indem zwischen ihnen Intercellularsubstanz gebildet wird; sie bleiben aber an einzelnen Stellen mit einander verbunden. Um sich von diesem Vorgange zu überzeugen hat man nur nöthig, bei einer der genannten Pflanzen einen senkrechten Durchschnitt durch die Spitze eines wachsenden Astes zu führen, und ihn unter dem Microscop zu betrachten. In den Fucoideen z. B. sieht man unmittelbar unter der Spitze ein parenchymatisches zartes Gewebe, in welchem die Zellen so sehr sich überall berühren, dass nicht die geringsten Intercellularräume übrig bleiben. Statt dass also, wie *Kützing* angibt, die Zellen zuerst frei sind und nachher theilweise mit einander verwachsen, sind sie im Gegentheil zuerst ganz miteinander verwachsen und trennen sich nachher theilweise. Der Vorgang ist der gleiche, wie er bei der Entstehung des schwammförmigen Gewebes der höhern Pflanzen statt hat, und man würde daher jenes Gewebe wohl auch am besten, wie dieses, schwammförmiges Gewebe nennen.

Der Verfasser lässt ebenfalls Amylidzellen, Kernzellen und Gonidien (Zellsaftkügelchen) sich copuliren. Die Zeichnungen, die er dazu liefert, sind allerdings richtig. Aber auch hier hat er sich, wie es scheint, bei keiner einzigen Art darum bekümmert, wie ein solches Gewebe in jüngerm Zustande aussehe. Die Entwicklungsgeschichte der sogenannten copulirten Kernzellen ist die gleiche wie diejenige der copulirten Gelinzellen, von der ich vorhin gesprochen habe. — Die sogenannte Copulation der Amylidzellen aber rührt hauptsächlich davon her, dass, wie ich schon oben gesagt habe, in Folge äusserer schädlicher Einflüsse (des Schneidens, der Endosmose, etc.) die Schleimschicht in der Zelle sich zusammenzieht und bloss mit den Poren durch Fortsätze verbunden bleibt. In ältern Geweben, wo die Zellen abgestorben sind, verhält sich die Schleimschicht

habituell so, wenn sie nicht aufgelöst wird. Da nun bei den Algen, wie bei den Phanerogamen, die Poren zweier benachbarter Zellen aufeinander treffen, so scheint es, als ob an diesem Punkte (wo die beiden Schleimschichten durch Fortsätze mit dem Porus verbunden bleiben) die Schleimschichten sich copulirt hätten. Uebrigens mangelt an der Porusstelle selbst die Gelinwandung durchaus nicht; wie bei den höhern Pflanzen ist auch bei den Algen bestimmt eine dünne Scheidewand da, welche den Poruscanal abtrennt. — Von der Richtigkeit des Gesagten wird man sich leicht überzeugen, wenn man bei einer geeigneten Pflanze (*Gracilaria purpurascens*, etc.) einen Durchschnitt durch ein nicht allzualtes Gewebe macht, denselben schnell unters Microscop bringt, und dann die Veränderungen beobachtet, welche süsses Wasser oder schwache Salpetersäure hervorbringt. Man wird finden, dass auch hier die sogenannte Copulation nicht auf einer theilweisen Verwachsung eines früher freien, sondern auf der theilweisen Trennung eines früher verbundenen Organes beruht.

Die Annahme einer Bildung des Tanggewebes « *durch Zwischenlagerung* » ist ebenfalls unrichtig. In den Intercellulargängen älterer Zellen entstehen nach dem Verfasser neue kleinere Zellen aus dem Schleime (der Intercellularsubstanz). « Schon nach den allgemeinen physikalischen Gesetzen muss der flüssige Schleim im Intercellularraume zusammenfliessen, wenn die Gelinzellen einander näher rücken. Es bedarf daher nur des Erhärtens des Schleimes, um eine neue Gelinzelle zu bilden. » *Kützing* hat es vorgezogen, das Gewebe durch eine Theorie, als unter dem Microscope, entstehen zu lassen. Hier entsteht es allerdings anders. Die ältern Zellen eines meist aus ellipsoidischen oder langgestreckten Zellen bestehenden Gewebes wachsen mit ihrem untern Ende aus, und erzeugen, indem sich der ausgewachsene Theil durch eine Scheidewand abtrennt, gleichsam eine Astzelle. Diese wächst nach unten in die Länge, theilt sich, und wird nach und nach zu einem gegliederten und verästelten Faden, welcher sich überall zwischen den schon vorhandenen Zellen hindurch drängt. Da nun alle oder fast alle der innern Parenchymzellen in gewissen Gattungen solche Fäden bilden, so erhält dann das Gewebe die Structur, wie sie von *Kützing* abgebildet und beschrieben wird.

Die Bildung des Tanggewebes « *durch Einwachsen* » ist mit der eben be-

schriebenen identisch. Der Verfasser sagt hier richtig, « dass die Zellen durch Proliferiren anderer Zellen entstehen, deren Fortsetzungen sich zu Gliederfäden entwickeln, die (gleich Wurzeln) in die Zwischenräume des lockern Gewebes eindringen und dasselbe sowohl in die Quere als Länge durchziehen. » Die Abbildungen zeigen freilich bloss das spätere Verhalten, nicht aber die Art des Vorganges selbst. Ueberdem kann ich dem Verfasser nicht ganz beistimmen, wenn er sagt, dass das Einwachsen vorzüglich von der Peripherie zum Centrum gehe, und darin einen Unterschied findet mit der folgenden Art der Gewebebildung, mit der « *Umwachsung* », welche vom Centrum zur Peripherie gehen soll. Das Einwachsen geschieht an dem Orte und aus den Zellen, wo wir die Fäden finden. Diese letztern kommen durchaus nicht etwa von der Peripherie und gehen nach dem Centrum. Im Gegentheil, es geschieht gewöhnlich insofern das Umgekehrte, als die Bildung der Gliederfäden innen beginnt und nach aussen hin fortschreitet. Die Angabe *Kützing*'s, dass beim Einwachsen die Corticalschichten nach innen zu proliferiren, lässt fast vermuthen, dass er den Ursprung der gegliederten wurzelähnlichen Fäden in den meisten Fällen nicht gesehen hat.

Bei der Bildung des Tanggewebes durch « *Umwachsen* » vermengt der Verfasser zwei durchaus verschiedene Arten der Gewebebildung. Die erste ist eine regelmässige Zellenbildung durch Theilung, welche zuerst einen gegliederten Faden erzeugt; die Gliederzellen theilen sich darauf in horizontaler Richtung; diese Theilung schreitet in der Regel von der Achse aus nach der Peripherie hin fort, und folgt immer ganz bestimmten Regeln ([1]). Diese Zellenbildung erzeugt bald bloss einen Gliederfaden, bald um denselben eine « Pericentralschicht », wie sie der Verfasser nennt, bald um die « Pericentralschicht » eine « Rindenschicht. » Von dieser Art der Gewebebildung total verschieden ist eine Erzeugung von gegliederten verästelten Fäden, welche aus verschiedenen an der Oberfläche gelegenen Zellen entspringen und um die innern Theile gleichsam ein Geflecht bilden. Diese Fäden sind denjenigen vollkommen analog, welche sich bei der

([1]) Ich habe für diese Zellenbildung ein Beispiel durch die Wachsthumsgeschichte von *Delesseria Hypoglossum* geliefert: Zeitschrift für wissenschaftl. Bot., Heft II, pag. 121.

sogenannten « Zwischenlagerung » und bei dem sogenannten « Einwachsen » bilden; nur liegen sie am einen Orte mitten in dem gewöhnlichen Gewebe, am andern Orte an dessen Oberfläche. Bei *Batrachospermum*, *Callithamnion* etc. entspringen die gegliederten wurzelähnlichen Fäden aus den untersten Zellen der Aeste; bei *Ceramium* und *Polysiphonia* aus den sogenannten « Pericentralzellen. » Der Verfasser begeht nun einen doppelten Fehler, einmal, dass er die Pericentralschicht in vielen Gattungen erst nach der aus gegliederten Fäden gebildeten Rindenschicht entstehen lässt, was nie der Fall ist, denn diese entspringen gerade (bei *Ceramium* so gut wie in *Polysiphonia*) aus den « Pericentralzellen », sind also immer die spätere Bildung; — ferner dass er keinen Unterschied kennt zwischen einer Rinde, welche sich durch regelmässige Gewebebildung, und einer solchen, welche sich durch gegliederte wurzelähnliche Fäden bildet.

Die letztere Art der Gewebebildung geschieht nach dem Verfasser durch « *Apposition.* » Ein Kügelchen oder Bläschen soll sich an der Aussenfläche einer ältern Zelle erzeugen, vergrössern und mit derselben in Verbindung bleiben. Als Beispiele werden angeführt *Batrachospermum*, *Chara*, *Dasycladus* und *Callithamnion*. Die Abbildungen zeigen weiter nichts als Zellen, welche an andern Zellen befestigt sind. Die Entwicklungsgeschichte mangelt auf den Tafeln ganz. Auch hier hat der Verfasser, statt sich nach Thatsachen zu bemühen, um daraus eine Theorie abzuleiten, diese unmittelbar und willkührlich construirt. Diese vier Gattungen waren mir nun zufällig vor einiger Zeit Gegenstand genauer Untersuchungen, und ich kann versichern, dass die Astbildung in keiner Weise verschieden ist von der Astbildung in *Conferva*. Ebenso ist mir bei den übrigen Algen, sowie bei allen andern Pflanzen kein Beispiel bekannt, wo eine an der Aussenfläche einer Zelle liegende Zelle auf irgend eine andere Weise entstanden wäre, also entweder durch unmittelbare Theilung oder durch Theilung nach vorausgegangenem Auswachsen in einen Ast.

Die 6 Arten der Gewebebildung, welche der Verfasser unterscheiden zu müssen glaubte, reduciren sich somit auf folgende einfache Sätze: alle vegetative Zellenbildung der Algen geschieht durch wandständige (merismatische) Zellenbildung (oder durch Theilung). Die Gewebebildung ist doppelter Art, 1) eine

eigentliche Gewebebildung, welche regelmässig von unten nach oben und von der Achsenlinie nach der Peripherie hin fortschreitet, und bei welcher die Zellen ursprünglich überall mit einander verwachsen sind, 2) eine uneigentliche Gewebebildung, welche darin besteht, dass durch Auswachsen der schon gebildeten Zellen gegliederte und verästelte Zellfäden erzeugt werden, welche theils das Gewebe als ein intercellulares Geflecht durchziehen, theils an der Oberfläche liegen und dieselbe als ein peripherisches Geflecht überziehen. — Diess sind die zwei wesentlichen Verschiedenheiten der Gewebebildung: weitere untergeordnete Differenzen entstehen aus ungleicher Ausdehnung der Zellen und aus ungleicher Entwicklung der Intercellularsubstanz. — Die copulirten Fäden der Zygnemeen sind kein *Gewebe*, denn ein Gewebe entsteht nicht durch Zusammensetzung verschiedener getrennter Individuen, sondern durch endogene Entwicklung eine ursprünglich einzigen und ungetheilten Elementarorganes.

Kützing nennt das Ganze eines Algenindividuums « *Tangkörper* (phycoma) », und unterscheidet zuerst zwischen Tangkörper « ohne und mit bestimmter Form. » Der formlose Tangkörper ist « eine gesellig-freie, aber auch darum äusserlich unbestimmt-begrenzte, daher formlose Vereinigung » von Zellen. Ein « *formloser* Körper, Tangkörper, oder Thallus, Laub » etc. ist aber, wie ich schon oben bemerkte, ein Widerspruch in sich. Ein Bienenschwarm hiesse eben sowohl ein formloser Thierkörper. Der « Tangkörper oder das Phycom » wurde früher Laub (frons) genannt, und ich weiss nicht, warum dieses Organ nun für die Algen einen besondern Namen erhalten hat.

Unter den Tangkörpern mit bestimmter Form werden zuerst diejenigen aufgeführt, welche aus « schlauchförmigen Gelinzellen » gebildet werden. Bisher wurden zwar von dem Verfasser mehrere Zellenarten unterschieden; die Schläuche oder schlauchförmigen Gelinzellen wurden aber nicht als besondere Art characterisirt, sondern bloss beiläufig die grössern Gelinzellen so benannt. Doch es leuchtet von selbst ein, dass die Grösse allein keinen qualitativen Unterschied, um den es sich hier doch handelt, begründen kann. In der That, wenn die Zellen von *Chara* und von *Anadyomene* Schläuche genannt werden, so weiss ich nicht, wo denn überhaupt eine Grenze zwischen Schlauch und Nichtschlauch gesetzt werden will. Die Schläuche bilden nach dem Verfasser dreierlei Arten von Tang-

körpern « den *Schlauch* (coeloma), den *Schlauchstamm* (phycoma coelomaticum) und den *Schlauchfadenstamm* (trichoma cœlomaticum). » Im ersten Falle soll die Pflanze aus einem einzigen Schlauche, im zweiten und dritten Falle aus mehreren Schläuchen bestehen. Von diesen drei Formen sind die zwei ersten von allen andern Tangkörpern total verschieden. Hier hat der Name Schlauch eine Bedeutung; es ist eine Zelle, welche fortwährend an der Spitze sich verlängert, ohne neue Zellen zu bilden. Den « Schlauchgliederstamm » weiss ich in keiner Weise von andern ähnlich gebauten Stämmen, welche *Kützing* « Faser- oder Fadenkörper » nennt, zu unterscheiden.

Die kleinern Gelin-, Amylid- und Kernzellen erzeugen nach dem Verfasser wieder mehrere Arten Tangkörper; davon erhalten einige besondere Namen, nämlich 1) « *Faser-* oder *Fadenkörper* (trichoma), 2) *Blattstamm* (phylloma) und 3) *Caulom.* » Bei der ersten Art sind die Zellen linienförmig, bei der zweiten Art flächenförmig verbunden. Der « Faser- oder Fadenkörper » ist das, was sonst gegliederter Faden, der « Blattstamm » das, was sonst flaches Laub genannt wird. Das « Caulom » ist der Stiel oder Strunk eines flachen Laubes. Die ältere Nomenclatur für Phyllom und Caulom scheint mir einen entschiedenen Vorzug zu besitzen, indem sie dem allgemeinen Begriffe des Laubes, welcher überall der gleiche ist, die nähern Bestimmungen von flach und gestielt beifügt. Dass Phyllom und Caulom keine verschiedenen Organe seien, wird schon aus der Bemerkung des Verfassers selber klar, dass « bei allen wesentlichen Unterschieden doch beide Theile allmälig in einander übergehen, so dass man in vielen Fällen nicht den Anfang des einen und das Ende des andern genau bestimmen kann. » Wenn zwei Dinge in einander übergehen, ist es ein Beweis, dass sie gerade durch keine wesentlichen Verschiedenheiten getrennt werden. Ein Organ ohne bestimmte Grenze ist ein Unding, so gut wie eine Pflanze ohne bestimmte Form. Zwei Organe, zwischen denen keine bestimmte Grenze vorhanden ist, sind nur Ein Organ, denn eine unbestimmte Grenze ist gar keine Grenze. — Bei den *Sargasseen* und *Halochloen* sollen wahre Blätter und wahre Stengel vorkommen. Ausser dem äusserlichen Anscheine ist aber sonst kein Beweis dafür gegeben. Die übrigen Formen des Phycoms stellen einen einfachen oder ästigen, drehrunden oder plattgedrückten Faden dar. Sie erhalten keine bestimmten Benennungen.

An den « Tangkörpern, welche eine höhere Entwicklung als der Fadenkörper besitzen, » unterscheidet der Verfasser eine « *epigenetische* (aufwüchsige), *diplogenetische* (doppelwüchsige), *perigenetische* und *amphigenetische* » Bildung. Bei der « epigenetischen Bildung » liegen die Schichten aufeinander (d. h. in der Richtung der Achse hintereinander); die untere Schicht vertritt die Wurzel, oder sendet Wurzelfasern aus. Bei der « diplogenetischen Bildung » legen sich die Schichten von beiden Seiten flächenförmig aneinander. Bei der « perigenetischen und amphigenetischen Bildung » unterscheidet man mehrere concentrische Lagen. « Perigenetische und amphigenetische » unterscheiden sich dadurch von einander, dass bei der erstern die concentrischen Schichten um eine reale Achse, bei der letztern um eine ideale Achse stehen. — Diese anatomische Eintheilung hat einiges sehr treffende. Im ganzen ist aber zu bedauern, dass nicht zum voraus zwischen eigentlichem und uneigentlichem Zellgewebe unterschieden wurde, wie ich es oben angedeutet habe (denn diess ist der wichtigste Unterschied), und dass bei der Darstellung des eigentlichen Gewebes nicht Rücksicht auf die Wachsthumsgeschichte genommen wurde.

Als « besondere Nebenorgane des Tangkörpers » führt der Verfasser auf: 1) « die Ueberhaut (peridermis), 2) Schleimgefässe (vasa mucifera), 3) Luftbehälter (aërocystæ), 4) Fasergrübchen (cryptostomata). » Die « Ueberhaut » ist das, was sonst Cuticula heisst. Unrichtig ist es aber, wenn der Verfasser behauptet, dass bei Verwundung die Cuticula sich regenerire, indem aus der Wunde Schleim hervordringe und erhärte. Das letztere hat freilich statt, aber der hervordringende und erhärtende Schleim ist wirklicher Schleim, der aus dem Zelleninhalte kommt und vorzüglich aus Proteïnverbindungen besteht, und nicht Intercellularsubstanz, wie *Kützing* angiebt. Die Cuticula ist in chemischer Hinsicht der Intercellularsubstanz und nicht dem an quaternären Stoffen reichen Zelleninhalte gleich. — Die « Schleimgefässe » sind das, was man sonst Gummigänge heisst. Die « Luftbehälter » werden sonst Lufthöhlen genannt. — Die « Fasergrübchen » sind kleine Vertiefungen auf der Oberfläche des Phycoms, welche gegliederte Fäden, « *Sprossfäden* (cryptonemata) » enthalten.

Die Tange pflanzen sich durch Zellen fort, welche von dem Verfasser Samen, *Spermatia* oder Sämlinge, *Spermatidia* genannt werden. Entweder bilden die

Samen ohne weiteres die Frucht, welche dann *Nacktfrucht* (gymnocarpium) heisst, oder mehrere Samen werden von einer *Fruchthülle* (spermangium) umschlossen, und bilden dann eine *Hüllenfrucht* (angiocarpium). Wenn eine Vereinigung mehrerer Hüllenfrüchte statt findet, so entsteht ein *Fruchtlager*, *Fruchtkörper* (carpoma). Diese Eintheilung der Frucht in Nacktfrucht und Hüllenfrucht, welche zuerst ganz allgemein gemacht wird, kommt jedoch späterhin bloss bei der einen Hälfte der Algen in Anwendung; bei der andern Hälfte wird eine andere Eintheilung durchgeführt.

Die Samen und Sämlinge sind nach dem Verfasser hologonimische Amylidzellen, welche häufig mit einer einfachen oder doppelten Gelinmembran umgeben sind. Diese Gelinmembran wird *Samenhülle* oder *Samenhaut* (epispermium) genannt. So wenig ich aber *Kützing* beistimmen konnte, dass es vegetative Kernzellen und Amylidzellen ohne vollständige Gelinmembran giebt, so wenig kann ich zugeben, dass es so organisirte Zellen gebe, welche zur Fortpflanzung dienen. Ebenso ist es nicht zu billigen, dass die Zellmembran hier « Samenhülle oder Samenhaut » genannt wird (Ausdrücke, welche sonst eine ganz andere Bedeutung haben), und dass die neuen Namen « Spermatia und Spermatidia » an die Stelle der seit langem gebräuchlichen Sporæ und Sporidia treten sollen.

Bei den *Isocarpeen* oder *gleichfrüchtigen* Algen, wo sich die Frucht auf allen Individuen gleichartig entwickelt, ist dieselbe entweder eine « Nacktfrucht » oder eine « Hüllenfrucht. » Die « Hüllenfrucht » ist das, was von den andern Algologen meist Tuberculum, von *Endlicher* Conceptaculum genannt wird. Alle übrigen Fruchtarten der Algen heissen « Nacktfrucht. » Die Hüllenfrucht entspricht somit einem bestimmten Begriffe. Ob der Name gut gewählt sei, ist eine andere Frage. Ich möchte es bezweifeln, weil mir sowohl der Name Frucht, wie er sonst definirt wird, als der Name Hülle, wie er gewöhnlich gebraucht wird, hier nicht zu passen scheint. Die Benennung Sorus (Häufchen), mit einer nähern Bestimmung seiner besondern Eigenthümlichkeit, hätte mir viel passender geschienen. — Wenn aber auch die Hüllenfrucht einem bestimmten Begriffe entspricht, so hat dagegen die « Nacktfrucht » keinen positiven Begriff für sich, sondern bloss den negativen, keine Hüllenfrucht zu sein, denn wir finden hier

sowohl aussenständige, wirklich nackte oder umhüllte, einzeln stehende oder in Häufchen vereinigte, als auch in Mutterzellen eingeschlossene, oder ganz im Gewebe verborgene Samen.

Bei den *Heterocarpeen* oder *ungleichfrüchtigen* Algen, wo die Frucht stets in zweifacher Form bei verschiedenen Individuen auftritt, ist die Frucht entweder *Vierlingsfrucht* (tetrachocarpium) oder *Capselfrucht* (cystocarpium), erstere synonym mit Sphærosporen *(I. Ag.)*, letztere mit Capseln oder Thecæ *(Endl.)*.

Die *Vierlingsfrucht* entsteht aus einer Zelle, welche, wie der Verfasser sagt, zuerst mit den übrigen Zellen in Verbindung ist, nachher sich aber deutlich von denselben absondert, indem ein grösserer Zwischenraum um sie herum sich bildet. Diese Darstellung ist nicht ganz richtig, indem dieser Zwischenraum nichts anders als die gallertartig-verdickte Wandung der Mutterzelle ist, eine Verdickung, wie wir sie bei der Pollenbildung und der Sporenbildung der übrigen Cryptogamen ebenfalls mehr oder weniger deutlich antreffen. — *Kützing* lässt die Mutterzelle sich in 2 Hälften, jede Hälfte dann wieder in zwei theilen. Gehen die Theilungsflächen einander parallel, so entstehen *vierjochige Sämlinge* (spermatidia quadrijuga); bilden die Theilungsflächen einen Winkel, so heissen die Sämlinge *Doppelzwillinge* (spermatidia quadrigemina). Die letztern sind entweder rechtwinklige oder schiefwinklige, je nachdem die Theilungsflächen senkrecht oder schief zu einander stehen. — Die « vierjochigen Sämlinge » entsprechen der Divisio zonata, die « rechtwinkligen Doppelzwillinge » entsprechen der Divisio cruciata, und die « schiefwinkligen Doppelzwillinge » entsprechen der Divisio triangularis *(I. Ag.)* Der Verfasser irrt aber, wenn er die Mutterzelle sich immer erst in zwei Hälften theilen lässt, denn bei fast allen sogenannten schiefwinkligen Doppelzwillingen, also bei der grössten Zahl der Tetrachocarpien theilt sich die Mutterzelle sogleich in 4 tetraëdrisch-gestellte Theile oder Specialmutterzellen, wie es meistens auch bei der Pollenbildung der Fall ist [1].

Die *Capselfrucht* ist entweder innerhalb oder ausserhalb des Phycoms. Sie besteht nach dem Verfasser aus drei Theilen: 1) den *Samen* (spermatia), 2) dem *Samenboden* (spermopodium), worauf die Samen sitzen, und 3) der *Fruchthülle*

[1] Nägeli, zur Entwicklungsgeschichte des Pollens, Zürich 1842, pag. 13 ff.

(spermangium). Bei vielen Capselfrüchten sind diese drei Theile allerdings vorhanden, bei andern finde ich davon bloss einen, so namentlich bei den *Callithamniaceen* und *Ceramiaceen*. Dass auch hier eine Anheftungsstelle vorhanden ist, versteht sich von selber; aber dieselbe hat, wie die Entwicklungsgeschichte zeigt, eine andere Bedeutung als der Samenboden oder die Placenta bei den übrigen Arten der Capselfrucht. Ferner ist die Gesammtheit der Samen bei den genannten Familien von Gallerte umhüllt, aber diese Gallerte entspricht der Cuticula des übrigen Phycoms, und darf somit nicht « Fruchthülle » genannt werden. Ueberdem scheint die Hülle bei eingesenkten Capselfrüchten, wie der Verfasser selbst sagt, öfter zu fehlen.

Der Verfasser lässt (wie *J. Agardh*) die *Capselfrucht* aus der Centralschicht, die Vierlingsfrucht aus der Corticalschicht des Phycoms entstehen. Je nachdem sich die eine oder die andere Schicht kräftiger entwickelt, so bildet sich die eine oder die andere Fruchtart. Da wo sich beide Schichten in einem Individuum das Gleichgewicht halten, so erzeugt die heterocarpische Alge, nach dem Verfasser, keine Frucht. « Sie bleibt steril, und sucht sich dann auf eine andere Art — durch Schösslinge, Sprossen, Spermatoidien u. s. w. — fortzupflanzen. »

Ausser den eigentlichen Samen oder Sämlingen unterscheidet *Kützing* noch *samenähnliche Nebengebilde*, nämlich: 1) *Spermatoidien*, 2) *Scheinsamen* (opseospermata) und 3) *Nebensamen* (paraspermata). Sie kommen bei Isocarpeen und Heterocarpeen vor, und « scheinen die Samen durchaus zu vertreten, obgleich die Art und Weise ihres Vorkommens, ihre Entstehung und Form zeigen, dass sie von den wahren Samen abweichen. »

Die *Spermatoidien* sollen sich durch ihren Inhalt von den Samen unterscheiden. Jene stellen einen Körper dar, « dessen Inhalt aus einer Anzahl von Gonidien besteht; in diesem Körper sind die Gonidien sowohl in Quer- als in Längsreihen geordnet, und wenn sie auch in einigen Fällen so dicht stehen, dass sie sich zu berühren scheinen, so sind sie dagegen in andern Fällen wieder durch deutliche Scheidewände von einander getrennt. » Es ist mir aus diesen Worten zweifelhaft geblieben, ob der Verfasser die Spermatoidien für einfache Zellen hält oder nicht; *dafür* sprechen die Ausdrücke Inhalt und Gonidien, *dagegen* die Ausdrücke Körper und Scheidewände zwischen den

Gonidien. Wie dem nun sein mag, das Spermatoidium bei den Isocarpeen ist keine Zelle sondern ein Aggregat von Zellen. Wenn daher eine Vergleichung mit den wahren Samen angestellt werden soll, so muss es nicht zwischen Spermatoidien, sondern zwischen den einzelnen Zellen der Spermatoidien und den Samen geschehen. — Ich wähle nun zur Vergleichung die Gattung *Ectocarpus*. Hier sollen sowohl « seitliche Samen » als « Spermatoidien » vorkommen. Die Spermatoidien sind aus mehreren hintereinanderliegenden Zellen entstanden, von denen jede mehrere nebeneinanderliegende Zellen erzeugt. Jede dieser letztern Zellen, welche sich abrundet und mit Inhalt füllt, ist ein wahrer Same. Die sogenannten seitlichen Samen aber sind keine Samen sondern Capseln, welche viele kleine Zellen enthalten, die aber dicht in einander liegen und daher nur selten unterschieden werden können. Diese Samen werden aus den Capseln entleert, und sind denjenigen analog, welche in den sogenannten Spermatoidien erzeugt werden. Auch in den letztern liegen sie zuweilen so dicht, dass man das ganze für eine mit Inhalt gefüllte Zelle ansieht und werden erst als solche sichtbar, wenn sie aus dem Spermatoidium heraustreten. Ich finde daher in Rücksicht auf die Entstehung und die Keimfähigkeit der Samen von *Ectocarpus* zwischen den sogenannten « Spermatoidien » und den sogenannten « Samen » keinen andern Unterschied als den, dass in der Regel die wirklichen Samen in den erstern lockerer, in den letztern dichter liegen, was, wie ich glaube, mit der Form der beiden Gebilde zusammenhängt. Es giebt allerdings noch andere Verschiedenheiten von morphologischer (hinsichtlich der Entstehungsweise des ganzen Organs) und von physiologischer Bedeutung (hinsichtlich des Unterschiedes von Fortpflanzung und Vermehrung), worauf ich in dem zweiten Theile dieser Schrift näher eintreten will. — Im Allgemeinen glaube ich, dass die Spermatoidien bei den Isocarpeen nichts anders sind als eine Anhäufung von wahren Samen.

Bei den Heterocarpeen dagegen sind die Spermatoidien ganz etwas anderes; es sind Organe, die in keiner Weise sich von den Antheridien der Moose, Farren, Charen verschieden zeigen und ebenfalls Antheridien genannt werden müssen.

Die *Scheinsamen* (opseospermata) sind « solche Gebilde, denen die nöthige Grösse und die eigenthümliche Umhüllung der wahren Samen mangelt. » Beide

Merkmale sind aber gewiss nicht hinreichend, um eine besondere Art von Samen zu begründen. Was erstens die Grösse betrifft, so könnte dieselbe von einigem Werthe sein, wenn sie bei den wahren Samen constant wäre, da sie es aber nicht ist, da die wahren Samen selbst untereinander so verschieden sich zeigen, dass die einen vielmal grösser als die andern sind, da es sehr kleine wahre Samen giebt (ja eben so kleine, als die sogenannten Scheinsamen, weil mehrere bisher für Samen gehaltene Organe in Wahrheit erst die Capseln sind, in denen die Samen liegen, wie in dem vorhinerwähnten Beispiele von *Ectocarpus*), so kann die Grösse im Mindesten keinen Unterschied begründen. Eben so wenig kann der Mangel einer eigenthümlichen Umhüllung die Scheinsamen unterscheiden, da nach dem Verfasser die « Samenhülle » den wahren Samen mehrerer Algen ebenfalls fehlt. Die Gelinmembran ist aber, wie bei den wahren Samen, so auch bei den Scheinsamen vorhanden, nur sehr dünn, dass sie nicht leicht erkannt werden kann. — Ob nun alles, was der Verfasser « Scheinsamen » nennt, wirkliche Samen seien oder nicht, will ich nicht entscheiden. Ich sehe aber keinen Grund, warum sie es bei *Ulothrix*, *Stygeoclonium* und *Fischeria* nicht sein sollten, da sie die einzigen Samen sind und keimen. Wo sie bei den *Laminarieen* vorkommen, da sind in der nämlichen Gattung ebenfalls keine andern Samen bekannt. Unter den Isocarpeen ist *Diplostromium* die einzige Gattung, bei welcher *Kützing* ausser den « Scheinsamen » noch « Samen und Spermatoidien » annimmt. Es scheint mir aber, dass die Zeichnungen, welche der Verfasser dazu liefert, noch andere Erklärungen zulassen, und dass sie jedenfalls, als einziges Beispiel unter den Isocarpeen, nicht die Annahme einer dreifachen Samenbildung begründen können. Ich selber kann an *Punctaria tenuissima* Grev. (mit welcher *Diplostromium tenuissimum* synonym sein soll) nur Eine Art von Samen finden. — Bei den Isocarpeen führt der Verfasser zwei Beispiele von Scheinsamen auf, nämlich bei *Sphærococcus Lamberti* und *Ctenodus Labillardieri*. In *Ctenodus* sind es « längliche solide feste Körperchen, » die in der Corticalschicht zwischen dem Gewebe liegen. Der Abbildung nach scheinen es noch unentwickelte oder abortirte Mutterzellen der Vierlingsfrüchte su sein. In *Sphærococcus* könnten es ebenfalls Vierlingsfrüchte sein, denn für diese ist die Vierzahl zwar Regel aber nicht Gesetz. Der Verfasser selbst bildet bei *Plocamium* Vierlingsfrüchte ab, die aus mehr als

4 Sämlingen bestehen. Ich selbst glaube sie in dieser Gattung in der Zahl von 5 bis 9 beobachtet zu haben; ebenso kommen bei der Pollenbildung der Phanerogamen statt der regelmässigen Zahl 4, zuweilen ausnahmsweise 5 — 8 Pollenkörner in einer Mutterzelle vor. Ich glaube daher, dass es näher liegen möchte, die sogenannten Scheinsamen von *Sphærococcus Lamberti* für Vierlingsfrüchte mit exceptioneller Spermatidienzahl, als für samenähnliche Nebengebilde zu erklären.

Die *Nebensamen* (paraspermatia) kommen bei den Isocarpeen nur unter den Hüllenfrüchtigen vor. Sie erzeugen sich entweder neben den wahren Samen oder treten auch an deren Stelle allein in den Hüllenfrüchten auf. Sie haben überhaupt mit den Spermatoidien viel Aehnlichkeit, und entstehen auch auf ähnliche Weise, mit dem Unterschiede jedoch, dass sie als eine einzelne Vollzelle auftreten. Von den Samen unterscheiden sie sich dadurch, dass sie kleiner und heller gefärbt (hellbräunlich) sind, und dass sie aus den Aesten besonderer, büschelartig verzweigter Nebenfäden entstehen, während die Samen unmittelbar an der innern Wand der Fruchthülle an der Basis ihrer Nebenfäden sich bilden. — Der Verfasser macht mit Recht auf diese besondern Organe der Fucaceen aufmerksam, die bis dahin den Algologen entweder entgangen oder von denselben unrichtig als junge Samen betrachtet worden waren. Er beweist vorzüglich aus den zeitlichen und räumlichen Verhältnissen ihres Vorkommens, dass sie ein von den Samen verschiedenes Gebilde sind. — Ich kann aber *Kützing* nicht beistimmen, wenn er die Nebensamen als einzelne Vollzellen betrachtet, und sie dadurch von den sogenannten Spermatoidien unterscheidet. Es sind Mutterzellen oder Kapseln, in welchen viele kleine Zellen enthalten sind; sie öffnen sich und entleeren ihren Inhalt. — Bei den Heterocarpeen will der Verfasser Nebensamen in der Kapselfrucht gefunden haben. Er führt als Beispiele wenige Gattungen an. Man findet aber die Erscheinung mehr oder weniger deutlich in allen den Kapselfrüchten, welche von *J. Agardh* Coccidien und Keramidien genannt wurden. Es sind jedoch keine Nebensamen, sondern junge, noch unentwickelte Samen. In den bezeichneten Kapselfrüchten entwickeln sich die Samen nicht zu gleicher Zeit mit einander, sondern nacheinander. Man trifft daher vollkommen ausgebildete Samen neben solchen, welche erst entstehen, und ausserdem häufig alle Mittelstufen zwischen beiden.

Fassen wir nun noch das Gesagte über die samenähnlichen Nebengebilde des Verfassers zusammen, so ergiebt sich folgendes: Die « Spermatoidien » der Isocarpeen sind Haufen von wahren Samen. Die « Spermatoidien » der Heterocarpeen sind Antheridien. Die « Scheinsamen » der Isocarpeen sind wahre Samen. Die « Scheinsamen » der Heterocarpeen sind wahrscheinlich ebenfalls ein Stadium der wahren Samenbildung. Die Nebensamen der Heterocarpeen sind noch unentwickelte wahre Samen. Bloss die « Nebensamen » der hüllenfrüchtigen Isocarpeen sind ein besonderes Gebilde, dessen Verhältniss zur Fortpflanzung noch unbekannt ist.

Nachdem ich das Wesentlichste der physiologischen und anatomischen Darstellung kurz betrachtet habe, so will ich zu dem System des Verfassers übergehen. Derselbe theilt die Algen in zwei Classen: *Isocarpeen* oder *Gleichfrüchtige* und *Heterocarpeen* oder *Ungleichfrüchtige*. Die erstern sind solche, deren « wahre Früchte, bei derselben Species, einerlei Bildung und Form haben. » Die zweiten sind solche, « deren wahre Früchte, bei derselben Species, in zweierlei Gestalt auftreten. » Die erstern entsprechen den Chlorospermeen und Melanospermeen von *Harvey*, den Zoospermeen und Fucoideen von *J. Agardh*, den Zoosporeen, Synsporeen und Aplosporeen von *Decaisne*, den Confervaceen und Phyceen von *Endlicher*. Die zweiten entsprechen den Rhodospermeen von *Harvey*, den Florideen von *J. Agardh* und *Endlicher*, und den Choristosporeen von *Decaisne*. Diese Eintheilung der Algen in zwei Gruppen ist ein wesentlicher Fortschritt. Wenn sie bisher in drei oder vier Gruppen eingetheilt wurden, so waren diese einander nicht logisch coordinirt; sondern die zwei oder drei ersten Gruppen gehörten demselben allgemeinen Begriffe an, und waren logisch bloss durch diesen von der letzten Gruppe verschieden. So sehr nun aber der Verfasser durch das Materielle der Anordnung das Natürliche und Richtige getroffen hat, so wenig genügt, wie ich glaube, die Form des Unterschiedes. Die Isocarpeen sollen sich bloss durch Eine Art, die Heterocarpeen durch zwei Arten von wahren Samen fortpflanzen. *Kützing* lässt die Isocarpeen sich nicht bloss durch « Samen, » sondern auch durch « Scheinsamen » (*Ulothrix*) und durch « Zellenkügelchen oder Gonidien » fortpflanzen. Er hat aber keinen bestimmten und festen Begriff von « wahren Samen » aufgestellt, und somit auch nicht bewiesen, dass die « Scheinsamen » und « Gonidien, » wodurch die Isocarpeen sich fortpflanzen,

nicht ebenfalls wahre Samen seien. Hätte er die Entwicklungsgeschichte der *keimenden* Gonidien untersucht, so würde er gefunden haben, dass es gar keine Gonidien, sondern wirkliche Zellen sind. Bei den Heterocarpeen hält der Verfasser beide Arten von Samen für wahre Samen, doch auch bloss aus äussern Gründen. — Nach meiner Ansicht ist consequenterweise nur zweierlei möglich. Entweder man erklärt alle Zellen, wodurch sich die Algen fortpflanzen, für wahre Samen. Dann müssen nicht bloss die Heterocarpeen, sondern auch die sogenannten Isocarpeen, vorausgesetzt, dass die Angaben des Verfassers selbst über das Keimen der Gonidien richtig sind, als ungleichfrüchtig bezeichnet werden. Oder man setzt für die wahren Samen einen bestimmten morphologischen Begriff fest, welcher aber natürlich nur je für eine Stufe des Pflanzenreiches gültig ist. Dann besitzen sowohl die Isocarpeen als die sogenannten Heterocarpeen bloss eine einzige Art von wahren Samen, und müssen beide als gleichfrüchtig bezeichnet werden; durch die wahren Samen geschieht die Fortpflanzung, durch die unächten Samen die Vermehrung.

Die Isocarpeen zerfallen nach dem Verfasser in *Gymnospermeæ* « ohne zellige Fruchthülle, » und in *Angiospermeæ* « mit zelliger Fruchthülle. » Durch diese Eintheilung wird zwar eine natürliche Gruppe von dem Ganzen ausgeschieden, aber die beiden Abtheilungen sind einander durchaus nicht logisch coordinirt, weil sie nicht durch den allgemeinsten und wesentlichsten, sondern durch einen untergeordneten Begriff verschieden sind. Die Angiospermeen enthalten einen einzigen, die Gymnospermeen enthalten eine ganze Menge von Typen, von denen einige mit den Angiospermeen weit mehr, als mit den übrigen Gymnospermeen verwandt sind.

Die Gymnospermeæ werden in 3 Ordnungen eingetheilt: 1) *Eremospermeæ* « mit oberflächlichen, vereinzelten Nacktfrüchten, » 2) *Cryptospermeæ* « mit Nacktfrüchten, welche der Rinden- oder Markschicht des Phycoms eingesenkt sind, » 3) *Pycnospermeæ* « mit oberflächlichen, in Häufchen vereinigten Nacktfrüchten. » Hier wird das gleiche Verfahren, wie bei der Eintheilung der Isocarpeen, wiederholt: es werden zwei Gruppen, die Pycnospermeen und Cryptospermeen ausgeschieden, und alles was übrig bleibt, so wenig es auch zusammen passen mag, muss eine eigene Ordnung Eremospermeen bilden. Ueberdem

sind die Ordnungen nach einem äusserlichen und unwesentlichen Merkmale bestimmt, und können daher bloss als *künstliche* einen Werth haben, wenn sie dazu dienen, die Pflanzen leicht aufzufinden. Ich glaube aber nicht, dass das letztere erreicht worden sei. So würde es einem, der mehrere Algen genau untersucht hat, aber noch nicht weiss, wohin sie im System gehören, doch schwerlich einfallen *Protococcus*, *Microcystis*, *Nostoc*, *Bangia*, *Ulothrix*, *Spirogyra*, *Hydrodictyon*, *Ulva*, etc. unter einer Abtheilung zn suchen, welche durch « *oberflächliche, vereinzelte Nacktfrüchte* » definirt ist. Es möchte ihm schwerlich einfallen *Chætophora*, *Thorea*, *Batrachospermum*, etc. in einer Ordnung zu suchen, bei welcher die Nacktfrüchte in der « *Rinden-* oder *Markschicht* » liegen sollen. Es möchte ihm endlich schwerlich einfallen, *Spatoglossum* und *Stypopodium* oder verschiedene Formen von *Halyseris* und *Dichophyllium* (wo der Verfasser selbst die Samen zerstreut nennt) in einer Abtheilung zu suchen, bei welcher die Nacktfrüchte in « *Häufchen vereinigt* » sein sollen; ebenso wenig *Chorda*, wo die Samen die ganze Oberfläche dicht bedecken (überhaupt ist nicht einzusehen, wie *Chorda* und *Chordaria* in zwei verschiedene, durch die Fructification definirte Ordnungen gestellt werden können).

Die erste Ordnung Eremospermeæ wird in 5 Unterordnungen eingetheilt: 1) *Mycophyceæ* « meist farblos, selten gefärbt, pilzartig; » 2) *Chamæphyceæ* « meist klein, microscopisch, grün (selten purpurn), einzeln oder in eine formlose Schicht vereinigt, sehr selten fadenförmig; » 3) *Tiloblasteæ* « fädig (trichomatisch), zellig; » 4) *Dermatoblasteæ* « häutig (phyllomatisch), zellig; » 5) *Cœloblasteæ* « schlauchförmig (cœlomatisch). » — Wie alle nach den vegetativen Organen gemachten Eintheilungen, wenn sie consequent durchgeführt werden, unnatürlich ausfallen, so auch diese 5 Unterordnungen. Die erste zwar, nämlich die der *Mycophyceæ*, ist sehr natürlich, da sie bloss Pilze enthält, aber auch unter den übrigen Ordnungen sind noch einzelne Pilze vertheilt, so wenigstens die *Chroolepus*arten. — Die zweite Unterordnung *Chamæphyceæ* enthält meist einzellige Pflanzen, darunter aber einige Gattungen, welche mehrzellig sind, und welche daher nicht hieher gehören, wie *Scenodesmus*, *Micrasterias*, *Sphærastrum*, *Botrydina*. — In der dritten Unterordnung *Tiloblasteæ* sind namentlich in Bezug auf Fortpflanzung die verschiedenartigsten Typen vereinigt. Sie zer-

fallen daher in Unterabtheilungen, welche theils nach der An- und Abwesenheit von Wurzeln und nach der Natur der Zellen (perenchymatisch und epenchymatisch oder parenchymatisch), theils nach der Stellung der Samen definirt werden. Was die Natur der Zellen betrifft, so ist, wie ich schon oben sagte, eine Verschiedenheit in der Art, wie sie der Verfasser aufstellt, gar nicht vorhanden; und selbst der äussere Anschein, welcher zur Aufstellung jenes Unterschiedes Veranlassung gab, ist so variabel, dass es mir wenigstens unmöglich ist, zwischen mehreren Tiloblasteen mit perenchymatischer und epenchymatischer Structur und mehreren Tiloblasteen mit parenchymatischer Structur irgend einen Unterschied zu finden. Die An- und Abwesenheit der Wurzel ist, wenigstens für die Unterscheidung, ein eben so unsicheres Merkmal. Denn wenn es auch richtig ist, dass nur die einen Tiloblasteen das Vermögen besitzen, Wurzeln zu erzeugen, so mangeln doch diese Wurzeln so häufig (in vielen Gattungen sind sie sogar nur ausnahmsweise vorhanden), dass sie wenigstens nicht als Unterscheidungsmerkmal gebraucht werden können. Besser dagegen sind die von der Stellung der Samen hergenommenen Unterschiede, und die Abtheilungen *Asemospermeæ* mit « unbekannten Samen, » *Mesospermeæ* mit « zwischenständigen Samen, » *Paraspermeæ* mit « seitenständigen Samen, » *Hypospermeæ* mit « unterständigen Samen, » *Endospermeæ* mit « innenständigen Samen » und *Ectospermeæ* mit « seiten- oder endständigen Samen » bilden, wenn auch nicht natürliche, doch künstliche und meist erkennbare Gruppen. — Die vierte und fünfte Unterordnung *Dermatoblasteæ* und *Cœloblasteæ* enthalten, obwohl sie klein sind, jede wieder eine Menge ganz verschiedener Typen. — So wenig die fünf Unterordnungen der Eremospermeen der Natur entsprechen, so sind sie dagegen im Allgemeinen leicht zu erkennen, jedoch mit einigen Ausnahmen. So würde man nach den Diagnosen wahrscheinlich *Micrasterias* und *Tetraspora* unter den Dermatoblasteen statt unter den Chamæphyceen, *Anadyomene* unter den Dermatoblasteen statt unter den Cœloblasteen, die *Chareen* unter den Tiloblasteen statt unter den Cœloblasteen suchen. — Die zweite und dritte Ordnung der Gymnospermeen, nämlich die *Cryptospermeæ* und *Pycnospermeæ* werden in keine Unterordnungen eingetheilt; ebenso zerfällt die zweite Zunft der Isocarpeen, nämlich die *Angiospermeæ* weiter in keine Ordnungen und Unterordnungen.

Die zweite Classe der Algen, die Heterocarpeæ, wird so definirt: « Ungleichfrüchtig, purpurn oder rosenfarbig. Früchte zweihäusig: 1) Capselfrüchte vielsamig, mit Samen, die aus der Markschicht entstehen; 2) Vierlingsfrüchte viersamig mit Sämlingen, die aus der Rindenschicht entstehen. » Ich habe oben schon über diesen Character der Heterocarpeen gesprochen und gezeigt, dass er nicht ganz genügt, um sie von den Isocarpeen zu unterscheiden. Er passt auch nicht ganz für alle Heterocarpeen; die Farbe gilt durchaus nicht für alle Arten; dass die Samen der Capselfrüchte aus der Markschicht, die der Vierlingsfrüchte aus der Rindenschicht entstehen, ist für die Callithamniaceen entschieden unrichtig; dass die Vierlingsfrüchte viersamig sind, trifft bei *Plocamium* nach des Verfassers eigener Zeichnung nicht ein.

Die Heterocarpeen werden in zwei Zünfte getheilt: 1) *Paracarpeæ*, « Vierlingsfrüchte entweder hervorstehend, oder ohne Ordnung in der Rindenschicht liegend, zwischen den Zellen (nicht in besondere Fächer eingeschlossen); » 2) *Choristocarpeæ*, « Vierlingsfrüchte (nie hervorstehend), in besondere Fächer der Rindenschicht eingeschlossen. » Es frägt sich nun vor allem aus, was diese « Fächer » der Choristocarpeen sind. In dem Capitel über die Fruchtbildung der Algen sagt der Verfasser, dass die Vierlingsfrüchte bei den Paracarpeen « ohne Ordnung wie jede gewöhnliche Zelle zwischen den Zellen liegen, dass dagegen bei den Choristocarpeen die umgebenden Zellen ordentliche Fächer bilden, in welchen die Vierlingsfrüchte bequem einlogirt sind. » Vergleicht man nun aber mit diesen Angaben die Abbildungen, oder besser die Natur, so sieht man, dass die Fächer bloss durch die gallertartig verdickten Mutterzellen erzeugt werden. Die Vierlingsfrüchte der Choriostocarpeen liegen gerade so zwischen den Rindenzellen wie diejenigen der Paracarpeen. Bei jenen ist aber die Mutterzelle (Gelinhülle, Gelinzelle) in der Regel dicker, bei diesen ist sie in der Regel dünner; bei jenen liegen daher die Samen der Vierlingsfrüchte mehr getrennt von den übrigen Zellen, bei diesen sind sie ihnen mehr genähert. Die umgebenden Zellen verhalten sich in beiden Fällen gleich passiv in Bezug auf die Vierlingsfrüchte, und wenn man von denselben in dem einen Falle, mit Recht oder Unrecht, sagt, dass sie ein « Fach » bilden, so wird man es im andern Falle, ganz mit dem gleichen Rechte oder Unrechte, ebenfalls thun müssen. — Studirt

man nun aber vollends die Entwicklungsgeschichte, so findet man, dass der von dem Verfasser angegebene Unterschied zwischen Paracarpeen und Choristocarpeen im Geringsten nicht vorhanden ist; ebenso zeigt es sich, dass man überhaupt nicht von Fächern sprechen darf, oder man wollte denn jede von Zellen umgebene Zelle in ein Fach einlogirt sich denken. — Abgesehen nun davon, dass der Unterschied zwischen Paracarpeen und Choristocarpeen rein quantitativer Natur ist, und dass er daher keine besondern Begriffe begründen kann; so ist er auch bloss als künstliches Unterscheidungsmerkmal untauglich, weil alle möglichen Uebergangsstufen vorkommen und weil daher in einzelnen Fällen nicht der Character entscheidet, wohin eine Pflanze gehört, sondern ihre natürliche Verwandtschaft.

Die Zunft der Paracarpeæ zerfällt in 3 Ordnungen: 1) *Trichoblasteæ*, « Phycom fadenförmig, oft berindet; Capselfrüchte ausserhalb, mit häutiger, gallertartiger Fruchthülle, welche mit kugeligen, dicht zusammengeballten Samen ausgefüllt ist (ohne Samenboden); » 2) *Epliblasteæ*, « Phycom aufwüchsig, bald hautartig, bald fadenförmig; Capselfrüchte entweder eingesenkt oder ausserhalb, endständig, mit zelliger Samenhülle und verlängerten Samen (Samenboden fast fehlend); » 3) *Periblasteæ*, « Phycom bald peregnetisch, bald amphigenetisch; fadenförmig oder blattartig; Capselfrüchte entweder eingesenkt oder ausserhalb, mit kugeligen Samen, welche an einen besondern Samenboden befestigt sind. » — Die erste dieser drei Ordnungen ist sehr natürlich. Die zweite dagegen enthält zwei Typen, die gewiss so verschieden als möglich sind, nämlich *Porphyra* und die *Corallineen*. *Porphyra*, welche zu den Isocarpeen gehört, wird von dem Verfasser, in Folge von oberflächlicher Betrachtung der Samenbildung, zu den Heterocarpeen gestellt. Die Samenbildung in Porphyra ist aber, was die *Zellenbildung* betrifft, ganz verschieden von der Entwicklung der Vierlingsfrüchte, stimmt dagegen vollkommen mit der Samenbildung von *Ulva* überein; mit dem Unterschiede jedoch, dass in *Ulva* in Einer Zelle gewöhnlich 4 neben einander liegende Samen entstehen, während ich in *Porphyra vulgaris* in Einer Zelle 4 bis 8 und 12, ja bis 60, 100 und darüber neben und hinter einander liegende Samen finde (nicht 4, wie der Verfasser für *Porphyra capensis* angiebt). — Wenn *Porphyra* wieder an ihre Stelle, wohin sie gehört, gebracht ist, so blei-

ben in dieser Ordnung noch zwei Typen übrig, die gewiss auch nicht zusammenpassen, auf der einen Seite *Hildenbrandtia* und *Peyssonelia*, auf der andern Seite die *Spongiteæ* und die *Corallineæ*. Welche Stelle die letztern beiden Familien im System einnehmen sollen, scheint mir noch sehr zweifelhaft. Unrichtig aber werden von *Kützing* denselben längliche Samen zugeschrieben, denn in den meisten Gattungen sind diese sogenannten Samen Mutterzellen, welche sich in vier (vierjochige) Samen getheilt haben; in *Melobesia membranacea* finde ich sie bloss aus zwei Zellen bestehend. — Aus der dritten Ordnung müssen die Gattungen *Helminthora* und *Naccaria* in die erste Ordnung gebracht werden.

Die zweite Zunft Cuoristocarpeæ wird ebenfalls in 3 Ordnungen getheilt: 1) *Axonoblasteæ*, « Phycom fadenförmig, mit gegliederten, confervenartigen, fruchttragenden Aestchen besetzt. Structur perigenetisch. Capselfrüchte seitlich, gesondert, von einer deutlichen Capselöffnung durchbohrt; Samen verlängert, birnförmig, gebüschelt, am Grunde in einen Stiel verschmälert; Samenboden fehlend. Vierlingsfrüchte in besondern Fruchtästen oder in Nebenästchen. Spermatoidien sehr deutlich. Nebensamen mangelnd; » 2) *Coeloblasteæ*, « Phycom meist fadenförmig, röhrig, selten sackartig. Structur parenchymatisch. Capselfrüchte seitlich; Samen rundlich, zuerst an einem baumartigen Samenboden angeheftet. Vierlingsfrüchte bald in mehr oder weniger deutlichen Fruchtästen, bald im Phycom eingesenkt. Nebensamen zwischen den Samen liegend, gehäuft (Spermatoidien mangelnd); » 3) *Platynoblasteæ*, « Phycom blattartig, gestielt, parenchymatisch. Capselfrüchte ausserhalb, gesondert, mit runden Samen, welche an dem Samenboden angeheftet sind. Vierlingsfrüchte bald im Blattkörper, bald in besondern, oft blattartigen Fruchtästen. (Deutliche Spermatoidien oder in Trauben vereinigte Nebensamen). » Die Unterschiede reduciren sich darauf, dass die Axonoblasteen ein fadenförmiges, die Cœloblasteen ein hohles, die Platynoblasteen ein blattartiges Phycom besitzen. Es ist diess eine künstliche Eintheilung, welche zwar die Pflanzen nicht nach ihren natürlichen Verwandtschaften zusammenordnet, nach welcher es aber, wenn sie consequent angewendet wird, möglich sein mag, die Gattungen zu erkennen. Wie der Verfasser die Gattungen eingetheilt hat, ist diess aber nicht möglich. Bei den Axonoblasteen, welche durch ein « fadenförmiges Phycom » definirt sind, giebt es mehrere Ar-

ten und Gattungen, welche der Verfasser selber « zusammengedrückt » oder « flach » nennt. Bei den Platynoblasteen, welche durch ein « blattartiges Phycom » definirt werden, stehen mehrere Gattungen, welche der Verfasser selbst « fadenförmig und zusammengedrückt oder verflacht » nennt. Was für ein Unterschied ist nun zwischen jenen und diesen Gattungen, und warum stehen sie in zwei Ordnungen, welche verschieden definirt werden? — Die Gestalt des Phycoms ist zwar nicht der einzige Unterschied zwischen den drei Ordnungen; es werden noch zwei andere Unterschiede erwähnt, die aber nicht vorhanden sind. Bei den *Axonoblasteen* sollen die Samen « verlängert birnförmig, » bei den *Cœloblasteen* sollen sie « fast rund, » bei den *Platynoblasteen* « rund » sein. Aber in *Bonnemaisonia*, welche bei den Cœloblasteen und in *Rytiphlœa*, welche bei den Platynoblasteen steht, sind die Samen der Capselfrüchte eben so schön verlängert, als bei den Gattungen der Axonoblasteen. — Die Axonoblasteen sollen eines Samenbodens ermangeln, die Cœloblasteen und Platynoblasteen sollen einen solchen besitzen. In der ersten Ordnung entstehen nun aber die Samen eben so gut an einem Samenboden, als in den beiden letzten Ordnungen.

Es würde mich zu weit führen, wenn ich mehr ins Specielle der Phycologia generalis von *Kützing* eingehen wollte. Ich bedaure, dieses nicht zu können, da ich dem Verfasser in der Begründung natürlicher Familien und Gattungen und in der Aufklärung von manchen Irrthümern eine verdiente Anerkennung zollen müsste, welche ich ihm bei der Aufstellung grosser allgemeiner Gruppen meistens zu versagen genöthigt war. *Kützing* besitzt eine Menge eigener Untersuchungen und Beobachtungen, wie keiner der neuern Algologen. Er hat ferner, wie es vor ihm keiner versuchte, die anatomischen, physiologischen und systematischen Verhältnisse der Algen durchaus auf die Zelle zurückgeführt; er hat sich somit bestrebt, der Phycologie eine rein wissenschaftliche Grundlage zu geben. So sehr ich nun aber das Ziel, das sich der Verfasser gesetzt, als ein richtiges anerkenne, so wenig kann ich mit seiner Methode einverstanden sein. Die Methode *Kützing*'s ist ein *systematisches Aufheben jedes absoluten Unterschiedes.* Er hat dieser Methode eine grössere Anwendung zu geben versucht, als es bis dahin geschehen ist. *Kützing* erkennt keinen absoluten Unterschied zwischen Thier und Pflanze an, denn « niedere thierische Bildungen gehen unmittelbar

in vegetabilische, und umgekehrt letztere in erstere über » ; « die Diatomeen führen ebensowohl ein vegetabilisches als animalisches Leben » ; « Infusorien verwandeln sich in niedere Algen. » *Kützing* erkennt keine absoluten Unterschiede zwischen den einzelnen Arten, Gattungen, Familien, Ordnungen, Classen des Pflanzenreiches an, denn *Protococcus viridis* verwandelt sich in *Schizogonium*, *Prasiola*, *Alysphæria*, *Parmelia* und *Palmella* ; — *Protococcus umbrinus* geht in *Chroolepus* und *Lecidea* über ; aus *Lyngbya obscura* entwickelt sich *Entothrix*, *Leptothrix*, *Mastichonema* ; — *Gongrosira* entsteht aus *Vaucheria* und zwar so, dass « die Alge unten an der Basis noch ganz eine Vaucheria ist, und sogar noch Seitenzweige besitzt, welche Vaucherienfrüchte tragen ; » nach oben zu verwandelt sich der Vaucherienschlauch in gegliederte Fäden, die sich höchst regelmässig dichotomisch verzweigen, und deren « Glieder zuletzt torulos werden und, wenn sie zu hologonimischen Samenzellen geworden sind, abfallen ; » — aus *Protococcus* entsteht *Botrydium*, aus *Botrydium* entwickeln sich bald Vaucherien bald *Protonema*arten und *Moose* ; — *Protonema* entsteht aus Moosblättern und verwandelt sich wieder in junge Moospflanzen, etc., etc. — Sowie *Kützing* in der Systematik den absoluten Unterschied nicht gelten lässt, so verwirft er ihn auch in der Physiologie und Anatomie. Er nimmt keine absolute Verschiedenheit zwischen Gonidien oder Zellenkügelchen und Zellen an ; denn die Gonidien gehen in Zellen über, und eine Art von Zellen (die monogonimischen Zellen) heisst auch Gonidien. *Kützing* unterscheidet zwar verschiedene Zellenarten, aber lässt sie in einander übergehen. Er nimmt keinen absoluten Unterschied zwischen Zelle und Tangkörper an, denn es giebt Formen, wo « der Algenkörper mit demselben Rechte in der gesellig-freien, aber auch darum äusserlich unbestimmt begrenzten, daher formlosen Vereinigung zu suchen ist, wie in der einzelnen Zelle. » Es sollen ferner zwischen den besondern Arten der Tangkörper keine absoluten Unterschiede vorkommen u. s. w.

Dieses principielle Vernichten der absoluten Unterschiede hat denn die nothwendige Folge, dass nirgends bestimmte, feste und sichere Begriffe entwickelt werden. Der Verfasser, welcher die absoluten Begriffe aus Grundsatz verwirft, begnügt sich überall mit relativen Begriffen. Dadurch entsteht sowohl in der Physiologie und Organographie als in der Systematik eine schwankende Unbe-

stimmtheit, welche das Verständniss und das Bestimmen sehr erschwert. Doch das ist nicht die einzige Folge der *Kützing*'schen Methode. Eine zweite ist die, dass dieselbe Pflanze in verschiedenen Entwicklungsstadien zuweilen mehrfach in verschiedenen Familien und Ordnungen aufgeführt wird. Eine dritte Folge ist ein unbegrenztes Vermehren von Gattungen und namentlich von Arten; es ist diess natürlich, denn ein relativer Unterschied ist unendlich theilbar.

Es kann hier nicht der Ort sein, die Methode *Kützing*'s zu widerlegen. Es lässt sich zwar, wie ich glaube, theoretisch zeigen, dass sie unrichtig ist, weil sie den Gesetzen der Logik widerstreitet, und weil ihre Consequenzen ad absurdum führen. Aber ein theoretischer Beweis, und möchte er auch noch so mathematisch richtig sein, genügt mit Recht in unserer Zeit nicht mehr. Der Gegner würde sich immer der Einsprache bedienen: die Thatsachen sind doch so. Die *Kützing*'sche Methode muss demnach durch Thatsachen und Begriffe widerlegt werden. Es muss nachgewiesen werden, dass die Beobachtungen, auf die sie sich stützt, theils ungenau sind, theils naturgemäss anders erklärt werden müssen. Es muss ferner nachgewiesen werden, dass es wirklich möglich ist, absolute Unterschiede aufzufinden, und denselben eine solche Form zu geben, dass die Annahme von Uebergängen und Verwandlungen von selbst unmöglich wird.

Abgesehen nun davon, dass der Verfasser bloss relative Unterschiede und Begriffe sucht, ist ferner ein davon unabhängiges, schwankendes und ungenaues Verfahren bei den Definitionen nicht zu billigen. Es contrastirt dieses Verfahren gegen das Bestreben nach exacten Begriffsbestimmungen, welches sich sonst in den neuern systematischen Werken zeigt, und welches auch mit relativen Begriffen vereinbar ist. Ich rechne daher, 1) dass für den gleichen Begriff verschiedene Ausdrücke und nicht ein einziger constanter Ausdruck gebraucht werden; ferner dass zuweilen der gleiche Ausdruck für verschiedene Begriffe angewendet wird; 2) dass die allgemeinen (Ordnungs- oder Familien-) Begriffe nicht selten so definirt werden, dass einzelne Gattungen mit dieser Definition im Widerspruche stehen. So heisst, um ein Beispiel für das erstere zu geben, die gleiche Zellenart abwechselnd « monogonimische Zelle, monogonimischer Zellenkern, Zellenkern, Kern, Gonidium, Kügelchen, Körnchen, und Glied » (beim fadenförmigen Phycom). Die gleiche Art des Tangkörpers heisst « blattartiges

Phycom (phycoma foliaceum), flaches Phycom, blattartiger Theil des Phycoms, Phyllom, phyllomatisches Phycom, membranartiges Phycom. » Die Reihe von Achsenzellen, welche bei vielen Algen getroffen wird, heisst « fadenförmige gegliederte Centralachse, » anderswo « Trichom; » — ausserdem bedeutet aber Trichom gewöhnlich einen confervenartigen Zellfaden, welcher für sich ein ganzer Algenkörper (nicht bloss Theil eines solchen) ist; — der Familie der *Hormidieæ* wird ein « hologonimisches Trichom mit einfachen oder längsgetheilten Zellen » zugeschrieben; bei den Gattungsbeschreibungen heisst dieses Trichom aber « zelliges Phycom, » ein Ausdruck der sonst von Trichom ganz verschieden ist; — endlich bei *Chætophora* und andern Gattungen bedeutet Trichom bloss die einzelnen Gliederfäden, welche zusammen den Algenkörper bilden; in andern Familien heissen die gleichen Gliederfäden gewöhnlich Aeste oder Fäden. — Ich habe schon bei den Zünften, Ordnungen und Unterordnungen gezeigt, dass die Diagnosen nicht immer für alle ihnen subordinirten Gattungen passen. Das gleiche finden wir auch bei den Familien, z. B., *Desmidieæ*, « aus symmetrisch geordneten Zellen zusammengesetzt; » dieser Character mangelt den Gattungen *Closterium*, *Microtheca*, *Pentasterias*, *Euastrum*; — *Palmelleæ* « gestaltlos, gallertartig; » es giebt nun aber mehrere Gattungen mit « kugeligem Phycom, » und mehrere Arten, welche ein « pulverartiges » Lager bilden; — *Hydrococceæ* « gallertartig; » das Phycom der Gattung Entophysalis heisst « knorpelartig, hart. » Ich will keine Beispiele weiter anführen. Sehr oft wird eben ein Merkmal als allgemein gültig hingestellt, während es durch ein « meist, gewöhnlich, in der Regel » beschränkt sein sollte.

Die neuern Algologen versuchten die Algen nach der Fortpflanzung einzutheilen. *Kützing* trennt bloss die beiden Classen Isocarpeen und Heterocarpeen nach Merkmalen der Samenbildung. Die Unterabtheilungen werden nach Verschiedenheiten der Fruchtstellung und des anatomischen Baues gemacht. Es sind dieses beides vegetative Merkmale, denn die Fruchtstellung überhaupt, und namentlich wie sie hier berücksichtigt wird, hängt allein von dem Bau der Pflanze ab. Erst bei den Familien wird wieder auf die Samenbildung Rücksicht genommen. In dem Systeme *Kützing*'s sind daher die Isocarpeen sowohl als die Heterocarpeen so ziemlich nach ihrer vegetativen Entwicklung in eine Reihe gestellt.

Pflanzen, die ihrer Fructification nach einander nahe verwandt sind, stehen weit von einander, wie z. B. die *Palmelleen*, die *Hormidieen*, die *Ulvaceen*, *Cutleria* und *Porphyra*. Pflanzen, die ihrer Fructification nach möglichst verschieden sind, stehen beisammen, so die *Ulotricheen*, *Conferveen*, *Zygnemeen*, *Hydrodictyeen* und *Chantransieen*; oder die *Enteromorpheen* und *Vaucherieen*; oder die *Dasycladeen* und *Chareen*, etc. — Es ist gewiss sehr zu bedauern, dass der Verfasser mit seinem reichen Material von Beobachtungen nicht versucht hat, eine wenigstens für die Hauptgruppen einzig durch die Samenbildung characterisirte systematische Eintheilung herzustellen. Es hätte das nicht bloss die Erkenntniss der Algen in systematischer Hinsicht sehr gefördert, sondern gewiss auch manchen physiologischen Punkt sicherer festgestellt.

ANORDNUNG DER GATTUNGEN NACH ENDLICHER.

A. CONFERVACEÆ.

Fortpflanzung durch Sporidien, welche aus dem Inhalte einer jeden Laubzelle einzeln oder zu mehreren entstehen.

I. **PALMELLEÆ.** Zellen fast kugelig, einzeln oder lagerförmig beisammen.

1. **Protococcoideae.** Ohne schleimige Unterlage.

1. *Protococcus* Ag.
2. *Haematococcus* Ag.
3. *Chlorococcum* Grev.
4. *Pleurococcus* Menegh.
5. *Stereococcus* Kütz.

2. **Coccochloreae.** Mit deutlicher schleimiger Unterlage.

6. *Palmella* Lyngb.
7. *Coccochloris* Spr.
8. *Microcystis* Kütz.
9. *Anacystis* Menegh.
10. *Oncobyrsa* Ag.
11. *Microlon* Ag.
12. *Botrydina* Breb.

II. **NOSTOCHINEAE.** Zellen fast kugelig, reihenweise in Fäden geordnet; Fäden in einer schleimigen Unterlage.

13. *Nostoc* Vaueh.
14. *Sphaerozyga* Ag.
15. *Anhaltia* Schwab.

III. **OSCILLATORIEAE.** Zellen röhrenförmig, mit geringeltem Inhalte; gesondert oder durch eine schleimige Unterlage vereinigt.

1. **Rivularieae.** Röhren von einer durchsichtigen kugelförmigen Zelle ausgehend.

16. *Gloiotrichia* J. Ag.
17. *Rivularia Roth.*
18. *Zonotrichia* J. Ag.
19. *Diplotrichia* J. Ag.

2. **Oscillatorinae.** Röhren cylindrisch.

20. *Oscillaria* Bosc.
21. *Microcoleus* Desm.
22. *Calothrix* Ag.
23. *Lyngbya* Ag.
24. *Scytonema* Ag.
25. *Sphaeroplea* Ag.
26. *Beggiatoa* Trevis.

IV. **CONFERVOIDEAE.** Zellen gliederförmig, in ein Netz oder reihenweise in Fäden geordnet; Fäden gesondert oder durch eine schleimige Unterlage vereinigt.

1. **Hydrodictyeae.** Zellen in ein netzförmiges Laub vereinigt.

27. *Hydrodictyon* Roth.
28. *Microdictyon* Dec.
29. *Talarodictyon* Endl.

2. **Zygnemeae.** Gliederfäden zuerst frei, dann durch Querröhren copulirt.

30. *Mougeotia* Ag.
31. *Zygnema* Ag.
32. *Spirogyra* Link.

3. **Confervеae.** Gliederfäden einfach oder ästig, frei.

33. *Myxonema* Fries.
34. *Conferva* Fries.
35. *Hormiscia* Fries.
36. *Nodularia Mert.*
37. *Tiresias* Bory.
38. *Draparnaldia* Bory.

4. **Chaetophoreae.** Gliederfäden ästig, durch eine schleimige Unterlage vereinigt.

39. *Chaetophora* Schrank.
40. *Hydrurus* Ag.
41. *Hydrocoryne* Schwab.

V. **SIPHONEAE.** Laub aus einer verästelten Röhrenzelle mit gegliederten oder ungegliederten Aesten, oder aus mehreren nebeneinander liegenden, ästigen Röhrenzellen gebildet.

1. **Caulerpeae.** Laub einröhrig, verästelt ungegliedert, mit netzförmigen Fasern gefüllt.

42. *Caulerpa* Lamour.
43. *Tricladia* Decaisne.

2. **Acetabularieae.** Laub einröhrig, gegliedert, am Ende radienförmig — oder fächerförmig — verästelt.

44. *Polyphysa* Lamour.
45. *Acetabularia* Lamour.
46. *Rhipidosiphon* Mont.

3. **Halymedeae.** Laub vielröhrig, Röhren ungegliedert, oder gliederförmig-verästelt.

a. Udoteæ. Röhren ungegliedert-verästelt.

47. *Udotea* Lamour.
48. *Avrainvillea* Decaisne.

b. Euhalymedeæ. Röhren ungegliedert; mit gegliederten Aesten.

49. *Halymeda* Lamour.
50. *Penicillus* Lamour.
51. *Espera* Decaisne.

c. Anadyomeneæ. Röhren gegliedert-ästig, anastomosirend, in ein flaches Laub vereinigt.

52. *Anadyomene* Lamour.
53. *Dictyosphaeria* Decaisne.

VI. **ULVACEÆ.** Laub flach oder hohl, aus nebeneinander liegenden, je 4 Sporidien einschliessenden Zellen gebildet.

54. *Tetraspora* Desv.
55. *Bangia* Lyngb.
56. *Stigonema* Ag.
57. *Zignoa* Trevis.
58. *Ulva* Ag.
59. *Porphyra* Ag.

B. PHYCEÆ.

Fortpflanzung durch Sporen, welche einzeln in aussenständigen Schläuchen liegen, und aus einem einfachen Kerne bestehen, der mit Episporium (Membran der Sporenzelle) und Perisporium (Membran des Schlauches) bekleidet ist.

I. **VAUCHERIEÆ.** Laub ein- oder mehrröhrig, unberindet; Schläuche seitlich, oder aus dem untern oder obern Endgliede eines Astes entstanden.

1. **Hydrogastreae.** Laub aus einer einzelnen Blase oder Röhre, oder aus mehreren ungegliederten, locker verwobenen Röhren bestehend.

a. Vaucherieæ vere. Blase oder einzelne verästelte Röhre.

60. *Hydrogastrum* Desv.
61. *Vaucheria* DC.
62. *Bryopsis* Lamour.
63. *Valonia* Gin.

b. Spongodieæ. Mehrere, locker zu einem Laube vereinigte Röhren.

64. *Codium* Stackh.

2. **Dasycladeae.** Laub einröhrig, ungegliedert oder gegliedert, verticillirt-ästig, Aeste gegipfelt, gegliedert, mit endständigen Schläuchen.

65. *Chamaedoris* Mont.
66. *Dasycladus* Ag.
67. *Neomeris* Lamour.
68. *Cymopolia* Lamour.

3. **Ectocarpeae.** Aestige Gliederfäden mit seitlichen sitzenden oder gestielten Schläuchen.

69. *Leibleinia* Endl.
70. *Chantransia* Fries.
71. *Ectocarpus* Lgb.
72. *Bulbochaete* Ag.

4. **Batrachospermeae.** Laub vielröhrig, aus einem Hauptfaden, der von gleichlaufenden Nebenfäden umgeben ist, bestehend. Schläuche gehäuft, endständig oder seitenständig.

73. *Batrachospermum* Roth.
74. *Liagora* Lamour.
75. *Actinotrichia* Decaisne.
76. *Galaxaura* Lamour.
77. *Thorea* Bory.
78. *Myriocladia* J. Ag.

5. **Chordaricae.** Laub vielröhrig, mit überall von der Markschicht abgehenden, an der Oberfläche freien Flocken.

79. *Cruoria* Fries.
80. *Myrionema* Grev.
81. *Mesogloia* Ag.
82. *Chordaria* Ag.
83. *Leathesia* Gray.
84. *Liebmannia* J. Ag.

II. **HALYSERIDEAE.** Laub vielröhrig, berindet, gegliedert oder ungegliedert; Schläuche an der Oberfläche des Laubes zerstreut oder in Häufchen.

1. **Sphacelariceae.** Laub gegliedert; Schläuche einzeln, seitlich.

85. *Sphacelaria* Lyngb.
86. *Myriotrichia* Harv.
87. *Cladostephus* Ag.

2. **Dictyoteae.** Laub ungegliedert, häulig; Schläuche von Flocken umgeben in Häufchen, oder auf der obern Laubfläche zerstreut.

88. *Halyseris* Targ.
89. *Dictyosiphon* Grev.
90. *Dictyota* Lamour.
91. *Zonaria* J. Ag.
92. *Padina* Adans.
93. *Cutleria* Grev.
94. *Arthrocladia* Duby.
95. *Scytosiphon* Ag.
96. *Soranthera* P. et R.
97. *Punctaria* Grev.
98. *Asperococcus* Lamour.
99. *Striaria* Grev.
100. *Stilophora* J. Ag.
? 101. *Hildenbrandtia* Nardo.

3. **Laminaricae.** Laub ungegliedert, lederartig; Schläuche zerstreut oder in Häufchen von Flocken umgeben, auf beiden Laubflächen.

102. *Lessonia* Bory.
103. *Macrocystis* Ag.
104. *Nereocystis* P. et R.
105. *Ecklonia* Hornem.
106. *Laminaria* Lamour.
107. *Capea* Mont.
108. *Haligenia* Decaisne.
109. *Alaria* Grev.
110. *Thalassiophyllum* P. et R.
111. *Agarum* Grev.
112. *Costaria* Grev.

4. **Sporochnoideae.** Laub ungegliedert, knorpelig-häutig; Flocken äusserlich an dem kopfförmigen Receptaculum, die Schläuche tragend.

113. *Sporochnus* Ag.
114. *Desmarestia* Lamour.

III. **FUCACEAE.** Laub vielröhrig, Schläuche von Flocken umgeben, in hohlen Behältern, welche aus einer Einfaltung des Laubes entstanden sind und sich mit einem Porus nach aussen öffnen; Behälter zerstreut oder in ein Receptaculum vereinigt.

1. **Lemaneae.** Laub hohl, sich ganz in ein Receptaculum verwandelnd.

115. *Lemanea* Bory.

2. **Fucoideae.** Behälter nicht in ein Receptaculum vereinigt.

116. *Fucus* L.
117. *Carpodesmia* Grev.
118. *Myriodesma* Decaisne.
119. *Himanthalia* Lyngb.
120. *Xiphophora* Mont..
121. *Splachnidium* Grev.
122. *Durvillaea* Bory.
123. *Hormosira* Endl.
124. *Castraltia* A. Rich.

3. **Cystoseireae.** Behälter in besondere Receptacula vereinigt.

125. *Coccophora* Grev.
126. *Halidrys* Lyngb.
127. *Blossevillea* Decaisne.
128. *Cystoseira* Ag.
129. *Sargassum* Rumph.
130. *Turbinaria* Bory.
131. *Carpacanthus* Kütz.
132. *Phyllospora* Ag.
133. *Carpophyllum* Grev.
134. *Marginaria* A. Rich.
135. *Scythothalia* Grev.
136. *Seirococcus* Grev.
137. *Polyphacum* Ag.

C. FLORIDEÆ.

Vermehrung durch Körner, welche innerhalb eines zelligen oder gallertartigen Sporenbehälters in unbestimmter Zahl entstehen; Fortpflanzung durch Sporen, welche innerhalb einer durchsichtigen Sporenhülle (Mutterzelle) zu je 4 gebildet werden (Sphærosporen).

1. **Ceramieae.** Laub meist gegliedert. Sphærosporen meist äusserlich. Favellen nackt an den Aesten oder von wenigen Aestchen oder einem Involucrum umhüllt, innerhalb einer durchsichtigen Sporenhülle locker liegende Körner enthaltend.

138. *Callithamnion* Lyngb.
139. *Griffithsia* Ag.
140. *Wrangelia* Ag.
141. *Spyridia* Harv.
142. *Bindera* J. Ag.
143. *Ceramium* Adans.
144. *Ptilota* Ag.
145. *Microcladia* Grev.
? 146. *Haplolegma* Mont.

2. **Cryptonemeae.** Laub zellig, Sphærosporen in der Rinde. Favellidien in der innern Schicht des Laubes, oder an der Basis der Fäden der äussern Schicht, sehr selten in besondern Behältern; innerhalb einer durchsichtigen, häutigen, enge umschliessenden Sporenhülle kleine in einen Knäuel zusammengeballte Körner enthaltend.

a. Gloiocladeæ. Laub cylindrisch oder zusammengedrückt, gallertartig-schlüpfrig; an der Oberfläche mit rosenkranzförmigen, freien oder durch Schleim locker zusammenhängenden Fäden bedeckt, Favellidien in einem Geflecht von umhüllenden Fäden liegend, an der äussern Fläche fast nackt.

147. *Crouania* J. Ag.
148. *Dudresnaya* Bonnem.
149. *Naccaria* Endl.
150. *Gloiocladia* J. Ag.
151. *Gloiopeltis* J. Ag.
152. *Nemalioa* Targ.

b. Nemastomeæ. Laub fleischig-häutig; die peripherischen rosenkranzförmigen Fäden in eine feste Schicht verwachsend. Favellidien in der Schicht der rosenkranzförmigen Fäden, von aussen wenig sichtbar. Sphærosporen zonenförmig getheilt.

153. *Catenella* Grev.
154. *Endocladia* J. A.
155. *Iridaea Bory.*

c. Spongiocarpeæ. Laub fleischig-häutig; die peripherischen Fäden oder Zellen in eine feste Schicht verwachsend, an der fruchttragenden Pflanze in eine schwammige, zuweilen warzenförmige, aus lockern, rosenkranzförmigen Fäden bestehende Schicht auswachsend. Favellidien zwischen den Fäden der schwammigen Schicht und von denselben bedeckt. Sphærosporen kreuzförmig-getheilt.

156. *Furcellaria* Lamour.
157. *Polyides* Ag.
158. *Peyssonellia* Decaisne.
159. *Phyllophora* Grev.
160. *Stenogramma* Harv.
161. *Chondrus* Grev.
162. *Dasyphloea Mont.*

d. Gasterocarpeæ. Laub gallertartig-häutig, die peripherischen Zellen in eine feste Schicht verwachsend. Favellidien von der peripherischen Schicht bedeckt. Sphærosporen (immer?) dreieckig-getheilt.

163. *Dumontia* Lamour.
164. *Halymenia* Ag.
165. *Kallymenia* J. *Ag.*
166. *Ginannia* Mont.

e. Coccocarpeæ. Laub häutig-hornartig, peripherische Zellen oder Fäden in eine dichte Schicht verwachsend. Favellidien unter der äussern Schicht des Laubes in einer halbumgewandelten Fruchthülle liegend, halb vorstehend, und zuletzt durch eine fast regelmässige Mündung sich entleerend. Sphærosporen dreieckig-getheilt.

167. *Cryptonemia J. Ag.*
168. *Gelidium* Lamour.
169. *Suhria* J. Ag.
170. *Grateloupia* Ag.
171. *Gigartina* Lamour.
172. *Chrysymenia* J. Ag.

3. **Lomentarieae.** Laub zellig; Sphærosporen dreieckig-getheilt, zerstreut in den Aestchen. Keramidien äusserlich, innerhalb einer zelligen, an der Spitze regelmässig geöffneten Fruchthülle birnförmige, mit einem verdünnten Ende von der centralen Placenta ausstrahlende, mit einem durchsichtigen Balge umgebene, unter sich freie Körner enthaltend.

173. *Lomentaria* Lyngb.
174. *Champia* Ag.
175. *Laurencia* Lamour.
176. *Asparagopsis* Mont.
177. *Bonnemaisonia* Ag.

4. **Rhodomeleae.** Laub gegliedert oder felderig; Sphærosporen dreieckig-getheilt, in oftmals veränderten, schotenförmigen Aestchen, ein-, zwei-, mehrreihig. Keramidien wie bei 3. *Lomentarieæ.*

178. *Dasya* Ag.
179. *Polysiphonia* Grev.
180. *Heterosiphonia* Mont.
181. *Alsidium* Ag.
182. *Digenea* Ag.
183. *Rhodomela* Ag.
184. *Acanthophora* Lamour.
185. *Dictyomenia* Grev.
186. *Botryocarpa* Grev.
187. *Odonthalia* Lyngb.
188. *Rytiphloea* Ag.
189. *Polyzonia* Suhr.
190. *Leveillea* Decaisne.
191. *Amansia* Lamour.
192. *Heterocladia* Decaisne.

* *Corallineae.*

193. *Corallina* Tourn.
194. *Jania* Lamour.
195. *Amphiroa* Lamour.
196. *Melobesia* Lamour.

* *Anomalophylleae.*

197. *Dictyurus* Bory.
198. *Hemitrema* R. Br.
199. *Claudea* Lamour.

200. *Thaumasia* Ag.

5. **Sphaerococcoideae.** Laub zellig, Sphærosporen in Haufen ohne bestimmte Grenzen über das Laub zerstreut. Coccidien äusserlich, innerhalb einer zeltigen, zuletzt zerrissenen Fruchthülle verkehrt-eiförmige Körner (« Sporen ») enthaltend, welche in den Gliedern von rosenkranzförmigen, von der centralen Placenta auslaufenden Fäden gebildet werden.

201. *Hypnea* Lamour.
202. *Plocaria* Nees.
203. *Rhodomenia* Grev.
204. *Sphaerococcus* Grev.

6. **Delesserieae.** Laub zellig; Sphærosporen in bestimmt begrenzten Häufchen, oder in besondern Sporenblättern. Coccidien wie in 5. *Sphærococcoideæ.*

205 *Plocamium* Grev.
206. *Thamnophora* Ag.
207. *Aglaophyllum* Mont.
208. *Hymenena* Grev.
209. *Delesseria* Lamour.
210. *Solieria* J. Ag.
211. *Acropeltis Mont.*

? 212 *Hydropuntia* Mont.

ANORDNUNG DER GATTUNGEN NACH KÜTZING.

A. ISOCARPEÆ.

Meist grün oder olivenfarbig (sehr selten farblos oder purpurn), mit einerlei Früchten bei derselben Art; Samen olivenbraun.

I. ISOCARPEÆ GYMNOSPERMEÆ. Samen an der Oberfläche oder im Gewebe des Tangkörpers, ohne eine zeltige Fruchthülle.

A. **EREMOSPERMEÆ.** Samen oberflächlich, einzeln stehend.

a. **Mycophyceae.** Meist farblos, selten gefärbt, pilzartig.

1. Cryptococceæ. Formlos; Kügelchen schleimig, sehr klein, ohne Ordnung in eine Schicht vereinigt.

Cryptococcus. Ulvina. Sphærotilus.

2. Leptomiteæ. Trichomatisch, farblos (zarte, gegliederte Fäden).

Hyrocrocis. Sirocrocis. Leptomitus. Mycothamnion. Chamænema. Nemalococcus. Chionyphe.

3. Saprolegnieæ. Cœlomatisch, farblos (ungegliederte Schlauchfäden).
Saprolegnia. Mycocœlium.

4. Phæonemeæ. Trichomatisch, braun (gegliederte oder ungegliederte Fäden).
Stereonema. Phœonema.

b. **Chamaephyceae.** Meist klein, mikroskopisch, grün (selten purpurn), einzeln oder in ein formloses Lager vereinigt, sehr selten fadenförmig.

5. Desmidieæ. Zierlich gestaltet, aus symmetrisch geordneten Zellen zusammengesetzt.
Closterium. Microtheca. Pentasterias. Euastrum. Xanthidium. Staurastrum. Crucigenia. Merismopædia. Scenodesmus. Tessarthra. Micrasterias. Sphærastrum. Gomphosphæria. Desmidium. Didymoprium. (Trochiscia. Tetraëdron. Pithiscus. Staurocerus. Phycastrum. Grammatonema. Hyalotheca. Bambusina. Isthmosira. Eucampia. Geminella. Pediastrum. Rhaphidium. Sorastrum. [1])

6. Palmelleæ. Formlos, gallertartig; Zellen rund, ohne Ordnung vereinigt.
Protococcus. Microhalon. Botryocystis. Microcystis. Botrydina. Polycoccus. Palmella. Inoderma. Coccochloris. Clœocapsa. Tetraspora. Palmoglœa. (Trichodictyon.)

7. Hydrococceæ. Bestimmt-geformt, gallertartig; Zellen rund, in Linien geordnet.
Actinococcus. Entophysalis. Hydrococcus. Hydrurus. Helminthonema. (Palmodictyon.)

c. **Tiloblasteae.** Faserig (trichomatisch), zellig.

1. **GLOEOSIPHEÆ.** Wurzellos, perenchymatisch oder epenchymatisch.

α. ASEMOSPERMEÆ. Samen unbekannt.

8. Oscillarieæ. Fäden schnell und durch spiralige Bewegung wachsend; von gemeinschaftlichem Schleim oder einer geöffneten, sehr zarten Scheide eingehüllt, in ein unbestimmt-begrenztes, schleimiges Lager vereinigt; Glieder sehr kurz, scheibenförmig.
Spirulina. Oscillaria. Actinocephalus. Phormidium. Hydrocoleum. Chthonoblastus.

9. Leptotricheæ. Fäden ohne Bewegung, von gemeinschaftlichem Schleime oder einer Scheide eingehüllt, in ein meist unbestimmt-begrenztes Lager vereinigt; Glieder kaum sichtbar, meist zusammenfliessend.
Leptothrix. Asterothrix. Symphyothrix. Synploca. Dictyothrix. Entothrix. Inactis.

[1]) Die in Klammern eingeschlossenen Gattungen sind aus der Phycologia germanica von *Kützing* entnommen; sie sind theilweise synonym mit den andern.

β. MESOSPERMEÆ. Samen zwischen den Zellen der Fäden.

10. Limnochlideæ. Fäden röhrig, seitlich verwachsen.
Limnochlide.

11. Nostoceæ. Fäden rosenkranzförmig, oft zu einem Phycom vereinigt.
Nostoc. Hormosiphon. Anabæna. Sphærozyga. Cylindrospermum. Spermosira. Nodularia.

12. Scytonemeæ. Fäden gegliedert, bescheidet; Glieder sehr kurz, oder kugelig
Drilosiphon. Scytonema. Synchaeta. Symphyosiphon Sirosiphon. (Arthrosiphon.)

γ. PARASPERMEÆ. Samen seitlich.

13. Lyngbyeæ. Fäden bescheidet, einfach.
Siphoderma. Amphithrix. Leibleinia. Lyngbya. Blennothrix.

14. Calothricheæ. Fäden bescheidet, äslig.
Tolypothrix. Calothrix. Hypheothrix. Schizothrix. Schizodictyon. Dictyonema.

δ. HYPOSPERMEÆ. Samen am Grunde des Fadens.

15. Masticrotricheæ. Fäden frei.
Merizomyria. Mastichothrix. Mastichonema. Schizosiphon. Geocyclus.

16. Rivularieæ. Fäden strahlig, in ein bestimmt-geformtes Phycom vereinigt.
Physactis. Heteractis. Charlaractis. Ainactis. Limnactis. Rivularia. Dasyactis. Euactis. (Diplotrichia. Inomeria.)

2. **DERMATOSIPHEÆ.** Wurzelnd, parenchymatisch.

α. ENDOSPERMEÆ. Samen zwischenständig, in den Zellen eingeschlossen.

17. Hormidieæ. Gliederfäden schleimig oder gallertartig, aus einkernigen, einfachen oder längsgetheilten Vollzellen gebildet.
Hormidium. Goniotrichum. Allogonium. Glœotila. Schizogonium. Schizomeris. Bangia.

18. Ulotricheæ. Gliederfäden schleimig, sehr zart, aus Hohlzellen gebildet; gonimische Substanz in Querbinden geordnet, zuletzt durch meist vierfache Theilung zu Scheinsamen sich entwickelnd.
Ulothrix. Stygeoclonium.

19. Confervеæ. Gliederfäden niemals copulirt, aus Hohlzellen gebildet; gonimische Substanz ausgebreitet oder in deutliche Figuren vertheilt.
Oedogonium. Psichohormium. Conferva. Spongopsis. Rhizoclonium. Sphæroplea. Cladophora. Crenacantha. Aegagropila. Spongomorpha. Periplegmatium. Pilinia. Fischeria. (Chætomorpha. Hormotrichum. Bulbochæte.)

20. Zygnemeæ. Gliederfäden zuletzt copulirt; gonimische Substanz ausgebreitet oder in deutliche Figuren vertheilt.
Mougeotia. Sirogonium. Staurospermum. Spirogyra. Zygnema. Zygogonium.

21. Hydrodictyeæ. Phycom netzförmig, aus lebendig gebährenden, schlauchförmigen Zellen zusammengesetzt.
Hydrodictyon.

β. ECTOSPERMEÆ. Samen seitlich oder endständig.

22. Protonemeæ. An der Luft wachsend; Gliederfäden mit langen Wurzeln, aus Hohlzellen gebildet; Samen endständig oder seitlich.
Gongrosira. Protonema. Chlorotylium.

23. Chantransieæ. Angewachsen (mit einer kleinen Wurzelscheibe); Gliederfäden in Polster vereinigt; Samen seitlich.
Chroolepus. Chantransia.

24. Draparnaldieæ. Gallertartig, schlüpfrig; Gliederfäden verschieden gestaltet, sehr ästig; Samen seitlich.
Draparnaldia.

25. Ectocarpeæ. Meerbewohnend; Gliederfäden aus Hohlzellen gebildet; Samen und Spermatoidien seitlich.
Ectocarpus. (Corticularia. Spongomorpha.)

26. Sphacelarieæ. Meerbewohnend; Phycom fadenförmig, gegliedert, nackt oder deutlich-berindet, innerhalb aus geordneten, längsgetheilten Zellen bestehend; Samen seitlich.
Sphacelaria. Halopteris. Stypocauton. Ballia. Chætopteris. Cladostephus. (Myriotrichia.)

d. **Dermatoblasteae.** Häutig (phyllomatisch), zellig.

27. Ulvaceæ. Blattartig, aus einer einzigen Zellschicht bestehend.
Phyllactidium. Protoderma. Prasiola. Ulva. (Desmotrichum.)

28. Phycoserideæ. Blattartig, aus mehreren Zellschichten bestehend.
Phycoseris. Diplostromium. Phycolapathum.

29. Enteromorpheæ. Häutig-röhrig.
Enteromorpha. Chlorosiphon. Stictyosiphon. Dictyosiphon.

e. **Cœloblasteae.** Schlauchförmig (cœlomatisch).

30. Vaucherieæ. Ein einziger, wurzelnder, ungegliederter, blasenförmiger oder röhrenförmiger, einfacher oder ästiger Schlauch; Samen seitlich.
Botrydium. Vaucheria. Bryopsis. Valonia.

31. Caulerpeæ. Wurzelnd und kriechend; Schlauch sehr zähe, einfach oder ästig oder gefiedert, mit locker-verwobenen Fasern erfüllt.
Caulerpa.

32. Codieæ. Verlängerte, freie und ästige Schläuche in ein berindetes oder nacktes Phycom locker vereinigt; Samen einzeln, seitlich an den Schläuchen.
Codium. Rhipozonium. Halimeda. Corallocephalus. Rhipocephalus.

33. Anadyomeneæ. Blattartig, fächerförmig, geadert, gestielt; der Stiel aus mehreren parallelen Längsschläuchen, der Blattkörper aus radienförmig und fächerförmig geordneten Schlauchzellen bestehend.
Anadyomene.

34. Polyphyseæ. Gestielt, verkalkt, der Stiel ein einfacher Gliederfaden, an der Basis in röhrige Wurzeln getheilt, an der Spitze mit einer Krone von schlauchförmigen, strahlig-gestellten, samentragenden Zellen versehen. Samen kugelig, zahlreich, eingeschlossen.
Polyphysa. Acetabularia.

35. Dasycladeæ. Schlauchförmig, ästig, Aeste schlauchig, oft trichotomisch, am Grunde eingelenkt. Samen einzeln, äusserlich, an den Aesten.
Cymopolia. Dasycladus. Ascothamnion.

36. Chareæ. Fadenförmig, spiralig-gestreift, mit quirlförmigen fruchttragenden Aesten. 1) Nackfrüchte (Samen) mit Stärkemehl gefüllt, mit doppelter Samenhülle; die innere membranartig, hart und brüchig; äussere aus fünf spiralig-gedrehten Röhrchen bestehend. 2) Scheinfrüchte zinnoberroth, berindet (mit 8 dreieckigen, plattgedrückten, am Umfange eingeschlitzten Zellen), mit einem Knäuel von farblosen Gliederfäden gefüllt, welche von einem Haufen grösserer centraler Zellen ausgehen.
Nitella. Charopsis. Chara.

B. **CRYPTOSPERMEAE.** Samen in der Rinden- oder Markschicht eingesenkt.

37. Lemanieæ. Etwas lederartig; Phycom aus 3 Schichten gebildet; die Markschicht aus lockern Gliederfäden, die Zwischenschicht aus grössern, blasigen, locker verbundenen Hohlzellen, die Rindenschicht aus kleinern, dicht verbundenen Vollzellen zusammengesetzt. Samen aus den Markzellen entstehend.
Thermocœlium. Lemania. Halysium.

38. Chætophoreæ. Gallertartig, Phycom unberindet, aus ästigen Gliederfäden zusammengesetzt; Samen an den äussern Fäden seitlich, einzeln.
Chætophora. Chætoderma (Cruoria). Thorea.

39. Batrachospermeæ. Gallertartig, rosenkranzförmig; Phycom aus einem berindeten, centralen Gliederfaden und quirlförmig gehäuften, ästigen Fäden bestehend. Samen kugelig, in Knäuel vereinigt, zwischen den Quirlfäden.
Batrachospermum.

40. Liagoreæ. An den Spitzen gallertartig, unten verkalkt, Phycom fadenförmig, ästig, aus 2 Schichten bestehend; die Markschicht locker parenchyma-

tisch, die Rindenschicht aus dicholomischen Gliederfäden gebildet. Samen länglich-birnförmig, geknäuelt, mit Nebenfäden versehen, zwischen den Rindenfäden.

Liagora.

41. Mesogloeaceæ. Gallertartig, Phycom aus zwei Schichten bestehend, die centrale locker, parenchymatisch, die Rindenschicht aus strahlenden Gliederfäden gebildet. Samen einzeln, am Grunde der Rindenfäden.

Cladosiphon. Myriactis. Phycophila. Corynophlæa. Coryncphora. Mesoglœa. Chorduria. (Myrionema, Elachista.)

C. **PYCNOSPERMEAE.** Samen oberflächlich, in Häufchen vereinigt.

42. Chordeæ. Röhrig; die innere Schicht aus verlängerten, zu Längsfasern vereinigten Zellen, die Rindenschicht aus kleinern Vollzellen gebildet; Samen dicht-gedrängt, mit Nebenfäden versehen.

Chorda. Spermatochnus. Halorhiza.

43. Encoelieæ. Röhrig oder sackförmig; die innere Schicht aus runden Zellen, die Rindenschicht aus kleinen Vollzellen gebildet; Samen in bestimmte Häufchen dicht vereinigt, mit Nebenfäden umgeben.

Encœlium. Halodictyon. Striaria.

44. Dictyoteæ. Flach oder blattartig, gestielt, mehrschichtig; die Rindenschicht aus kleinern dunklern Zellen gebildet; Samen in Häufchen (selten zerstreut), mit Nebenfäden versehen; Spermatoidien gehäuft, elliptisch, an ästigen Nebenfäden sitzend.

Dichophyllium. Cutleria. Stæchospermum. Spatoglossum. Haloglossum. Halyseris. Stypopodium. Phycopteris. Zonaria. Phyllitis. (Stiftia.)

45. Sporochneæ. Flach oder fadenförmig, solid, aus einem centralen Strange und zwei besondern Schichten bestehend. Samen in einen Fruchtkörper dicht-vereinigt, mit zahlreichen Nebenfäden versehen.

Sporochnus. Carpomitra. Desmarestia. Arthrocladia.

46. Laminarieæ. Blattartig und gestielt, oder mit beblättertem Stengel; Samen oberflächlich, in formlose Flecken dicht-vereinigt. (Scheinsamen oberflächlich oder unter der Rinde; Blätter am Grunde oft eine Luftblase enthaltend: ästige, berindete Stammwurzel).

Phlœorhiza. Laminaria. Hafgygia. Phycocastanum. Alaria. Costeria. Agarum. Thalassiophyllum. Lessonia. Macrocystis. Nereocystis.

II. ISOCARPEÆ ANGIOSPERMEÆ. Samen in einer zelligen Fruchthülle eingeschlossen. (Lederartig, ungegliedert.)

47. Fuceæ. Nicht in Stengel und Blätter geschieden; die Hüllenfrüchte durch die ganze Rinde zerstreut, oder in besondere Fruchtäste vereinigt, Nebensamen auf strauchartigen Nebenfäden. (Luftblasen eingesenkt.)

Splachnidium. Durvillæa. Hormosira. Ecklonia. Himanthalia. Fucus. Carpoglossum. Physocaulon. (Ozothallia.) Scytothalia. Phyllospora. Sirococcus.

48. Cystosireæ. Meist beblätterte Stengel; Blätter getheilt, an der Spitze genäherte Hüllenfrüchte enthaltend, oder in besondere Fruchtkörper anschwellend (unterwärts oft zu Luftblasen aufgetrieben); Nebensamen dicht zu Trauben vereinigt.

Treptacantha. Halerica. Phyllacantha. Cystosira. Hormophysa. Halidrys. Pycnophycus.

49. Sargasseæ. Beblätterte Stengel (sehr selten blattlos); Fruchtkörper gesondert (nicht mit den Blättern verwachsen), traubenförmig oder ästig, achselständig; Nebensamen fast sitzend, gebüschelt, mit kleinen Nebenfäden gemischt (Luftblasen seitlich, gestielt).

Pterocaulon. Sargassum. Turbinaria. Carpophyllum. Phycobotrys.

50. Halochloæ. Beblätterte Stengel (sehr selten blattlos); Fruchtkörper gesondert (nicht mit den Blättern verwachsen), einzeln, gestielt, seitlich an der Spitze der Aeste; Nebenfäden traubig (Luftblasen seitlich).

Blossevillea. Spongocarpus. Halochloa. Myagropsis. Carpacanthus. Sirophysalis. Coccophora. Scaberia. Carpodesmia.

B. HETEROCARPEÆ.

Purpurn oder rosenfarbig; Früchte diöcistisch: 1) Capselfrüchte viele Samen, 2) Vierlingsfrüchte 4 Sämlinge enthaltend.

III. HETEROCARPEÆ PARACARPEÆ. Vierlingsfrüchte ausserhalb oder zwischen den Rindenzellen liegend (nicht in besondern Fächern).

A. **Trichoblasteae.** Ein (oft berindeter) Gliederfaden; Capselfrüchte ausserhalb, mit einer häutigen, gallertartigen Fruchthülle; Samen kugelig, dicht zusammengeballt (kein Samenboden).

51. Callithamnieæ. Haarförmig, gegliedert, nackt oder berindet; Vierlingsfrüchte ausserhalb an den unberindeten Zweigen.

Callithamnion. Griffithsia. Halurus. Phlebothamnion. Wrangelia. Spyridia. Ptilota. (Cœlodictyon. Dudresnaya.)

52. Ceramieæ. Fadenförmig, ununterbrochen — oder unterbrochen — berindet; Vierlingsfrüchte aus den Zellen der Rindenschicht entstehend.

Hormoceras. Gongroceras. Echinoceras. Acanthoceras. Ceramium. Centroceras. Microcladia.

B. **Epiblasteæ.** Phycom aufwüchsig, hautartig oder fadenförmig; Capselfrüchte eingesenkt oder ausserhalb, endständig, mit zelliger Fruchthülle; Samen verlängert (Samenboden fast mangelnd).

53. Porphyreæ. Blattartig, aus regelmässig geordneten Vollzellen gebildet; Vierlingsfrüchte Doppelzwillinge.

Porphyra. Hildenbrandtia. Peyssonelia.

54. Spongiteæ. Eine oft geschichtete, aus Vollzellen gebildete, durch Kalk versteinerte Kruste; Capselfrüchte eingesenkt.
Hapalidium. Pneophyllum. Melobesia. Spongites.

55. Corallineæ. Durch Kalk versteinert, sehr brüchig, fadenförmig, ästig, durch die Unterbrechungen der Rindenschicht gegliedert; Capselfrüchte mit einer Oeffnung versehen.
Amphiroa. Corallina. Iania.

C. **Periblasteæ.** Perigenetisch oder amphigenetisch, fadenförmig oder blattartig; Capselfrüchte eingesenkt oder ausserhalb; Samen kugelig, an einem besondern Samenboden befestigt.

56. Gymnophlæaceæ. Gallertartig, schlüpfrig, ohne besondere Ueberhaut; Markfäden der Länge nach parallel; Rindenfäden gleichlang, horizontal abgehend; Capselfrüchte in der Rinde eingesenkt, aus geknäuelten, mit einer gemeinsamen Gallerthülle umgebenen Samen bestehend.
Gymnophlæa. Helminthora. Naccaria.

57. Chætangieæ. Knorpelig (perenchymatisch); Vierlingsfrüchte in Behältern unter der Rinde, mit Nebenfäden versehen; Capselfrüchte eingesenkt, mit wandständigen, zwischen Nebenfäden sitzenden Samen.
Chætangium. Thamnoclonium. Sarcophycus.

58. Halymenieæ. Gallertartig, schlüpfrig; mit sehr weicher Ueberhaut; Bau wie 56 *Gymnophlæaceæ*; Capselfrüchte eingesenkt, etwas hervorstehend, mit einer Oeffnung und einer besondern, faserigen Fruchthülle versehen; Samen auf einem baumartigen Träger gehäuft; Vierlingsfrüchte eingesenkt, in Doppelzwillingen.
Myelomium. Halymenia. Dumontia. Halarachnion. Catenella. (Ginnania.)

59. Caulacantheæ. Gallertartig-knorpelig, fadenförmig, ästig; Fäden der Pericentralschicht von einer einfachen Achse ausgehend; Vierlingsfrüchte eingesenkt oder ausserhalb, in Reihen, Doppelzwillinge; Capselfrüchte ausserhalb.
Caulacanthus. Acanthobolus.

60. Gigartineæ. Knorpelartig, fadenförmig oder blattartig; Structur faserig; Capselfrüchte mit kugeligen Samen an einem netzartig verwobenen Samenträger; Vierlingsfrüchte unter der Rinde in Haufen, Doppelzwillinge.
Iridæa. Chondrodictyon. Grateloupia. Mastocarpus. Chondrus. Chondracanthus. (Chondroclonium.) Euhymenia. Constantinea. Callophyllis. Sarcophyllis. Solieria. Furcellaria. Gigartina. (Gloiocladia.)

61. Rhynchococceæ. Knorpelartig, fadenförmig oder blattartig; Capselfrüchte ausserhalb; Samen zweitheilig, langgestielt, strahlenförmig an dem centralen Samenträger angeheftet; Vierlingsfrüchte im Phycom zerstreut, vierjochig.
Rhynchococcus. Calliblepharis.

62. Cystoclonieæ. Knorpelartig, fadenförmig; Capselfrüchte eingesenkt; Samen eckig-kugelig zwischen einem netzartig verwobenen Samenboden; Vierlingsfrüchte in bestimmten Fruchtästen, vierjochig.
Cystoclonium. Hypnophycus.

63. Gelidieæ. Knorpelartig, fiederig-ästig. Capselfrüchte ausserhalb, mit sehr kleinen kugeligen Samen. Vierlingsfrüchte in besondern Fruchtästen, Doppelzwillinge.
Acrocarpus. Echinocaulon. Gelidium. Ctenodus.

64. Sphærococceæ. Knorpelartig, fadenförmig oder hautartig. Capselfrüchte ausserhalb, mit kugeligen oder elliptischen, dem centralen Samenboden angehefteten Samen; Vierlingsfrüchte in der Rinde, meist gehäuft.
Bowiesia. Sphærococcus. Trematocarpus.

65. Tylocarpeæ. Knorpelartig, fadenförmig oder blattartig, innen parenchymatisch; Vierlingsfrüchte in Reihen, zu einem Kettenpolster vereinigt.
Tylocarpus. Oncotylus. Pachycarpus. Phyllotylus. Coccotylus. Phyllophora. Acanthotylus.

IV. HETEROCARPEÆ CHORISTOCARPEÆ. Vierlingsfrüchte (nie ausserhalb), in besondern Fächern der Rindenschicht eingeschlossen.

A. **Axonoblasteæ.** Fadenförmig (nicht hohl), oft mit gegliederten, fruchttragenden Aestchen besetzt; Capselfrüchte mit verlängerten, birnförmigen, gebüschelten Samen, ohne Samenboden; deutliche Spermatoidien; keine Nebensamen.

66. Dasyeæ. Gallertartig, schlüpfrig; Hauptfaden berindet, mit zarten Gliederfäden bedeckt; Fruchtäste gegliedert, mit quirlständigen Vierlingsfrüchten.
Dasya. Eupogonium. Trichothamnion. (Eupogodon.)

67. Polysiphonieæ. Gegliedert; Aeste gegliedert, vielröhrig, an der Spitze mit einem Büschel von Gliederfäden versehen; Fruchtäste gegliedert.
Polysiphonia. Helicothamnion. Halopithys. Digenea. Bryothamnion. Physcophora. Alsidium.

68. Chondrieæ. Knorpelartig, ungegliedert; Aeste und Fruchtäste ungegliedert (bisweilen an der Spitze mit einem Büschel von Gliederfäden).
Lophura. Carpocaulon. Chondria. Acanthophora.

B. **Cœloblasteæ.** Meist fadenförmig, röhrig, selten sackartig; Capselfrüchte mit rundlichen, zuerst an einem baumartigen Samenträger befestigten Samen; Nebensamen zwischen den Samen gehäuft; keine Spermatoidien.

69. Chondrosipheæ. Röhrenförmig, ohne innere Scheidewände.
Bonnemaisonia. Chondrothamnion. Chondrosiphon. Halosaccion.

70. Champieæ. Hohl, durch zellige Scheidewände in Fächer getheilt.
Champia. Lomentaria. Gastroclonium.

C. **Platynoblasteæ.** Blattartig, gestielt; Capselfrüchte mit runden, an dem Samenboden befestigten Samen; deutliche Spermatoidien oder traubig-gehäufte Nebensamen.

71. Delesserieæ. Blattartig, berindet, parenchymatisch; Zellen an der Oberfläche ohne Ordnung; Vierlingsfrüchte in blattartigen Fruchtästen oder im Blattkörper, Doppelzwillinge.

Aeglophyllum. Schyzoglossum. Inochorion. Cryptopleura. Phycodrys. Hypoglossum. Delesseria. (Rhizophyllis).

72. Botryocarpeæ. Blattartig, berindet, epenchymatisch oder perenchymatisch; Zellen an der Oberfläche ohne Ordnung; Vierlingsfrüchte in blattartigen Fruchtästen, Doppelzwillinge.

Neuroglossum. Botryocarpa.

73. Amansieæ. Blattartig, gefiedert, unberindet; Zellen in parallele, gebogene Zonen geordnet; Vierlingsfrüchte in kleinen blattartigen oder fadenförmigen Fruchtästen, Doppelzwillinge.

Polyzonia. Amansia.

74. Rytiphlæaceæ. Platt, gefiedert, berindet; innere Zellen in parallelen Querzonen; Vierlingsfrüchte in den Fiederblättchen oder in besondern Fruchtästen, Doppelzwillinge.

Rytiphlæa. Dictyomenia.

75. Carporlepharideæ. Platt, fiederspaltig, berindet; innere Zellen der Länge nach an einander gereihet; Vierlingsfrüchte in besondern, wimperartigen Fruchtästen, Doppelzwillinge.

Carpoblepharis. Odonthalia.

76. Plocamieæ. Aestig, gefiedert berindet; innere Zellen grösser, der Länge nach an einander gereiht; Vierlingsfrüchte in besondern Fruchtästen vierjochig.

Plocamium. Thamnocarpus. Thamnophora,

77. Claudieæ. Gefiedert, netzförmig; Vierlingsfrüchte in den Fiedern, Doppelzwillinge.

Claudea.

VERSUCH ZUR BEGRÜNDUNG EINES EIGENEN SYSTEMS DER ALGEN UND FLORIDEEN.

A. ALGÆ.

(*Diatomaceæ*, *Chlorospermeæ* et *Melanospermeæ* Harvey. — *Zoospermeæ* et *Fucoideæ* J. Agardh. — *Zoosporeæ*, *Synsporeæ* et *Aplosporeæ* Decaisne. — *Confervaceæ* et *Phyceæ* Endlicher. — *Algæ isocarpeæ* Kützing.)

Zelleninhalt theilweise aus Stärkekörnern und Farbbläschen bestehend; keine Urzeugung; Fortpflanzung geschlechtslos, durch Keimzellen.

Diess sind die einzigen Merkmale, welche den *Algen* als solchen gemeinsam sind und welche sie zugleich von allen übrigen Pflanzen unterscheiden; namentlich von den *Pilzen*, *Florideen*, *Moosen* u. s. w. Dabei ist aber sogleich zu bemerken, dass nach dieser Definition auch die Flechten einen Theil der Algen ausmachen.

Bisher sind immer die *Florideen* (Rhodospermeen, Choristosporeen, Heterocarpeen) mit den eigentlichen Algen in Eine Gruppe zusammen gestellt worden. Es war diese Gruppe eine höchst unnatürliche, weil sie die verwandten Flechten ausschloss, und dagegen die ganz abweichenden Florideen aufnahm Diese un-

natürliche Vereinigung machte es bis jetzt unmöglich, für die Algen eine gute Definition festzustellen. Indem ich nun die bisherige Classe der Algen in zwei Classen theile, will ich der einen den alten Namen *Algen* lassen, der andern den gewohnten Namen *Florideen*, den sie schon als Unterabtheilung der frühern Algen besass, beilegen, indem ich zeigen werde, dass die Florideen keine Algen sind.

Die Algen unterscheiden sich von den *Pilzen* durch die Natur des Zelleninhaltes. Bei den Pilzen ist nach *Vogel* (1) keine Stärke vorhanden. Ich habe bei vielen Untersuchungen ebenfalls keine angetroffen (2). Den Pilzen mangeln ferner nach meinen Beobachtungen die Chlorophyllbläschen (Chlorophyllkörner) und andere Farbbläschen (3) (gefärbte Zellsaftkügelchen). Bei den Algen dagegen ist wahrscheinlich keine einzige Zelle, welche nicht zu irgend einer Zeit ihrer Lebensperiode Stärkekörner und Clorophyllbläschen oder andere Farbbläschen enthielte.

Die Algen unterscheiden sich ferner von den *Pilzen* durch ihre Entstehungsweise und ihre Lebensart. Die Algen entstehen nur aus Samen. Die Pilze entstehen ebenfalls aus Samen, sie können aber auch durch Urzeugung aus der Zersetzung von organischen Stoffen hervorgehen. Dieser Ausspruch wird zwar von zwei Seiten Anfechtungen erleiden, 1) von denen, welche die Generatio spontanea sowohl bei Algen als bei Pilzen annehmen, 2) von denen, welche dieselbe sowohl bei Pilzen als bei Algen verwerfen. *Kützing* (4) behauptet, dass die einfachern Algen (nämlich die gallertartigen, fadenförmigen, schlauchartigen und einfachen hautartigen) nicht bloss aus Samen, sondern auch durch Urbildung erzeugt werden. Die Thatsachen aber, welche als Beweis angeführt werden, sind noch lange nicht so, dass sie die Annahme nothwendig forderten; sie können eben so gut auf die eine wie auf die andere Art gedeutet werden. Man könnte versucht sein, die Urzeugung bei den Algen wegen der Analogie der Pilze an-

(1) Linnæa, 1841, pag. 65.

(2) Dagegen wollen *Schlossberger* und *Dæpping* (Ann. d. Chem. und Pharm. L. II. 106 — 120) einzelne Stärkekörner gefunden haben.

(3) Vergl. über diesen Ausdruck *Schleiden* und *Nægeli*'s Zeitschrift für wiss. Bot., Heft 3, p. 110.

(4) Phycologia generat., pag. 129.

zunehmen, weil beide Classen Pflanzen der gleichen Organisationsstufen enthalten. Ich würde dieser Analogie unbedingt beistimmen, wenn die Erscheinungen bei der Entstehung und die Lebensweise bei Algen und Pilzen die gleichen wären. Sie sind aber total verschieden. Wenn Algen irgendwo entstehen, so geschieht es nie in einem ganz abgeschlossenen Raume; es geschieht ferner so, dass sie anfangs in kleiner Menge auftreten, und dass ihre steigende Zunahme aus der Fortpflanzung erklärt werden kann; es geschieht endlich in einem Medium, das häufig bloss aus Wasser mit gelöster Kohlensäure, Ammoniak und Salzen besteht, und gewöhnlich keine unzersetzten organischen Stoffe enthält. Die Pilze dagegen entstehen häufig an ganz abgeschlossenen Stellen; ferner zugleich in einer Menge, welche durch die Fortpflanzung nicht wohl erklärt werden kann; endlich in Medien, welche organische Stoffe in Zersetzung, also auch noch unzersetztes Gummi und Eiweiss, die nothwendigen Bedingungen für organische Neubildung enthalten. Es ist somit klar, dass, wenn auch die Urzeugung für die Pilze erwiesen wird, eine Uebertragung derselben auf die Algen durch Analogie nicht gestattet werden kann.

Die Generatio spontanea der Pilze wird von vielen bestritten. Es ist zwar nicht zu läugnen, dass sie sehr häufig aus Samen entstehen. Es giebt aber neben vielen Fällen, wo die Urzeugung im höchsten Grade wahrscheinlich, einige, wo sie sicher vorhanden ist. Zu den letztern gehören diejenigen Fälle, wo die Pilze in verschlossenen Räumen entstehen, so dass keine Samen hinein gelangen konnten. Ich verweise hiebei auf die Pilzbildungen, die ich innerhalb geschlossener Zellen beobachtete ([1]). *Rœstelia* entwickelt sich tief im unverletzten Gewebe des Blattes. In *Bremia Lactucæ* (Regel[2]) fand ich die Sporidien des Pilzes grösser als die Oeffnung der Hautdrüsen, aus denen der Pilz hervorwächst. Aus diesen und andern Thatsachen schliesse ich, dass die Pilze durch Urzeugung entstehen können.

Zu dem Unterschiede, dass die Algen bloss aus Samen, die Pilze dagegen sowohl aus Samen als durch Urzeugung aus organischen Substanzen sich bilden,

([1]) Linnæa, 1842, pag. 278, tab. XI.
([2]) Botanische Zeitung von *Mohl* und *Schlechtendal*, 1843, pag. 665.

gesellt sich ein analoger Unterschied in der Lebensart. Die Algen leben in feuchter Luft oder in klarem Wasser, meist auf unorganischen oder auf lebenden organischen Unterlagen; sie nehmen höchst wahrscheinlich keine andern Nahrungsstoffe als Wasser, Kohlensäure, Ammoniak und Salze auf. Die Algen verhalten sich also vollkommen gleich wie fast alle übrigen Pflanzen. Die Pilze bedürfen zu ihrer Unterlage gewöhnlich organische Substanzen, welche in Gährung, Fäulniss, Verwesung sind; sie ernähren sich ohne Zweifel nicht bloss aus unorganischen, sondern auch aus löslichen organischen Stoffen.

Wenn nach den oben angegebenen Merkmalen consequent *Algen* und *Pilze* geschieden werden, so müssen aus der Classe der Algen mehrere Gattungen wegfallen, welche früher als Wasserpflanzen dahin gebracht, und neulich von *Kützing* in der Phycologie wieder aufgezählt wurden. Als Wasserpilze, und nicht als Algen, müssen betrachtet werden, z. B. die Gattungen *Hygrocrocis*, *Leptomitus*, *Achlya*, die Gährungspilze, und wahrscheinlich alle, welche *Kützing* in der Abtheilung *Mycophyceæ* aufführt. Zu den Pilzen gehört ebenfalls die Gattung *Chroolepus*, welche von *Kützing* zu der Familie der *Chantransieæ* gestellt wird.

Von allen übrigen Pflanzen unterscheiden sich die Algen dadurch, dass sie geschlechtslos sind, und dass somit zur Fortpflanzung nicht zweierlei Organe erfordert werden. Während bei Florideen und Moosen die Fortpflanzungszellen oder die Sporen durch männliche Samenzellchen befruchtet worden sind, so sind die Fortpflanzungszellen der Algen ohne weiteres keimfähig. Ich nenne sie desshalb zum Unterschiede von den Sporen *Keimzellen*. — Ich muss hier aber ausdrücklich bemerken, dass Geschlechtsdifferenz und doppelte Fructification, welche Begriffe bei den Cryptogamen so häufig verwechselt wurden, durchaus nicht synonym sind. Dass die *Florideen* doppelte Fructificationsorgane besitzen, desswegen sind sie nicht geschlechtlich, sondern desswegen, weil ausser diesen beiden Fructificationsorganen, von denen das eine weiblich ist, noch männliche Geschlechtsorgane vorhanden sind. Wenn es Algen gibt, welche sich auf doppelte Art fortpflanzen, so ist damit keineswegs ihre Geschlechtsdifferenz nachgewiesen. Ich glaube, dass dieser Umstand von denen, welche bisher männliche und weibliche Fortpflanzungsorgane bei den Algen angenommen haben, zu wenig berücksichtigt wurde. Männliche Organe da anzunehmen, wo sie allenfalls vorhanden sein könnten,

wie in den Nebenfäden, — oder bei einer Art, welche zweierlei Arten von Zellen besitzt, von denen man sich keine Rechenschaft geben kann, — oder bei Pflanzen, wo ausser den eigentlichen Fortpflanzungszellen noch kleinere bewegliche Zellen oder scheinbare Körner vorkommen : das darf in der jetzigen Zeit nicht mehr geschehen. Entweder müssen die Samenfäden oder eine mit den Antheridien der höhern Cryptogamen im Wesentlichen übereinstimmende Structur der Organe nachgewiesen werden. — Wenn aber *Kützing* « die Differenzen in der Fruchtbildung allerdings für *Andeutungen* der Geschlechtsorgane, so weit man dieselben bei Cryptogamen überhaupt annehmen kann, wenn sie auch für die wirkliche Fortpflanzung der Algenspecies als befruchtende Organe keine weitere Bedeutung haben sollten » erklärt, so ist mir diese Erklärung unverständlich. Entweder besitzt eine Pflanze die Möglichkeit, ein Organ zu erzeugen, oder sie besitzt diese Möglichkeit nicht. Im erstern Falle entwickelt sich das Organ unter günstigen Verhältnissen immer, im zweiten nie. Die Entwicklung kann aber im ersten Falle unter ungünstigen Verhältnissen auf jeder Stufe stehen bleiben. In diesem Falle sind bloss Andeutungen vorhanden, aber Andeutungen von einem Organ, welches der Pflanze begriffsmässig angehört. Andeutungen von Organen, die erst bei höhern Organismen in ihrem vollen Begriffe auftreten sollen, sind gewiss in der Natur nirgends vorhanden, denn dieselbe stellt auf jeder ihrer Entwicklungsstufen ein vollständiges und für sich abgeschlossenes Ganze dar. — Wenn aber auch die Natur überall bloss vollkommene Begriffe entwickelt, so schreitet dagegen die menschliche Erkenntniss, bis sie zu diesen Begriffen gelangt, durch eine Reihe von « Andeutungen » guter Beobachtungen und richtiger Beurtheilungen fort; aber die eigenen Schwächen sollen wir nicht der Natur aufbürden.

Ich habe für alle Fortpflanzungszellen der Algen die Benennung Keimzellen, im Gegensatz zu den Sporen, vorgeschlagen. Es ist möglich und sogar wahrscheinlich, das die Keimzellen der Algen einmal verschiedene Namen erhalten müssen. Es wird diess dann der Fall sein, wenn sicher nachgewiesen ist, dass bei derselben Algenart verschiedene Fruchtarten wirklich vorkommen. Es dürfte sich dann zeigen, dass die Keimzellen nicht bei allen Algen die gleiche Bedeutung haben, und dass sich die besondere Keimzellenbildung der niedern Algen neben

der besondern Keimzellenbildung bei höhern Algen wiederholt, wie sich die Keimzellenbildung überhaupt neben der geschlechtlichen Fortpflanzung bei den Florideen und Lebermoosen wiederholt. Aber ich glaube nicht, dass diess jetzt schon als ganz gewiss ausgesprochen werden dürfe, und noch viel weniger, dass jetzt schon die verschiedenen Begriffe begründet werden könnten.

Ausser den in der Definition angeführten Merkmalen gibt es keine, welche den Algen als solchen gemeinschaftlich wären. Lebensweise, Standort, Bau, Entstehung der Keimzellen sind so verschieden, dass sich nichts allgemeines feststellen lässt. Alles Uebrige aber, was bei allen Algen vorhanden ist, gilt theils für grössere Gruppen von niedern Pflanzen, theils für alle Pflanzen überhaupt.

Da die Algen aus Zellen bestehen und sich durch Keimzellen fortpflanzen, so können die Verschiedenheiten, welche sie untereinander zeigen, bloss in 3 Momenten gefunden werden: 1) in der Natur der Zellen selbst, 2) in der Entstehungsweise der entwickelten Pflanze aus der Keimzelle, 3) in der Entstehungsweise der Keimzellen an der entwickelten Pflanze.

In Rücksicht auf die *Natur der Zellen* finden wir bei den Algen wesentliche Verschiedenheiten in drei Beziehungen: 1) in der Gestalt der Zelle; 2) im Zelleninhalte, und 3) im Zellenwachsthum. Die Gestalt der Zelle ist vorzüglich bei den einfachsten Algen wesentlich, nämlich bei den Diatomeen, Desmidieen, und Palmelleen. Die Beschaffenheit und Gestaltung des Zelleninhaltes ist ebenfalls nicht bei allen Algen wesentlich, sie ist es bei vielen der genannten einzelligen Algen und bei einigen der mehrzelligen Algen (z. B. in den Zygnemaceen). Das Zellenwachsthum, ob allseitiges oder Spitzenwachsthum, ist namentlich für die einzelligen Gattungen (Palmelleen und Siphoneen) von grosser Bedeutung.

In Rücksicht auf die *Entstehungsweise der entwickelten Pflanze aus der Keimzelle* ist eine sehr grosse Manigfaltigkeit vorhanden. Bei den einen Gattungen mangelt die vegetative Zellenbildung ganz (bei den einzelligen Algen). Bei den übrigen Algen ist sie vorhanden, bewegt sich aber nach verschiedenen Gesetzen. Die Wachsthumsgesetze geben die hauptsächlichste Norm für die Unterscheidung von Gattungen, Familien und Zünften.

In Rücksicht auf die *Entstehung der Keimzellen an der entwickelten Pflanze* sind

vorzüglich in zwei Beziehungen Verschiedenheiten vorhanden, nämlich: 1) welche bestimmte Zellen an der Pflanze Mutterzellen werden, 2) auf welche Weise die Keimzellen aus der Mutterzelle sich bilden. Was den ersten Punkt betrifft, so findet sich da eine sehr grosse Mannigfaltigkeit von Verschiedenheiten, welche für Gattungen, Familien und Zünfte wichtig sind. Was den zweiten Punkt betrifft, so sind mir folgende Verhältnisse bekannt: 1) Eine Zelle der Mutterpflanze wird ohne Weiteres zur Keimzelle *(Nostoc)*; 2) der ganze Inhalt einer Zelle oder zweier copulirter Zellen vereinigt sich in eine Masse und bildet eine freie Keimzelle *(Zygnema)*; 3) die Mutterzelle theilt sich durch einmalige wandständige Zellenbildung (Theilung) in 2 oder 4, oder durch wiederholte Zellenbildung in 4 und mehr Keimzellen *(Ulothrix)*; 4) im Inhalte der Mutterzelle entstehen durch freie Zellenbildung eine oder mehrere Keimzellen, in bestimmter oder in unbestimmter Zahl *(Valonia)*; 5) die Mutterzelle wächst in einen Ast aus, welcher sich entweder ganz (wenn er kurz ist) oder nur an seinem Ende (wenn er lang ist) durch wandständige Zellenbildung zur Keimzelle umbildet *(Vaucheria)*; 6) die Mutterzelle wächst in einen kurzen Ast aus und theilt sich durch wandständige Zellenbildung in zwei Zellen, von denen die eine dem ursprünglichen Lumen der Mutterzelle, die andere dem ausgewachsenen Theile der Zelle entspricht, welche letztere zur Keimzelle wird *(Padina)*[1]. Diese verschiedenen Verhältnisse, nach denen sich die Keimzellen bilden, sind die wesentlichsten Merkmale, welche die Algen besitzen; sie sind es vorzüglich, welche die Ordnungen begründen.

Nach diesen Grundsätzen muss einst das System der Algen aufgebaut werden. Die Ausführung bis ins Einzelne ist jetzt noch unmöglich; da wohl die Kenntniss der anatomischen Verhältnisse, namentlich durch die Untersuchungen *Kützing*'s, wesentliche Fortschritte gemacht hat. Aber sie genügen nicht, weil Fertig-Gleiches auf verschiedene Weise entstehen, und daher verschiedene Begriffe repräsentiren kann. Ueber die Entstehungsweise aus Zellen, über das Wachsthum durch Zellenbildungsgesetze ist bis jetzt nichts bekannt. Ebenso ist die Keim-

(1) Das Nähere über diese Zellenbildungsverhältnisse findet sich in *Schleiden* und *Nægeli*'s Zeitschrift für wissenschaftl. Bot., Heft 3, pag. 51 ff.

zellenbildung noch lange nicht so erforscht, wie es für ein gutes System durchaus nothwendig wäre; an vielen Algen ist noch nicht einmal Fruchtbildung gesehen worden, an manchen nur eine sehr zweifelhafte Fruchtbildung. So wenig es dieser Uebelstände wegen möglich ist, eine natürliche Eintheilung jetzt schon bis ins Detail auszuführen; ebensowenig ist es möglich, bei den jetzigen Kenntnissen, die Classe der Algen in die nächsten grossen Unterabtheilungen zu sondern, weil der gegenseitige Werth der verschiedenen Keimzellenbildungen noch nicht hinreichend bestimmt werden kann. Ich glaube daher, dass vor der Hand weiter nichts geschehen kann, als dass einzelne natürliche Gruppen herausgehoben und genau definirt werden, sobald sich ein Typus durch seinen Begriff als ein besonderer, von allen übrigen verschiedener zu erkennen giebt. Dieses Verfahren wird zu wahrhaft natürlichen Ordnungen führen. Weiterem Studium bleibt es überlassen, die Grenzen der Ordnungen zu ziehen, indem man bestimmt, welche Gattungen zu denselben gehören, — und die Ordnungen in Gruppen unter allgemeinere Begriffe zusammen zu stellen. Die bisherigen Systeme, die ich diesem Verfahren gegenüber bloss als künstliche gelten lassen kann, werden als Systeme so lange ihren praktischen Werth behaupten, bis das natürliche System seine innere und äussere Vollendung erreicht hat.

I. PALMELLACEÆ.

Zelle ohne Spitzenwachsthum, ohne Astbildung und ohne vegetative Zellenbildung. Fortpflanzung durch wandständige Zellenbildung (Theilung) in 2 oder 4 Zellen.

Jede Zelle ist für sich ein Pflanzenindividuum. Die Zelle besitzt bloss allseitiges Wachsthum und in Folge dessen immer ein bestimmtes Verhältniss der verschiedenen Durchmesser, und somit eine bestimmte Gestalt. Sie ermangelt des Vermögens Aeste oder Wurzeln zu treiben. Alle Zellenbildung ist reproductiv; die Tochterzellen, deren 2 oder 4 zugleich in einer Mutterzelle entstehen, sind eben so viele neue Pflanzen; ein Unterschied von vegetativen und von Keimzellen ist noch nicht vorhanden.

Zu den *Palmellaceen* gehören die *Diatomeen*, *Desmidieen* und die meisten *Palmelleen* der Autoren.

Pleurococcus vulgaris *Menegh.*

(Protococcus viridis Auct. Chlorococcum vulgare Grev.)

Taf. I, Fig. 1 — 13.

Auf etwas feuchter Baumrinde liegt ein grünes Pulver, das aus mikroskopischen Körnchen besteht. Ein solches Körnchen ist entweder eine einzelne Zelle, oder mehrere mit einander verbundene Zellen. Die Art, wie die Zellen mit einander verbunden sind, ist durch bestimmte Regeln der Zellenbildung bedingt.

In dem Pleurococcus-Pulver findet man 1) einzelne sphärische Zellen (Fig. 1), 2) 2 zusammenhängende Zellen (Fig. 2), 3) 4 zusammenhängende Zellen, die in einer Fläche liegen (Fig. 3), 4) 8 zusammenhängende Zellen, welche in 2 Flächen von je 4 Zellen liegen (Fig. 4), 5) 16 zusammenhängende Zellen, welche in 2 Flächen von je 8 Zellen liegen (Fig. 5), 6) 32 zusammenhängende Zellen, welche in 4 Flächen von je 8 Zellen liegen. — Die Zellenbildung ist folgende. In der einfachen Zelle (Fig 1) entsteht, nachdem sie sich etwas in die Länge gedehnt hat, eine centrale Scheidewand (Fig. 2). Angenommen, die ursprüngliche Zelle habe sich von Süd nach Nord in die Länge gestreckt, so ist die Scheidewand senkrecht und von Ost nach West gerichtet. Nun dehnen sich die beiden Zellen (Fig. 2) wieder in die Länge, und zwar diessmal von Ost nach West, also parallel mit der entstandenen Scheidewand. Sie theilen sich wieder durch eine senkrechte Wand, welche jetzt von Süd nach Nord geht (Fig. 3, I). Es liegen nun 4 Zellen beisammen und bilden eine Fläche; wenn dieselbe unter dem Mikroskope um einen rechten Winkel um die eigene Achse gedreht wird, so sind natürlich bloss 2 Zellen sichtbar (Fig. 3, II). — Jede der 4 Zellen dehnt sich wieder in die Länge, und zwar von unten nach oben, und theilt sich dann durch eine Wand, welche horizontal liegt. Dadurch entsteht ein Häufchen von 8 Zellen, das die Gestalt eines Cubus hat. Von oben (Fig. 4, I) sieht man die 4 Zellen, welche sich in Fig. 3, I gebildet hatten; von der Seite dagegen (nachdem das Häufchen 90° um seine Achse gedreht wurde) erblickt man bloss 2 von jenen 4 Zellen, die aber elliptisch geworden sind, und jede sich eben in 2 Tochterzellen getheilt haben (Fig. 4, II). — Von den 8 Zellen dehnt sich jede wieder in die Länge und zwar von Süd nach Nord, und theilt sich darauf durch eine von Ost nach West gerichtete verticale Wand (Fig. 5, I). Dieses Zellenklümpchen 90° um seine Achse gerollt, zeigt 4 Zellen (Fig. 5, II); es besteht aus 16 Zellen. — Jede der 16 Zellen theilt sich darauf (nachdem sie sich vorher von Ost nach West in die Länge gedehnt hat) durch eine von Süd nach Nord gehende verticale Wand. — Dann bildet sich in jeder Zelle eine horizontale Wand; später wieder eine von Ost nach West gerichtete senkrechte Wand, dann eine von Süd nach Nord laufende senkrechte Wand, dann eine horizontale Wand u. s. f. — *Die Zellenbildung geschieht also auf die Weise, dass immer in 1 Mutterzelle sich vermittelst Theilung 2 Tochterzellen bilden, wodurch die Mutterzelle unmittelbar zu Grunde geht, und wechselt mit den 3 Richtungen des Raumes in den successiven Generationen ab.*

Von diesem allgemeinen Gesetze giebt es keine Ausnahmen. Es realisirt sich aber in verschiedener Art; die Abweichungen betreffen die *Zeit* oder die *räumliche Richtung* der Zellenbildung. Entweder bilden alle Zellen einer Generation zu gleicher Zeit neue Zellen; wenn diess geschieht, so bestehen die Zellenhäufchen nur aus einer Zellenzahl, die eine Potenz von 2 ist: 2, 4, 8, 16, 32. — Oder die Zellen der gleichen Generation bilden nicht zu gleicher Zeit, sondern die einen früher, die andern später, neue Zellen; in diesem Falle können die Zellenhäufchen natürlich aus jeder beliebigen Zahl von Zellen bestehen.

Entweder theilen sich die Zellen einer Generation in gleicher Richtung; dann zeigen die Zellen in den Häufchen diejenige Stellung, die ich oben beschrieben habe. Sind es 4, so liegen sie in einer Fläche; sind es 8, so liegen sie in 2 Flächen von je 4 Zellen und bilden einen Würfel; sind es 16 Zellen, so liegen sie in 2 Flächen von je 8 Zellen, u. s. w. — Oder die Zellen einer Generation theilen sich nicht in der gleichen Richtung. Von den 2 Zellen, aus denen ursprünglich ein zusammengesetztes Korn besteht, theilt sich nur die Eine durch eine verticale, von Süd nach Nord gerichtete Wand (Fig. 6, I, a), nachdem sie sich von Ost nach West ausge-

dehnt hat; die andere dehnt sich von unten nach oben in die Länge und theilt sich durch eine horizontale Wand; diese Zelle erscheint daher, von oben angesehen, kreisrund (Fig. 6, I, b); wenn das Korn aber 90° um seine Achse gedreht wird, so zeigt sie eine elliptische Gestalt, und eine mittlere theilende Wand (Fig. 6, II, b), während dann die andere Zelle des Korns rund und ungetheilt erscheint (Fig. 6, II, a); dieses Korn besteht nun aus 4 Zellen, welche nicht in einer Fläche, sondern wie die Ecken eines Tetraëders beisammen stehen (1). Von den 4 Zellen dieses Kornes theilen sich die 2, welche durch eine verticale, von Süd nach Nord gerichtete Wand entstanden, durch eine horizontale Wand; die 2 anderen aber, welche durch eine horizontale Wand entstanden, theilen sich durch eine verticale, von Süd nach Nord gehende Scheidewand. Das Korn besteht nun aus 8 Zellen, die zusammen einen Würfel bilden; und von denen je 4 in einer Fläche liegen. Dieser Zustand stimmt seinem realen Bestande nach, mit dem in Fig. 4 abgebildeten ziemlich überein; die Zellen sind aber in einer andern Reihenfolge von Generationen entstanden, und werden auch auf eine andere Art neue Zellen bilden. — Einen hieher gehörigen Fall habe ich auch in Fig. 7 abgebildet. Das Korn besteht aus 16 Zellen, von denen 8 sichtbar sind. Je 2 von den 4 Mutterzellen haben sich nach einer anderen Richtung verlängert und Zellen gebildet: die elliptischen Zellen a, a durch eine von Süd nach Nord; die elliptischen Zellen b, b durch eine von Ost nach West gerichtete Wand.

Durch die angeführten Verschiedenheiten in der Zellenbildung, indem die Zellen einer Generation theils gleichzeitig, theils ungleichzeitig, theils in gleicher räumlicher Richtung, theils in ungleicher räumlicher Richtung Tochterzellen bilden, geschieht es, dass die Pleurococcuskörner in Zahl und Stellung ihrer Zellen sehr mannigfaltig sind, und unregelmässig (2) scheinen. Das oben formulirte Gesetz für die Zellenbildung bleibt aber in allen Modificationen dasselbe.

In den bis jetzt zu *Pleurococcus vulgaris* gezogenen Formen findet man noch ein zweites Gesetz der Zellenbildung. In einer Mutterzelle (Fig. 8) entstehen zu gleicher Zeit 4 Tochterzellen (nicht erst 2, und dann wieder 2), welche sich in das Lumen und den Inhalt der Mutterzelle theilen, und wie die Ecken eines Tetraëders zu einander gelagert sind. Je nach der Lage des Korns sieht man 3 Zellen in der gleichen horizontalen Ebene, indem die vierte über oder unter derselben liegt (Fig. 9, 11), oder je 2 Zellen in der gleichen Ebene (Fig. 10). Jede der 4 Zellen (Fig. 11) theilt sich wieder auf gleiche Art in 4 Tochterzellen, wie es die Mutterzelle gethan hatte (Fig. 12). Das Korn besteht nun aus 16 Zellen (Fig. 12 und 13). Theilt sich jede der 16 Zellen noch einmal, so besteht das Korn aus 64 Zellen. *Diese Zellenbildung geschieht demnach so, dass immer in 1 Mutterzelle vermittelst Theilung sich 4 tetraëdrisch-gestellte Tochterzellen bilden, was unmittelbar den Untergang der Mutterzelle zur Folge hat* (3).

Dieses zweite Gesetz ist eben so constant und ausnahmslos wie das erste. Die Verschiedenheiten, welche

(1) Ich mache hier darauf aufmerksam, dass auf ganz analoge Weise bei der Pollenbildung, wenn sich zuerst 2 primäre Specialmutterzellen bilden, diese beiden primären Specialmutterzellen entweder in gleicher Richtung oder in verschiedener Richtung sich theilen. Im ersten Falle stehen die 4 secundären Specialmutterzellen in einer Fläche, im zweiten Falle stehen sie tetraëdrisch beisammen. Vergl. *Nægeli*, *zur Entwicklungsgeschichte des Pollens*, pag. 18, Tab. II, 19, 20, 21.

(2) Dennoch sind die Körner nicht bis auf den Grad unregelmässig, wie sie von *Meneghini Monographia Nostochinearum italicarum* t. V., f. 1, gezeichnet sind. Dem Verfasser ist theils das Gesetzmässige der Zellenbildung entgangen; theils sind, namentlich in der obern Partie von Fig. 1, Organismen abgebildet, welche vielleicht die ersten Entwickelungsstadien von Flechten, gewiss aber nicht Formen von Pleurococcus vulgaris sind.

(3) Diese Zellenbildung ist die gleiche wie wir sie auch bei der Bildung der Specialmutterzellen in den Antheren der Phanerogamen und in den Sporangien der 4 sporigen Cryptogamen finden. Vergl. *Nægeli* l. c., pag. 13 ff., tab. III, 55, 56, und *Zeitschrift für wissenschaftl. Botanik von Schleiden und Nägeli*, Heft 1, pag. 77 ff.

innerhalb des Gesetzes auftreten, treffen auch hier die zeitlichen und räumlichen Verhältnisse der Generationszellen zu einander. Diese Verschiedenheiten sind aber hier viel schwieriger zu erkennen, weil namentlich die räumlichen Differenzen, der Natur der Sache nach, bedeutend geringer sein müssen.

Die Pleurococcuskörner, welche durch die erste und die zweite Zellenbildung entstehen, wachsen zu einem kleinern oder grössern Umfange an. Dann trennen sich ihre Elemente ganz oder theilweise von einander, indem in jedem Theile die Zellenbildung ohne Unterbruch sich fortsetzt. Die Körner können somit schon nach der ersten oder zweiten Generation, oder sie können erst nach der dritten, vierten, fünften Generation u. s. w. in ihre Zellen zerfallen. Sie können ferner gänzlich in die einzelnen Zellen, oder sie können auch nur in Häufchen von Zellen (in kleinere Körner) sich theilen. Z. B. ein aus 16 Zellen bestehendes, nach der ersten Zellenbildung entstandenes Korn kann in 2 Körner von je 8 Zellen, oder in 4 Körner von je 4 Zellen, oder in 8 Körner von je 2 Zellen, oder in 16 Zellen zerfallen. Ein aus 16 Zellen bestehendes, nach der zweiten Zellenbildung entstandenes Korn kann in 4 Körner von je 4 Zellen oder in 16 einzelne Zellen auseinandergehn. Man muss also im Allgemeinen sagen, dass ein Pleurococcuskorn in die Producte einer beliebigen (aber der gleichen) Generation sich trennen kann. Sind es die Producte der letzten Generation, so sind es die einzelnen Zellen; sind es die Producte der vorletzten Generation, so giebt es Körner von je 2 (nach der ersten Zellenbildung) oder von je 4 Zellen (nach der zweiten Zellenbildung); sind es die Producte der drittletzten Generation, so giebt es Körner von je 4 (nach der ersten Zellenbildung) oder von je 16 Zellen (nach der zweiten Zellenbildung) u. s. w. Der Umstand, ob die Körner früher oder später, so oder anders sich theilen, ist zufällig und hängt von äusseren Ursachen ab. Jedenfalls aber leidet die Vermehrung der Zellen dadurch keinen Unterbruch; sie steht überhaupt in keinem Verhältnisse zur Trennung der Körner in ihre Theile.

Nach Feststellung dieser Thatsachen will ich mich zuerst an die Beantwortung der Frage machen: was ist bei *Pleurococcus vulgaris* eine *Pflanze?* Die Systematiker lassen diese Frage, deren Beantwortung doch allein die Stellung von Pleurococcus im System sichern, und eine richtige Diagnose der Gattung an die Hand geben kann, unentschieden; sie versuchen meist nicht einmal deren Lösung. Denn wenn die Gattung definirt wird: « Cellulæ matrices subglobosæ solitariæ v. in stratum crustæforme aggregatæ, cellulas quaternas includentes » (1), oder so: « Cellulæ liberæ, in stratum indefinitum expansæ » (2), so steht es dem Leser frei, nach Belieben entweder die « cellulæ matrices » « cellulæ liberæ » d. h. die Pleurococcuskörner, oder das « stratum crustæforme » « stratum indefinitum » d. h. eine geringere oder grössere Menge von Pleurococcuspulver als die Pflanze anzusehen. Ich halte aber das eine, wie das andere für unrichtig. Dass das ganze Stratum kein Pflanzenindividuum sei, so wenig als ein Wald oder ein Kornfeld, dafür bedarf es wohl keines Beweises. Dass aber das Pleurococcuskorn ein Pflanzenindividuum sei, wie es von *Meneghini* behauptet wird (3), dagegen gibt es 3 Gründe: 1) weil die Zellen, die zu einem Korne vereinigt sind, durchaus keine gemeinschaftliche Function, namentlich nicht zum Behufe der Fortpflanzung ausüben, 2) weil die Körner sich beliebig in ihre Theile trennen können, ohne dass dadurch der Lebensprozess irgendwie modificirt würde; 3) weil zuweilen einzelne Körner, die bloss aus einer einzigen Zelle bestehen, sich, nachdem die Zelle sich fortgepflanzt hat, sofort in neue einzellige Körner trennen.

Bei *Pleurococcus* ist *jede einzelne Zelle ein Pflanzenindividuum*; die Körner sind Familien von mehreren oder vielen Individuen. Ob die Individuen frei oder mit einander verbunden seien, das ist für sie zufällig. Der einfachste Fall ist derjenige, wo eine freie Zelle sich in 2 (nach der ersten Zellenbildung) oder in 4 Tochterzellen (nach der zweiten Zellenbildung) theilt, und diese Zellen dann sogleich wieder sich von einander trennen, und jede für sich ein neues freies Individuum darstellt. Diesen Vorgang habe ich bestimmt beobachtet; er ist

(1) *Endlicher*, generum plant. supplement. tert. gen. 4.

(2) *Kützing*, Phycologia generalis, pag. 167.

(3) L. c. p. 2. « Globulus vesiculosus individuum constitit. »

aber seltener. — Gewöhnlicher bleiben die Individuen zu Familien verbunden. Das Bindemittel ist theils die, zwar geringe, Extracellularsubstanz, theils die Membran der Mutterzelle. Wird dieses Bindemittel ganz oder theilweise aufgelöst, so trennen sich die Familien (Körner) ganz, d. h. in die einzelnen Individuen, oder theilweise, d. h. in kleinere Familien. Wie schnell aber das Bindemittel aufgelöst werde, das hängt sowohl von seiner Consistenz, als von der Menge und Beschaffenheit der umgebenden Feuchtigkeit ab.

Wir finden also in *Pleurococcus* alle Bedingungen erfüllt, welche wir für die Annahme stellen müssen, dass jede einzelne Zelle ein Pflanzenindividuum sei. Jedes Individuum vermehrt sich. Es bleibt aber natürlich da liegen, wo es entstanden ist. Ausserdem sind immer die Schwesterindividuen eben so natürlich von einer Membran umhüllt, nämlich der Mutterzelle, in der sie entstanden sind. Wird nun diese Membran von aussen nicht aufgelöst, so verbindet sie die Schwesterindividuen in ein Zellklümpchen. Wie sie auf zufällige, d. h. ihnen äusserliche Weise verbunden wurden, so werden sie auch auf zufällige Art wieder von einander getrennt. — Pleurococcus besitzt nur eine einzige Zellenbildung, diejenige, durch die sich die Individuen fortpflanzen. Alle Pflanzen, die aus mehreren oder vielen Zellen bestehen, besitzen wenigstens 2 verschiedene Zellenbildungen, eine für das Wachsthum des Individuums und eine für die Fortpflanzung des Individuums. Besser lässt sich der Unterschied zwischen einzelligen und mehrzelligen Organismen so ausdrücken: bei den erstern verhalten sich alle zur gleichen Art gehörende Zellen in Bezug auf Zellenbildung gleich; bei den letztern tritt wenigstens Ein Unterschied auf, indem einige Zellen auf eine andere Art Zellen bilden, als es die übrigen thun, und dadurch die Grenze zwischen den Individuen bezeichnen. — Dieser Umstand ist bisher bei der Definition der niedern Algen ganz unberücksichtigt geblieben, und desswegen sind Gattungen und Ordnungen noch so unbestimmt und auch unrichtig characterisirt.

Die Definition der Gattung Pleurococcus ist nun folgende: *Die Pflanze ist eine einfache sphærische Zelle, welche sich durch wandständige Zellenbildung in 2 oder 4 gleiche Tochterindividuen theilt.* Dazu schlage ich einstweilen die 2 Untergattungen vor:

I. **Dichococcus**, in 1 Zelle bilden sich 2 Tochterzellen;

II. **Tetrachococcus**, in 1 Zelle bilden sich 4 Tochterzellen.

Ob diese beiden Untergattungen wirklich auf ein constantes und gesetzmässiges Merkmal gegründet seien, ob sie vielleicht selbst zu Gattungen erhoben werden müssen, dass kann ich noch nicht entscheiden. Bis jetzt habe ich den Uebergang der einen Art der Zellenbildung in die andere Art noch nicht beobachten können. Dass die beiden Arten der Zellenbildung, wodurch sich Pleurococcus fortpflanzt, bei der Pollenbildung keine spezifische Gültigkeit haben, und neben einander in der gleichen Anthere gefunden werden, beweist noch keineswegs, dass sie desswegen bei *Pleurococcus* auch bloss relativ (nicht absolut) verschieden sein müssen; denn es ist bekannt, dass ein Character oft in der einen Classe oder Ordnung wesentlich ist, während er in andern Classen und Ordnungen sich als unwichtig erweist.

Dass die Individuen gewöhnlich zu kleineren oder grösseren Familien verbunden bleiben, und dadurch mehr- oder vielzellige Körner bilden, kann in die Diagnose der Gattung nicht aufgenommen werden, da es auch freie Individuen gibt. — *Kützing* (1) nennt die Körner (die Anhäufungen von Individuen) « polygonimische Zellen », die freien Individuen aber « monogonimische Zellen. » Es scheint mir diess auf einer Verwechslung der Begriffe zu beruhen, welche sogleich bei vollständiger Kenntniss der Entwicklungsgeschichte, wie sie oben mitgetheilt wurde, und bei richtiger Beurtheilung derselben schwinden muss.

Aus Protococcus viridis (Pleurococcus vulgaris) lässt *Kützing* (2) verschiedene andere Algen und Flechten entstehen. Von andern genauen Forschern wird nichts der Art berichtet; bei vielen Untersuchungen fand ich nie eine Spur davon. Ich erlaube mir daher hierüber, trotz der bestimmten Behauptungen *Kützing*'s noch

(1) Phycologia generalis, pag. 167.

(2) L. c., pag. 167.

einige Zweifel, welche gewiss um so eher gerechtfertigt sind, wenn man einerseits bedenkt, wie leicht freie Pleurococcuszellen und die Keimzellen von verschiedenen Algen und Flechten mit einander verwechselt werden können, ferner wie leicht Pleurococcuskörner und die ersten Entwicklungsstadien von Algen und namentlich von Flechten, wegen des gleichen Standortes und wegen äusserer Aehnlichkeit mit einander verwechselt werden können (¹), insofern nicht das Gesetzmässige der Zellenbildung beachtet wird; wenn man ferner bedenkt, dass man mit der Annahme von *Kützing*'s Theorie zugleich alle bisher in der Naturgeschichte gültigen Grundsätze vernichtet, indem an die Stelle der generellen und speciellen (absoluten) Begriffe relative und von äussern Zufälligkeiten abhängende Veschiedenheiten gesetzt werden.

Palmella *Lyngb.*

Tab. I, Fig. 14 — 29.

Ich nehme die Gattung Palmella wieder in dem Umfange, wie sie von *Lyngbye* und *Agardh* aufgestellt wurde. Sie ist in neuerer Zeit in mehrere Gattungen und in noch mehrere Arten zersplittert worden. Es gehören hieher Arten der Gattungen *Palmella* Auct., *Microcystis* Kütz. Menegh., *Gloeocapsa* Kütz. etc. Keine der neuen Gattungen stützt sich auf die Kenntniss der Entwicklung und der Fortpflanzung und auf eine bestimmte Ansicht über die Individualität der Pflanze. — Ich will hier bloss das Verhalten der Gattung untersuchen und werde daher auf die einzelnen Arten keine Rücksicht nehmen.

Palmella zeigt immer in einer bestimmt-gestalteten oder formlosen Gallerte kugelige Zellen, welche mehr oder weniger von einander entfernt sind. *Kützing* (²) nennt diese Zellen « absque ordine consociatæ. » Wie dieser Ausdruck aber schon für die Gattung *Pleurococcus* unrichtig war, so ist er es in gleichem Masse für *Palmella*, welche nach demselben bestimmten Gesetze Zellen bildet wie Pleurococcus. — Man trifft in der Gallerte von Palmella theils einzelne Zellen, theils Häufchen von 2, 4, 8, 16, 32 Zellen u. s. w. Sind es einzelne Zellen, so liegen sie entweder unmittelbar in der gemeinsamen Gallerte, oder sie sind von 1, 2 oder mehreren concentrischen Ringen umgeben (Fig. 14, 15, 16). Diese Ringe bezeichnen die Gallertschichten, welche von der Zelle ausgeschieden wurden; sie sind die geschichtete Extracellularsubstanz. Die Dicke der Extracellularsubstanz ist sehr verschieden; sie ist bald geringer als der Durchmesser der Zelle, bald übertrifft sie denselben ein oder mehrere Male. — Sind die Zellen zu Häufchen vereinigt, so ist das ganze Häufchen und ebenso einzelne Partieen des Häufchens von Ringen umschlossen (Fig. 21).

Die Zellenbildung ist folgende. Jede einzelne Zelle, sie mag nun frei oder mit anderen Zellen zu einem Häufchen vereinigt sein, dehnt sich zu einer ellipsoidischen Gestalt in die Länge, und theilt sich dann durch eine, den langen Durchmesser unter einem rechten Winkel schneidende Wand. Jede der beiden Tochterzellen hat zuerst die Gestalt eines halben Ellipsoids (Fig. 17). Dann runden sich die Zellen ab, werden sphärisch (Fig. 18), entfernen sich von einander (Fig. 19), verlängern sich wieder zu einem Ellipsoid (Fig. 20) und theilen sich darauf in 2 Tochterzellen (Fig. 21). Alle diese Erscheinungen, welche die Zellenbildung begleiten, wiederholen sich von Generation zu Generation. Die räumliche Lage der Scheidewände wechselt, wie in der ersten Art der Zellenbildung von Pleurococcus, in den 3 Ausdehnungen des Raumes. Ist die Wand einer bestimmten Generation senkrecht von Süd nach Nord gerichtet, so laufen die Wände der nächstfolgenden Generation senkrecht von Ost nach West, und diejenigen der zweitfolgenden Generation sind horizontal. Die

(¹) Wie es höchst wahrscheinlich auch von *Meneghini*, l. c., tab. V. fig. 1, geschehen ist, wie ich schon oben bemerkte.

(²) Phycologia gen. pag. 159.

vierte Generation erzeugt Zellen in gleicher Lage wie die erste, die fünfte wie die zweite, und überhaupt die n^{te} Generation wie die $n - 3^{te}$ Generation. Wir finden demnach hier vollkommen das gleiche Gesetz der Zellenbildung, wie wir es oben für Pleurococcus kennen gelernt haben.

Der Unterschied in der Zellenbildung von Pleurococcus und von Palmella liegt darin, dass bei dem ersteren die Zellen dicht aneinander liegen, bei der letzteren dagegen durch einen Zwischenraum getrennt sind. Dieser Zwischenraum ist von gelatinoser Extracellularsubstanz ausgefüllt. Die beiden Schwesterzellen liegen, unmittelbar nach ihrem Entstehen, mit ihren Membranen noch dicht aneinander (Fig. 17, 18). Jede derselben scheidet an ihrer ganzen Oberfläche Gallerte aus, welche eine oder mehrere concentrische Schichten bildet (Fig. 19, 20). Dadurch werden die beiden Schwesterzellen von einander getrennt. Wenn eine jede derselben ihrerseits wieder 2 Tochterzellen bildet, so liegen je 2 in einer gemeinschaftlichen Hülle, nämlich innerhalb der Extracellularsubstanz, welche von der Mutterzelle gebildet wurde (Fig. 21, b). — Eine Zelle von Palmella ist also von verschiedenen Hüllen umgeben: 1) von einer primären, eigenthümlichen Hülle, welche die Zelle selbst bildet, und von der nur sie allein bekleidet ist (Fig. 14, 15, 16, a; 19, 20, b; 22, c); 2) von einer secundären Hülle, welche ihr mit der Schwesterzelle gemeinsam ist, und welche von der Mutterzelle stammt (Fig. 17 — 20, a; 21, 22, b); 3) von einer tertiären Hülle, welche sie mit der Schwesterzelle und den 2 andern Zellen der gleichen Generation theilt, und welche von der gemeinsamen Grossmutterzelle gebildet wurde (Fig. 21, 22, a); u. s. w. Diese Einschachtelung in immer allgemeinere und weitere Hüllen geht auf die gleiche Weise unbestimmt weit, je nach der Zahl der Zellen, welche zusammen in Einem Häufchen vereinigt sind.

Das Gesetz der Zellenbildung für Palmella ist also folgendes: *In einer Mutterzelle bilden sich immer durch Theilung 2 Tochterzellen, wodurch die Mutterzelle zu Grunde geht; die Zellenbildung wechselt mit den 3 Richtungen des Raumes in den successiven Generationen ab; nach ihrer Entstehung und bis zu ihrer Auflösung durch die Fortpflanzung scheiden die Zellen Gallerte aus.*

Mit diesem Gesetze verhält es sich bei Palmella wie bei Pleurococcus. Es ist in seiner Allgemeinheit ausnahmslos, tritt aber in verschiedenen Modificationen auf. Entweder pflanzen sich die Zellen einer Generation zu gleicher Zeit oder zu verschiedener Zeit fort; im erstern Falle bestehen die Zellenhäufchen aus einer Zellenzahl $= 2^n$, nämlich 2, 4, 8, 16, 32, 64, etc.; im zweiten Falle können die Häufchen jede beliebige Zellenzahl enthalten. — Entweder zeigen die Scheidewände in den Zellen der gleichen Generation die nämliche Lage oder eine verschiedene Lage, wodurch die Stellung der Zellen in den Häufchen mannigfaltig wird. Das Specielltere, was ich über diesen Punkt bei Pleurococcus anführte, gilt auch für Palmella.

Eine andere Reihe von Modificationen betrifft noch die Ausscheidung von Gallerte. Die ausgeschiedene Gallerte ist dichter oder dünner, beträchtlicher oder geringer, wird schneller oder langsamer aufgelöst. Dieser an sich unbedeutende Umstand, indem er vorzüglich von dem kräftigeren oder schwächeren Lebensprozess der Zelle, von der Natur der aufgenommenen Nahrungsflüssigkeit und von der Natur der umgebenden Feuchtigkeit oder Flüssigkeit abhängt, erzeugt dennoch einen so verschiedenen Habitus des Palmellaschleimes sowohl für das unbewaffnete als für das bewaffnete Auge, dass nicht bloss eine Menge Arten, sondern sogar mehrere Gattungen darnach gemacht wurden. Entweder ist die Gallerte verdünnt, dann scheinen die Zellen unmittelbar in einer structurlosen und homogenen Gallerte zu liegen, welche auch, besonders wenn sie in grösserer Menge vorhanden ist, nach aussen keine bestimmte Begrenzung hat. Oder die Gallerte ist dicht, dann ist sie nach aussen bestimmt begrenzt und zeigt auch im Innern eine mehr oder weniger deutliche Structur. — Die Gallertausscheidung ist beträchtlicher oder geringer, und in Folge dessen sind die Zellen näher oder entfernter. — Die Gallerte wird entweder langsamer aufgelöst, was vorzüglich in feuchter Luft der Fall ist, sie bildet zusammen eine einzige, formlose oder gelappte Masse. Oder sie wird schneller aufgelöst, dann sind meist mehrere kugelförmige, kleinere Massen vorhanden, wie man sie häufiger im Wasser findet. — Entweder sind die Gallertausscheidungen der verschiedenen Generationen gleich oder ungleich. Sind sie ungleich, so werden dadurch eine Menge von verschiedenen Modificationen erzeugt, die es schwer halten würde

alle aufzuzählen. Z. B. die ausgeschiedene Gallerte ist verdünnt, mit Ausnahme der von der letzten Generation erzeugten; dann liegen die Zellen in einer structurlosen Gallerte, nur ist jede einzelne mit einer deutlichen Hülle versehen. Oder die Gallerte ist verdünnt, mit Ausnahme der von der zweitletzten Generation erzeugten; dann liegen die Zellen in einer structurlosen Gallerte, nur sind je zwei Zellen mit einer gemeinschaftlichen deutlichen Hülle umgeben. Oder die Gallerte ist verdünnt, mit Ausnahme der von der drittletzten oder viertletzten Generation ausgeschiedenen, dann liegen die Zellen in einer structurlosen Gallerte, nur sind je 4 oder je 8 Zellen mit einer gemeinschaftlichen deutlichen Hülle umgeben. Es können nun auch die Hüllen zweier successiver oder diskreter Generationen, oder die Hüllen von 3, 4 successiven oder diskreten Generationen dichter und deutlich sein, während die der übrigen Generationen verdünnter und undeutlich sind; etc. etc. — Alle diese Modificationen scheinen mir bloss einen relativen Werth zu besitzen. Ich finde darin nirgends eine Constanz und nirgends eine bestimmte Grenze, innerhalb welcher sich ein Typus nothwendig bewegte. Daher ist es mir denn auch unmöglich, alle diese Modificationen in Gattungen oder in Untergattungen zu trennen. Auch der Speciesbegriff muss viel weiter gefasst werden, als es in neuerer Zeit geschehen ist. Nicht nur finde ich zuweilen in derselben gemeinschaftlichen Gallerte Formen, welche verschiedenen Arten einer Gattung angehören, sondern sogar Formen beisammen, welche verschiedenen Gattungen der neuern Autoren angehören.

Ausser dieser ersten Art der Zellenbildung kommt bei *Palmella*, wie bei Pleurococcus, noch eine zweite Art der Zellenbildung vor. Eine kugelige Zelle (Fig. 23) scheidet Gallerte aus (Fig. 24), und theilt sich in 4 Zellen (Fig. 26). Die vier Tochterzellen nehmen eine sphärische Gestalt an (Fig. 27), und jede bekleidet sich wieder mit einer Gallerthülle (Fig. 28). Darauf erzeugt jede Tochterzelle von Neuem 4 Tochterzellen, wie es die Mutterzelle that. — Wenn sich die Zellen als Häufchen gruppiren und mit gemeinschaftlichen Hüllen umschlossen sind, so thun sie es in der Regel in der Zahl 4, 16, 64 etc. — Zuweilen erkennt man hier in jeder Zelle einen centralen Kern. Ehe die Zellenbildung auftritt, sind statt dessen 4 Kerne vorhanden (Fig. 25), von denen jeder der künftige centrale Kern der einen Tochterzelle ist (Fig. 26) (¹). — Das Gesetz für die zweite Art der Zellenbildung in Palmella heisst demnach so: *In jeder Zelle entstehen durch Theilung 4 tetraëdrisch-gestellte Tochterzellen, wodurch die Mutterzelle zu Grunde geht; nach ihrer Entstehung und bis zu ihrer Auflösung durch die Fortpflanzung scheiden die Zellen Gallerte aus.*

Innerhalb dieses Gesetzes sind die gleichen Modificationen vorhanden, wie bei der ersten Zellenbildung. Entweder tritt die Fortpflanzung in den Zellen der nämlichen Generation zu gleicher Zeit oder zu ungleicher Zeit auf. Im ersten Falle bestehen die Zellenhäufchen aus einer Zellenzahl $= 4^n$, nämlich 4, 16, 64, 256. Im zweiten Falle ist die Zellenzahl eines Häufchens $4 + n \times 3$, nämlich 4, 7, 10, 13, 16, 19, 22 etc. — Die Zellenbildung in den Zellen der nämlichen Generation geschieht in gleicher oder in ungleicher Richtung. — Die Gallertausscheidungen sind beträchtlicher oder geringer, und dadurch stehen die Zellen einander näher oder ferner. — Die Gallertausscheidungen sind verdünnt und fliessen zusammen: die Zellen liegen in einem structurlosen Schleime, oder die Gallertausscheidungen sind dicht und bestimmt-begrenzt: die Zellen sind von deutlichen concentrischen primären, secundären, tertiären etc. Hüllen umgeben. — Die Gallertausscheidungen der verschiedenen Generationen verhalten sich in Bezug auf ihre Consistenz gleich oder ungleich. In letzterm Falle liegen die Zellen in einer structurlosen Gallerte; sie sind aber in der Zahl von je 4^n (4, 16, 64...) oder je $4 + n \times 3$ (4, 7, 10, 13...) in gemeinschaftlichen Hüllen vereinigt, oder die einzelnen Zellen sind von besonderen Hüllen umschlossen. Z. B. in Fig. 29 liegen in einer formlosen und structurlosen Gallerte 4 Zellenhäufchen (a, b, c, d), welche zusammen in Eines vereinigt sind, doch ohne gemeinschaftliche Hülle. Sie ent-

(¹) Das Gleiche finden wir bei der Bildung der Specialmutterzellen für die Pollenzellen und die Sporenzellen der 4sporigen Kryptogamen, vergl. *Nägeli, zur Entwicklungsgeschichte des Pollens*, tab. III, 55 und 56; und *Zeitschrift für wissenschaftl. Botanik von Schleiden und Nägeli*, Heft 1, pag. 77 ff.

standen zwar aus einer gemeinschaftlichen Mutterzelle, von der aber nichts mehr zu sehen ist. Jede der Zellen a, b, c, d hat sich in 4 Zellen getheilt, welche Zellen in b, c, d von neuem je 4 Zellen erzeugt haben. Das ganze Häufchen besteht aus 51 ($= 4 + 15 \times 3$) Zellen; die partiellen Häufchen enthalten 4 (a), 15 (b) und 16 (c, d) Zellen. Die von der ursprünglichen Mutterzelle ausgeschiedene Gallerte ist verdünnt; sie stellt daher keine deutliche Hülle um das Häufchen dar. Die von ihren Tochterzellen abgeschiedene Gallerte dagegen ist consistenter, und als deutliche Hüllen um die Häufchen der zweiten Generation zu erkennen (a, b, c, d). Die von den Zellen der dritten und vierten Generation secernirte Extracellularsubstanz ist wieder verdünnt und ohne bestimmte Begrenzung in einander fliessend. Desswegen scheinen die Zellen innerhalb der gemeinschaftlichen Hüllen a, b, c, d bloss in einem formlosen Schleime zu liegen.

Auf die Frage nach der vegetabilischen Individualität muss für *Palmella*, wie für *Pleurococcus*, die gleiche Antwort folgen: *Jede einzelne Zelle ist eine Pflanze.* Die Gründe dafür sind die gleichen, die ich oben schon für Pleurococcus angab. Bei denjenigen Formen von Palmella, welche im Wasser wohnen (besonders wenn noch eine relativ geringe Zahl von Individuen in einer gegebenen Wassermenge, z. B. in einem Wasserglase lebt), sah ich mehrmals, dass die ausgeschiedene Gallerte schnell aufgelöst und dadurch die Individuen immer bald wieder frei wurden. Man findet dann z. B. viele Zustände, wie Fig. 23 — 28 und Fig. 14 — 20 sie darstellen, neben einander. Hier ist eine andere Annahme, als dass jede Zelle ein Pflanzenindividuum sei, ganz unmöglich, weil jede Zelle für sich lebt und sich selbstständig fortpflanzt. Die Zellen schwimmen getrennt im Wasser, theilen sich dann in 2 oder 4 Tochterzellen; die Tochterzellen gehen aus einander, jede lebt frei, um wieder 2 oder 4 Tochterzellen zu erzeugen. Wenn nun aber die Zellen durch die gelatinosen Excretionen der Mutterzellen verbunden bleiben, so sind die Individuen in kleinere oder grössere Familien vereinigt. — Ganz unrichtig wird selbst noch von den neusten Algologen die ganze Gallertmasse von Palmella als die Pflanze erklärt und ihr der Name von « Frons » oder « Phycoma » ertheilt. Die Zoologen würden mit dem gleichen Rechte ein Wespennest als ein Thier beschreiben. Sobald man das Wachsthum und die Fortpflanzung von Palmella erkannt hat, was mit der geringsten Mühe geschehen kann, und sobald man einen bestimmten Begriff mit Pflanzenindividuum verbindet, kann man keinen Augenblick anstehen, bei Palmella die einzelne Zelle als solches zu erklären.

Die Definition der Gattung Palmella ist folgende: *Die Pflanze ist eine einfache sphærische oder ellipsoidische Zelle, welche Gallerte in beträchtlicher Menge ausscheidet, und durch wandständige Zellenbildung sich in 2 oder 4 gleiche Tochterindividuen theilt.* Die Gattung sondert sich in die beiden Untergattungen:

I. DITOCE [1], *in 1 Zelle bilden sich 2 Tochterzellen*; und

II. TETRATOCE, *in 1 Zelle bilden sich 4 Tochterzellen.*

Von diesen Untergattungen gilt das Gleiche, was von den analogen Untergattungen von Pleurococcus gesagt wurde.

Wir finden also in *Palmella* und *Pleurococcus* die gleichen Erscheinungen, sowohl was die allgemeinen Gesetze der Zellenbildung, als was die speciellen Modificationen betrifft, denen jene allgemeinen Gesetze unterworfen sind. Der einzige Unterschied beruht in der verschiedenen Gallertausscheidung. Bei Palmella ist dieselbe beträchtlich. Bei Pleurococcus scheint dieselbe auf den ersten Blick zu mangeln; sie ist aber auch hier vorhanden, nur in sehr geringem Masse; sie bildet eine schmale, die Zellmembran überziehende Schicht. Reicht nun diese Verschiedenheit der Gallertaussonderung hin, um die Begründung von 2 Gattungen, *Palmella* und *Pleurococcus* zu rechtfertigen? Ich will die Frage hier nicht entscheiden, obgleich ich Formen mit sehr verschiedener Mächtigkeit der Extracellularsubstanz gesehen, und in ihnen Uebergänge zwischen den beiden Gattungen vermuthe.

[1] διτόκος, Zwillinge gebährend.

Es mag hier noch eine Bemerkung über Zellenbildung am Platze sein. Man hat dieselbe früher für *Palmella* und ähnliche Pflanzen häufig so dargestellt, als ob die Gallerte (« Schleimunterlage, Urschleim ») das primäre sei, und als ob sie die darin liegenden Zellen erzeuge. Diese Ansicht ist auch in neuerer Zeit noch ausgesprochen worden ([1]). Sie ist aber nun entschieden unrichtig, da uns die Beobachtung lehrt, dass die Zellen zuerst vorhanden sind, und dass erst nachher die concentrischen Gallertschichten auftreten (vergl. Fig. 18 und 19; 21 und 22; 23 und 24; 27 und 28), welche erst, wenn die Individuen in hinreichender Menge beisammen liegen, eine zusammenhängende Gallertmasse darstellen.

II. NOSTOCHACEÆ.

Durch vegetative Zellenbildung entsteht eine Zellenreihe; einzelne Zellen derselben werden unmittelbar zu Keimzellen.

Das Pflanzenindividuum ist eine Zellenreihe, deren Zellen weder das Vermögen Aeste noch Wurzeln zu bilden, besitzen. Eine oder mehrere Zellen einer Reihe trennen sich von den übrigen los und werden zu Keimzellen. Wie bei den *Palmellaceen* nur Eine Art der Zellenbildung (nämlich reproductive) vorhanden ist, so findet sich auch bei den *Nostochaceen* in jedem Individuum zwar ebenfalls bloss Eine Zellenbildung, aber nur vegetative. Dagegen zeigt die Zellenbildung in den verschiedenen Individuen eine Verschiedenheit, nämlich eine räumliche. Die Grenze zwischen zwei Individuen (Mutter und Tochter) wird dadurch bezeichnet, dass in einer Zelle des Einen eine räumlich verschiedene Zellenbildung beginnt, wodurch der Anfang zu einem neuem Individuum gegeben ist. Der Unterschied von vegetativen und von Keimzellen tritt somit hier in seiner einfachsten Gestalt auf: Mit der Keimzelle beginnt ein Zellenbildungsprozess; alle durch denselben entstehenden Zellen sind vegetativ, und unter einander sowohl als mit ihren Mutterzellen gleich, indem sie auf gleiche Weise Zellen bilden können. Nur eine oder einige wenige Zellen besondern sich, und werden von allen übrigen verschieden, indem sie sich aus der individuellen Vereinigung lostrennen und einen neuen, zwar analogen aber doch individuell-verschiedenen Zellenbildungsprocess einleiten: es sind die Keimzellen.

Zu den *Nostochaceen* gehören die *Nostochineen*, die *Rivularieen* und die meisten *Oscillatorieen* der Autoren.

([1]) Vergl. *Endlicher* und *Unger*, Grundzüge der Botanik, 1843. § 71 — 74.

Nostoc commune *Vauch.*

Tab. I, Fig. 30 — 36.

In einer homogenen structurlosen Gallerte liegen gebogene Zellenreihen von kuglichten, an beiden Polen mehr oder weniger abgeplatteten grünen Zellen. Diese Zellenreihen entstehen auf folgende Weise. Ursprünglich ist eine einzige sphärische Zelle vorhanden (Fig. 30). Diese verlängert sich zu einer elliptischen Gestalt und theilt sich durch eine den langen Ellipsendurchmesser unter einem rechten Winkel schneidende Wand (Fig. 31). Die beiden neuen Zellen runden sich ab, bleiben aber mit einander verbunden. Jede derselben dehnt sich wieder in die Länge, und zwar in der gleichen Richtung, wie es die Mutterzelle that, — und theilt sich dann durch eine Wand, welche mit der in der Mutterzelle entstandenen Wand parallel läuft (Fig 32). Die Zellenreihe besteht jetzt aus 4 Zellen. Jede derselben verhält sich wie ihre Mutterzelle, rundet sich ab, verlängert sich und erzeugt 2 Tochterzellen. Dieser Prozess wiederholt sich fortwährend auf gleiche Weise. Jede Zelle theilt sich in 2 Tochterzellen (Fig. 33, a, a). Die Zellenbildung geschieht immer in der gleichen Richtung wie in der Mutterzelle, also auch in der gleichen Richtung wie in der ursprünglichen Zelle, aus welcher die Zellenreihe entstanden ist; die Wand ist parallel mit der einen (wenn es eine Endzelle ist) oder mit beiden (wenn es eine mittlere Zelle ist), an andern Zellen anstossenden Endflächen. Jede der beiden Tochterzellen (Fig. 33, b und b) nimmt eine rundliche Gestalt an und dehnt sich dann in der Richtung aus, welche ihre, die Mittelpunkte der beiden Endflächen verbindende Achse bezeichnet; die übrigen Durchmesser der Zelle dagegen, welche mit den beiden Endflächen parallel laufen, ändern sich nicht. Darauf theilt sich jede der beiden Zellen von neuem. — Durch den Umstand, dass je die Tochterzellen in der gleichen Richtung Zellen bilden wie ihre Mutterzelle, und dass die Zellen mit einander verbunden bleiben, entsteht eine *Zellenreihe*. Dadurch dass je die *beiden* Tochterzellen fortpflanzungsfähig sind, entsteht eine *in allen ihren Elementen wachsende Zellenreihe*.

Das Wachsthum der Zellenreihen, insofern es von der Zellenbildung und der Zellenausdehnung abhängt, zeigt keine anderen Erscheinungen als die angegebenen. Innerhalb der Zellen ist indessen eine lebhafte Assimilation des aufgenommenen Nahrungsstoffes thätig. In Folge derselben wird eine beträchtliche Menge von Gallerte ausgeschieden. Dass dieselbe wirklich secernirte Extracellularsubstanz sei, wird vorzüglich durch die Analogie von *Palmella* klar, indem die sonst gewöhnlich structurlos erscheinende Gallerte doch zuweilen ähnliche, in Generationen abgetheilte Schichtung erkennen lässt, wie wir es bei Palmella kennen gelernt haben. — Ueber die Zellenbildung habe ich für Nostoc keine directen Beobachtungen. Die Analogie mit den übrigen Algenzellen erfordert hier, wie bei Palmella und Pleurococcus, die Annahme, dass die Zellen durch *wandständige Zellenbildung* (um den ganzen Inhalt) entstehen.

Die Vermehrung der Zellenreihen geschieht auf folgende Art. Eine Zelle in der Mitte wird grösser, und nimmt dabei eine vollkommen sphärische Gestalt an (Fig. 33, g). Die Grössenzunahme beträgt höchstens $^1/_4$ ihres frühern Querdurchmessers; zuweilen ist sie null. Diese Keimzelle, wie ich sie nennen will, finde ich zuerst immer in der Mitte einer Zellenreihe. Nachher lösen sich die beiden Hälften der Zellenreihe von ihr los, und sie liegt frei; löst sich die eine Hälfte zuerst los, so steht sie an dem Ende einer Zellenreihe, und gewährt den Anschein, als ob sie eine veränderte Endzelle sei. Aus der freigewordenen Keimzelle entsteht eine neue Zellenreihe, auf die beschriebene Art. Dabei ist aber zu bemerken, dass die Richtung der Zellenbildung im Raume für die Keimzelle, und die aus ihr entstehende Zellenreihe eine andere zu sein scheint als in der Mutterzellenreihe. Die Differenz beträgt 90°. Sind z. B. die Scheidewände in einer Zellenreihe (Fig. 33) senkrecht und von Ost nach West gerichtet, so sind die Scheidewände in der Keimzelle (g) und in den Zellen der aus ihr hervorgehenden neuen Zellenreihe vertical von Süd nach Nord oder horizontal gelegen. Liegen die Wände einer Mutterzellenreihe horizontal, so laufen die Wände der Tochterzellenreihe vertical entweder von Ost nach

West oder von Süd nach Nord. Die Umwandlung einer bestimmten Zelle der Zellenreihe in eine Keimzelle besteht also darin, dass dieselbe ihr Zellenbildungsvermögen in einer bestimmten Richtung, welches ihr als Element der Zellenreihe eigenthümlich ist, verliert, und statt dessen das Vermögen erhält, in einer anderen Richtung des Raumes Zellen zu erzeugen. —

Diese Verhältnisse werden dann klar, wenn eine Keimzelle schon Zellen zu bilden anfängt, ehe sie sich noch vollständig aus der Mutterzellenreihe losgelöst hat. In Fig. 34 ist a das Ende einer Zellenreihe, g — g die Keimzelle, welche in einer andern Richtung sich in die Länge gedehnt und in 2 Tochterzellen getheilt hat, als es die Zellen jener Zellenreihe thun. — In Fig. 35 ist a — a ein kleines Stück aus der Mitte einer Zellenreihe, g die Keimzelle. An der letztern bemerkt man beiderseits 2 kleine zapfenartige Vorsprünge, welche zwar nicht der Durchschnitt einer ringförmigen vorspringenden Leiste sind, wie sie bei der Pollen- und Sporenbildung der Entstehung der Specialmutterzellen vorausgeht, — welche aber dennoch ebenfalls eine bestimmte Beziehung zur Richtung der künftigen Zellenbildung zu haben scheinen. — In Fig. 36 sind ausser diesen beiden Vorsprüngen noch 2 kleine Zellenkerne vorhanden. Beide Erscheinungen bezeichnen übereinstimmend die Richtung g — g als die Richtung der künftigen Zellenbildung in der Keimzelle und als die Richtung der entstehenden Zellenreihe. Ich bemerke jedoch hier ausdrücklich, dass ich die in Fig. 34 und 36 gezeichneten Zustände jeden nur ein einziges Mal beobachtet habe, und dass ich daher über ihre Constanz nichts aussprechen kann.

Wenn eine Zellenreihe sich fortpflanzt, so geschieht es also durch eine ihrer mittleren Zellen, welche sich in eine Keimzelle umwandelt. Dadurch theilt sich die Zellenreihe in 3 Partieen, in die Keimzelle und in 2 doppelt kürzere Zellenreihen, als sie selbst war. Jede der beiden letzteren wächst durch Zellenbildung in allen ihren Elementen, wie es die Mutterzellenreihe that, und verhält sich auch in allen Stücken wie diese letztere. Man kann also sagen, dass bei der Fortpflanzung aus 1 Zellenreihe 3 Zellenreihen hervorgehen.

Nach Feststellung dieser Thatsachen über das Wachsthum und die Fortpflanzung der Zellenreihen von Nostoc commune und über das Entstehen der Gallertmasse, in welcher sie liegen, geht die erste und wichtigste Frage nach der Individualität der Pflanze. Die neusten Algologen stimmen darin überein, dass die ganze Gallertmasse mit allen Zellenreihen, die sie enthält, eine Pflanze sei, denn in der Diagnose der Gattung heisst es: « Cellulæ subglobosæ, coalitæ in series moniliformes..... *frondem* gelatinosam.... farcientes » (¹) oder « *Phycoma* peridermide cinctum,... intus ex trichomatibus... massa gelinea communi involutis, compositum » (²). — Das Pflanzenindividuum wird aber bei Nostoc nicht durch die ganze Gallertmasse, sondern durch jede einzelne Zellenreihe dargestellt. Die Gründe dafür sind die nämlichen, warum bei *Palmella* nicht ebenfalls die ganze Gallertmasse, sondern dort jede einzelne Zelle als Pflanze angesehen werden muss. Die ganze Gallertmasse mit allen eingeschlossenen Zellenreihen (« Frons, Phycoma ») übt keine gemeinschaftliche Function aus, sie besitzt als Ganzes kein Leben; denn es sind keine Erscheinungen vorhanden, welche auf ein solches gemeinsames Leben schliessen liessen. Die Gallerte ist weder die gemeinsame Erzeugerin, wie früher angenommen wurde, für die Zellenreihen, noch ist sie deren gemeinschaftliches Produkt und Organ; sondern sie ist die Summe der von allen einzelnen Individuen erzeugten Excretionen, welche durch physicalische Adhäsion zu einem Ganzen verbunden bleiben. *Kützing* lässt zwar sein « Phycoma » durch eine « Peridermis » umschlossen sein; aber diese sogenannte Peridermis ist nichts anderes als der äusserste und zugleich älteste Theil der ausgeschiedenen Gallerte, welcher durch äussere physicalische Einflüsse verändert wurde. — Die Gesammtmasse von Nostoc besitzt vorzüglich auch keine Fortpflanzung als Ganzes und kann daher auf keine Weise die Pflanze sein.

Bei Nostoc können ferner die einzelnen Zellen nicht als pflanzliche Individuen angesehen werden, wie es bei Pleurococcus und Palmella geschehen muss. Denn die Zellen sind Theile der Zellenreihen, welche als solche Lebensäusserungen besitzen; diese bestehen darin, dass sie sich fortpflanzen. Bei Pleurococcus und Palmella

(¹) *Endlicher*, gen. pl. suppl. III. gen. 13.

(²) *Kützing*, phycologia gen., pag. 203.

konnten die aus mehreren (bei ersterer Gattung dicht aneinander liegenden) Zellen bestehenden Körner und Häufchen nicht als Individuen angesehen werden, weil sie sich als solche nicht fortpflanzten, weil sie überhaupt bloss eine einzige Zellenbildung zeigten, welche nicht zugleich der Vegetation und der Reproduction angehören konnte. Ich habe dort schon als Grundsatz ausgesprochen, *dass eine mehrzellige Pflanze wenigstens 2 Arten der Zellenbildung besitzen müsse, eine für das Wachsthum des Individuums und eine für die Fortpflanzung desselben.*

In Nostoc finden wir nun die allereinfachste Anwendung dieses Grundsatzes. Die eine Zellenbildung, welche immer in der gleichen räumlichen Richtung statt findet, dient bloss dazu, das schon vorhandene Individuum zu vergrössern; die andere Zellenbildung dagegen, welche eine andere räumliche Richtung einschlägt, dient dazu, ein neues Individuum zu erzeugen. Dabei muss ich die Frage noch unentschieden lassen, ob die Keimzelle bloss eine grösser gewordene Zelle der Zellenreihe sei, oder, ob es eine neue Zelle sei, die erst in einer grösser werdenden Zelle der Zellenreihe, als einzige Tochterzelle, entstanden ist. Ich will einstweilen das Erstere als das Einfachere und Wahrscheinlichere annehmen. Die Entscheidung dieser Frage ist wichtig für den Begriff der Gattung; sie ist aber gleichgültig für die Frage, ob die Zellenreihen Pflanzenindividuen seien; denn sie sind es in beiden Fällen. — Die Individuen von Nostoc sind also Zellenreihen. Sie entstehen aus einer einfachen Zelle (Keimzelle), und wachsen allseitig (d. h. in allen ihren Elementen) durch Zellenbildung. Der Begriff des Wachsthums besteht darin, dass *in jeder Zelle durch wandständige Zellenbildung 2 Tochterzellen erzeugt werden, und dass die Zellenbildung in einer Zelle immer die gleiche Richtung befolgt, wie sie die Zellenbildung in ihrer Mutterzelle befolgte.* Die Elemente der Zellenreihen sondern Gallerte aus, welche ein Bindemittel für alle beisammenliegenden, und möglicherweise aus einem einzigen Individuum entsprungenen Individuen abgibt, und dieselben in grössere oder kleinere Familien vereinigt. — Eine Zelle der Zellenreihe wandelt sich in eine Keimzelle um. Der Begriff der Fortpflanzung besteht darin, *dass eine Zelle des Individuums der räumlichen Richtung nach eine andere Zellenbildung besitzt, als alle übrigen Zellen desselben Individuums.*

Die Grundlage für eine Definition der Gattung Nostoc muss jedenfalls in folgenden Merkmalen gefunden werden: *Die Pflanze ist eine Zellenreihe mit allseitigem Wachsthume; sie pflanzt sich durch eine mittlere Zelle fort, welche zur Keimzelle wird und als solche in einer anderen räumlichen Richtung (als die übrigen Zellen des Individuums) Zellen bildet.* Ob dieses der ganze Gattungsbegriff sei, oder ob noch einige speciellere Bestimmungen hinzukommen müssen, um Nostoc von andern verwandten Gattungen zu unterscheiden, bleibt für einmal dahin gestellt.

Räthselhaft sind die Nostocfäden in Collema. Nach *Kützing* (¹) verwandeln sich Nostocarten in Collemaarten. Derselbe giebt dabei an, dass die Nostocähnlichen Zellfäden nach unten in sehr feine Fäden übergehen, indem die Glieder sich verdünnen und verlängern. Bei einer frühern Untersuchung fand ich in Collema zweierlei Zellfäden unter einander gemengt, 1) grüne, nostocähnliche, mit weiteren, abgerundeten Zellen, und 2) farblose, mit sehr schmalen, langen cylindrischen Zellen. Andere Collema-Arten besitzen neben den farblosen dünnen Fäden, statt der Nostocfäden, Häufchen von Zellen, welche Palmella täuschend ähnlich sind. Einen directen Uebergang von den Nostoc-ähnlichen Fäden in die dünnen, farblosen Fäden sah ich nicht, eben so wenig Gebilde, welche zwischen beiden die Mitte gehalten hätten. Auch bemerkte ich gleichfalls nichts von einem Uebergehen der Palmella-ähnlichen Zellenhäufchen in die dünnen, farblosen Fäden. Dabei stiegen mir Zweifel auf, ob wirklich diese beiden heterogenen Elemente der Flechte angehören, oder ob nicht *Nostoc* und *Palmella* parasitisch in Collema wohne? Diese Vermuthung ist nichts weniger als sicher; ich spreche sie bloss aus, damit sie bei allfälligen künftigen Untersuchungen berücksichtigt werde.

(¹) Phycologia general., pag. 203.

III. BANGIACEÆ.

Durch vegetative Zellenbildung entsteht eine Zellenreihe oder eine Zellschicht; einzelne Zellen derselben erzeugen durch wandständige Zellenbildung (Theilung) mehrere Keimzellen.

Das Pflanzenindividuum ist eine Zellenreihe oder eine Zellschicht, deren Zellen meist das Vermögen besitzen, Aeste oder Wurzeln zu bilden. Einzelne, häufig die meisten Zellen (nie alle, — eine Ausnahme machen wenigstens die Endzellen sowohl der Spitze als der Basis) werden zu Mutterzellen, aus deren jeder durch einmalige oder durch wiederholte Theilung 2, 4 oder mehrere Keimzellen hervorgehen.

1. Lyngbyeæ.

Zellenreihe.

Jedes Individuum ist eine Zellenreihe, bald ohne, bald mit (wahrer) Verästelung. Einzelne Zellen, meist die untersten, treiben Wurzeln. Die vegetative Gewebezellenbildung findet immer in der gleichen Richtung statt, und stimmt in dieser Beziehung mit derjenigen der *Nostochaceen* überein. Von ihr unterscheidet sich die reproductive Zellenbildung, indem die Theilung andere räumliche Richtungen einhält. Dieses Umschlagen der räumlichen Richtung der Zellentheilung bezeichnet den Anfang der reproductiven Zellenbildung, welche sich gewöhnlich mehrmal, und zwar abwechselnd in den verschiedenen Dimensionen des Raumes wiederholt, und deren letztes Product die Keimzellen sind. Während daher die vegetativen Zellen bloss in einer Linie hinter einander liegen, so liegen die Keimzellen körperförmig neben und über einander. Von den *Nostochaceen* unterscheiden sich die *Lyngbyeen* begriffsmässig einzig durch die Fortpflanzung; die letztern können häufig aber auch bei mangelnder Reproduction durch die Anwesenheit von kleinen Wurzeln erkannt werden.

Zu den *Lyngbyeen* gehören mehrere Arten der Gattung *Lyngbya*, ferner die Gattungen *Hormidium* Kützing, *Ulothrix* Kützing, *Draparnaldia* Bory, *Stygeoclonium* Kützing, *Bangia* Lyngb., *Stigonema* Ag.

Ulothrix zonata *Kütz.* (1)

(Conferva zonata Web. et Mohr. Myxonema zonatum Fries.[2])

Tab. 1, Fig. 47 — 54.

Kützing hat diese Pflanze nach ihren vegetativen und reproductiven Eigenthümlichkeiten gut beschrieben und abgebildet (3), so dass ich nicht viel beizufügen habe.

In dem Momente, ehe die Keimzellen sich zu entwickeln anfangen, finde ich sie in der Regel kugelig (Fig. 47, 48). Der rothe Punkt, von dem ich später noch reden werde, liegt irgendwo an der Wandung. Auf einer Seite wächst eine dünne, wenig gefärbte Wurzel hervor (Fig. 49). Am entgegengesetzten Ende verlängert sich die Zelle in einen gegliederten Faden (Fig. 50, 51). Der rothe Punkt ist in der ersten, zweiten, oder dritten Zelle sichtbar (Fig. 51). Die Zellenreihe wächst so, dass sich alle Zellen theilen. Die Wurzel verlängert sich ebenfalls, und besteht zuletzt aus einigen schmalen und langgestreckten Zellen (Fig. 52).

Der Zelleninhalt ist eine wasserhelle Flüssigkeit im Innern; an der Wandung liegt homogenes Clorophyll. Dasselbe überzieht zuweilen die ganze Cylinderfläche; häufiger bildet es an derselben bloss eine grössere oder kleinere mittlere Querzone; in seltneren Fällen ist das Chlorophyll auch bloss in so geringer Menge in den Zellen vorhanden, dass es nur einen kreisförmigen oder elliptischen Fleck an der Cylinderfläche bildet. Die Endflächen bleiben immer frei und ungefärbt. Auf die Anordnung des Chlorophylls hat die Gestalt der Zellen Einfluss, indem in den relativ kürzern Zellen (deren Querdurchmesser beträchtlicher ist als der Längsdurchmesser) die ganze Cylinderfläche oder ein grösserer Theil derselben mit Chlorophyll bedeckt ist, in den relativ längeren Zellen dagegen (deren Längsdurchmesser beträchtlicher ist, als der Querdurchmesser) bloss eine kleinere Zone oder auch nur ein kreisförmiger Fleck durch Clorophyll bedeckt wird.

In der Clorophyllschicht liegen ein oder mehrere Körner. Ihre Zahl steht in directem Verhältnisse zur Grösse der Chlorophyllschicht, ist diese bloss ein kleiner Fleck, so liegt gewöhnlich mitten in demselben ein einziges Korn. In einem schmalen Chlorophyllbande befinden sich meist zwei, in einem breitern drei bis sechs Körner. Um die Körner herum ist die sonst ziemlich dünne Chlorophyllschicht verdickt. Die Körner scheinen Stärkekörner zu sein; doch ist das bei ihrer Kleinheit nicht mit Sicherheit auszumitteln.

Die Fäden sind sehr verschieden dick. Der Durchmesser varirt von 0,004 ''' — 0,018 '''. Der gleiche Faden ist ziemlich gleich dick, oder er wird nach einer Seite hin wenig und ganz allmälig dünner oder dicker. Die Zellen besitzen eine sehr verschiedene Länge; absolut varirt dieselbe von 0,002 ''' bis 0,020 '''; relativ zum Querdurchmesser varirt dieselbe so, dass in den einen Zellen die Länge bloss $^1/_4$ der Breite, in den andern Zellen sogar 5 mal die Breite beträgt. Im gleichen Faden varirt die Länge der Zellen gewöhnlich um nicht mehr als um das Doppelte (4).

Wenn die Zellen fructifiziren sollen, so werden sie zuerst elliptisch (früher waren sie cylindrisch), indem sich die obere und die untere Kante abrundet (Fig. 53, b). Der grüne Inhalt mehrt sich, indem er nun entweder eine ziemlich breite Schicht an der ganzen innern Oberfläche bildet oder das Zellenlumen ganz ausfüllt.

(1) Diese, so wie die meisten übrigen Gattungsmonographieen wurden im Frühjahre 1845 geschrieben. Wo die neuern Werke von *Kützing* und *Hassall* zu Bemerkungen Anlass gaben, sind sie in Anmerkungen beigefügt.

(2) Lyngbya zonata *Hassall.*

(3) Phycol. general., pag. 251., tab. 80.

(4) *Kützing* hat in der Phycologia germanica (pag. 196) 18 Arten von *Ulothrix* unterschieden, welche vorzüglich durch die Dicke der Fäden und die Länge der Glieder sich auszeichnen. Ich könnte *Kützing* nicht beistimmen, dass diesen Formen ein specifischer Werth beigemessen werden dürfe. In einem Rasen finde ich häufig mehrere der *Kützing*schen Arten beisammen, aber zugleich mit allen möglichen Mittelstufen.

Die Zellen theilen sich dann durch eine gewöhnlich senkrechte Wand in zwei Tochterzellen (Fig. 53, c), von denen jede wieder, wie die Mutterzelle, entweder ganz mit grünem Inhalte erfüllt oder an der Wandung überzogen ist. Jede der beiden Tochterzellen theilt sich wieder, und zwar nun gewöhnlich durch eine horizontale Wand (Fig. 53, d, e). Diese Theilung wiederholt sich ein, zwei, drei, viermal, so dass aus einer Gliederzelle bald bloss 4, bald bis auf 10 und 20 Zellen gebildet werden. Jede dieser Zellen ist eine Keimzelle.

Die Gliederzellen öffnen sich seitlich und lassen die Keimzellen heraustreten. Diese, sobald sie ins Wasser kommen, bewegen sich sehr lebhaft. Sie schwimmen schnell vorwärts, indem sie sich um ihre Achse drehen, welche in der Richtung ihrer Bewegung liegt. Zuweilen drehen sie sich bloss um ihre Achse, ohne vorwärts zu rücken; es findet diess aber, wie ich glaube, bloss dann statt, wenn die Achse senkrecht steht, so dass wahrscheinlich der Mangel einer progressiven Bewegung bloss davon herrührt, dass sie an eines der beiden Objectgläschen, zwischen denen sie liegen, anstossen. Obgleich nun diese Bewegung eine grosse Aehnlichkeit mit der Bewegung der Infusorien hat, so scheint sie mir doch im Ganzen regelmässiger und stetiger zu sein. Die Keimzellen rücken mehr in gerader Richtung und mit einer gleichmässigern Schnelligkeit vorwärts als die Infusorien. Ferner ist ihre Gestalt starr und unveränderlich. Einen fadenförmigen Anhang sah ich nicht.

Die Keimzellen sind ganz oder bloss theilweise grün. Der grüne Inhalt füllt entweder das ganze Lumen der Zelle aus, oder, was häufiger der Fall ist, er lässt auf der einen Seite eine freie ungefärbte Stelle; oder er liegt auch bloss an der Wandung, indem das Innere mit wasserheller Flüssigkeit gefüllt ist. — Die Gestalt der Keimzellen ist beim Heraustreten aus der Gliederzelle unregelmässig. Wenn sie aber frei im Wasser liegen, so werden sie bald eiförmig oder kugelförmig. — An der Wandung liegt ein rothes Korn, das von aussen entweder rund oder länglich und wie ein kurzes Stäbchen aussieht. Zuweilen sind es deutlich zwei gesonderte, neben einander liegende Körner (Fig. 48). Diese rothen Körner liegen in der Zellwandung, und es hat sogar fast den Anschein, als ob sie ausserhalb derselben lägen, wenigstens zeigt dort die Wandung einen kleinen, der Grösse des Kornes entsprechenden Vorsprung. — Das rothe Korn liegt entweder im grünen oder im farblosen Theile der Membran. Es hat bezüglich zur Bewegung der Keimzellen kein bestimmtes Lagerungsverhältniss, indem es bald im Pol, bald im Aequator der sich drehenden Zelle liegt. — *Kützing* nennt das rothe Korn « Augenpunkt, » die farblose Stelle der Wandung, wo kein Chlorophyll derselben anliegt, « Mundstelle; » Deutungen, wie sie von *Ehrenberg* für Infusorien und wahrscheinlich ebenfalls für die beweglichen Keimzellen, insofern er dieselben nämlich für Infusorien hielt, angewendet wurden. Statt nun aber die Augen von den Infusorien, wo sie eine blosse Vermuthung sind, auf die Keimzellen überzutragen, würde ich es für richtiger halten, von den Keimzellen aus, wo die rothen Punkte sicher keine Augen sind, zu schliessen, dass die gleichen rothen Punkte in den Infusorien ebenfalls keine Augen sein können. Die sogenannte Mundstelle ist offenbar etwas ganz anderes als die wahre Mundöffnung vieler Infusorien. *Kützing* sagt, dass die Keimzellen sich mit der Mundstelle ansaugen, und dann sich zu einem gegliederten Faden entwickeln. Meine Beobachtungen stimmen damit nicht überein. Wenn die Keimzellen zur Ruhe gelangt sind, so besitzen sie gewöhnlich eine kugelförmige Gestalt; das Chlorophyll liegt auf verschiedene Weise in der Zelle; es überzieht die ganze Wandung (so dass die sogenannte Mundstelle mangelt), oder es überzieht bloss einen grössern oder kleinern Theil der Wandung. Die Wurzel aber wächst aus der Keimzelle hervor ohne Rücksicht auf die Anordnung des Chlorophylls. Die Wurzel selbst ist farblos oder wenig gefärbt, und dadurch wird es denn leicht möglich, dass man irriger Weise die Wurzel mit jener hellen Stelle an der Peripherie für identisch hält.

Wenn ein Faden oder ein Theil eines Fadens fructifizirt, so geschieht es in der Regel durch alle Zellen ohne Unterschied. Die Keimzellenbildung schreitet dabei gewöhnlich von einer Seite nach der andern fort, so dass der eine Endtheil des Fadens bloss aus wasserhellen entleerten Gliederzellen besteht, der mittlere Theil fructifizirende und der andere Endtheil bloss noch unveränderte Gliederzellen enthält (Fig. 54, 55). Es ist mir wahrscheinlich, dass die Keimzellenbildung an einem Faden von oben nach unten fortschreite.

2. Ulveae.

Zellschicht.

Die *Ulveen* unterscheiden sich dadurch von den *Lyngbyeen*, dass sie nicht aus einer Zellenreihe, sondern aus einer Zellschicht bestehen. Diese Zellschicht ist entweder offen, und bildet eine blattartige, einschichtige Fläche; oder sie ist geschlossen und bildet eine schlauchförmige Fläche. Im letztern Falle ist sie entweder mit Wasser gefüllt, und stellt einen mehr oder weniger cylindrischen Schlauch dar; oder sie ist nicht mit Wasser gefüllt, sie ist ein leerer Schlauch, dessen Wände aneinander liegen, und sie bildet somit ebenfalls eine blattartige, aber scheinbar zweischichtige Fläche. Man darf aber nicht, wie es bisher geschah, sagen, dass die Frons der *Ulveen* wirklich zuweilen aus 2 Zellschichten gebildet sei, in dem Sinne, wie dieser Ausdruck sonst verstanden werden muss. Die wirklich zwei- oder mehrschichtige Frons ist in ihrer Entwicklung zuerst eine einfache Schicht, deren Zellen sich dann theilen. Die Entwicklungsgeschichte der sogenannten zweischichtigen *Ulveen* ist aber eine ganz andere; sie wachsen fortwährend als einfache Schicht. — In Bezug auf die Keimzellenbildung stimmen die *Ulveen* ganz mit den *Lyngbyeen* überein. Eine Zelle theilt sich in zwei, und die Theilung wiederholt sich mehr oder weniger, so dass aus der ursprünglichen Mutterzelle 4 oder mehr Keimzellen entstehen.

Zu den *Ulveen* gehören die Gattungen *Prasiola* Kütz., *Porphyra* Ag., *Phycoseris* Kütz., *Ulva* Auct., *Enteromorpha* Auct., *Zignoa* Trevis.

Ich wähle als Beispiel für die vegetative Entwicklung *Enteromorpha*, für die Fortpflanzung *Porphyra*.

Enteromorpha compressa *Grev.*

(Ulva compressa L. Solenia compressa Ag.)

Taf. I, Fig. 55 — 58.

Die Pflanze ist verästelt; die Aeste sind röhrenförmig; die Wand besteht aus einer einfachen Zellschicht; die Höhlungen aller Aeste communiziren miteinander und sind mit Wasser gefüllt.

Jeder Ast ist zuerst eine einzige Zelle, nämlich irgend eine Zelle der Mutterachse, welche sich besondert. Diese Zelle verlängert sich nach aussen und etwas schief nach oben, und theilt sich durch eine, ihre Achse unter einem rechten Winkel schneidende Wand in zwei Zellen, von denen die untere und innere so ziemlich dem ursprünglichen Lumen der Mutterzelle entspricht, die letztere aber an der Seite der Mutterachse frei hervorragt. Dass diese äussere, einer Astzelle gleichende Zelle die zweite und nicht etwa die erste Zelle der

neuen Achse, also nicht eine Astzelle (wie wir sie sonst gewöhnlich bei der Verästelung antreffen) sei, beweist das weitere Verhalten der innern Zelle. — Die äussere Zelle verlängert sich in der Richtung ihrer Achse, und theilt sich dann durch eine horizontale Wand in eine (obere) neue Scheitelzelle und in eine (untere) Gliederzelle. Diese Zellenbildung wiederholt sich fortwährend in der jeweiligen End- oder Scheitelzelle. Untersucht man die Spitze irgend eines Astes, namentlich eines dünnern Astes, so findet man, dass seine Spitze in einem kürzern oder längern gegliederten Faden endigt (Fig. 55). Zu äusserst steht die Scheitelzelle (a), hinter derselben mehrere Gliederzellen (b). Die Scheitelzelle verlängert sich immer in der Längsrichtung des Astes und theilt sich durch eine, diese Richtung unter einem rechten Winkel schneidende Wand in eine neue Scheitelzelle und in eine Gliederzelle.

Die Gliederzellen theilen sich darauf durch eine senkrechte Wand in zwei nebeneinander liegende, halbcylinderförmige Zellen (Fig. 55, d, e). Jede derselben theilt sich wieder durch eine senkrechte Wand, welche mit der ersten Wand einen rechten Winkel bildet, in zwei gleiche Zellen, welche die Gestalt eines Cylinderquadranten besitzen. Auf diese Weise haben sich aus der Gliederzelle 4 neben einander liegende gleiche Zellen gebildet, welche regelmässig um die Achse des Astes gestellt sind. Fig. 56 giebt einen horizontalen Durchschnitt von diesem Entwicklungsstadium. Die Zellen trennen sich nun in der Mitte von einander, indem sie Wasser ausscheiden (Fig. 57). Dann theilen sie sich jede in zwei nebeneinander liegende Tochterzellen (Fig. 58), und diese Theilung wiederholt sich nun fortwährend: die Scheidewände sind entweder horizontal oder radial-senkrecht (nie tangental-senkrecht). Wir finden daher auf horizontalen Querschnitten nach und nach eine grössere Zahl von Zellen; ebenso vermehren sich die Zellen in senkrechter Richtung, und zwar so ziemlich in gleichem Masse, so dass sie immer ungefähr gleich hoch und gleich breit sind. Wie sich die Zellen vermehren, so scheiden sie auch im Verhältnisse Wasser nach der innern Höhlung aus, so dass diese immer mit der gehörigen Quantität Wasser erfüllt ist.

Auf gleiche Weise wie sich die übrigen Gliederzellen in 2, dann 4 und mehr Zellen theilen, so theilt sich auch die unterste, zwischen den Zellen des Mutterastes liegende Gliederzelle eines Astes. Daher kommt es, dass die Höhlungen des Mutter- und Tochterastes mit einander communiziren. Diese Thatsache zeigt auch, wie die Astbildung bei *Enteromorpha* zu erklären sei. Die sich besondernde Zelle eines Astes ist die erste Zelle und zwar die erste Scheitelzelle des neuen Astes; sie verlängert sich nach aussen und theilt sich in die (äussere) zweite Scheitelzelle und in die (innere) erste Gliederzelle. Wäre jene äussere Zelle eine Astzelle und somit die erste Scheitelzelle, so müsste auch die erste Gliederzelle ausserhalb stehen, und die Höhlung des Astes, welche durch die Theilung der Gliederzellen erzeugt wird, könnte bloss bis aussen an die Zellen des Mutterastes reichen, also nicht mit der Höhlung des letztern in Verbindung stehen.

Das Wachsthum von *Enteromorpha*, insofern es von Zellenbildung abhängig ist, lässt sich also folgendermassen aussprechen: Das Wachsthum geschieht an der Spitze durch eine einzige Zelle (Scheitelzelle), welche sich fortwährend durch eine horizontale, die Achse unter einem rechten Winkel schneidende Wand, in eine (obere) neue Scheitelzelle und in eine (untere) cylindrische Gliederzelle theilt. In den Gliederzellen beginnt eine sich fortwährend wiederholende Zellenbildung, deren characteristisches Merkmal darin besteht, dass bloss radial-verticale und horizontale Wände gebildet werden, welche die jeweilige Mutterzelle in zwei gleiche Tochterzellen theilen. Dadurch dass die Zellen nach innen Wasser ausscheiden, werden die Achsen zu hohlen, mit Wasser gefüllten Schläuchen. Die Aeste entstehen dadurch, dass eine Zelle des Mutterastes sich besondert und zur ersten Scheitelzelle für den neuen Ast wird.

Porphyra vulgaris *Ag.*

Tab. I, Fig. 59 — 62.

Porphyra ist eine offene Zellschicht. Der Durschchnitt zeigt daher immer eine Zellenreihe (Fig. 59). Die Zellen sind anfänglich viereckig und bloss durch schmale Wände getrennt (Fig. 59). Späterhin wird von den

Zellen beträchtlich viel Gallerte gebildet, so dass dieselben nun rundlich oder ellipsoidisch werden und lose in der Gallerte liegen, beim Schnitte auch leicht herausfallen (Fig. 60). An diesen freigewordenen Zellen erkennt man eine sehr zarte Membran. *Kützing* sagt von andern Algen, dass die « Amylidzellen » herausfallen, d. h. der Zelleninhalt mit der Schleimschicht (Primordialschlauch). Die Membran, welche die herausfallenden Zellen von *Porphyra* besitzen, ist gallertartig, und überzieht die Schleimschicht. Das gleiche, glaube ich, findet auch bei den meisten übrigen Zellen statt, welche beim Zerreissen des Gewebes aus der Intercellularsubstanz frei werden. — Die Zellen besitzen in ihrem Centrum einen freien Kern, und rothen homogenen Inhalt, welcher, theils um den Kern gelagert, denselben gewöhnlich verbirgt, theils als radienförmige Strömungsfäden Kern und Zellwand verbindet (Fig. 60, a).

Wenn die Zellen fructifiziren, so füllen sie sich mit Inhalt; sie werden dunkler und intenser gefärbt. Sie theilen sich durch eine mit der Zellschicht parallele Wand in zwei gleiche Tochterzellen. Die Theilung wiederholt sich abwechselnd in den drei Richtungen des Raumes. Fig. 61 zeigt einen Durchschnitt durch einen Theil der Pflanze, wo die Fortpflanzung begonnen hat. Die Zelle b hat sich in 2, c in 3, d in 4, e in 10 Zellen getheilt. In Fig. 62, c liegen schon 18 Zellen neben einander, die aus einer ursprünglichen Mutterzelle entstanden sind. Die Ansicht von der Fläche zeigt ebenfalls Zellen, welche erst in 2, dann in 4 und mehr Zellen getheilt sind. Die Zellenbildung, man mag sie im Durchschnitte oder von der Fläche betrachten, erzeugt zuerst immer Wände, welche sich unter rechten Winkeln berühren; späterhin aber treten häufig auch schiefe Wände auf.

Aus einer Zelle entsteht somit ein ganzes Häufchen von kleinern Zellen. Die Zahl derselben ist sehr verschieden. Ob es ein Minimum dafür giebt, und welches, weiss ich nicht. Da aber die Zellen sowohl von der Fläche als im Durchschnitte wenigstens eine Theilung in 4 Zellen zeigen, so möchte die Zahl in der Regel nicht unter 16 fallen. Da hingegen in andern Fällen auf beiden Ansichten (sowohl von der Fläche als auf dem Durchschnitte) bis auf 18 und 20 Zellen neben einander liegen, so möchte in den günstigsten Fällen die Zahl der aus einer Zelle entstandenen Zellen bis auf 100 betragen. Die Zellen, welche das letzte Product dieser Zellenbildung sind, stellen die Keimzellen dar. Wenn die Zellhäufchen zerfallen, so trennen sie sich zuerst in 2 oder 4 grössere Partieen, und nachher werden die einzelnen Keimzellen frei.

Die Keimzellenbildung beginnt oben und am Rande des blattartigen Laubes und schreitet nach innen und unten hin fort. In jedem einzelnen Theile fructifiziren entweder alle Zellen (was seltener der Fall ist), oder einzelne Zellen bleiben steril und sterben ab, indem sie kleiner werden, und ihr Inhalt sich entfärbt und als eine ölartige, farblose Masse das ganze noch übrigbleibende Lumen der Zelle erfüllt.

IV. MESOGLOEACEÆ.

Durch vegetative Zellenbildung entsteht eine Zellenreihe, Zellschicht oder Zellkörper, welche kurze Seitenästchen bilden, deren (sitzende oder gestielte) Scheitelzelle durch wandständige Zellenbildung (Theilung) mehrere Keimzellen erzeugt.

Die *Mesogloeaceen* unterscheiden sich von den *Bangiaceen* dadurch, dass nicht wie dort die Zellen des Laubes selbst fructifiziren, sondern dass erst durch Astbildung seitliche, ein- oder mehrgliederige, im letztern Falle unverästelte oder verästelte Fäden erzeugt werden, deren Endzellen mehrere Keimzellen bilden.

Die vegetative Zellenbildung bringt einen gegliederten ästigen Faden (Zellenreihe), oder eine Zellschicht, oder einen unverästelten oder verästelten Zellkörper hervor. Die Gliederzellen der Zellenreihe, die Flächenzellen (nicht die Randzellen) der Zellschicht oder die Epidermiszellen des Zellkörpers bilden durch Auswachsen eine (äussere) Astzelle. Diese Astzelle wird zur Mutterzelle für die Keimzellen; oder sie entwickelt sich zu einer mehrgliederigen Zellenreihe, deren Endglied zur Keimmutterzelle sich umwandelt; oder sie bildet eine verästelte Zellenreihe, deren Aeste theils steril, theils in eine Keimmutterzelle enden. — Es scheint zuweilen, als ob nicht bloss die Scheitelzelle, sondern als ob eine grössere oder kleinere Zahl der letzten Glieder einer Zellenreihe (also die Scheitelzelle und die nächstfolgenden Gliederzellen) Keimzellen bildeten. Dieser Anschein rührt daher, weil die fructifizirende Scheitelzelle in der Regel sich zuerst mehrmals durch horizontale, die Längenachse rechtwinklig-schneidende Wände theilt. Man könnte nun glauben, dass die Thatsache beide Erklärungen gleich mässig erlaubte, und dass es überhaupt ein Streit um leere Worte sei, ob die Keimzellen bloss aus der sich durch horizontale Wände theilenden Scheitelzelle, oder aus der Scheitelzelle und mehrern Gliederzellen entstehen. Dem ist aber nicht so. Einerseits hat die Entscheidung der Frage eine physiologische und systematische Bedeutung, wie man aus der Vergleichung der *Ectocarpeen* mit den *Lyngbyeen* sehen wird. Anderseits liegt der Theorie nicht eine willkührliche Deutung der Thatsachen zum Grunde; sie setzt im einen und im andern Falle verschiedene Thatsachen voraus. Die endliche Form ist allerdings die gleiche; denn wenn sich die Scheitelzelle in 2, 4, 8 oder noch mehrere hintereinander liegende Zellen getheilt hat, so sieht man es diesen Zellen nicht mehr an, ob sie alle als gleichwerthige Tochterzellen einer ursprünglichen Mutterzelle zu betrachten seien, oder ob die Endzelle unter ihnen als Scheitelzelle, die übrigen als Gliederzellen angesehen werden müssen. Im erstern Falle aber wird vorausgesetzt, dass die Scheitelzelle sich in zwei gleiche Tochterzellen theile, und dass in beiden die Zellenbildung sich gleichmässig wiederhole. Im zweiten Falle wird vorausgesetzt, dass die Scheitelzelle sich in 2 ungleiche Zellen: eine Gliederzelle und eine neue Scheitelzelle theile, dass die letztere, in die Länge wachsend, sich wieder auf gleiche Weise theile u. s. w., dass also, wie in einem vegetativen Gliederfaden, das

Wachsthum nach der Spitze hin fortschreite. Die Beobachtung zeigt mir nun, dass die Entwicklung auf die erstere Art, und nicht auf die zweite Art geschehe, und dass somit gesagt werden müsse, die Keimzellen entstehen nur aus der Scheitelzelle.

1. Ectocarpeæ.

Zellenreihe (verästelt); die Keimmutterzellen sind Astzellen oder die Scheitelzellen kurzer Aeste, welche seitlich aus den Gliederzellen entstehen.

Die *Ectocarpeen* stimmen im Bau und im Wachsthume mit den *Lyngbyeen* überein. Sie unterscheiden sich von denselben durch die Fructification. Bei den *Lyngbyeen* findet die Keimzellenbildung in den Gliederzellen und zwar meistens fast in allen Gliederzellen statt. Die Scheitelzellen bilden in einigen Gattungen (wo die Zellenreihen in haarförmige Spitzen auslaufen) bestimmt keine Keimzellen; und höchst wahrscheinlich ist es Gesetz für alle *Lyngbyeen*, dass nur die Gliederzellen, nicht die Scheitelzellen zu Keimmutterzellen werden können. Bei den *Ectocarpeen* dagegen fructifiziren die Gliederzellen nicht, sondern sie wachsen seitlich aus, bilden eine Astzelle, und diese Astzelle wird entweder zur Mutterzelle für die Keimzellen oder sie erzeugt einen kurzen gegliederten Ast, dessen Scheitelzelle Keimmutterzelle wird. Es gibt keine Art unter den *Ectocarpeen*, denen diese Keimzellenbildung in den Scheitelzellen mangelte. Dagegen gibt es mehrere Arten, welche ausser derselben noch in einzelnen Gliederzellen Keimzellen erzeugen. Es scheint mir, dass diese zweite Art der Keimzellenbildung eine Wiederholung der Fortpflanzung der *Lyngbyeen* sei, und ich vermuthe daher, dass man bei den *Ectocarpeen* ausser der *Fortpflanzung* durch Keimzellenbildung in den Scheitelzellen der Aeste, noch eine *Vermehrung* durch Keimzellenbildung in den Gliederzellen annehmen müsse.

Ectocarpus *Lyngb.*

Tab. II, Fig. 1 — 6.

Die Keimzelle, welche sich zu einer Pflanze entwickelt, dehnt sich in die Länge und theilt sich durch eine horizontale Wand in zwei Zellen. Die obere der beiden Zellen wächst in gleicher Richtung in die Länge und

theilt sich wieder. Der gleiche Prozess wiederholt sich fortwährend: an der wachsenden Achse steht an der Spitze eine Scheitelzelle, welche eine neue Scheitelzelle und eine Gliederzelle bildet. Ausserdem theilen sich aber auch die Gliederzellen in zwei neue gleiche Gliederzellen. Das Wachsthum der Zellenreihen ist begrenzt; sowohl die Theilung der Scheitelzelle als die Theilung der Gliederzellen wiederholt sich bloss eine begrenzte Zahl von Malen. Die Zellenreihen, in denen das Wachsthum beendigt ist, gehen entweder in mehrere lange, dünne, bald abfallende Borstenzellen, oder seltener in eine aus allmälig kleineren Zellen gebildete Spitze aus. — Die Zellenreihen verästeln sich dadurch, dass einzelne Gliederzellen auswachsen und eine Astzelle bilden, welche sich zu einem Aste entwickelt.

Der Zelleninhalt besteht gewöhnlich aus Chlorophyllbläschen (Chlorophyllkügelchen), welche an der Schleimschicht liegen, und einem centralen Kerne, von welchem radienförmige Schleimfäden nach der Peripherie hin ausstrahlen (Fig. 1; die Schleimschicht hat sich in den 4 Ecken von der Zellmembran losgelöst und zurückgezogen). Die Chlorophyllbläschen liegen bald zerstreut an der Schleimschicht, bald bilden sie verschiedene, mehr oder weniger regelmässige Figuren. Die Farbe des Chlorophylls ist im natürlichen Zustande meistens gelbbraun; durch Liegen im süssen Wasser sah ich sie mehrmals schön grün werden.

Die Keimmutterzellen sind seitlich an den Aesten, sitzend oder gestielt. Sie wurden früher richtig als Capseln bezeichnet; die neuern Algologen erklärten sie unrichtig für Keimzellen oder für Mutterzellen, welche eine einzige Keimzelle dicht umschliessen. — Die Keimmutterzellen enthalten viele Keimzellen; die letztern sind zwar nicht immer deutlich innerhalb der erstern zu sehen: zuweilen jedoch habe ich sie bestimmt beobachtet (Fig. 3, b). *Ectocarpus* verhält sich in diesem Punkte ähnlich wie *Ulothrix*. Während bei der letztern Gattung meistens die Keimzellenbildung deutlich zu sehen ist, indem man theils die wiederholte Theilung, theils später die Keimzellen selbst innerhalb der Mutterzelle erkennen kann, so ist dagegen zuweilen in andern Pflanzen oder in andern Zellen der gleichen Pflanze von beidem nichts zu sehen, und man erkennt die Keimzellen als solche erst, wenn sie die Mutterzelle verlassen. In *Ectocarpus* geschieht es nun häufiger, dass man die Keimzellenbildung nicht sieht; seltener, dass man die allmälig auftretenden Theilungen der Mutterzelle oder später die Keimzellen innerhalb jener erkennt. Es mag diess namentlich auch davon herrühren, dass die Keimmutterzellen als angeheftete Zellen nicht in eine beliebige Lage gebracht werden können. Es ist aber natürlich, dass eine Anhäufung von vielen kleinen Zellen, wenn die Scheidewände dünn sind, allemal als nicht- oder als undeutlich-getheilte Inhaltsmasse erscheint, wenn nicht die Hauptscheidewände vollkommen senkrecht stehen. Man kann sich davon am besten durch die Betrachtung von mehrern *Pleurococcus*arten überzeugen, bei welchen die Körner, je nachdem man sie um einen geringen Winkel dreht, bald als einfache, bald als vielfachgetheilte Zellen erscheinen. — Ausserdem gibt es noch zwei Gründe, welche für die Ansicht sprechen, dass *Ectocarpus* seitliche Keimmutterzellen, nicht seitliche Keimzellen erzeugt. Die Zellen fallen nämlich meist nicht ab, wie es bei *Vaucheria*, *Thorea*, *Padina* etc. geschieht, sondern sie öffnen sich an der Spitze und entleeren ihren Inhalt; sie bleiben noch einige Zeit lang als entleerte Capseln an der Pflanze stehen (Fig. 3, a). Ferner sind die Keimmutterzellen meist beträchtlich grösser und weiter als die übrigen Zellen der Pflanze, namentlich als die Keimzellen oder die untersten Zellen junger Pflanzen (vergl. Fig. 3, a und Fig. 2, a).

Die Keimmutterzellen sind kugelig oder eiförmig oder länglich. Es gibt nun aber auch lanzettliche oder lineale Capseln, welche ebenfalls wiederholt, erst durch horizontale (Fig. 4, b), nachher durch senkrechte Wände (Fig. 4, c) sich theilen, dann eine Menge Keimzellen einschliessen und, indem sie sich an der Spitze öffnen, die Keimzellen entleeren. Sie bleiben dann, wie die eigentlichen Keimmutterzellen, noch einige Zeit als entleerte Capseln an den Aesten sitzen (Fig. 4, a). *Kützing* hat diese Organe Spermatoidien genannt, da er die Keimmutterzellen für einfache Samen hielt. Wenn die Keimmutterzellen und die schotenförmigen Capseln entwickelt sind, so sehe ich keine andern Unterschiede an ihnen als relative; die Keimmutterzellen sind meist eiförmig und lassen die dichten Keimzellen nicht deutlich erkennen; die schotenförmigen Capseln sind meist lanzettlich-lineal und lassen die mehr lockern Keimzellen deutlich erkennen. Aber sowohl in der

Form, als in der Lagerung der Keimzellen, gibt es Uebergänge; in den schotenförmigen Capseln ist die Keimzellenbildung zuweilen ebenfalls, wie in den eigentlichen Keimmutterzellen, nicht zu sehen. — Es frägt sich nun, ob beide Organe sich auch auf gleiche Weise entwickeln, ob also die schotenförmigen Capseln ebenfalls bloss aus Scheitelzellen entstehen. Ich kann die Frage nicht mit Bestimmtheit entscheiden. Während auf der einen Seite die Mittelglieder zwischen kugeligen Keimmutterzellen und linealen Capseln nicht zu verkennen sind, so schien es mir dagegen in einigen Fällen, als ob die letztern veränderte Aeste wären, als ob sie nämlich wie Aeste durch Zellenbildung in der Endzelle wüchsen und als ob die Keimzellen dann durch Theilung der Gliederzellen und der Scheitelzelle entständen. Wenn diese Beobachtung richtig ist, so müste man neben der einen Fruchtbildung, wo bloss die (sitzenden oder gestielten) Scheitelzellen zu Keimmutterzellen werden, noch eine andere Fruchtbildung unterscheiden, wo ein mehr- oder vielgliederiger Ast fructifizirt, wo also Scheitelzellen und Gliederzellen (alle oder alle mit Ausnahme weniger, an der Basis gelegener, und für den Fruchtast einen Stiel darstellender Gliederzellen) zu Keimmutterzellen werden.

Es giebt aber bei *Ectocarpus* noch eine andere Art der Fortpflanzung. Bei *E. littoralis* schwellen einzelne Glieder der Aeste an (Fig. 5) und theilen sich wiederholt durch horizontale und verticale Wände in eine Menge von Keimzellen. Die Endzellen dieser Aeste werden nie zu Keimmutterzellen; sondern sie werden dünner und länger, und fallen von oben nach unten ab. Die Zahl und Stellung der zu Keimmutterzellen sich verändernden Gliederzellen ist sehr unregelmässig und veränderlich; entweder sind es bloss einzelne, welche unter den übrigen zerstreut stehen; oder es sind fast alle, unter denen die sterilen Glieder zerstreut stehen. Da die Theilung auch hier zuerst durch horizontale Wände statt findet, so trifft man die torulosen, fruchttragenden Glieder häufig in bestimmten Zahlen (nämlich 2, 4, 8, 16, 3, 6, 12) beisammen. Die Keimzellenbildung ist auch hier meistens nicht deutlich zu sehen. Zuweilen aber kann man sowohl die Bildung der Scheidewände (Fig. 6. a, b, c), als auch nachher die Keimzellen in der Mutterzelle erkennen.

Aus dem Mitgetheilten ergiebt sich, dass man bei der Gattung *Ectocarpus* wahrscheinlich 3 Arten der Fruchtbildung unterscheiden muss: 1) Die Scheitelzelle eines ein- oder wenigglieder igen Astes wird zur Mutterzelle; 2) die Scheitelzelle und die Gliederzellen eines kurzen, veränderten Fruchtastes werden zu Mutterzellen; 3) einzelne Gliederzellen eines unveränderten Astes werden zu Mutterzellen. Die Keimzellenbildung scheint aber in allen diesen Fruchtbildungen auf gleiche Weise statt zu finden. Von diesen drei Fruchtbildungen ist die erste die eigentliche *Fortpflanzung*. Die dritte und ebenfalls die zweite Fruchtbildung (insofern diese wirklich von der ersten verschieden ist) sind als *Vermehrung* zu betrachten. Sie entsprechen, wie jede Vermehrung, der Fortpflanzung einer tiefern Stufe des Pflanzenreiches, und zwar hier der Fortpflanzung der *Lyngbyeen*, wo die Keimzellen ebenfalls durch wiederholte Theilung der Gliederzellen entstehen.

2. Myrionemeae.

Zellschicht; Keimmutterzellen an der Fläche derselben sitzend oder gestielt.

Die *Myrionemeen* stimmen mit den *Ectocarpeen* in der Keimzellenbildung überein. Sie unterscheiden sich von denselben durch die vegetative Entwicklung auf gleiche Weise, wie sich die *Ulveen* von den *Lyngbyeen* unterscheiden.

Myrionema strangulans *Grev.*

Tab. II, Fig. 31 — 34.

Die Pflanze ist eine auf *Ulveen*, vorzüglich auf *Enteromorpha compressa* dicht aufliegende, meist kreisförmige Zellschicht. An dünneren Aesten der *Enteromorpha* schliesst sie sich zuletzt zu einem Gürtel. Die

Zellschicht ist strahlig-gestreift. Sie besteht eigentlich aus gegliederten Fäden (Zellenreihen), welche sich von dem Centrum nach der Peripherie hin fortwährend verästeln und, indem sie einander seitlich berühren, eine Zellschicht bilden. Fig. 31 stellt einen Querschnitt durch die Wandung von *Enteromorpha* mit dem darauf sitzenden *Myrionema* vor; a — a sind die Zellen der erstern, b — b die Zellen der letztern.

Die Zellschicht wächst am Umfange dadurch, dass jede radiale Zellenreihe für sich wächst, und sich dabei verästelt (Fig. 32). Die Verästelung tritt immer in gleichem Masse auf, wie es der sich concentrisch vergrössernde Raum nöthig macht. Wäre diess nicht der Fall, so müssten entweder Lücken in der Zellschicht entstehen, wenn nämlich die Verästelung in geringerm Masse statt hätte, oder die Zellenreihen müssten sich übereinander schieben, wenn nämlich die Verästelung in grösserm Masse statt fänden, als es gerade die Vermehrung des Raumes erfordert.

Die untere Fläche der Zellschicht ist auf *Enteromorpha* festgewachsen. Die obere Fläche trägt verschiedene Organe. Aus einzelnen Zellen entspringen lange, einfache, farblose Haare, deren untere Zellen kurz, die obern lang sind (Fig. 33, c). Bei den Zellen der Haare schreitet nämlich die Ausdehnung von oben nach unten, so dass zuerst die Endzelle, dann die nächst folgende u. s. w. anfangen, sich auszudehnen. In gleicher Richtung schreitet auch das Abfallen der Zellen fort, indem zuerst die oberste, dann die zweit-oberste, dann die dritt-oberste Zelle u. s. w. abfallen.

Nur wenige Zellen erzeugen solche lange, farblose Haare. Aus den meisten entspringen kurze, einfache, etwas keulenförmige Haare (Fig. 33, d). Sie bestehen meist aus 3, seltener aus 4 Zellen, und sind braun-grün gefärbt. Die Endzelle ist etwas grösser, und kugelig oder eiförmig, die übrigen Zellen sind schmäler und etwas bauchig. Diese kurzen Haare bilden auf der Zellschicht eine dichte Behaarung. Zwischen ihnen liegen zerstreut die Keimmutterzellen (Fig. 33, e, f). Dieselben hängen an der Basis gewöhnlich mit einem kurzen Haare zusammen, und zwar so, dass beide auf einer gemeinschaftlichen Zelle stehen (Fig. 33, f), welche auf der Zellschicht ruht. Ausserdem scheint es, als ob die Keimmutterzellen auch noch unmittelbar aus den Zellen der Zellschicht entspringen können (Fig. 33, e). — Ich vermuthe daher, dass die Keimmutterzellen sich folgendermassen entwickeln. Die Zellen der Zellschicht wachsen aus, und erzeugen eine frei hervorragende Astzelle. Diese wird zur sitzenden Keimmutterzelle. Oder sie dehnt sich in die Länge und theilt sich in 2 Zellen, von denen die obere (Scheitelzelle) zur (gestielten) Keimmutterzelle wird, die untere aber gewöhnlich durch seitliches Auswachsen und Zellenbildung ein kurzes keulenförmiges Haar erzeugt. Die meisten übrigen Zellen der Zellschicht erzeugen blos kurze keulenförmige Haare.

Die Keimmutterzellen wurden bisher für Samen gehalten. Es ist diese Ansicht unrichtig. Sie theilen sich in viele kleine Zellen; man sieht diese Theilung sowohl von oben (Fig. 34) als von der Seite (Fig. 33, e). Zuletzt werden die Keimzellen wie in *Ectocarpus* entleert.

3. Stilophoreae.

Zellkörper (einfach oder verästelt); Keimmutterzellen an der Oberfläche desselben, sitzend oder gestielt, auf einfachen oder verästelten, aus Zellenreihen bestehenden Stielen.

Die *Stilophoreen* unterscheiden sich von den *Ectocarpeen* und den *Myrionemeen* durch den vegetativen Bau. Mit diesem Unterschiede stimmt überein derjenige

in der Fruchtstellung. Bei den *Ectocarpeen* sind die Keimmutterzellen Astzellen oder die Scheitelzellen kurzer Aeste, die aus den Zellenreihen entspringen. Bei den *Myrionemeen* stehen sie seitlich an der Zellschicht oder an Haaren, welche die Zellschicht bedecken. Bei den *Stilophoreen* sind die Keimmutterzellen entweder unmittelbar aus den äussersten oder den Epidermiszellen des Zellkörpers hervorgegangen, und an denselben befestigt, oder sie sitzen an den Haaren, womit die Oberfläche des Zellkörpers bekleidet ist. Bei der Gattung *Stilophora* z. B. bestehen die ästigen Haare aus drei verschiedenen Arten von Achsen, 1) aus mehrern kurzen, nach oben verdickten und rosenkranzförmigen Zellenreihen, 2) aus einigen langen, dünnern und cylindrischen Zellenreihen, und 3) aus ziemlich grossen, fast birnförmigen Mutterzellen, die bisher unrichtiger Weise Samen genannt wurden und in denen die Keimzellen sich bilden.

Zu den *Stilophoreen* gehören die Gattungen *Myriotrichia* Harv., *Sphacelaria* Lyngb., *Cladostephus* Ag., *Elachista* Fries, *Leathesia* Gray, *Mesogloea* Ag., *Chordaria* Ag., *Stilophora* J. Ag., *Scytosiphon* Ag., *Cutleria* Grev. etc.

Myriotrichia *Harvey*.

Tab. III, Fig. 13 — 20.

Diese Gattung zeigt in der Familie der *Stilophoreen* wohl das einfachste Verhalten. Der Hauptstamm ist unverästelt; er ist zuerst eine Zellenreihe, und besteht später auf dem Durchschnitte zuweilen bloss aus vier, gewöhnlich aber aus mehr Zellen. Er ist zuerst kahl, nachher überall mit seitlichen Zellenreihen (Haaren) besetzt, welche zuletzt, wie der Hauptstamm, durch Zellentheilung ebenfalls zu cylindrischen Zellkörpern werden.

Die sich entwickelnde Keimzelle wächst zu einer einfachen Zellenreihe aus. Dieselbe wächst theils an der Spitze, indem je in der Scheitelzelle eine neue Scheitelzelle und eine Gliederzelle entsteht. Sie wächst theils aber auch in ihrer ganzen Länge, indem auch die Gliederzellen sich fortwährend jede in zwei neue Gliederzellen theilen (Fig. 13). — An einzelnen Zellen dieser Zellenreihe entstehen durch seitliches Auswachsen Astzellen, aus welchen ebenfalls Zellenreihen hervorgehen (Fig. 14, b). Dieselben verwandeln sich in wasserhelle Haare, deren Zellen von der Spitze nach der Basis hin sich ausdehnen (Fig. 14. c) und in der gleichen Richtung nach einander abfallen. Man findet daher an diesen Haaren gewöhnlich mehrere kurze Zellen an der Basis und einige langgestreckte Zellen an der Spitze.

An der Spitze der aus der Keimzelle entstandenen Zellenreihe steht ebenfalls ein solches farbloses wasserhelles Haar (Fig. 14, a). Die obersten Zellen der Zellenreihe nämlich bleiben schmäler als die übrigen; es entwickelt sich in ihnen äusserst wenig Chlorophyll. Zuerst dehnen sich die äussersten aus und fallen ab; Ausdehnung und Abfallen der Zellen schreitet nach unten hin fort.

Die übrigen Gliederzellen enthalten einen körnigen, bräunlich-grünen Inhalt. Sie werden bedeutend dicker als die Zellen des endständigen Haares. Sie theilen sich seitlich, so dass die Zellenreihe sich in

einen cylindrischen Zellkörper verwandelt. Es bildet sich zuerst eine senkrechte Wand, so dass die beiden Tochterzellen einander vollkommen gleich und halbcylindrisch sind (Fig. 14). Jede dieser beiden Zellen theilt sich wieder durch eine senkrechte, auf der ersten Wand rechtwinklig stehende Wand in zwei gleiche Zellen. Aus der ursprünglichen Gliederzelle sind somit 4 nebeneinander stehende Zellen hervorgegangen, von denen jede die Gestalt eines Cylinderquadranten besitzt (in Fig. 15 ist ein Querdurchschnitt dargestellt). Zuweilen bleibt die vegetative Zellenbildung dabei stehen, gewöhnlich theilen sich aber die vier Zellen noch weiter sowohl durch verticale als horizontale Wände. — Die ursprüngliche Zellenreihe ist somit durch Zellenbildung zu einem cylindrischen Zellkörper geworden, der auf dem Durchschnitte selten bloss 4, gewöhnlich mehr als 4 nebeneinander liegende Zellen zeigt. Die untersten und die obersten Gliederzellen bleiben häufig ungetheilt.

Die äussern oder Epidermiszellen des cylindrischen Zellkörpers wachsen in einen kurzen Fortsatz aus, welcher sich als Astzelle abtheilt (Fig. 16, a). Fast alle Epidermiszellen bilden nach und nach solche Astzellen; dieselben werden entweder zu Keimmutterzellen (Fig. 16 b, c), oder sie wachsen in Zellenreihen aus (Fig. 16, e). Die Keimmutterzellen füllen sich mit braungrünem, körnigem Inhalte, und werden bedeutend grösser als die übrigen Zellen der Pflanze. Sie sind kugelig-eiförmig (Fig. 16, b), verlängern sich dann an der Spitze in eine kurze, warzenförmige Spitze (c), öffnen sich daselbst und entleeren ihren Inhalt (d). Man findet gewöhnlich noch mit Inhalt gefüllte und entleerte Zellen nebeneinander. Dass dieselben wirklich Keimmutterzellen und nicht Keimzellen seien, ergiebt sich theils daraus, dass sie viel grösser sind als die unterste Zelle und die übrigen Zellen einer jungen, noch aus einer kurzen Zellenreihe bestehenden Pflanze, theils daraus, dass sie regelmässsig ihren Inhalt entleeren. Sie gleichen übrigens vollkommen denjenigen Keimmutterzellen von *Ectocarpus*, welche wegen Kleinheit und gedrängter Lage der Keimzellen als ungetheilte mit Inhalt erfüllte Zellen erscheinen. Diese Analogie mit *Ectocarpus* und mit mehreren Gattungen der *Stilophoreen* bestimmt mich denn auch vorzüglich, anzunehmen, dass die Keimzellenbildung innerhalb jener grossen Zellen durch wiederholte Theilung vor sich gehe, obgleich ich weder die Scheidewände, noch die Keimzellen innerhalb der Mutterzelle gesehen habe.

Die andern Astzellen entwickeln sich zu Zellenreihen. Dieselben werden entweder vollständig zu einem farblosen Haare, dessen Glieder von oben nach unten sich verlängern und dann abfallen. Oder es wird bloss der Endtheil einer solchen Zellenreihe zu einem farblosen Haare, dessen Glieder von der Spitze nach der Basis hin abfallen, während der übrige untere (grössere oder kleinere) Theil der Zellenreihe sich vollkommen auf gleiche Weise entwickelt, wie der Hauptstamm. Die Zellenreihe verwandelt sich nämlich erst in einen cylindrischen Zellkörper, dann bilden die äussern oder Epidermiszellen desselben Astzellen, welche theils Keimmutterzellen werden, theils sich zu Zellenreihen (Haaren) entwickeln.

Zahl und Stellungsverhältnisse der Keimmutterzellen und der seitlichen Aeste sind sehr verschieden. Doch kann man als Regel annehmen, dass die Keimmutterzellen sich zuerst bilden (Fig. 16), und dass nachher immer noch einzelne, später entstehende zwischen die seitlichen Aestchen gemischt sind (Fig. 20), ferner dass die erstern in bedeutend geringerer Zahl gebildet werden als die letztern. — Die Epidermiszellen wachsen bald alle zu gleicher Zeit aus, um die seitlichen Aeste zu erzeugen, dann erscheint die ganze Pflanze, oder ein ganzer Theil derselben, im ersten Stadium warzig (Fig. 17), und später dicht-behaart (Fig. 20). Bald beginnt die Astbildung an einzelnen Stellen; dann ist die Pflanze zuerst zerstreut warzig (Fig. 19), oder sie ist von Warzengürteln umgeben (Fig. 18). Im Ganzen scheint es mir, als ob die Bildung sowohl der Keimmutterzellen als der seitlichen Aeste von der Spitze nach der Basis hin fortrücke.

Die wesentlichen Entwicklungsmomente von *Myriotrichia* sind also folgende: Aus der Keimzelle entsteht eine Zellenreihe, durch Theilung der Scheitelzelle und der Gliederzellen. Der oberste Theil derselben bleibt dünner und bildet eine haarförmige Spitze, deren Zellen von oben nach unten sich ausbilden und abfallen. Der untere Theil derselben verwandelt sich durch wiederholte Theilung der Zellen in einen cylindrischen Zellkörper. Die Aussenzellen des letztern wachsen aus, und bilden theils Keimmutterzellen, theils Astzellen,

welche in Zellenreihen auswachsen. Diese Zellenreihen verhalten sich vollkommen auf gleiche Weise wie die aus der Keimzelle entstehenden Zellenreihen, nur mit dem Unterschiede, dass sie kürzer sind, und dass daher der untere, in einen Zellkörper sich verwandelnde und fructifizirende Theil ebenfalls kürzer ist und zuweilen bei kurzen, mit allen Zellen in ein Haar übergehenden Zellenreihen ganz mangelt.

Die Gattungsdiagnose, welche *Harvey* (1) zuerst gegeben, enthält zwei Irrthümer. Er sagt, dass die Aeste vierzeilig stehen, während sie höchst selten und nur unvollkommen diese Anordnung zeigen und gewöhnlich nach allen Seiten gerichtet sind. Er sagt ferner, dass die endständigen Haare dichotomisch seien, indess sie ohne Ausnahme unverästelt sind. Ohne Zweifel hat sich *Harvey* durch die in zahlloser Menge und in verschiedenen Richtungen übereinander liegenden Haare täuschen lassen, welche bei oberflächlicher Betrachtung leicht als verästelt angesehen werden mögen. — *Harvey* hat später (2) den Gattungscharacter in dem einen Punkte verbessert, nämlich in Rücksicht auf die vierzeilig-gestellten Aeste, während dieses Merkmal nun aber mit als Differentialcharacter für die eine Art gebraucht wird. Allein es ist hier eben so wenig richtig. — *Myriotrichia* wird nämlich in zwei Arten getheilt: *M. clavæformis* und *M. filiformis*. Erstere soll mit vierzeiligen, nach oben an Länge zunehmenden Aesten dicht-besetzt sein; letztere soll bei einem schmächtigern Baue nur stellenweise mit kürzern Aestchen bekleidet sein. Die vierzeilige Stellung der Aeste kann keinen Unterschied bilden, weil sie in der That nicht vorhanden ist. Im übrigen zeigt die Stellung und die Länge der seitlichen Aeste so zahllose Verschiedenheiten, dass sich die beiden Formen *clavæformis* und *filiformis* wohl als extreme Glieder einer ganzen Formenreihe, nicht aber als specifische, absolut-verschiedene Begriffe festhalten lassen. Zwischen diesen beiden Formen giebt es eine Menge von Zwischenstufen, die man mit gleichem Rechte zu Arten erheben könnte. Uebrigens ist *M. clavæformis* zuerst immer eine *M. filiformis*, welche dadurch, dass alle Aussenzellen Astzellen bilden und dass die obern Aeste sich stärker entwickeln, ein keulenförmiges Ansehen bekommt. Die meisten Individuen bekommen aber diese keulenförmige Gestalt nur in geringem Masse oder gar nicht, weil nur ein Theil der Aussenzellen Aeste bildet, und weil diese Aeste kürzer bleiben. — Da die beiden Formen von *Myriotrichia* in Eine Art vereinigt werden müssen, so schlage ich dafür den Namen *M. Harveyana* vor; sie hat zwei Varietäten a) *filiformis* und b) *clavæformis*.

V. ZYGNEMACEÆ.

Durch vegetative Zellenbildung entsteht eine Zellenreihe; in einzelnen oder in je zwei mit einander copulirten Zellen des gleichen Individuums oder verschiedener Individuen bildet der ganze sich zusammenballende Inhalt eine Keimzelle.

Die *Zygnemaceen* unterscheiden sich durch ihre characteristische Fruchtbildung von allen andern Algen. Der ganze Inhalt einer Zelle zieht sich zusammen und bildet, indem er sich an seiner ganzen Oberfläche mit einer neuen Membran

(1) *Hooker*, Journal of Bot., I, pag. 300, t. 138.
(2) Manual of the Britt. Alg., p. 44.

bekleidet, eine freie, kugelförmige oder ellipsoidische Keimzelle ([1]). Eine vegetative Zelle erzeugt nur eine einzige Keimzelle. Die *Zygnemaceen* stimmen in diesem Punkte mit den *Nostochaceen* überein; der Unterschied besteht darin, dass bei der letzten Ordnung die vegetativen Zellen unmittelbar zu Keimzellen werden, dass dagegen bei der erstern Ordnung der Inhalt, indem er seine Form ändert, zu einer neuen, frei in der Höhlung der Mutterzelle liegenden Keimzelle wird. Zuweilen verbinden sich zwei Zellen der gleichen oder verschiedener Pflanzen miteinander durch kürzere oder längere Fortsätze, und stellen eine einzige Höhlung dar, indem die zwischen ihnen liegende Scheidewand resorbirt wird. Der Inhalt der beiden Zellen vereinigt sich in eine einzige Masse und bildet eine Keimzelle auf dieselbe Weise, wie es sonst der Inhalt einer einzigen Zelle thut. In diesem Falle entsteht also nur je aus 2Zellen eine Keimzelle.

Als Differentialcharacter der *Zygnemaceen* wird gewöhnlich angegeben, dass sich die Zellen verschiedener Fäden copuliren. Wie wenig dieses Merkmal in seiner allgemeinen Anwendung richtig sei, beweisen die Thatsachen, dass bei *Spirogyra* in der gleichen Pflanze neben copulirten Zellen solche vorkommen, welche, ohne sich zu copuliren, eine Keimzelle bilden, dass ferner einzelne Pflanzen in allen Zellen Keimzellen bilden, ohne sich zu copuliren, dass endlich die Zellen einzelner Pflanzen sich bloss untereinander copuliren. Nicht bloss ist aber die Copulation bei *Spirogyra* gar wenig constant, sondern es gibt auch einige Gattungen, welche in der Keimzellenbildung mit *Spirogyra*, *Zygnema*, *Mougeotia* vollkommen übereinstimmen, ohne dass sie sich je copuliren, so z. B. *Bulbochæte* und *Conferva capillaris*.

Zu den *Zygnemaceen* gehören somit, ausser den gewöhnlich dazu gerechneten Gattungen, noch *Oedogonium* Link, *Bulbochæte* Ag. und wahrscheinlich *Rhizoclonium* Kütz.

Spirogyra.

Tab. III, Fig. 21 — 25.

Jedes Individuum ist eine einfache Zellenreihe, deren Zellen sich alle fortgesetzt in zwei neue gleiche Gliederzellen theilen. Wenn die Pflanzen schwimmend gefunden werden, so scheinen sie alsdann grosse Aehnlich-

([1]) Vergl. *Schleiden* und *Nägeli*'s Zeitschrift f. wissenschaftl. Bot., Heft 3 und 4, p. 26.

keit mit *Nostoc* zu besitzen, indem die Zellenreihen des letztern ebenfalls frei (nicht angewachsen) sind, weder oberes noch unteres Ende besitzen und durch Theilung aller Glieder wachsen. Dem ist aber in der Wirklichkeit bei *Spirogyra* nicht so. Die Zellenreihen sind zuerst festgewachsen, sie reissen sich aber nachher häufig los und schwimmen dann frei herum. Da sie durch fortwährende Zellenbildung sehr lang werden, und man gewöhnlich keine Enden oder nur die Enden entzweigerissener Fäden sieht, so kann man leicht auf den Gedanken kommen, dass sie zwei gleiche Enden (d. h. weder oberes noch unteres Ende) besitzen. Nun sind aber einige Arten wirklich angewachsen. Ich sah an *Sp. adnata*, dass sie sich rasenweise vom Grunde des Wassers erhob und frei im Wasser schwamm. An *Sp. quinina* fand ich zuweilen Enden mit einigen kurzen, farblosen Wurzeln. Es ist mir daher im höchsten Grade wahrscheinlich, dass *Spirogyra* in Bezug auf das Wachsthum nicht mit *Nostoc*, sondern mit *Ulothrix* zu vergleichen ist, und dass die Zellenreihen, wie bei der letztern, theils durch Theilung der Scheitelzelle, theils durch Theilung der Gliederzellen sich verlängern. — Das Wachsthum der Zellenreihen durch Zellenbildung dauert eine bestimmte Zeit fort, und hört ziemlich zu gleicher Zeit im ganzen Faden auf.

Die Zellen sind zuerst an der innern Oberfläche ihrer Wandung mit einer vollkommen continuirlichen und undurchbrochenen Schicht von homogenem Chlorophyll überzogen (Fig. 21). Von der Fläche erscheint daher die Wandung licht-grün; an den beiden Seitenrändern zeigt ein dunkelgrüner Streif die Dicke der Chlorophyllschicht. Nur die Cylinderfläche ist damit überzogen; die beiden Endflächen bleiben frei. In der Chlorophyllschicht liegen zerstreut Stärkekörner, welche in diesem Zustande meist hohl sind. — Das Chlorophyll lässt an den beiden Seitenrändern in bestimmten Zwischenräumen einen hohlen Raum zwischen sich und der Zellwandung. Diese hohlen Räume sind die Durchschnittsstellen von einem oder mehreren Canälen, welche zwischen dem Chlorophyll und der Membran schraubenförmig von dem einen Zellenend bis zum andern verlaufen. Es sind die gleichen Canäle, welche späterhin in der Mitte der Chlorophyllbänder liegen.

Die Chlorophyllschicht trennt sich nun in Bänder. Diese Trennung geschieht genau in der Mittellinie zwischen zwei Canälen. Es entsteht daselbst ein hellerer Streif, welcher zuletzt ganz farblos wird (Fig. 22). Man findet am gleichen Faden Zellen, welche noch continuirlich mit Chlorophyll überzogen sind, und solche, in denen sich das Chlorophyll mehr oder weniger deutlich in Bänder getrennt hat. Mit diesem Vorgange ist ein Wachsthum der Zelle in die Länge verbunden, und zwar genau in dem gleichen Masse wie die Chlorophyllbänder aus einander rücken. Man sieht daraus, dass das Chlorophyll nicht etwa dadurch, dass es sich selbst zusammenzieht, sondern dadurch, dass die Zelle sich in die Länge streckt, während es sich selber nicht ausdehnt, in Bänder zerfällt. Denn die grünen Bänder nehmen später so ziemlich den gleichen Raum ein, wie früher die continuirliche Chlorophyllschicht. — Die Bänder sind anfänglich gar nicht scharf von einander geschieden, sondern sie verlieren sich an den beiden Rändern allmälig in den Zwischenraum; später aber grenzen sie sich bald scharf ab.

Die Bildung der Keimzellen bei *Spirogyra* ist bekannt. Ich will daher nicht näher auf diesen Punkt eintreten. Die Zellen zweier nebeneinander liegender Fäden wachsen in kurze, sich begegnende Fortsätze aus, die durch Resorption der Scheidewand zu Canälen werden, wodurch der ganze Inhalt der einen Zelle in das Lumen der andern Zelle hinüber tritt, um da mit dem ganzen Inhalte der andern Zelle eine freie Keimzelle zu erzeugen. — Es giebt aber häufig einzelne Zellen, welche allein, ohne Copulation, eine Keimzelle erzeugen. Es gibt zuweilen ganze Pflanzen, welche bloss auf diese Weise Keimzellen bilden.

Ausserdem copuliren sich zuweilen je zwei aufeinanderfolgende Zellen der gleichen Pflanze mit einander. Ich beobachtete diess an *Spirogyra quinina* (Fig. 23). Zwei Zellen wachsen unmittelbar bei der Scheidewand nach der gleichen Seite hin in kurze Fortsätze aus. Dieselben berühren einander *seitlich* (Fig. 24); die Wand zwischen ihnen wird resorbirt, und man sieht bloss noch zwei schwache Linien an der Peripherie (Fig. 25). Die beiden Zellen communiziren nun miteinander. Die Ablösung der grünen Bänder, ihr Zusammenfliessen in eine formlose Masse, und der Uebertritt des einen Zelleninhaltes in das Lumen der andern Zelle sind Erschei-

nungen, welche vollkommen auf die gleiche Weise von Statten gehen, wie bei der gewöhnlichen Copulation. Wenn alle Zellen in einer Zellenreihe sich copuliren, so bildet sich je in dem zweiten Gliede eine Keimzelle (Fig. 23). Häufig aber copuliren sich einzelne Zellen nicht. Dieselben treiben dann meist aus der Mitte einen Fortsatz (Fig. 23, a) wie es bei der gewöhnlichen Copulation der Fall ist; und ohne Zweifel können sie sich durch diese Auswüchse auch nach der gewöhnlichen Art copuliren, wenn dieselben auf ähnliche Fortsätze benachbarter Pflanzen treffen.

Die Keimzellen sind zuerst schön grün; später werden sie meist dunkel und fast schwärzlich, indem sie sich mit Stärkekörnern füllen.

Ich erlaube mir noch einige Bemerkungen über die specifischen Merkmale bei *Spirogyra*. Die Arten werden vorzüglich unterschieden nach der Menge der Chlorophyllbänder und nach der Menge der Windungen in einer Zelle, nach dem nähern oder entfernteren Beisammenliegen dieser Bänder, nach dem Verhältnisse der Länge zur Breite der Zellen, und nach dem Umstande, ob die Pflanze angewachsen ist oder schwimmt. Aber alle diese Verschiedenheiten sind bloss relativ; sie gehen alle durch Zwischenstufen, die wir bei verschiedenen Individuen finden, ineinander über, oder wir finden selbst zwei verschiedene Merkmale, welche sonst für specifisch gelten, an derselben Pflanze. *Die Menge der Chlorophyllbänder begründet keinen specifischen Unterschied;* denn bei *Spirogyra quinina*, welche bloss Ein Band hat, finden sich an der gleichen Pflanze zuweilen einzelne Gliederzellen mit zwei Bändern. *Sp. decimina*, welche 2 Bänder besitzt, zeigt zuweilen Zellen mit bloss Einem Bande. Ich finde nun auch Pflanzen, welche aus eben so vielen Gliedern mit einem, als aus Gliedern mit 2 Bändern bestehen, und welche daher so gut den einen als den andern Namen in Anspruch nehmen können. Bei *Sp. adnata* giebt es Individuen, die in allen Zellen bloss 2 Bänder zeigen; ferner solche, wo die einen Zellen 2, die andern 3; solche, wo die einen Zellen 2, andere 3, andere 4 Bänder enthalten; endlich Individuen mit 3 und 4, mit 3, 4 und 5, oder mit 4 und 5 Bändern in den Zellen. — *Die Menge der Windungen in jeder Zelle macht keinen specifischen Unterschied.* Ich will als Beispiel *Sp. adnata* und *Sp. quinina* anführen. Bei der erstern finden sich am gleichen Individuum Zellen mit 1 und mit 2, oder Zellen mit 1, 2 und 2½, oder Zellen mit 2 und 3, oder Zellen mit 3 und 4, oder Zellen mit 3, 4 und 5 Windungen. Bei der letztern machen die Chlorophyllbänder 1½ bis 8 Windungen, und zwar so, dass wir je mehrere Zahlen beisammen an der gleichen Pflanze finden, z. B. 1½, 2 und 3, oder 2, 3 und 4, oder 3, 4 und 5, oder 4, 5, 6 und 7, oder 5, 6, 7 und 8. — *Das nähere oder entferntere Beisammenliegen der Bänder giebt kein specifisches Merkmal*; denn am gleichen Individuum finden sich Zellen mit weiten und mit mässig-weiten Windungen, oder Zellen mit mässig-weiten und mit engen Windungen. Bei *Sp. longata* z. B. beobachten wir in der Regel weite, oft sehr weite Windungen, bei *Sp. quinina* dagegen meist enge, oft sehr enge Windungen. Aber bei *Sp. longata* giebt es theils einzelne Zellen, theils ganze Individuen mit engern Windungen, als sie bei den am weitest gewundenen Formen von *Sp. quinina* vorkommen. Bei *Sp. quinina* sehen wir nicht selten theils einzelne Glieder, theils ganze Pflanzen, wo die Windungen weiter sind als an den enger gewundenen Formen von *Sp. longata*. — *Das Verhältniss der Länge zur Dicke der Zellen macht keinen specifischen Unterschied.* An der gleichen Pflanze varirt die Zellenlänge gewöhnlich so, dass die einen doppelt so lang sind als andere, dass also die einen z. B. 2 mal, die andern 4 mal so lang sind als breit. Dieser Umstand rührt ohne Zweifel daher: Wenn die Zellenbildung in einer Zellenreihe aufhört, so geschieht es, wie ich oben sagte, in allen Zellen ziemlich gleichzeitig; die einen Zellen haben sich eben getheilt, die andern Zellen wollten sich eben theilen; jene sind natürlich einmal kürzer als diese; diese Ungleichheit bleibt nun häufig zeitlebens. — An der gleichen Pflanze sind die einen Zellen aber nicht bloss zweimal so lang als die andern, sondern die Differenz ist gewöhnlich noch etwas (mehr oder weniger) grösser, so dass die längsten Zellen 2½, 2½, 3 mal so lang sind als die kürzesten Zellen. Bei *Spirogyra quinina* finde ich nun Fäden, wo die kürzesten so lang sind als breit, die längsten 2½ mal so lang; solche wo die kürzesten Zellen 1½, die längsten 3½; und solche, wo die kürzesten Zellen 1½, die längsten 4 bis 5 mal so lang sind als breit. Ausserdem, dass wir solche Verschiedenheiten bei dem

gleichen Individuum finden, so kommen dann ferner an verschiedenen Individuen alle möglichen Grössenverhältnisse vor, welche Zwischenglieder bilden. — Endlich ist der Umstand, ob *die Pflanzen angewachsen sind oder schwimmen, nicht von specifischem Werthe;* weil wahrscheinlich alle Arten zuerst angewachsen sind, und weil jedenfalls einzelne Arten in beiden Zuständen vorkommen.

Die bisher zur Unterscheidung der Arten von *Spirogyra* gebrauchten Merkmale sind somit keine absoluten specifischen Merkmale; weil alle variabel sind, und theils an verschiedenen Individuen Uebergänge bilden, theils namentlich in solcher Verschiedenheit am gleichen Individuum vorkommen, dass man sie alle als individuell erklären muss. Wenn es nun aus den mitgetheilten Thatsachen augenscheinlich ist, dass die für die Arten von *Spirogyra* bisher gebrauchten Charactere nicht absolut und daher auch nicht specifisch sind, so ergiebt sich als unmittelbare Folge die weitere Frage, ob die bisherigen Arten wirkliche Arten oder bloss Varietäten seien. Ich wage diese Frage nicht zu entscheiden, obgleich die Wandelbarkeit der Merkmale und die vielen Uebergangsformen zwischen den einzelnen Arten zu beweisen scheinen, dass es nur Varietäten einer Art sind. — Es ist nämlich auf zweierlei Weise möglich, dass sie dennoch Arten wären, entweder wenn die wahren specifischen Unterschiede noch nicht gefunden und erkannt worden, oder wenn die Uebergangsformen *Bastarde* sind. Hybridität wäre aber bei *Spirogyra*, trotzdem dass keine Geschlechtsdifferenz vorhanden ist, möglich, wenn die Individuen verschiedener Arten sich miteinander copulirten und Keimzellen erzeugten. Ich spreche dieses bloss als Möglichkeit aus; beobachtet habe ich die Copulation nie zwischen verschiedenen Formen, sondern nur zwischen den Individuen derselben Art, und sogar gewöhnlich nur zwischen den Individuen, welche auch äusserlich namentlich in der Dicke miteinander übereinstimmten [1].

VI. PROTOCOCCACEÆ.

Zelle ohne Spitzenwachsthum, ohne Astbildung und ohne vegetative Zellenbildung; sie pflanzt sich durch freie Zellenbildung in mehrere einzellige Individuen fort.

[1] Die beiden Werke *Kützing*'s *Phycologia germanica* und *Hassall*'s *History of the british freshwater Algæ* (London 1845) veranlassen mich noch zu einigen nachträglichen Bemerkungen. *Hassall* hat schon früher die Copulation zwischen Zellen des gleichen Fadens beobachtet. Er macht daraus eben so viele besondere Arten und stellt sie zusammen in die Section *mit nicht conjugirten Fäden*. Mir scheint es jedoch, als ob ohne Unterschied an der gleichen Art Keimzellenbildung ohne Copulation und mit den beiden Arten der Copulation vorkommen könne. — *Hassall* nennt die Keimzellen unrichtig *Sporangia*, denn die Körner, welche sie enthalten, sind keine Zellen, sondern Stärkekörner. — *Kützing* und *Hassall* haben die Zahl der Arten bedeutend vermehrt, indem sie neben den frühern Characteren noch vorzüglich auf die verschiedene Dicke der Fäden und auf den Umstand achteten, ob die Scheidewände Falten bilden oder nicht. *Hassall* benutzte überdiess die verschiedene Art der Copulation oder den Mangel derselben, die Gestalt der Mutterzellen und der Keimzellen u. s. w. Auf diese Weise hat *Kützing* 20 deutsche, *Hassall* sogar 42 englische Arten erhalten. Es ist diess eine natürliche Folge der Methode. Sobald man einmal in die quantitativen oder relativen Unterschiede hineingeräth, so muss man consequenterweise bei jeder neuen Abstufung oder bei jeder neuen Combination neue Arten schaffen. Ich brachte kürzlich aus einem Graben einen schwimmenden Rasen von *Spirogyra* nach Hause. Beim Untersuchen fand ich nicht weniger als 16 Formen darunter, welche nach den specifischen Merkmalen *Kützing*'s als besondere Arten zu betrachten wären. Zwei Drittheile derselben waren neu; bloss ein Drittheil fand ich in der *Phycologia germanica* beschrieben. Aber zwischen allen diesen Formen, wie characteristisch sie einzeln waren, gab es viele Mittelstufen, so dass ich sie für nichts anderes ansehen konnte, als für Varietäten der gleichen Art.

Die *Protococcaceen* stimmen in ihren vegetativen Verhältnissen vollkommen mit den *Palmellaceen* überein. Jede Pflanze ist eine einfache Zelle mit allseitigem Wachsthume, ohne das Vermögen, Aeste oder Wurzeln zu bilden. In der Fortpflanzung stimmen beide Ordnungen darin überein, dass die Tochterzellen unmittelbar wieder vollkommene Individuen sind, dass also ein Unterschied von vegetativen Zellen und von Keimzellen im Grunde noch nicht vorhanden ist. Die Tochterzellen entstehen aber bei den *Protococcaceen* auf eine andere Art als bei den *Palmellaceen*. Dort bilden sie sich in unbestimmter Zahl frei im Zelleninhalte aus kleinen Partieen dieses Zelleninhaltes; sie besitzen eine kugelige Gestalt. Hier bilden sie sich in bestimmter Zahl (2 oder 4) aus dem ganzen Inhalte der Mutterzelle, welcher zu diesem Behufe sich in eben so viele Partieen theilt; sie besitzen die Gestalt, welche durch die Theilung der Mutterzelle sich ergiebt, und sind nie kugelig bei ihrem Entstehen. Bei den *Protococcaceen* verweilen die Tochterzellen noch einige Zeit innerhalb der Mutterzelle und ernähren sich von ihrem Inhalte. Dann wird diese aufgelöst und die Tochterindividuen werden frei.

Zu den *Protococcaceen* gehören vorzüglich die Gattungen *Protococcus* Ag., *Hæmatococcus* Ag. und *Chlorococcum* Grev. Doch müssen von allen 3 Gattungen einzelne Arten ausgeschlossen werden, welche zu den *Palmellaceen* gehören.

VII. VALONIACEÆ.

Zelle mit Astbildung und Spitzenwachsthum in den Aesten, ohne vegetative Zellenbildung; sie erzeugt durch freie Zellenbildung mehrere Keimzellen.

Die *Valoniaceen* sind mit den *Protococcaceen* nahe verwandt. Beide Ordnungen besitzen bloss reproductive, keine vegetative Zellenbildung; bei beiden entstehen die Tochterzellen als kleine kugelige Zellen frei im Inhalte der Mutterzelle. Die Zellen der *Protococcaceen* besitzen aber bloss allseitiges Wachsthum, keine Aeste, keine Wurzeln. Die Zellen der *Valoniaceen* dagegen können in Zelläste auswachsen, welche durch Spitzenwachsthum sich verlängern. Diese

Zelläste sind Wurzeln oder wahre Aeste. — Ich glaube daher, dass man bei den *Valoniaceen* mit Recht die Tochterzellen Keimzellen nennen kann, weil sie nicht schon ursprünglich wie bei den *Palmellaceen* und *Protococcaceen* vollständige Individuen sind, sondern erst später sich zu vollkommenen Individuen entwickeln.

Zu dieser Ordnung gehört ausser *Valonia* Ginnan., wahrscheinlich auch *Hydrogastrum* Desv. (*Botrydium* Wallr.), *Caulerpa* Lamour. und *Anadyomene* Lamour.

Valonia utricularis und **ægagropila** *Ag.*

Tab. II, Fig. 7 — 24.

Diese beiden, von *Agardh* als besondere Arten betrachteten Formen gehören Einer Art an, welche aber in ihrem äussern Ansehen sehr mannigfaltig ist. In Sorrento bei Neapel fand ich sie als freie, einfache Zellen mit länglich-keulenförmiger, cylindrisch-keulenförmiger oder auch mit cylindrischer Gestalt (Fig. 7, 8); — ferner als Stöcke, die aus mehreren Zellen bestanden und gewöhnlich an der Spitze quirlförmig- oder büschelig-verästelt waren; die Verästelung ist nur einmal vorhanden (Fig. 11, 12, 15), oder sie wiederholt sich ein- oder mehrfach (Fig. 14); — endlich als mehr oder weniger kugelige Rasen, die aus mehreren, in einander geflochtenen Stöcken bestanden. Die ersteren Formen sind *V. utricularis*, die letztere *V. ægagropila*. — *Kützing* (1) schreibt *Valonia* ein « Cœloma fastigiato-ramosum continuum, » *Endlicher* (2) einen « Tubulus continuus, articulatim constrictus » zu. Ich habe lebend keine anderen Valonien als die beiden angeführten Formen untersucht. Hier besteht jedes Glied aus einer geschlossenen Zelle. Man kann die Zellen von einander trennen, ohne sie zu verletzen. Man kann einzelne entleeren, ohne dass die anderen dadurch afficirt werden.

Die Gestalt der Zellen ist in Rücksicht auf ihre verschiedenen Durchmesser sehr verschieden, und varirt vom verkehrt-eiförmigen bis zum cylindrischen. Die Querdurchmesser ändern sich von einem Achsenende zum andern gleichmässig oder ungleichmässig. Die Achse ist gerade oder gebogen. Gewöhnlich ist die Zelle einfach, selten gelappt (Fig. 9, 10; 15, a). Das Wachsthum der Zelle ist begrenzt, ihre Länge beträgt im ausgewachsenen Zustande $^1/_2$ — $1^1/_2$ Zoll; ihre Breite varirt von 1 — 3 Linien. Die Lappen der Zelle (Fig. 9, 10, l, l) können als kurze Aeste angesehen werden, und dann muss von der Zelle gesagt werden, dass sie, wie begrenztes Wachsthum, so auch begrenzte Verästelung besitze. Diejenigen Zellen, welche unten nicht auf andern Zellen befestigt sind, wachsen häufig in Wurzeln aus (Fig. 8, 11, r). Die Wurzeln sind nur Zelläste; sie werden nicht zu besondern Zellen.

Die Zellwandung ist fest und ziemlich dick; sie besteht aus der Zellmembran und einer breiten Schicht von Extracellularsubstanz, an der man häufig 2 verschiedene Lagen unterscheiden kann (Fig. 18, a, b). — Die Zelle ist ganz mit Wasser angefüllt; sie fühlt sich desswegen bei der Berührung hart an, und berstet bei stärkerem Drucke. Das Wasser ist sehr salzig und scheint selbst, dem Geschmacke nach, mehr Salz zu enthalten.

(1) Phycologia gen., pag. 307.

(2) Gen. plant., suppl. III, gen. 63.

als das Meerwasser. — Die innere Oberfläche der Wandung ist überall mit der Schleimschicht ausgekleidet; die letztere besteht aus homogenem oder körnigem Schleime und hat an ihrer innern Fläche zuweilen ein Netz von Schleimfäden, wie *Bryopsis*, die Maschen sind jedoch viel grösser (Fig. 19). An der ganzen Schleimschicht liegen Chlorophyllbläschen und Amylumkügelchen. Die Lagerung der beiden letztern ist in verschiedenen Zellen verschieden. Wenn ein Strömungsnetz vorhanden ist, so liegen beide in den Schleimfäden, besonders in den Winkeln, wo mehrere Fäden zusammenstossen (Fig. 19); diess vorzüglich in jüngeren Zellen. Oder sie behalten, nachdem das Strömungsnetz verschwunden ist, dieselbe Lage, in der sie entstanden sind, und liegen daher in einem Netz, mit leeren Maschen (Fig. 20), und zwar in einer oder mehreren Reihen. Oder endlich sie liegen zerstreut und ohne Ordnung, weiter auseinander oder enger beisammen (Fig. 21, 22).

Die Chlorophyllbläschen besitzen eine ungefärbte Membran und einen homogenen grünen Inhalt, in dessen Mitte ein Amylumkernchen befindlich ist. Sie sind plattgedrückt und liegen mit der Fläche an der Schleimschicht. Von der Seite angesehen, erscheinen sie als dünne Stäbchen (Fig. 23, a II; b II); das Kernchen ist kaum zu erkennen. Von der Fläche angesehen, sind sie rund, oder länglich, oder selbst linienförmig; der Rand ist meist uneben und wellig (Fig. 22; 23, a I, b I). In den schmalen und langgestreckten Formen erkennt man entweder nur undeutlich ein Kernchen, oder gar nicht; in den rundlichen und elliptischen Formen ist dasselbe gewöhnlich deutlich. Wenn die Chlorophyllbläschen netzförmig angeordnet sind, so zeigen die in den Winken liegenden eine rundliche Gestalt, die in den Linien liegenden dagegen eine langgestreckte Gestalt, und zwar geht ihr Längendurchmesser parallel mit den Linien des Netzes (Fig. 20). — Die jüngern Chlorophyllbläschen scheinen sich zu theilen.

Die Amylumkügelchen treten auf zweierlei Art auf, entweder als Kernchen in den Amylumbläschen oder frei. Frei kommen sie besonders in ältern Zellen, und in Keimzellen, welche sich noch nicht entwickeln, vor. Die freien Amylumkügelchen entstehen innerhalb der Chlorophyllbläschen, wachsen und werden zuletzt durch Resorption derselben frei. In Keimzellen, wo sich Chlorophyll und Amylum bildet, findet man an der Schleimschicht ausser kleinen Chlorophyllbläschen (Fig. 21, a), grössere, in denen ein Kernchen als kleines Pünktchen sichtbar ist (Fig. 21, b), noch grössere mit einem deutlichen Amylumkernchen (Fig. 21, c); von diesem Zustande an wächst das Chlorophyllbläschen wenig, das Amylumkernchen bedeutend; das letztere füllt endlich das erstere ganz aus (Fig. 21, c — d). Das Bläschen wird nun aufgelöst; das Amylumkügelchen scheint noch zu wachsen, nachdem es frei geworden ist (Fig. 21, e); wenigstens liegen neben den Chlorophyllbläschen nicht nur gleich grosse Amylumkügelchen, sondern auch viele solche, die $^1/_4$ mal und selbst doppelt so gross sind.

Die Keimzellen entstehen in beträchtlicher Menge in den Mutterzellen. Sie liegen häufig in dem untersten Theile der Mutterzelle (Fig. 11, g); oder wenn die letztere schief steht, an der untern Seitenfläche (Fig. 14, g). Einzelne können da und dort an der Seitenfläche liegen, und mehrere (1, 2.... 6) stehen gewöhnlich am Scheitel der Zelle. Die Keimzellen sind plattgedrückt und liegen mit ihrer Fäche in der Schleimschicht. Von der Seite erscheinen sie als schmale Stäbe (Fig. 16, g); von der Fläche sind sie rund, wenn einzeln (Fig. 14, g; 15), parenchymatisch, wenn gedrängt beisammen liegend (Fig. 15). Ihre Grösse ist sehr ungleich und beträgt von 0,040 ‴, bis 0,200 ‴ und darüber im Durchmesser. Sie gleichen der Mutterzelle, indem sie ebenfalls Schleim, Amylumkügelchen und Chlorophyllbläschen enthalten. Die letztern sind in grösserer Menge vorhanden und geben den Keimzellen eine dunkelgrüne Farbe. — Die Keimzellen beginnen als kleine Schleimkügelchen, an denen man noch keine Membran unterscheiden kann, und die nichts weiter als ein Tröpfchen homogenen, farblosen Schleimes zu sein scheinen (Fig. 24, a). Sie werden grösser und etwas körnig (b). Dann zeigen sie sich noch deutlicher gekörnt und färben sich grünlich, die Membran ist sichtbar (c). Noch grösser, sind sie leicht als Zellchen mit Schleim und kleinen Chlorophyllbläschen zu erkennen (Fig. 24, d).

Von den Keimzellen gelangen diejenigen, welche in der obern Partie der Mutterzelle liegen, frühzeitig zur Entwicklung. Die flachen Keimzellen (Fig. 16, g) erheben sich mit ihrer äusseren Fläche und werden halb-

kugelig (Fig. 17, g) dann kegelförmig, nachher verkehrt-eiförmig und keulenförmig. Sie durchbrechen gleich anfangs bei ihrem Wachsthume die Wandung der Mutterzelle, bleiben aber mit derselben fest verbunden. Die Mutterzelle trägt nun an der Spitze so viele Tochterzellen als Keimzellen zur Entwicklung gelangten (Fig. 11 bis 14). Die Tochterzellen erzeugen ihrerseits wieder Keimzellen, diese können sich ebenfalls entwickeln (Fig. 14, n, n). So pflanzt sich Generation auf Generation und es entsteht ein verästelter Stock. Jedes Glied desselben ist eine Zelle und besitzt ursprünglich eine ununterbrochene Membran. Dieselbe wird durch die Entwicklung der Keimzellen durchlöchert, weil diese die Wandung der Mutterzelle durchbrechen. Das Lumen jedoch bleibt geschlossen; denn in dem Augenblicke, wo die Wandung von der Keimzelle durchbrochen wird, füllt diese die Oeffnung wie ein Pfropf aus (Fig. 17). Später aber bildet die Zelle wieder eine neue Membran an der Stelle, wo sie dieselbe verloren hat. Man kann sich davon auf zweierlei Weise überzeugen. Reisst man sorgfältig eine entwickelte Keimzelle (wie m, m in Fig. 11 — 13) von der Mutterzelle los, so bleiben beide Zellen vollkommen geschlossen, macht man dagegen mit der feinsten Nadelspitze eine kleine Oeffnung in eine Zelle, so entleert sie augenblicklich ihren flüssigen Inhalt, während alle andern mit ihr verbundenen Zellen strotzend bleiben. Untersucht man die abgerissene Stelle unter dem Mikroskope, so findet man eine der übrigen Zellmembran ganz analoge Membran. Macht man einen Durchschnitt durch die Stelle, wo die beiden Zellen mit einander verbunden sind, so sieht man daselbst das neugebildete Membranstück der Mutterzelle über die Basis der Tochterzelle hinweggehen (Fig. 18, e). Diese Membranbildung, um die unterbrochene Continuität einer Zellmembran herzustellen, ist, besonders bei Algenzellen, nichts Ungewöhnliches; ich verweise auf mehrere analoge Fälle, die ich anderswo (1) mitgetheilt habe.

Die Algologen betrachten einen ganzen Stock (wie z. B. Fig. 14) als Pflanzenindividuum, und nennen ihn «Frons;» die einzelnen Zellen heissen Aeste. Ich muss diese Ansicht für unrichtig halten und die einzelne Zelle als Pflanze erklären. Die in Fig. 7 abgebildete Pflanze gibt uns den einfachsten Fall an die Hand. Die Pflanze ist hier eine Zelle; sie erzeugt Keimzellen in ihrem Innern. Die Mutterzelle wird aufgelöst, wahrscheinlich erst im Herbste, und die Keimzellen entwickeln sich zu neuen Pflanzen, wahrscheinlich erst im Frühjahre. In andern Individuen gelangen einzelne Keimzellen sogleich zur Entwicklung; sie sind lebendiggebährend (Fig. 11, m); indessen andere Keimzellen (11, g) ihr latentes Leben fortführen, um erst zu gehöriger Zeit, d. h. nach Auflösung des Mutterindividuums, zu vollkommenen Individuen sich auszubilden. Die Gründe warum die einzelne Zelle als Pflanze angesehen werden muss, sind die gleichen für *Valonia*, wie die oben für *Protococcus* und *Palmella* angeführten. 1) Findet sich bei *Valonia* nur Eine Art der Zellenbildung, die reproductive; während mehrzellige Pflanzen wenigstens 2 verschiedene Arten der Zellenbildung besitzen müssen, eine vegetative und eine reproductive. 2) Zeigen die Stöcke von *Valonia* keine gemeinschaftliche Lebensäusserung, weder in der Vegetation, noch in der Reproduction. 3) Giebt es einzellige Stöcke, wo die Zelle alle Bedingungen eines Pflanzenindividuums erfüllt (Fig. 7, 9).

Die Diagnose der Gattung Valonia, wie sie bisher gegeben wurde, ist unrichtig. Sie muss sich auf folgende Merkmale gründen: *Die Pflanze ist eine einzige Zelle mit begrenztem Spitzenwachsthume und begrenzter Verästlung. Die Keimzellen entstehen durch freie Zellenbildung in unbestimmter Zahl.* Dass die Individuen lebendig gebähren oder proliferiren, und dass dadurch baumartige oder rasenförmige Familien von Individuen, die mit einander verbunden bleiben, entstehen, gehört nicht in den Gattungsbegriff, da diese Erscheinung zufällig ist und nicht allen Individuen angehört.

(1) *Schleiden* und *Nägeli*'s Zeitschrift f. wissenschaftl. Bot., Heft I, pag. 90 ff.

VIII. CONFERVACEÆ.

Durch vegetative Zellenbildung entsteht eine mehrzellige Pflanze (meist eine Zellenreihe oder Zellschicht), deren Zellen durch freie Zellenbildung mehrere Keimzellen erzeugen.

Diese Ordnung unterscheidet sich von den zwei vorhergehenden dadurch, dass die Pflanze mehrzellig (dort einzellig) ist, und dass vegetative und reproductive (dort nur reproductive) Zellenbildung vorhanden ist.

1. Conferveæ.

Zellenreihe; die Keimzellen entstehen in den Gliederzellen.

Ich habe die Keimzellenbildung bei *Conferva* noch nicht beobachtet. Nach *Decaisne* (1) und nach *Hassall* (2) bilden sich in den Gliederzellen bewegliche Keimzellen, welche durch eine Oeffnung der Mutterzelle entleert werden, und die wohl ohne Zweifel durch freie Zellenbildung entstanden sind.

2. Acetabularieæ.

Einzelliges Laub oder Stamm, mit vielzelligen Haaren oder Blättern.

Acetabularia mediterranea *Lamour.*

Tab. III, Fig. 1 — 12.

Die Pflanze ist 1 — 2 Zoll hoch und trägt auf einem cylindrischen, dünnen Stiele einen ziemlich flachen, von oben wenig concaven Schirm, der radial gestreift und im Centrum genabelt ist. Der Bau dieser Pflanze

(1) Nouv. annales d. sc. nat., XVII, pag. 333.
(2) British freshwater Algæ, pag. 214., tab. LVI.

ist höchst merkwürdig. Stiel und Schirm bestehen aus einer einzigen Zelle. Dieselbe ist cylindrisch und an der Spitze etwas angeschwollen; an der Anschwellung trägt sie eine Menge von einfachen und gleichlangen Aesten, welche sich zu einer Fläche dicht aneinander gelegt haben. Macht man einen senkrechten Durchschnitt durch die Mitte des Schirmes, so sieht man, dass die Höhlung des Stieles (Fig. 1, 2, a) continuirlich in diejenigen der Strahlen des Schirmes übergeht (Fig. 1, 2, b). Führt man dagegen den senkrechten Durchschnitt in der Richtung einer Secante, so gleicht derselbe einer Zellenreihe, wo jede scheinbare Zelle einem durchschnittenen Zellenaste entspricht (Fig. 4, b). Die Zahl der Zellenäste oder Strahlen des Schirmes beträgt gegen 100; ihr inneres Ende ist bedeutend schmäler als ihr äusseres Ende (Fig. 1, s). — Zwischen dem Stiele und dem Schirme befinden sich wulstartige Vorsprünge (Fig. 1, 2, c). Dieselben sind halb-ellipsoidisch; ihr radialer Durchmesser ist länger als der verticale und tangentale Durchmesser. Wenn man den Schirm von unten betrachtet, so erscheinen die Wülste als eben so viele elliptische Zellen (Fig. 11, c, c). Sie sind nicht in gleicher Zahl vorhanden wie die Strahlen des Schirmes, sondern etwas zahlreicher. — Diese Wülste sind nach innen und unten durch eine tiefe Einfaltung der Membran (Fig. 2, d) von andern Wülsten geschieden (Fig. 1, 2, e), welche nach unten zu mehr oder weniger merklich abgesetzt sind, und von der untern Fläche ebenfalls als Zellen erscheinen, die nach innen geschlossen oder geöffnet sind (Fig. 11, e, e). Sie erscheinen als geschlossene Zellen, wenn die Wülste plötzlich enden; sie erscheinen als offene Zellen, wenn die Wülste allmälig in den Stiel übergehen. Die beiden Kreise von Wülsten bilden den untern Ring. — Zwischen dem Schirme und dem Nabel liegt ebenfalls eine ringförmige Reihe von Wülsten (Fig. 1, 2, f; Fig. 3 stellt einen einzigen Wulst dar). Sie sind halbellipsoidisch, wobei der radiale Durchmesser mehrmals länger ist als der verticale und der tangentale Durchmesser. Betrachtet man den Schirm von oben, so erscheinen auch diese Wülste als Zellen (Fig. 10, f). Sie sind in gleicher Zahl vorhanden wie die Strahlen des Schirmes und bilden den obern Ring. Auf jedem dieser obern Wülste steht eine radiale Reihe von Wärzchen (Fig. 2, g; Fig. 3, g). Es ist mir nicht recht klar geworden, ob es besondere Zellen oder bloss Auswüchse der *einen* Zelle, aus der die übrige Pflanze besteht, seien. Sind es Auswüchse, so communiziren sie mit dem Wulste durch einen engen Schlund; sind es Zellen, so besitzen sie einen Porus nach dem Wulste hin (Fig. 3). Da ich keine Wand in dem verbindenden Kanale erkennen konnte, so bin ich eher geneigt, sie als Auswüche der Zelle anzusehen. Von oben erscheinen sie als Zellen (Fig. 10, g). — An der Basis trägt der Stiel Wurzeln, welche sich in sein Lumen öffnen (Fig. 7, r).

Acetabularia mediterranea hat also folgenden Bau. Ihre Frons besteht aus einer einzigen Zelle, welche einen einfachen cylindrischen Stiel bildet (Fig. 1, 2, a), an der Basis in kurze Wurzeln (Fig. 7, r) und an der erweiterten Spitze in viele, einen Verticill bildende, einfache Aeste auswächst (Fig. 1, 2, b). Die Aeste legen sich mit ihrer Seitenfläche in einer einfachen Schicht aneinander, und bilden eine schirmförmige Fläche (Fig. 1, s). Zwischen dem Schirme und dem Stiele trägt die Zelle zwei concentrische Reihen von vorragenden Wülsten (Fig. 1, 2, c und e; Fig. 11, c und e). Zwischen dem Schirme und dem nabelförmigen Scheitel befindet sich eine concentrische Reihe von vorragenden Wülsten (Fig. 1, 2, f; 10, f). Jeder dieser obern Wülste trägt eine radiale Reihe von Wärzchen (Fig. 2, 3, g; 10, g).

Der Bau von *Acetabularia* ist schwer zu ermitteln; im natürlichen Zustande macht die Sprödigkeit der Wandungen, welche durch den grossen Kalkgehalt hervorgebracht wird, einen guten Durchschnitt fast unmöglich; ist der Kalk durch Säure entfernt worden, so wird die Schlaffheit der Wandungen zu einem andern, zwar geringern Hindernisse. Die Angaben über die Organisation dieser Pflanze weichen sehr von einander ab. Die vollständigste Anatomie giebt *Kützing* (¹). Meine Untersuchungen, die ich im Jahre 1842 am Golfe von Neapel anstellte, und die ich eben mitgetheilt habe, differiren bedeutend im Resultate. *Kützing* sagt, dass der

(¹) Phycologia general., pag. 341, tab. 41; und Ueber die Polypiers calciferès des Lamouroux, pag. 6.

Stiel einige Gliederung zeige, die aber nicht immer deutlich sei, und dass die Glieder ungleiche Länge besitzen. Alle Exemplare, die ich beobachtete, zeigten von der Basis bis zur Spitze des Stieles, keine Spur einer Scheidewand. Scheinbare Gliederung, durch ungleiche Vertheilung des Inhaltes, namentlich durch das kohlensaure Gas hervorgebracht, welches bei Anwendung von Säure sich innerhalb des Stieles entwickelt, sah ich bei schwächerer Vergrösserung. *Kützing* zeichnet aber den Stiel wie einen Confervenfaden. Wenn man bedenkt, wie fast ausnahmslos die übrigen einzelligen Pflanzen, Caulerpa, Bryopsis etc. ohne Gliederung sind, und dass, wenn einmal die Gliederung auftritt, diess nur Folge eines krankhaften und abnormen Prozesses ist (¹), — so wird man wohl nicht anstehen, auch die Frons von *Acetabularia* als einzellig, und allfällige Scheidewände im Stiele als abnorme Bildung zu erklären. — *Kützing* nennt ferner die Zellenäste welche in den Schirm verwachsen sind, *Zellen*; ebenso lässt er zwischen dem Schirme und dem Stiele einen untern Ring von 2 concentrischen *Zellenreihen*, und zwischen dem Schirme und dem Nabel einen obern Ring von einer *Zellenreihe* bestehen; endlich liegen nach ihm *innerhalb* der Zellen des obern Ringes Kugeln oder Zellen. Es sind diess alles unrichtige Angaben, welche von dem Mangel eines Durchschnittes herrühren. — Nach *Kützing*'s Theorie über den Bau von *Acetabularia* liesse sich die Zahl der Zellen, aus denen die Frons bestünde, auf 800 bis 1000 berechnen; während sie in der That einzellig ist. Und wenn auch die Wärzchen auf dem obern Ringe, von denen ich es zweifelhaft liess, ob sie Zellenauswüchse oder wirkliche Zellen seien, sich als Zellen erweisen sollten, so bleiben immerhin noch 400 Zellen zu viel angegeben.

Die Zellenwandung ist überall verdickt und an einigen Stellen von sehr bedeutender Stärke. Sie besteht aus der Zellmembran und der Extracellularsubstanz. Ist die letztere hinreichend dick, so unterscheidet man an ihr 2 Lagen: eine innere concentrisch-gestreifte, durchsichtige Gallerte (Fig. 8, b), und eine äussere, undurchsichtige, körnige Masse (Fig. 8, c). Die körnige Beschaffenheit der äussern Lage rührt von Kalkablagerungen her. Sie ist ebenfalls concentrisch gestreift; die Streifung rührt von dem Umstande her, dass die Kalkkörner theils in concentrischen Reihen liegen, theils durch concentrische, hellere und streifenförmige Stellen voneinander getrennt sind. Diese Anordnung der Kalkkörner ist aber ohne Zweifel Folge der schichtenweisen Anlagerung der ausgeschiedenen Gallerte. — Die Kalkablagerung in der Extracellularsubstanz ist an der ganzen Fläche der Zellwandung vorhanden, selbst in den Scheidewänden des Schirmes wird sie oft zwischen den beiden Membranen deutlich gesehen. — Wenn durch Säure der Kalk aufgelöst wird, so fällt die äussere kalkhaltige Lage der Extracellularsubstanz zusammen, während die innere kalkfreie Lage, durch die Wirkung der Säure auf die Gallerte, etwas aufschwillt. Dabei füllen sich der Stiel und die Strahlen des Schirmes theilweise mit Gas.

Die Strahlen des Schirmes enthalten winzige Schleimkörnchen, kleine Chlorophyllbläschen, und Amylumkörnchen. Der Stiel enthält vorzüglich Schleimkörnchen und Amylumkörnchen. Die letztern sind einfach oder zusammengesetzt, und von verschiedener Grösse (Fig. 7, 9, B). Sie liegen zuweilen an der Wandung in der Form einer abgestutzten Kugel. — *Kützing* sagt, dass an dem Stiele hier und da kreisförmig-gestellte, runde Oeffnungen vorkommen, von denen er früher vermuthete, dass daselbst andere Schläuche oder Aeste eingelenkt gewesen seien. Es ist mir auffallend, dass *Kützing* diese Löcher nicht im Durchschnitte zeichnet, da sie doch bei der Grösse ihres tangentalen Durchmessers und bei der bedeutenden Dicke der Wandung sehr leicht gesehen werden müssten. Ferner ist es mir auffallend, dass er von den an der Wandung liegenden Stärkekügelchen nichts bemerkt. Meine Zeichnungen stellen nun aber die Stärkekügelchen von oben und von der Seite ähnlich dar, wie *Kützing* die angeblichen Löcher zeichnet. Ich finde sogar unter meinen Zeichnungen einigemal kreisförmig gestellte Kügelchen. So dass ich fast vermuthen möchte, dass, wie früher die Poren der Phanerogamen für Körner und Bläschen, diessmal umgekehrt die Amylumkörner für Poren angesehen worden

(¹) Vergl. über zufällige Membranbildung in *Schleiden* und *Nägeli*'s Zeitschrift f. w. B., Heft I, pag. 91.

seien. Ich kann ausserdem beifügen, dass für Löcher oder Poren am Stiele von *Acetabularia* weder eine Analogie noch eine Erklärung zu finden wäre, denn Schläuche, Aeste oder Blätter, durch deren Abfallen sie erzeugt werden könnten, besitzt *Acetabularia* nicht.

Es muss noch eines Organes erwähnt werden, über dessen Bau und dessen Bedeutung früherhin viele unrichtige Annahmen herrschten, die von *Kützing* berichtigt worden sind. Es sind Haare mit doldenförmiger Verzweigung, welche zwischen dem Schirme und dem Nabel im Kreise stehen, und ungefähr so lang als die Strahlen des Schirmes sind. Sie sind mit einer Basiszelle auf dem Laube befestigt; dieselbe trägt an der Spitze 5 — 7 Zellen, davon trägt jede an ihrer Spitze 3 — 5; jede von diesen 2 — 3, und eine jede dieser letztern gewöhnlich 2 Zellen (Fig. 12). Die Basiszelle entspringt aus einem der Wärzchen, die zwischen dem Schirme und dem Nabel stehen (Fig. 2, g, h). Ein solches Wärzchen verlängert sich zu einer cylindrischen Zelle (Fig. 2, h'). In diesem Falle ist das Wärzchen bestimmt eine Zelle, und wenn es, wie ich vermuthe, ursprünglich bloss ein Zellenauswuchs ist, so verwandelt es sich, ehe es sich verlängert, durch Zellenbildung in eine Zelle. Diese Zelle hat begrenztes Wachsthum. Etwas unterhalb des ersterbenden Punctum vegetationis wachsen mehrere verticillirte Punkte aus und bilden neue Zellen, die ihrerseits wieder begrenzt wachsen und unterhalb ihres Scheitels wieder einen Verticill von seitlich-endständigen Zellen erzeugen. Die Zahl und die Grösse der Tochterzellen nimmt von unten nach oben ab (Fig. 12). *Kützing* zeichnet die unterste Zelle kurz und fast quadratisch; ich finde sie lang und cylindrisch und viel grösser als die übrigen Zellen. — Die Haare von *Acetabularia* sind sehr mannigfaltig, 1) weil die Erzeugung von Tochterzellen sich an verschiedenen Haaren nicht gleich oft wiederholt; 2) weil sie an den Strahlen des gleichen Haares bald gleich-, bald ungleich-oft auftritt; 3) weil die Zellen einer Ordnung an verschiedenen Haaren nicht gleich viele Tochterzellen erzeugen, z. B. in einem Haare 6, in dem andern 5, in dem einen 3, in dem andern 4; 4) weil die Zellen einer Ordnung an demselben Haare bald gleich-, bald ungleich- viele Tochterzellen bilden. Der gewöhnlichte Fall ist der, dass die Haarzellen in 5 Ordnungen stehen, wovon die erste 1, die zweite 6, die dritte 6×4, die vierte $6 \times 4 \times 3$, die fünfte $6 \times 4 \times 3 \times 2$ Zellen enthält, so dass das ganze Haar aus 247 Zellen besteht.

Die Wandung der Haarzellen ist sehr dünn und zart. Man erkennt an ihnen ausser der Zellmembran keine deutliche Extracellularsubstanz. Kalkablagerungen sind keine vorhanden. — Der Inhalt ist anfänglich homogener, farbloser Schleim; dann wird er feinkörnig; nachher grüber-gekörnt, dunkel und etwas grün gefärbt; er füllt das ganze Lumen der Zellen aus. Nachher, wenn die letztern bedeutend grösser geworden sind, so liegt der körnige Inhalt in geringer Menge und fast ohne Färbung an der Membran. Er überzieht bald gleichmässig die ganze innere Zellfläche, indem bloss einzelne runde oder elliptische Räume frei bleiben, bald ist er in ein Netz geordnet, bald bildet er bloss kreisförmige Limen wie an weit gewundenen Ringgefässen. — In den Haarzellen, namentlich in den grössern der untern Ordnungen, finde ich überdem kleinere und grössere, sphärische Zellen mit zarten Wandungen. Sie besitzen einen Durchmesser von 0,002 ''' bis 0,014 ''', Die kleinsten sind homogen-schleimig und farblos; etwas grössere erscheinen körnig, dann färben sie sich grünlich; die grössten besitzen einen gelbgrünen, der Membran anliegenden, gleichmässig oder ungleichmässig vertheilten, gelbgrünen, körnigen Inhalt.

Die Bedeutung dieser Zellen, ebenso wie die Bedeutung der Haare ist mir unbekannt. Ich wäre geneigt gewesen, sie fragsweise als Keimzellen zu bezeichnen. Nun bildet aber *Kützing* die Samen innerhalb der Strahlen des Schirmes ab, und nach der deutlichen und bestimmten Zeichnung kann ich nicht anstehen, sie als die wahren Keimzellen anzuerkennen. Bei meinen Untersuchungen in Neapel fand ich in dem Schirme ausser feinkörnigem Inhalte hin und wieder grössere Amylumkügelchen und zuweilen grössere Kugeln von zusammengeballtem Inhalte, welche aber, wie es mir schien, immer durch die Wirkung der Säure entstanden waren, nie wahre Zellen. — Die Entscheidung der Frage, wo die Keimzellen entstehen, ist wichtig für die Deutung der Organe. Würden sie, wie ich früher glaubte, in den Zellfäden mit doldenförmiger Verästlung erzeugt, so müssten diese, wie die gleichgebauten Organe in *Dasycladus*, als Blätter bezeichnet werden,

und die grosse Zelle, welche den Stiel und den Schirm bildet, wäre der *Stamm*, wie in der genannten Gattung. Wenn nun aber, nach *Kützing*, die Keimzellen in den Strahlen des Schirmes entstehen, so muss, wie ich glaube, die grosse Zelle eher *Frons* oder *Laub*, und die doldenförmigen Zellfäden *Haare* genannt werden.

Dasycladus claveformis *Ag.*

Tab. IV, Fig. 1 — 19.

Die Pflanze ist ein ½ bis 2 Zoll hoher, cylindrisch-keulenförmiger, schwammiger, braun-grüner Körper, 2 bis 3 Linien dick. Eine einfache, senkrechte, cylindrische Zelle nimmt die Achse ein und bildet den *Stamm*. An der Stammzelle stehen in kurzen Zwischenräumen verticillirte Aestchen, welche sich einigemal doldenförmig theilen; ich will sie die *Blätter* nennen.

Die Blätter stehen etwa je zu 12 in einem Quirl. Jedes Blatt ist mit einer einfachen cylindrischen Zelle an dem Stamme befestigt (Fig. 1, f, f). Auf dem Scheitel dieser Zelle stehen 2 — 6 fast gleich-lange Zellen, die etwas kleiner sind. Auf dem Ende jeder dieser Zellen sind wieder 2 — 6 gleichlange noch kleinere Zellen befindlich. Diese Zellen enden frei, oder tragen noch einmal je 2 bis 4 Spitzenzellen (Fig. 1, 2, 3). Die Blätter sind somit 2 — 6tomisch-verästelte Zellfäden, die aus 3 — 4 Phalangen bestehen, mit andern Worten, an denen die Verästlung sich 2 oder 3 mal wiederholt. Je nachdem nun die Verästlung seltener oder häufiger auftritt und an der Spitze je einer Zelle mehr oder weniger Spitzenzellen befindlich sind, so entstehen verschiedene Blattformen. Diese Modificationen sind so mannigfaltig, der Natur der Sache nach, dass man sie fast unzählbar nennen kann; ich habe in Fig. 1, 2 und 3 einige Formen abgebildet. *Kützing* [1] nennt die Aeste « trichotomisch. » Diess bezeichnet aber nicht eine Verästelung, welche ausschliesslich, sondern nur eine solche, welche vorzugsweise vorhanden ist. Es ist kein absoluter, sondern ein relativer Character, und darf nicht in die Diagnose der Gattung aufgenommen werden.

Die Stammzelle wächst an der Spitze wie *Bryopsis*, *Caulerpa* etc., nämlich durch Spitzenwachsthum; sie wächst so lange das Individuum lebt, also unbegrenzt. Das Punktum vegetationis (Fig. 4, a) bietet die gleichen Erscheinungen dar, wie an den beiden genannten Gattungen. Die Wandung ist daselbst äusserst dünn und zart und besteht bloss aus der sich bildenden Zellmembran. Der Inhalt ist ein homogener farbloser Schleim; nach unten wird er körnig und färbt sich dann allmälig grün, indem kleine Chlorophyllbläschen in ihm entstehen. Die Wandung wird von der Spitze an abwärts stetig dicker und besteht aus der Zellmembran und der Extracellularsubstanz. Die erstere ist überall ziemlich gleich dick, die letztere hingegen nimmt von unten nach oben an Stärke ab. Am obern Theile des Stammes ist die Extracellularsubstanz gleichförmig, gallertartig und schwach gestreift (Fig. 15). An der Fläche erkennt man ein nicht unregelmässiges Netz von feinen Linien; die Linien dieses Netzes stellen sich auf dem Durchschnitte als oberflächliche Spalten dar (Fig. 15), welche von aussen bis auf eine geringe Tiefe in die ausgeschiedene Gallerte hineinreichen. Am untern Theile des Stammes, wo die Wandung sehr dick ist (0,060''' und mehr), unterscheidet man an der Extracellularsubstanz 2 verschiedene Lagen: 1) eine innere, fast homogene oder schwach-gestreifte, mehr verdünnte Gallerte (Fig. 17, 18, m), und 2) eine äussere, feinkörnige, etwas dichtere Gallerte (Fig. 17, 18, n). Das körnige Ansehen rührt von Kalkniederschlägen her. Von der Fläche angesehen, zeigt die Extracellularsubstanz ein doppeltes Netz, nämlich grössere Maschen mit stärkeren Linien und kleinere Maschen mit schwächeren Linien (Fig. 16, b, b). Die stärkeren Linien zeigen sich auf Durchschnitten als Spalten, die an der äusseren Oberfläche befindlich sind (Fig. 17, n); die schwächern Linien erkenne ich auf dem Durchschnitte nicht.

Die Zellen der Blätter wachsen ebenfalls an der Spitze; daselbst ist die Membran dünn und zart, der Inhalt

[1] Phycologia gen., pag. 315

farblos und homogen-schleimig (Fig. 5, a; 10, a). Nach unten wird die Membran dicker, der Inhalt erst feinkörnig (Fig. 5, 6, 7, 10, b); dann grobkörnig und grün (Fig. 5, 6, 7, 10, c). Das Wachsthum dieser Zellen ist *begrenzt*. — Die Wandung der ausgewachsenen Blattzellen besteht aus der Zellmembran und einer gleichförmigen Schicht von Gallerte, welche an den Endzellen ihre grösste Stärke an der Spitze derselben hat (Fig. 14). — Der Inhalt der ausgewachsenen Blattzellen ist Wasser und eine wandständige Schleimschicht, in welcher Chlorophyllbläschen befindlich sind. Die Chlorophyllbläschen sind ähnlich denen von *Bryopsis*, nur kleiner; sie zeigen sich von der Fläche rundlich, oval oder elliptisch, von der Seite zusammengedrückt mit einer nabelförmigen Erhabenheit in der Mitte; sie enthalten daselbst ein kleines Amylumkernchen. Ausserdem giebt es zusammengesetzte Körner, welche aus mehreren Chlorophyllbläschen gebildet sind. Die Körner haben eine kugelichte Gestalt und besitzen im Centrum einen hohlen sternförmigen Raum zwischen den Bläschen (Fig. 20).

Ich muss noch einer Erscheinung erwähnen, welche die Veränderung des Zelleninhaltes in Folge der Endosmose von Wasser betrifft. Ich sah einigemale, dass unter dem Microscope die Schleimschicht des obern Theiles der Stammzelle sich in regelmässigen Zwischenräumen von der Wandung zurückzog. Es geschah in Form eines Netzes, dessen Felder den losgelösten Partieen der Schleimschicht, und dessen Linien den anhaftenden Partieen derselben entsprachen (Fig. 19). Daraus geht hervor, dass nicht alle Theile der Schleimschicht gleich innig mit der Zellmembran verbunden sind. Bei andern Algen und namentlich bei Florideen tritt eine ähnlich-Erscheinung auf; hier ist es sicher, dass an denjenigen Stellen, wo die Schleimschicht fester mit der Zelle membran vereinigt ist, da es die Poren sind, der Stoffwechsel zwischen 2 Zellen von Statten geht, und dass an allen übrigen Stellen Extracellularsubstanz gebildet oder überhaupt die Zellwandung verdickt wird. Da nun bei *Dasycladus* die Stellen, wo Schleiminhalt und Membran inniger zusammenhängen, als Linien eines Netzes erscheinen; da ferner die Saftströmung in verwandten Pflanzen (*Bryopsis*, *Conferva* etc.) ebenfalls als Linien eines wandständigen Netzes auftritt; da endlich auch die Gallertausscheidung, wie wir oben gesehen, der Quantität nach an den einzelnen Theilen der Membran ungleich ist, und diese Ungleichheit ebenfalls die Gestalt eines Netzes hat: so möchte man daraus den Schluss ziehen, dass alle diese Erscheinungen in Beziehung zu einander stehen und dass die Stoffaufnahme nicht gleichmässig durch die ganze Zellmembran, sondern vorzüglich durch bestimmte Theile derselben, welche die Linien eines Netzes bilden, geschehe; dass diesem Netze der Stoffaufnahme ein gleiches der Saftströmung entspreche, und dass durch die übrigen Theile der Membran, welche ausser den Netzlinien liegen, also durch die Netzfelder, vorzugsweise die Verdickung der Membran bewirkt werde.

Die unterste Blattzelle entsteht aus der Stammzelle durch Auswachsen der Membran und Zellenbildung in dem ausgewachsenen Theile. Dieser Prozess wiederholt sich fortwährend hinter der wachsenden Stammspitze und ist unbegrenzt wie diese. Es ist eine ganz ähnliche Erscheinung, wie sie bei der Blattbildung von *Bryopsis* vorkommt, mit dem Unterschiede, dass in *Bryopsis* einzelne seitliche Punkte der Membran bloss in neue Achsen der gleichen Zelle auswachsen, in *Dasycladus* dagegen wirklich zu neuen Zellen werden.

Das Wachsthum dieser Zellen ist begrenzt; es erstirbt nach einer gewissen Dauer. Statt dessen erheben sich 2 bis 6 Punkte der Membran, etwas unterhalb des nun ruhenden Punktum vegetationis (Fig. 6, 7, 8, 9), und wachsen in neue Achsen aus. Diese Bildung von neuen Achsen ist gewöhnlich gleichzeitig, selten ungleichzeitig (Fig. 8, 9). Jede derselben wird zur besondern Zelle. Ueber Zellenbildung ist nichts zu sehen. Es wird zuerst eine zarte Wand sichtbar, gewöhnlich wenn der auswachsende Theil etwa 0,005 ''' lang geworden ist.

Diese Wand erscheint doppelt, wenn die neue Zelle 0,020 ''' lang ist (Fig. 10). — Auf gleiche Weise entstehen die zweiten und dritten Phalangen der Blätter. — Das Wachsthum der Blätter ist begrenzt, nicht nur weil die einzelnen Zellen limitirt sind, sondern auch weil die Erzeugung von neuen Zellen sich nur wenige Male wiederholt. — Das Wachsthum der Blätter von *Dasycladus* hat grosse Analogie mit dem Wachsthume der Markröhren von *Udotea*. An beiden Orten verlängern sich die Achsen durch Membranbildung an der Spitze

nur eine bestimmte Zeit lang, dann erstirbt dieselbe; dagegen werden 2 oder mehrere Punkte unterhalb der Spitze lebendig, indem neue Membranbildung in ihnen auftritt, um ebenfalls nach einer begrenzten Dauer aufzuhören. Der Unterschied liegt darin, dass in *Udotea* jede neue Achse Theil der Mutterzelle bleibt, in *Dasycladus* dagegen zur neuen Zelle wird.

Zwischen je 2 Zellen, die einander berühren, ist ein einziger Porus; also zwischen der Stammzelle und den ersten Blattzellen, zwischen den ersten und zweiten, zwischen den zweiten und dritten, zwischen den dritten und vierten Blattzellen (Fig. 11, 12, p; 13, 17). Von der Fläche angesehen erscheint der Porus rund oder elliptisch (Fig. 11; 16, a). Von der Seite oder auf Durchschnitten zeigt er sich als eine Verdünnung der Wandung. Diese Verdünnung rührt daher, dass an dieser Stelle keine Extracellularsubstanz gebildet wurde (Fig. 12, p; 13, 17, 18). Die Wand, welche den Porus in 2 Hälften trennt, besteht also bloss aus den beiden Zellmembranen. Diese Wand ist von *Decaisne* übersehen worden, während er den Porus sonst richtig abbildet (¹). — Die Stammzelle besitzt so viele Poren, als sie Blätter trägt. Dieselben sind anfänglich rundlich oder eher in horizontaler Richtung elliptisch-verlängert (Fig. 4, 11); zuletzt erscheinen sie als verticale Ellipsen (Fig. 16). Wenn die Blätter an alten Stämmen abfallen, so sind die letztern mit verticillirten Punkten bedeckt, welche die Poren sind. — Jede Blattzelle besitzt einen Porus an der Basis und 2 — 6 Poren an der Spitze, mit Ausnahme der Endzellen, welche nur einen Porus an der Basis haben.

Die Fortpflanzung an *Dasycladus* ist noch unbekannt. Ich finde zuweilen in den Blattzellen freie, kugelige Zellen in unbestimmter Menge und unbestimmter Grösse. Diese Zellen besitzen die grösste Analogie mit den Keimzellen von *Valonia*, und ich bin geneigt sie auch als solche zu erklären, obgleich ich das Keimen derselben nicht beobachtete. Diese Keimzellen erscheinen anfänglich als ganz kleine Tröpfchen homogenen Schleimes. Sie vergrössern sich, der Schleim wird körnig; sie werden noch grösser, der körnige Schleim färbt sich grün, die Membran wird sichtbar. Endlich sind es kugelige Zellen von 0,010 ''' — 0,040 ''' im Durchmesser, welche von den der Membran anliegenden, enge in einander stehenden Chlorophyllbläschen fast dunkelgrün gefärbt sind. Die Entwicklungsgeschichte ist die gleiche, wie ich sie in Tab. II, Fig. 24 für die Keimzellen von *Valonia* dargestellt habe. In *Dasycladus* bleiben die Keimzellen kugelig, während sie in *Valonia* nachher platt-zusammengedrückt werden.

Der Gattungsbegriff von Dasycladus muss in folgenden Merkmalen gefunden werden: *Der Stamm ist cylindrisch und einzellig; er wächst unbegrenzt an der Spitze und erzeugt unbegrenzt durch seitliches Auswachsen der Membran und Zellenbildung in dem ausgewachsenen Theile Blätterverticille. Die Blätter bestehen aus einzelligen Achsen mit doldenförmiger Verästlung; die Blattzellen haben begrenztes Spitzenwachsthum; sie erzeugen begrenzt neue Zellen durch seitliches Auswachsen der Membran und Zellenbildung in dem ausgewachsenen Theile. Die Keimzellen entstehen in den Blattzellen durch freie Zellenbildung.*

Acrocladus mediterraneus *Näg.*

Tab. IV, Fig. 23 — 37.

Diese neue Pflanze fand ich im Golfe von Neapel auf der Insel Ischia. Sie wird ungefähr 1 Zoll hoch und wächst im Rasen. Der *Stamm* ist eine einfache cylindrische Zelle, etwa ½ Linie dick (Fig. 23, c). An der Basis verzweigt sich die Stammzelle in Wurzeln, welche sich wenig verästeln, und mit der Höhlung des Stammes communiziren (Fig. 23, r; 24). Die einzelnen Wurzeln endigen häufig in eine unregelmässige, schildförmige

(¹) Nouv. annales des sc. nat., XVII, tab. 17, fig. 13.

Erweiterung, mit der sie aufsitzen (Fig. 25, wo die Spitze einer Wurzel stärker vergrössert ist). — An dem obern Ende erweitert sich die Stammzelle, indem sie entweder ganzrandig bleibt (Fig. 27, c), oder sich lappenförmig theilt (Fig. 28, c), oder selbst einen kurzen Ast bildet (Fig. 29, a).

Auf dem erweiterten Stammende und ebenfalls auf dem Aste, wenn ein solcher vorhanden ist, steht ein Büschel von *Blättern* (Fig. 25, 27, 28, 29, f). Es sind verästelte Zellfäden, welche in der Zahl von 7 bis 14 vorhanden sind. Sie haben einen sehr verschiedenen Bau. Es sind einfache Zellen (Fig. 30); Zellenreihen, die aus 2 Zellen bestehen (Fig. 31); solche, die aus 3 Zellen bestehen; Zellen, welche an der Spitze 2 (Fig. 32), oder 3 Zellen (Fig. 33) tragen etc. etc. Die Blätter werden durch alle möglichen Uebergangsstufen complicirter (Fig. 35), bis sie aus 30 bis 40 Zellen bestehen. Die Zellen sind cylindrisch, von verschiedener Länge und Breite.

Die Blätter von *Acrocladus* besitzen Aehnlichkeit mit den Blättern von *Dasycladus* und mit den Haaren von *Acetabularia*. Doch sind wesentliche Verschiedenheiten vorhanden. Bei den Organen der beiden genannten Gattungen stehen die Tochterzellen doldenförmig auf der Mutterzelle, indem der eigentliche Scheitel dieser letztern frei endigt, und sind von gleicher Länge. An den Blättern von *Acrocladus* dagegen sind die Tochterzellen ungleich lang; eine davon ist die längste, sie steht unmittelbar auf der Spitze der Mutterzelle; die übrigen Tochterzellen stehen seitlich. In den Blättern von *Dasycladus* und den Haaren von *Acetabularia* ist jede Zelle für sich eine besondere Achse. In den Blättern von *Acrocladus* dagegen ist immer eine der Tochterzellen die directe Fortsetzung der Achse der Mutterzelle, während die übrigen Tochterzellen neue Achsen darstellen. Das Blatt ist daher eine Zellenreihe von 2, 3, 4, 5 Gliedern, an welcher seitliche (Ast-) Zellenreihen stehen.

Dieser Unterschied im Bau zwischen den Organen von *Dasycladus* und *Acetabularia* und denjenigen von *Acrocladus* beruht auf einer Differenz im Wachsthume. In den erstern wächst eine Zelle bis zu einer bestimmten Länge; dann abortirt ihr Spitzenwachsthum, und statt dessen wachsen mehrere verticillirte Punkte der Membran unterhalb der Spitze aus; die ausgewachsenen Theile schnüren sich als Tochterzellen ab. In den Blättern von *Acrocladus* hingegen verlängert sich eine Zelle nicht bloss bis zu der ihr zukommenden Länge, sondern noch darüber hinaus, und theilt sich dann in 2 übereinanderstehende Zellen (Fig. 31, 34). Die obere dieser beiden Zellen verlängert sich von neuem durch Spitzenwachsthum und erzeugt wieder 2 Tochterzellen. Die Glieder, welche hinter der Endzelle liegen, wachsen mit ihrem obersten Seitentheile in einen Fortsatz aus (Fig. 36, a), welcher durch Zellenbildung zur besondern Zelle wird; das gleiche Glied kann noch 1 oder 2 mal in gleiche Fortsätze auswachsen und Astzellen erzeugen. Das Wachsthum der Blätter von *Acrocladus* ist demnach vollkommen das gleiche wie an *Conferva glomerata*. Dieses Wachsthum durch Zellenbildung steht aber zu dem Wachsthume der Organe von *Dasycladus* und *Acetabularia* in dem gleichen Verhältnisse, wie das Spitzenwachsthum durch Membranbildung und Astbildung von *Bryopsis* oder *Caulerpa* zu demjenigen der Markröhren von *Udotea*.

Die Wandungen der Stammzelle, der Wurzeläste und der Blattzellen bestehen aus der Zellmembran und aus Extracellularsubstanz. In der letztern ist eine geringe Menge von Kalk abgelagert; man erkennt zuweilen, dass sie, wie in *Caulerpa*, *Dasycladus* und *Acetabularia* aus 2 verschiedenen Lagen besteht, einer äussern kalkhaltigen, und einer innern kalklosen, obgleich die ganze Wandung des Stammes viel schmäler ist als an den genannten Gattungen, und nicht über 0.003 — 0,005 ''' beträgt. — Die Stammzelle ist mit Wasser gefüllt. An der innern Fläche der Membran liegt die Schleimschicht: Darin befinden sich Chlorophyllbläschen, welche von der Fläche rund oder elliptisch (Fig. 37), von der Seite zusammengedrückt (Fig. 37, b) erscheinen, und mitten im homogenen Chlorophyll ein kleines Amylumkernchen einschliessen; ferner Chlorophyllbläschen, welche fast ganz von einem Amylumkügelchen ausgefüllt werden; ferner freie Amylumkügelchen, welche sich durch Jod braun, durch Jod und Schwefelsäure aber blau färben; endlich Schleimkörnchen. Die Blattzellen besitzen den gleichen Inhalt, nur sind sie wegen stärkeren Vorherrschens des Chlorophylls und Zurücktretens der

Stärke intensiver grün gefärbt. In den Wurzeln dagegen ist mehr Stärke und wenig Chlorophyll vorhanden.

Die Wurzeln sind, wie oben gesagt, ungegliedert. Einmal fand ich Gliederung (Fig. 26). Dieselbe ist aber nicht durch normale Zellenbildung entstanden, sondern durch abnormale Membranbildung wegen krankhafter Veränderung des Inhaltes. Die ursprüngliche Zellmembran setzt sich ununterbrochen über den abgestorbenen Raum i hinweg; die neugebildeten Membranen dagegen endigen da, wo sie an die ursprüngliche Membran angelehnt sind (¹).

Ich habe an der Wandung des Stammes eine andere Erscheinung beobachtet, die ich nicht zu deuten weiss, welche aber vielleicht mit einer ähnlichen Erscheinung an der Cuticula der höhern Pflanzen analog ist. Von der Fläche angesehen zeigte sie Streifung in verschiedener Richtung: 1) Längsstreifung, 2) schiefe Streifung von rechts nach links und von links nach rechts, und 3) Querstreifung. Die erste war durch die stärksten, die letzte durch die schwächsten Linien vertreten. Ueberhaupt war die Streifung um so deutlicher und gröber, je mehr sie sich der verticalen Richtung, um so undeutlicher und feiner, je mehr sie sich der horizontalen Richtung näherte. Entweder waren an der gleichen Stelle nur einzelne oder alle Arten der Streifung zugleich vorhanden. Wahrscheinlich hat die Streifung ihren Sitz in der Extracellularsubstanz; vielleicht sind, wenn verschiedene Arten zugleich vorkommen, dieselben in verschiedenen Schichten zu suchen. Die Ursache ist mir aber unbekannt.

In den Blattzellen finde ich zuweilen kleinere und grössere Zellen, wie in den Blättern von *Dasycladus*. Vielleicht, dass es Keimzellen sind.

Ich will noch den Gattungsbegriff von *Acrocladus* mit denjenigen von *Dasycladus* und *Acetabularia* zusammenstellen. Acrocladus: *Der Stamm ist cylindrisch und einzellig; er hat begrenztes Wachsthum und erzeugt dicht unterhalb der abortirten Spitze durch seitliches Auswachsen der Membran und Zellenbildung in dem ausgewachsenen Theile einen Blattverticill. Die Blätter bestehen aus verästelten Zellenreihen, welche durch Zellenbildung in der Endzelle begrenzt wachsen, und durch seitliches Auswachsen und Bildung von Astzellen sich begrenzt verästeln. Die Keimzellen (?) entstehen in den Blattzellen durch freie Zellenbildung.* — *Acrocladus* unterscheidet sich von *Dasycladus* durch das begrenzte Wachsthum des Stammes, durch die begrenzte (einmalige) Blattbildung, und durch das verschiedene Wachsthum der Blätter; von *Acetabularia* durch den Mangel des Schirmes, durch das verschiedene Wachsthum der Blätter und Haare, und durch den verschiedenen Ort für die Entstehung der Keimzellen, vorausgesetzt, dass die Angaben *Kützings* über die Samenbildung von *Acetabularia* und meine Vermuthungen über die Fortpflanzung von *Acrocladus* richtig sind.

5. Coleochaeteae.

Zellschicht (durch Vereinigung von verästelten Zellenreihen entstanden); die Keimzellen entstehen in einzelnen Randzellen (d. h. Scheitelzellen jener Zellenreihen).

(¹) Vergl. hierüber *Schleiden* und *Nägeli*'s Zeitschrift f. w. B., H. I, pag. 90 ff

Coleochæte scutata *Bréb.*

(Phyllactidium Coleochæte Kütz.)

Tab. V., Fig. 22 — 31.

Coleochæte hat vollkommen den gleichen Bau und den gleichen Habitus wie *Myrionema*. Sie bildet eine ziemlich kreisförmige Zellschicht, welche mit ihrer ganzen Fläche auf Süsswasserpflanzen festsitzt. Zuweilen hat sie bloss die Gestalt eines Kreisausschnittes, ist also keilförmig. Ausserdem zeigt sie sich häufig verschiedentlich gelappt (Fig. 22). Die Zellschicht entsteht aus verästelten Zellenreihen, welche dicht in einer Fläche nebeneinander liegen. Sind sie zahlreich genug, so schliessen sie sich zu einem vollkommenen Kreise; sind sie in geringerer Menge vorhanden, so bilden sie bloss einen Halbkreis, einen Zirkelquadranten oder noch schmälere keilförmige Figuren. — An der Zellschicht, sie mag die Gestalt eines Kreises, Halbkreises oder Kreisausschnittes besitzen, ist Centrum und Peripherie zu unterscheiden. Im Centrum hat das Wachsthum und die Verästelung der Zellenreihen begonnen, dort liegt die Keimzelle. An der Peripherie wächst die Zellschicht oder vielmehr die Zellenreihen, aus denen sie besteht. Die Randzellen (Scheitelzellen der Zellenreihen) theilen sich in zwei hintereinander liegende Zellen (Fig. 24, b, b), eine neue Randzelle (Scheitelzelle einer Reihe), und in eine innere oder Flächenzelle (Gliederzelle der Reihe). Die letztere Tochterzelle theilt sich nicht, die erstere verhält sich wie die Mutterzelle. Die Randzellen theilen sich aber nicht bloss in 2 hinter einander liegende, sondern, so oft der concentrisch grösser werdende Raum es erfordert, in zwei neben einander liegende neue Randzellen, durch eine radiale Wand (Fig. 24, a). Dadurch verästeln sich die Zellenreihen dichotomisch. — Entweder wachsen die Zellenreihen der Zellschicht alle gleichmässig; dann bildet der Rand immer eine concentrische Linie, und die Gestalt der Pflanze ist regelmässig. Oder die einen Zellenreihen wachsen mehr als die andern; dann wird die Zellschicht am Rande buchtig oder gelappt. — Auf der Zellschicht stehen Borsten (Fig. 24, d, d); bald sind sehr wenige davon vorhanden, bald ist sie damit dicht bedeckt. Aus einer Zelle entspringt eine einzige Borste, gewöhnlich etwas oberhalb der Mitte. Die Borste ist eine farblose, wasserhelle, ziemlich cylindrische, an der etwas verengten Spitze geöffnete Zelle, aus welcher ein langer, äusserst dünner Faden hervorragt, er fehlt häufig, namentlich an getrockneten Pflanzen. Nähern Aufschluss über dieses merkwürdige Verhalten kann ich keinen geben, da ich an der lebenden Pflanze (welche ich in Karlsruhe beobachtete) nur wenige Borsten fand, und an getrockneten Exemplaren, welche viele Borsten besitzen, eine genauere Untersuchung nicht möglich ist. — *Kützing* [1] sagt, dass die Randzellen mit einer Haarborste versehen seien. Ich finde aber nie Borsten auf den Randzellen, sondern bloss auf den innerhalb des Randes gelegenen Zellen.

Wenn die Pflanze fructifizirt, so verwandeln sich einzelne Randzellen in Keimmutterzellen (Fig. 23, c). Statt dass sie, wie es die Randzellen sonst thun, durch vegetative Zellenbildung sich in zwei radial oder tangental nebeneinander liegende Zellen theilen, werden sie grösser und füllen sich mit Inhalt. Indessen wächst die Zellschicht durch die übrigen Randzellen weiter, so dass die Keimmutterzellen bald innerhalb des Randes liegen, und da die Zellenreihen sich ausserhalb von ihnen durch Verästelung wieder in einen continuirlichen Rand zusammenschliessen, so sind dann die Keimmutterzellen rings von Zellen umgeben (Fig. 24, e). Gewöhnlich tritt diese Umwandlung einzelner Randzellen in Keimmutterzellen an der ganzen Peripherie ziemlich zu gleicher Zeit ein. Daher bilden die Keimmutterzellen auch späterhin gewöhnlich einen concentrischen Kreis (Fig. 22).

[1] Phycol. german., pag. 242.

Häufig stehen sie in bestimmten Abständen von einander, so dass sie durch je zwei oder drei Zellen von einander getrennt sind. Nicht selten liegen aber auch theils zwei oder mehrere dicht neben einander; theils werden sie durch grössere Zwischenräume von einander gesondert.

Brébisson (¹) erwähnt einer *Var. soluta,* wo die radialen Fäden oder Zellenreihen frei und nicht zu einer Zellschicht vereinigt sind. Ich stimme demselben vollkommen bei, diese Form nicht als besondere Art zu unterscheiden. Denn es giebt zahlreiche Uebergänge zu der gewöhnlichen Form. Uebrigens ist die Entwicklungsgeschichte der Zellschicht aus der Keimzelle noch unbekannt, und daher ist es noch zweifelhaft, wie sich die beiden Formen zu einander verhalten. Mir ist es wahrscheinlich, dass die gelöste Form eine niedrigere Entwicklungsstufe darstellt., dass ihre Zellenreihen entweder wegen Mangel einer radialen Theilung der Scheitelzellen sich nicht zu einer Zellschicht entwickeln, oder dass sie, statt sich zu einer Schicht zu vereinigen, getrennte Aeste bleiben. Häufig findet man an der gleichen Pflanze theils Zellenreihen, theils schmälere oder breitere Zellenschichten.

An der gelösten Form von *Coleochaete* werden die Scheitelzellen der Zellenreihen zu Keimmutterzellen (Fig. 25, c). Dieselben werden, wie in der gewöhnlichen Form, grösser, und füllen sich mehr mit Inhalt. Sie bleiben selten frei; gewöhnlich wachsen aus der Gliederzelle, auf welcher sie stehen (Fig. 25, 26, 27, d) eine oder mehrere Astzellen hervor, welche durch Zellenbildung sich weiter entwickeln und einen grössern oder kleineren Theil der Keimmutterzelle mit kleineren Zellen bedecken. Entweder bildet sich nur Eine seitliche Astzelle, welche in eine Zellenreihe auswächst, die auf eine kleinere oder grössere Strecke der Keimmutterzelle anliegt (Fig. 27, b) oder selbst einen vollständigen Ring um dieselbe bildet (Fig. 27, c). Oder es entstehen zwei Astzellen, welche zwei seitliche, meist zu einem vollständigen Ringe sich schliessende Zellenreihen erzeugen (Fig. 26, b). Oder es entstehen aus der Gliederzelle nicht bloss seitliche Astzellen, sondern auch eine oder mehrere zugekehrte Astzellen (Fig. 28), aus denen eine Zellschicht hervorgeht, die die Keimzelle theilweise oder ganz bedeckt (Fig. 29, a stellt eine Keimzelle dar, welche vollständig mit einer Zellschicht überzogen ist. Fig. 30 ist ein Querschnitt einer solchen). Diese Zellen, welche die Keimmutterzelle umgeben oder überziehen, werden späterhin meist braun gefärbt.

Die vegetativen Zellen der Pflanze sind zuerst grün. Sie enthalten Chlorophyll, welches entweder die ganze innere Oberfläche der Wandung überzieht, oder es bleiben freie Lücken in dieser continuirlichen Schicht, oder es sind bloss einzelne getrennte, grüne Stellen vorhanden. Im Centrum liegt ein Kern. Zuletzt verschwinden Chlorophyll und Kern; die Zellen werden farblos und wasserhell. — Die Keimmutterzellen gleichen zuerst den vegetativen Zellen, indem ihre innere Oberfläche mit einer Chlorophyllschicht überzogen ist. Später füllen sie sich ganz mit grünem Inhalte, in dessen Mitte ein deutliches Kernbläschen liegt. Das Chlorophyll entfärbt sich etwas und wird feinkörnig. Nachher sieht man in der Mutterzelle mehrere freie kugelförmige Keimzellen (Fig. 31), an denen man eine Membran und einen grünlichen Inhalt unterscheidet.

IX. LICHENACEÆ.

Durch vegetative Zellenbildung entsteht ein Zellkörper; an der Oberfläche einzelner Partieen desselben sitzen die Mutterzellen, welche durch freie Zellenbildung mehrere Keimzellen (in bestimmter Zahl) erzeugen.

(¹) Annales d. sc. nat., troisième série, I, pag. 29.

Die *Lichenaceen* oder Flechten stimmen mit den *Stilophoreen* und den *Fuceen* in vegetativer Beziehung überein; sie sind von denselben durch die Fortpflanzung verschieden. Mit den *Protococcaceen*, *Valoniaceen* und *Confervaceen* dagegen sind sie durch die Fortpflanzung verwandt, indem die Keimzellen frei in der Mutterzelle entstehen; doch weichen sie von diesen drei Ordnungen schon darin ab, dass die Keimzellen *in bestimmter Zahl*, nämlich zu 8 (auch zu 4 oder 6?) in jeder Mutterzelle auftreten; vorzüglich aber sind sie von denselbed durch den vegetativen Bau und die Stellung der Keimmutterzellen verschieden. Bei den *Confervaceen* nämlich ist die Pflanze (oder deren Organe) eine Zellenreihe oder eine Zellschicht, die Keimmutterzellen sind Theile dieser Zellenreihe oder Zellschicht; bei den Flechten ist die Pflanze ein Zellkörper, welcher die Keimmutterzellen als von seinem Gewebe verschiedene Organe trägt. Das Verhältniss der Flechten zu den *Confervaceen* ist das gleiche wie das der Mesogloeaceen (vorzüglich der *Stilophoreen*) zu den *Bangiaceen*.

Zu dieser Ordnung gehören ausser *Lichina* die meisten der bisher zu den Flechten gestellten Gattungen. Einige der letztern, wie z. B. die *Calycieen*, *Graphideen* müssen zu den Pilzen gebracht werden ([1]).

X. EXOCOCCACEÆ.

Zelle ohne Spitzenwachsthum, ohne vegetative Astbildung und ohne vegetative Zellenbildung; die neuen Individuen entstehen durch wandständige Zellenbildung je eines in einem kurzen Aste.

([1]) *Schleiden* (Gründzüge II, p. 58, erste Aufl.) rechnet zu den Flechten die meisten Pyrenomyceten, viele Gasteromyceten und die 8sporigen Hymenomyceten, indem er als characteristischen Unterschied zwischen Flechten und Pilzen festhält, dass bei den ersteren die Sporen zu mehreren in einer grösseren Mutterzelle, bei den letzteren einzeln in einem fadenförmigen Fortsatze der Mutterzelle entstehen. Darnach würden auch noch einige andere Pilze zu den Flechten gestellt werden müssen, Wie z. B. *Achlya*, *Leptomitus*, *Ascophora*, *Mucor* etc., was doch kaum die Absicht sein kann. Von einigen andern Pilzen, welche weder auf die eine noch auf die andere, sondern auf eine dritte Art ihre Sporidien bilden, wäre es zweifelhaft, wohin sie gehörten. — Wenn man die Pilze wegen ihrer von allen übrigen Pflanzen abweichenden Entstehungsweise, Lebensart und Beschaffenheit des Zelleninhaltes (vergl. oben pag. 116) nicht als besondere Pflanzengruppe bestehen lassen will, so gibt es gewiss kein Merkmal der Fructification,

Die Ordnung der *Exococcaceen* schliesst sich in Rücksicht auf die vegetativen Verhältnisse durchaus an die *Palmellaceen* und an die *Protococcaceen* an. Jede Pflanze besteht aus einer einzigen kleinen Zelle ohne Spitzenwachsthum, ohne vegetative Ast- und Wurzelbildung, ohne vegetative Zellenbildung. Die Tochterzellen werden aber nicht innerhalb der Mutterzelle gebildet, wie bei den *Palmellaceen* und *Protococcaceen*, sondern die Mutterzelle wächst in kurze Aeste aus, von denen jeder zu einer bald abfallenden Tochterzelle wird. Wie bei den beiden genannten Ordnungen ist hier ein Unterschied von vegetativen und von Keimzellen noch nicht vorhanden.

Von dieser Ordnung kenne ich bloss eine Pflanze, nämlich *Exococcus ovatus*, den ich bei Zürich fand. Die Zellen sind eiförmig; ihr Durchmesser beträgt im Durchschnitte 0,004'''; der Inhalt ist homogen-grün. Sie gleichen vollkommen einzelnen *Pleurococcus*zellen, aber die Tochterzellen entstehen ausserhalb, wie bei *Saccharomyces*.

XI. VAUCHERIACEÆ.

Zelle mit vegetativer Astbildung und Spitzenwachsthum in den Aesten; die Keimzellen entstehen durch wandständige Zellenbildung je eine aus einem kurzen Aste, oder aus dem Endtheile eines längern Astes.

Diese Ordnung stimmt mit den *Exococcaceen* in der Fortpflanzung überein. Sie unterscheidet sich von derselben durch die Vegetation, indem sie Aeste und Wurzeln bildet, welche sich durch Spitzenwachsthum verlängern. Von den *Valoniaceen*, womit diese Ordnung in Rücksicht auf das vegetative Verhalten übereinstimmt, unterscheidet sie sich durch die (reproductive) Zellenbildung. Die Tochterzellen entstehen aus dem ganzen Inhalte eines kurzen Astes, oder aus

wonach sich Algen, Flechten und Pilze trennen liessen, weil alle Arten der Samenbildung der Pilze auch bei den Algen sich finden, und es bliebe keine andere Wahl, als sie alle zusammen zu werfen und dann die ganze Masse nach Bau und Fortpflanzung in Gruppen zu theile, und dabei fortwährend Pilzgattung neben Algengattung zu stellen, was aber gewiss zu einer ganz unnatürlichen Anordnung führen würde.

dem ganzen Inhalte des Endtheiles eines längern Astes. Sie führen mit Recht den Namen Keimzellen; denn, nachdem sie abgefallen sind, entwickeln sie sich zu einer vollständigen Pflanze. Bei den *Exococcaceen* dagegen kann man so wenig als bei den *Palmellaceen* und den *Protococcaceen* von Keimzellen sprechen, weil die Tochterzellen für sich schon die ganze Pflanze sind.

Wenn, woran ich nicht zweifeln will, die Beobachtung *J. Agardh*'s über die Bildung von freien, sich bewegenden Keimzellen (Sporen) bei *Bryopsis* richtig ist, so haben wir auch bei den *Vaucheriaceen* ein Beispiel für eine doppelte Fruchtbildung, wovon die eine äussere Keimzellen durch wandständige Zellenbildung aus einem Aste erzeugt und als *Fortpflanzung* bezeichnet werden muss, die andere dagegen innere Keimzellen durch freie Zellenbildung in dem Inhalte eines Astes hervorbringt und als *Vermehrung* gedeutet werden muss.

1. Bryopsideæ.

Die Verästelungen der Zelle sind frei.

Bryopsis *Lam.*

Tab. I, Fig. 37 — 45.

Bryopsis ist eine einzige, cylindrische, verästelte Zelle. Beim Keimen verlängert sich die Keimzelle und wird cylindrisch. Sie verästelt sich in ein aus vielen Achsen zusammengesetztes System. *Das Wachsthum geschieht an der Spitze der Achsen.* Man überzeugt sich leicht davon, wenn man den Zelleninhalt und die Zellwandung an der Spitze und in den übrigen Theilen der Achsen vergleicht, und wenn man die Entstehung der Aeste berücksichtigt. Man muss aber zweierlei Arten von Achsen genau von einander unterscheiden, welche sich in Bezug auf diese Punkte ganz ungleich verhalten, ich will sie *Stämme* und *Blätter* heissen. Die erstern wachsen unbegrenzt und erzeugen 1) neue Stämme (Aeste) und 2) Blätter. Die Blätter dagegen haben begrenztes Wachsthum und verästeln sich nich.

Die Zellwandung hat im ganzen Verlaufe der Stämme eine ziemliche Dicke und besteht aus der eigentlichen Zellmembran (Fig. 43, 45, a) und aus der gallertartigen Extracellularsubstanz (Fig. 43, 45, b.) Die letztere ist nach aussen durch eine starke Linie, wohl auch durch 2 Linien begrenzt (Fig. 43, c); sie bezeichnen ohne Zweifel die äusserste, durch äussere Einflüsse veränderte Schicht der ausgeschiedenen Gallerte, und sind somit analog der an der Oberfläche befindlichen und zu einer scheinbaren Membran erhärtenden Gallerte bei *Nostoc*. Nur an der Spitze der Stämme wird die Zellwandung allmälig schmäler (Fig. 38). Man unterscheidet daselbst nicht mehr Membran und Extracellularsubstanz. Im Punktum vegetationis ist die Wandung äusserst schmal (Fig. 38, a). — An vollkommen ausgewachsenen Blättern ist die Wandung im ganzen Umfange dick,

und aus der Membran und der Extracellularsubstanz gebildet. Unmittelbar an der Spitze ist die letztere am mächtigsten und daher auch daselbst die Wandung am dicksten (Fig. 39, a). An jungen noch wachsenden Blättern (Fig. 38, f, f) verhält sich die Membran wie am Stammende; sie ist eine schmale Gallertschicht, an welcher Membran und Extracellularsubstanz nicht unterschieden werden können, und welche nach dem Punctum vegetationis hin an Zartheilt zunimmt.

Der Zelleninhalt in den ausgewachsenen Theilen der Stämme und in den ausgewachsenen Blättern besteht aus einer das ganze Lumen erfüllenden, wasserhellen Flüssigkeit, und aus halbflüssigen oder festen Stoffen, welche an der innern Fläche der Zellmembran liegen (Fig. 39). Die letztere ist mit einer continuirlichen Schicht von homogenem oder körnigem Schleime, der Schleimschicht, überall bekleidet, welche oft den Anschein einer dritten, innern Membran gewährt. An der Schleimschicht ist zuweilen ein schönes Netz von Schleimfäden (Strömungsfäden) sichtbar (Fig. 40). Dasselbe liegt, wie man sich durch Veränderungen des Focus überzeugt, an der innern, nach dem Lumen der Zelle gerichteten, freien Fläche der Schleimschicht. Ausser homogenem und feinkörnigen Schleime enthält diese Schicht ferner noch deutliche Schleimkörnchen und Chlorophyllbläschen. Ueber das weitere merkwürdige Verhalten der Schleimschicht in verletzten Zellen, besonders über die Regeneration der Zellmembran muss ich auf einen frühern Aufsatz verweisen (¹). — Im Punctum vegetationis der Stämme und Blätter ist bloss ein homogener, farbloser Schleim vorhanden (Fig. 38, a, f, f). Nach unten wird dieser Schleim körnig. Dann färbt er sich grünlich (Fig. 38, b); dort beginnt die Bildung des Chlorophylls. Weiter nach unten ist er grün; das Chlorophyll ist gebildeit, liegt aber noch mit dem Schleime im ganzen Lumen der Zelle zerstreut. Später tritt das Chlorophyll und der Schleim an die Wandung und bildet die Schleimschicht.

Aus diesen beiden Reihen von Tatsachen, betreffend das Verhalten der Zellwandung und des Inhaltes in verschiedenen Theilen von *Bryopsis* geht hervor, dass *die Achsen ausschliesslich an der Spitze wachsen*, ferner dass *die Stämme unbegrenzt, die Blätter dagegen begrenzt wachsen.* Das Spitzenwachsthum (²) besteht aus 2 verschiedenen Momenten, 1) der Membranbildung und 2) der Ausdehnung der Membran. Die *Membranbildung ist bei den Stämmen unbegrenzt*; sie verlängern sich ohne Ende. Die Stämme und Aeste haben eine sehr ungleiche absolute Länge, aber ihre Spitze ist immer im Zustande des Wachsthums begriffen; sie zeigt immer eine zarte Membran und einen farblosen, schleimigen Inhalt. *Die Ausdehnung der Membran ist bei den Stämmen begrenzt.* Die Stämme, sie mögen noch so lang sein, haben in ihrem ganzen Verlaufe ungefähr die gleiche Dicke, an der Spitze werden sie allmälig dünner. Daraus folgt, dass die Membran sich später nicht mehr in die Breite ausdehnt, sondern zu einer bestimmten Zeit die Ausdehnung beendigt. Die Blätter an den Stämmen oder die Narben der abgefallenen Blätter (Fig. 37, 44) zeigen am ganzen Stamme ungefähr die gleiche, verticale Entfernung; an der Spitze jedoch rücken sie in einander; ein Beweis dafür, dass die Membran sich später auch in die Länge nicht mehr ausdehnt. — An den Blättern ist die Membranbildung und die Ausdehnung der Membran begrenzt. In allen Blättern, mit Ausnahme der jungen, noch unentwickelten, zeigt die Wandung und der Inhalt im ganzen Umfange das gleiche Verhalten wie an denjenigen Theilen des Stammes, wo alles Wachsthum aufgehört hat. Ferner besitzen alle Blätter ungefähr die gleiche Länge und ungefähr die gleiche Dicke.

Wie die Stammachsen sich unbegrenzt verlängern, so erzeugen sie auch ohne Ende Blätter und einzelne neue Stammachsen. Die Entstehung eines Blattes oder Astes beginnt damit, dass in einem Punkte der Zellmembran neue Membranbildung auftritt (Fig. 38, f'), und, indem dieselbe fortdauert, eine neue Achse erzeugt (Fig. 38, f, f, f). Ist diese Membranbildung von begrenzter Dauer, so ist das Produkt ein Blatt; ist sie von unbegrenzter Dauer, so ist es ein Ast. An einer Stammachse entstehen viel mehr Blätter als Aeste. Während

(¹) *Schleiden* und *Nägeli*'s Zeitschrift f. w. Bot., Heft 1, pag. 90 ff.

(²) Vergl. a. g. O. Heft 1, pag. 159 ff., und Heft 3 und 4, pag. 75.

der Stamm a — b in Fig. 37 z. B. über 100 Blätter erzeugte, bildete er bloss 2 Aeste. An der Spitze der Stämme stehen junge, sich entwickelnde Blätter (Fig. 37, a; Fig. 38); nach unten folgen ausgebildete Blätter (Fig 37. f, f). Nachdem die Blätter einige Zeit an den Stämmen gestanden haben, so fallen sie ab, desswegen sind die Stämme und Aeste in einer gewissen Entfernung von der Spitze nach unten zu überall nackt (Fig. 37, c b, e d), während die Stammspitzen immer mit Blättern bedeckt sind. Man kann hæufig die Narben der abgefallenen Blätter sehen, besonders da, wo die Narben noch jung sind (Fig. 37 c — b; 44, a, b).

Die Blätter trennen sich nicht unmittelbar an der Basis vom Stamme, sondern sie reissen etwas oberhalb der Basis entzwei. In Fig. 45 bezeichnet a b — a b einen Theil der Wandung des Stammes, und c den Rest des abgefallenen Blattes. Da die Blätter nur Theile einer Zelle sind und mit den übrigen Theilen derselben communiziren, so müsste das Lumen der Zelle sich beim Abfallen der Blätter nach aussen öffnen und das Leben der Zelle zerstörenden Einflüssen preis geben, wenn nicht durch eine besondere Erscheinung diess verhindert würde. Unmittelbar ehe das Blatt abfällt, bildet sich zwischen dem Lumen des Blattes und dem Lumen des Stammes eine gallertartige Scheidewand (Fig. 45, d). Dadurch schliesst sich das Lumen der ganzen Zelle gegen dasjenige ihres abgestorbenen Theiles (des Blattes) und somit gegen aussen ab. Auf welche Art diese Wand sich bilde, ist mir nicht recht klar geworden. Am häufigsten sah ich sie, wie sie in fig. 45, d gezeichnet ist. Jederseits geht vom Rande bis auf eine gewisse Tiefe eine Spalte, man sieht deutlich, dass sich die Membran nach innen faltet. Im Centrum ist aber nichts als eine homogene gallertartige Masse sichtbar. Oft auch erscheint die ganze Scheidewand homogen und structurlos. Die Beobachtungen an *Bryopsis* liessen mich über die Entstehung und die Natur der Scheidewand durchaus im Ungewissen. In der verwandten Gattung *Codium*, wo auf gleiche Weise das Lumen der begrenzten Achsen sich von der übrigen Zelle abschliesst, geschieht es durch eine reichliche, kreisförmige Absonderung von Gallerte. Dadurch wächst die Zellwandung an der Basis der begrenzten Achsen ringsum nach innen, bis sie zuletzt im Centrum zusammentrifft; der Canal verengert sich dabei mehr und mehr und oblitterirt zuletzt. — Bei *Caulerpa* haben die Blätter, wie bei *Bryopsis*, ebenfalls eine kürzere Lebensdauer als der Theil des Stammes, an dem sie befestigt sind. Aber dort wird die abschliessende Wand in dem absterbenden Blatte durch einen Pfropf von Caoutchouc gebildet [1].

Die Stellung der Blätter am Stamme ist an kein bestimmtes Gesetz gebunden. Bei der gleichen Art (z. B. *Br. Balbisiana*, oder *Br. plumosa*) findet man zweizeilige, regelmässig-spiralig gestellte und unregelmässig-zerstreute Blätter. In Fig. 44 z. B. zeigen die Narben eine ganz regelmässige Spirale.

An den untersten Theilen der Stämme befinden sich Wurzeln. Sie sind ebenfalls bloss Zellenäste, und communiziren somit mit dem Lumen der übrigen Zelle. Die Wurzeln sind dünner als die Stämme und enthalten nur wenig Chlorophyll. Sie besitzen begrenztes Wachsthum und verästeln sich unregelmässig.

Für die *Stammorgane* von Bryopsis muss folgender Begriff festgestellt werden: *Achsen, welche durch fortgesetzte Neubildung von Membran an der Spitze unbegrenzt wachsen, durch gleichmässige, begrenzte Ausdehnung der Membran zu Cylindern von gleichförmiger Dicke werden, und welche hinter der wachsenden Spitze unbegrenzt Blätter erzeugen.* Die beschreibende Botanik unterscheidet an Bryopsis Stämme, Aeste und Aestchen (« Fila, Rami und Ramuli » oder « Fila, Pinnæ und Pinnulæ »). Diess sind aber keine verschiedenen, sondern bloss im Alter und in der Grösse von einander abweichende Stammorgane. Alle haben unbegrenztes Wachsthum und sind der nämlichen Entwicklung fähig. Es ist aber natürlich, dass die jüngeren auch kleiner sind. — Zum Begriffe des Stammorganes gehört nicht, dass es fortwährend Wurzeln erzeugt, wie diess bei *Caulerpa* der Fall ist. *Caulerpa* hat kriechende Stämme, an denen die Wurzeln immer vor den Blättern entstehen.

Die *Blattorgane* sind *Achsen, welche durch Neubildung von Membran an der Spitze begrenzt wachsen und durch begrenzte und gleichmässige Ausdehnung eine gleichförmig-cylindrische Gestalt annehmen.*

[1] *Schleiden* und *Nägeli*'s Zeitschrift f. w. B., Heft I, pag. 148.

und welche an dem obern Stammende entstehen und nach oben gerichtet sind. Die Systematiker nennen die Blätter « Ramenta », eine sehr willkührliche Benennung, da sie wenig Aehnlichkeit mit dem bei höhern Pflanzen diesen Namen tragenden Organe besitzen. Ich habe sie *Blätter* genannt, weil sie in den wesentlichen Merkmalen mit diesem Organe übereinstimmen. Die allgemeinen Begriffe der Organe bei den Pflanzen setzen nicht eine bestimmte Organisation voraus, sondern nur ein bestimmtes Verhältniss zu andern Organen. Die seitlichen begrenzten Achsen an *Bryopsis*, wiewohl sie bloss der Theil einer Zelle sind, verdienen den Namen Blatt ebensowohl, als die sehr hoch organisirten Blätter der Leguminosen, weil ihr Verhältniss zu den unbegrenzt wachsenden (Stamm-) Achsen das nämliche ist. — Andere Punkte sind zwar nicht entscheidend, verdienen aber doch einer Erwähnung, weil sie auch bei höhern Classen des Gewächsreiches vorzugsweise Attribute der Blætter sind, wie z. B., dass die Blätter in *Bryopsis* ihren Lebensprozess früher vollenden als der Theil des Stammes, an dem sie stehen, und dass sie daher abfallen; dass es bei *Bryopsis* ebenfalls vegetative und reproductive Blattorgane giebt, und dass bei der verwandten Gattung *Caulerpa* die Blätter eine gestielte flächenförmige Gestalt haben.

Die *Wurzelorgane* sind *Achsen, welche durch Neubildung von Membran an der Spitze begrenzt wachsen, und durch begrenzte und gleichförmige Ausdehnung der Membran eine gleichförmig-cylindrische Gestalt annehmen, welche sich begrenzt verästeln, und welche am untern Stammende stehen und nach unten gerichtet sind.*

Die herrschende Ansicht in der Botanik geht dahin, den Algen die Blætter und die Wurzeln abzusprechen. Sie werden desshalb mit Pilzen und Flechten «Laubpflanzen, Thallophyten, Wurzellose, Arrhizæ, Blattlose, Aphyllæ» geheissen. Und doch passen die Organe von *Bryopsis* und von *Caulerpa* (¹) (um nicht von andern Algen zu reden) so gut auf den von der jetzigen Botanik aufgestellen Begriff von Stamm, Blatt und Wurzel, dass sie consequenter Weise auch dafür erklärt und damit benannt werden müssen. Sobald man sich streng an die Begriffe hält, wird man finden, dass in allen Klassen der Cryptogamen Laubpflanzen und Pflanzen mit Stamm und Blatt vorkommen. Die Unterscheidung der Klassen kann dann nicht mehr auf den Mangel oder die Anwesenheit von Organen, sondern sie muss lediglich auf die Reproduction und auf durchgreifende Organisationsverhältnisse begründet werden. Dagegen wird der Mangel oder die Anwesenheit von Organen, Familien und Gattungen unterscheiden.

In die Gattungsdiagnose von *Bryopsis* müssen folgende Bestimmungen aufgenommen werden: *Die Pflanze ist eine einzige verästelte Zelle, welche an den Achsenenden durch Neubildung von Membran und durch Ausdehnung der neugebildeten Membran wächst, mit unbegrenzten, cylindrischen und verästelten Stammachsen, die an ihrem obern Ende fortwährend begrenzte, cylindrische und einfache Blätter erzeugen.*

Die Chlorophyllbläschen liegen, wie schon oben gesagt wurde, zuerst zerstreut durch das Lumen der Zelle im Schleiminhalte. Nachher, wenn der Schleim sich als eine peripherische Schicht an die innere Oberfläche der Zellmembran anlegt, so befinden sich die Chlorophyllbläschen an der innern Oberfläche der Schleimschicht (Fig. 39, 43, p). Von der Fläche angesehen erscheinen sie oval oder länglich (Fig. 41, a, b, c, d, e); von der Seite sind sie zusammengedrückt mit einem nach innen vorstehenden Nabel in der Mitte (Fig. 41, f). Wenn sie durch Zerreissung der Zelle frei in's Wasser treten, so zieht sich der Rand zusammen, so dass sie eine concave Gestalt bekommen; in Fig. 41, g ist die Ansicht des Durchschnittes gezeichnet. Besassen sie vor der Veränderung eine längliche Form, so lassen sie sich, nachdem sie concav geworden, am besten mit einem schmalen Offiziershute vergleichen (Fig. 41, h). — Die Chlorophyllbläschen sind von einer zarten farblosen Membran gebildet, in welcher homogenes Chlorophyll eingeschlossen ist. Im Centrum des Blæschens liegt ein kleines Stärkekügelchen; zuweilen jedoch liegt es, zwar in der Mitte des Blæschens, an der Wand; zuweilen sind auch 2 und 3 Amylumkügelchen in 1 Bläschen eingeschlossen (fig. 41, d, e). Diese Amylumkügelchen bleiben immer klein, im Verhältniss zum Chlorophyllblæschen; frei werden habe ich sie in *Bryopsis* nicht gesehen.

(¹) A. g. O., Heft I, pag. 151 ff.

Die Clorophyllblæschen von *Bryopsis* haben eine grosse Analogie mit den Kernblæschen der übrigen Pflanzen. Diese enthalten in einer geschlossenen Membran Schleim und 1 oder mehrere Schleimkernchen. Die Chlorophyllblæschen enthalten in einer geschlossenen Membran Chlorophyll und 1 oder mehrere Stærkekernchen. — Ihre blæschenartige Natur wird besonders deutlich, wenn sie im absterbenden Zelleninhalte sich verændern, um nachher sich aufzulösen. Sie werden grösser und kugelig; das Chlorophyll entfærbt sich und geht über in kleine Körnchen, die in einer wasserhellen Flüssigkeit liegen; die Membran des Blæschens ist dann sehr deutlich zu erkennen (Fig. 46).

Die Chlorophyllblæschen pflanzen sich auch fort. Wenigstens beobachtete ich in dem ausgetretenen Inhalte von jungen Stammtheilen und Blættern zarte Chlorophyllblæschen mit 1 Kernchen, mit 2 Kernchen und 2 dicht beisammen liegende, wie durch Theilung eines Mutterblæschens entstandene kleinere Blæschen, jedes mit 1 Kernchen (Fig. 42 a, b, c, d, e).

Von *Bryopsis* ist noch einer Merkwürdigkeit zu erwæhnen, dass man næmlich zuweilen in ælteren Stæmmen freie, nur mit den beiden Enden an entgegengesetzte Punkte der Membran befestigte Fasern findet, wie sie *Caulerpa* hat. Bei *Caulerpa* sind dieselben aber eine constante, bei *Bryopsis* eine ausnahmsweise Erscheinung; auch treten sie in letzterer Gattung nur vereinzelt auf und erreichen keine bedeutende Stærke.

Vaucheria *DC.*

Tab. IV, Fig. 21, 22.

Die Keimzelle wæchst in einen Ast aus, welcher sich durch Spitzenwachsthum verlængert. Durch seitliches Auswachsen bildet er neue Aeste, welche ebenfalls an der Spitze wachsen. Die Vaucherien bestehen also, wie bekannt, aus einer einzigen, fadenförmigen, veræstelten Zelle, welcher die vegetative Zellenbildung mangelt. An ælteren Theilen der Zellenæste bilden sich zuweilen Querwænde; aber es geschieht diess nur da, wo die Zelle verletzt wird, oder wo stellenweise der Inhalt krankhaft verændert oder abgestorben ist. Die Wandbildung an *Vaucheria* ist daher, wie bei *Bryopsis*, immer ein abnormaler Vorgang und nicht als vegetative Zellenbildung zu bezeichnen (¹). — Die Aeste von *Vaucheria* sind grün, indem die innere Flæche der Wandung mit Chlorophyllblæschen bedeckt ist; im Alter werden die Aeste entfærbt, indem die Chlorophyllblæschen ganz oder theilweise durch kleine Amylumkügelchen ersetzt werden.

Wenn die Pflanze fructifiziren soll, so entstehen Seitenæste. Sind dieselben kurz, so bildet sich der ganze Inhalt durch wandstændige Zellenbildung in eine Keimzelle um. Sind sie lang, so besondert sich der Inhalt des Astendes und erzeugt auf gleiche Weise durch wandstændige Zellenbildung eine Keimzelle. Bei einigen Arten (*V. clavata*) verlassen die Keimzellen die Mutterzellen und bewegen sich im Wasser. Bei allen übrigen Arten fallen die Keimzellen mit der sie umkleidenden Membran der Mutterzelle zugleich ab und sind unbeweglich.

Neben den kurzen Aesten, in welchen die Keimzellen erzeugt werden, stehen hæufig dünne, hackenförmiggekrümmte Aeste. *Vaucher* hielt sie für mænnliche, den Antheren analoge Organe, indem er angiebt, dass ihr Inhalt ausgestreut werde. Sie haben allerdings eine Beziehung zur Keimzellenbildung, ohne aber desswegen mænnliche Organe zu sein. Die Hackenæstchen stehen bei *Vaucheria sessilis* dicht neben den dickeren Aestchen, welche die Keimzelle erzeugen sollen (Fig. 21). Sie sind länger als die letztern und gebogen, so dass die Spitze oder der obere Seitentheil den Scheitel des dickern Keimæstchens berührt. Die Hackenæstchen sind anfangs ganz grün. Später entfærbt sich ihr Endtheil, indem er seinen Inhalt verliert, welcher in das Keimæstchen übergeht. Obgleich ich dieses Uebertreten selbst nicht gesehen habe, so ist es doch der übrigen

(¹) Vergl. Zeitschrift für w. Bot., Heft 1, pag. 90 ff.

Erscheinungen wegen unzweifelhaft. Denn einmal sieht man die beiden Aestchen zuerst in Berührung; ferner sieht man, dass das dünnere Aestchen den Inhalt seiner obern Hälfte verloren hat; endlich sieht man später, wenn sich die beiden Aestchen wieder von einander getrennt haben, dass beide an der Spitze eine Oeffnung besitzen, und dass die Oeffnungen aufeinander passen (Fig. 22). Das Hackenästchen legt sich also nicht bloss an das Keimästchen an, wie bisher geglaubt wurde, sondern die Scheidewand zwischen beiden wird resorbirt, wie bei *Zygnema*, *Spirogyra*, *Mougeotia*, und der Inhalt des einen tritt in das Lumen des andern hinüber. Hätten sich die beiden Aestchen bloss an einander angelehnt, so müsste nach der Trennung an dem einen oder dem andern, oder an beiden eine verschliessende Wand sichtbar sein. — Das Hackenästchen verliert nicht seinen ganzen Inhalt, sondern je nach seiner Länge bloss den Inhalt seiner obern Hälfte oder eines noch kleinern Theiles. Entweder sind alle festen Stoffe (Schleim und Chlorophyll) in das Keimästchen übergegangen, oder es sind späterhin noch einzelne kleine Partieen sowohl in dem Hackenästchen selbst (Fig. 22, d), als in dem von demselben an dem Scheitel des Keimästchens zurückgebliebenen Theile (Fig. 22, g) zu sehen. Der untere Theil des Hackenästchens, welcher seinen Inhalt behält, schliesst sein Lumen durch eine neugebildete Scheidewand, welche an der freigewordenen Oberfläche des zurückgebliebenen Inhaltes entsteht (Fig. 22, b, d). Doch ist es auch möglich, dass die Wand schon vor der Ergiessung des Inhaltes sich bildete, und dass somit die übertretende Inhaltsmenge durch die Grösse der entstandenen Zelle bestimmt würde, — obgleich mir die erstere Erklärung wahrscheinlicher ist. — Die Trennung der beiden Aestchen erfolgt nach vollendeter Copulation; sie scheint vorzüglich dadurch veranlasst zu werden, dass das Hackenästchen durch Ausdehnung sich verlängert, und dadurch seine Spitze von dem Scheitel des Keimästchens wegdrängt. Mit dem Längerwerden krümmt es sich immer mehr, und erscheint zuletzt oft eingerollt.

Die Copulation ist nicht nothwendig für die Keimzellenbildung; denn nicht selten entstehen die Keimzellen ohne dieselbe, indem nämlich die Hackenästchen ganz mangeln. Zuweilen geschieht es auch, dass die Copulation nicht statt findet, weil die beiden Aestchen einander verfehlen. Diess ist in Fig. 22, f der Fall, wo der Inhalt des Endtheiles des Hackenästchens in eine farblose, schleimartige Masse zusammen geflossen ist, und die Keimzelle sich aus dem Inhalte des Keimästchens allein gebildet hat. Wie es sich mit denjenigen Arten verhalte, wo neben einem Hackenästchen mehrere (2 — 5) Keimästchen stehen, ob hier alle Keimästchen oder bloss einzelne sich mit dem Hackenästchen copuliren, muss durch fernere Beobachtung ausgemittelt werden. Bei *Vaucheria geminata*, wo sich bei einem Hackenästchen zwei Keimästchen finden, sehe ich in der Regel an beiden eine von der Copulation herrührende Narbe am Scheitel.

Die Copulation bei *Vaucheria* und bei den *Zygnemaceen* scheint vollkommen derselbe Vorgang zu sein, und die gleiche Bedeutung zu besitzen. Sie ist bei *Vaucheria*, wo sich die Aestchen der gleichen Pflanze und sogar bloss des gleichen Astes mit einander verbinden, um so begreiflicher, seit auch bei *Spirogyra* (¹) Copulation zwischen den Zellen des gleichen Fadens bekannt ist. So wenig übrigens bei den *Zygnemaceen* die Copulation ein wesentliches Merkmal ist, so wenig ist sie es bei *Vaucheria*, da sie an beiden Orten in der Regel zwar statt findet, aber eben so gut mangeln kann.

Der Inhalt des Keimästchens besondert sich in kugelförmiger oder ovaler Gestalt, und erzeugt an seiner ganzen Oberfläche eine Zellmembran. Dieselbe ist an die Wandung des Keimästchens angelehnt, bloss an dem Scheitel (wenn Copulation statt findet) und an der Basis ist sie frei (Fig. 22, B); wenn keine Copulation statt findet, so ist bloss das untere Ende der Keimzelle frei (Fig. 22, e). Die Keimästchen reissen unterhalb der Keimzellen ab, wodurch diese ausgestreut werden. Das Lumen des Astes, welches dadurch sich öffnet, schliesst sich sogleich, indem der Inhalt an dieser Stelle Membran bildet. — Die Keimzellen sind dicht mit Chlorophyll und Stärkemehl gefüllt; das erstere wird nach und nach durch das letztere fast ganz verdrängt.

(¹) Vergl. pag. 151.

2. Codieae.

Die Verästelungen der Zelle legen sich in ein Gewebe zusammen, und bilden scheinbar einen Zellkörper.

Udotea cyathiformis *Decaisne.*

(Flabellaria Desfontainii Lam. Codium flabelliforme und C. membranaceum Ag. Rhipozonium lacinulatum und Desfontainii Kütz.)

Tab. II, Fig. 25 — 30.

Udotea cyathiformis ist eine gestielte, blattartige Frons. Der Stiel wird bis ½ Zoll lang und ist cylindrisch oder zusammengedrückt; die Fläche der Frons ist ½ bis 2 Zoll lang und ebenso breit, und beträgt in der Dicke kaum 0,040''' — 0,050'''. Dem äusseren Anscheine nach stellt sich *Udotea* als eine aus Zellgewebe bestehende Frons dar, wie z. B. *Padina Pavonia*. Die microscopische Untersuchung zeigt aber einen ganz abweichenden und höchst merkwürdigen Bau. Auf horizontalen oder verticalen Durchschnitten, welche senkrecht zur Fläche der Frons sind, erkennt man 2 verschiedene Straten, ein farbloses Mark und jederseits eine grün-gefärbte Rinde. *Kützing* (¹) erwähnt der Rinde nur beim Stiel der Frons, den er « Cauloma » nennt; sie ist aber an der Fläche der Frons (« Phylloma » Ktzg.) ebenfalls vorhanden. Das Stück, das der Verfasser auf Tab. 42 (III, 2) darstellt, und das nur geringe Andeutungen von Rindensubstanz enthält, ist vom obern Rande der Frons, wo die Rinde noch in der Entwicklung begriffen ist; weiter nach unten bedeckt sie die Markschicht vollkommen.

Das Mark (Fig. 25, m — m) besteht aus senkrechten, parallelen Röhren. Diese Röhren liegen in der Achsenfläche der Frons, meist in einer einfachen Schicht, so dass man auf dem verticalen Querschnitte eine einzige Röhre, auf dem horizontalen Querschnitte eine einfache Reihe durchschnittener Röhren sieht. Sie bilden ein sehr lockeres Gewebe, indem sie sowohl unter sich als von der Rinde durch sehr verdünnte Gallerte getrennt sind. Sie sind durch die ganze Länge der Frons continuirlich und ohne Scheidewände. Sie theilen sich hin und wieder dichotomisch, so dass sie nach oben an Zahl zunehmen (Fig. 26, 1 theilt sich in a und c; Fig. 27, a in b und b, b in e und c). Auch an diesen Theilungsstellen sind keine Scheidewände (Fig. 27, m, n), so dass also alle Röhren einer Frons mit einander communiziren, und eine einzige, fadenförmige, sich vielfach verästelnde Zelle darstellen.

Die Rinde an der Fläche, wie am Stiele der Frons, erscheint, von aussen betrachtet, als ein Zellgewebe (Fig. 28), und *Kützing* bezeichnet diesen Anschein richtig durch « cortex cellulosus tenuissimus. » Es wäre aber unrichtig, diess so zu verstehen, als ob sie aus vielen Zellen gebildet sei. Die Markröhren gehen hin und wieder nach beiden Seiten Aestchen ab (Fig. 26, b, b); diese Aestchen verzweigen sich auf manigfaltige Weise in grössere und kleinere Lappen (Fig. 26, d, d). Diese Lappen der verschiedenen Rindenästchen sind es, welche sich enge aneinander legen und eine Rinde erzeugen, die das Mark vollständig abschliesst. Jeder

(¹) Phycologia gen., pag. 309.

Lappen erscheint von aussen betrachtet als besondere Zelle (Fig. 28). Die Vertheilung der Rindenästchen und die Gestalt der Lappen ist sehr verschieden; oft sind beide ganz unregelmässig; oft bieten sie ziemlich regelmässige Formen dar, (so z. B. Fig. 29, wo ein solcher Lappen, von aussen angesehen, dargestellt ist). Die Rindenästchen besitzen eine continuirliche Höhlung, welche auch mit dem Lumen der Markröhren communizirt; sie sind also bloss Verzweigungen der Zellenäste, welche das Mark bilden.

Udotea besteht sonach aus einer *einzigen, vielfach verästelten Zelle mit zweierlei Achsen, von denen die einen das Mark, die andern die Rinde bilden.*

Der Zelleninhalt besteht vorzüglich aus Chlorophyll, welches an der Wandung liegt, und aus Amylum. Die Rindenästchen sind inwendig dicht mit Chlorophyllbläschen bedeckt, und dadurch intensiv grün gefärbt; nur die letzten Läppchen an den Rindenästchen sind fast farblos. Die Markröhren enthalten kleine Amylumkügelchen und sehr wenig Chlorophyll; sie erscheinen desshalb schwärzlich in der farblosen, durchsichtigen Gallerte, in welcher sie liegen. In den wachsenden Spitzen der Markröhren (Fig. 27, c, c) und in den jungen wachsenden Rindenästchen (Fig. 27, d, e, f) ist zu äusserst bloss ein homogener, ungefärbter Schleim, welcher nach unten hin körnig wird.

Die Markröhren wachsen an der Spitze, wie die Achsen von *Bryopsis* und *Cauterpa*. Beweise dafür sind auch hier das Verhalten des Inhaltes und der Membran an der Spitze und in den übrigen Theilen der Markröhren, das Verzweigen derselben und die Erzeugung von Rindenästchen. Das Wachsthum ist besonders leicht an der Form zu beobachten, welche *Agardh* Codium flabelliforme, *Kützing* Rhipozonium lacinulatum genannt hat. Die Achsen der Markröhren wachsen nicht unbegrenzt, sondern bloss bis auf einen bestimmten Punkt und theilen sich dann dichotomisch (Fig. 26 m; 27, m, n, n). Das Spitzenwachsthum besteht darin, dass in einem Punkte der Membran (im Scheitel der Achse) die *Membranbildung* fortdauert, und die neugebildete Membran sich dann bis zu der erforderlichen Weite *ausdehnt*. Die Membranbildung dauert nun an den Markröhrenachsen nur eine bestimmte Zeit, dann hört sie auf (so in den Punkten m, n, n, Fig. 27). Statt dessen tritt in 2 andern, etwas seitlich von der Spitze gelegenen, opponirten Punkten neue Membranbildung auf und dauert eine gewisse Zeit lang fort. Dadurch entstehen 2 neue Achsen (Fig. 27, b, b, welche die Tochterachsen der Achse a sind); auf gleiche Weise theilen sich diese beiden Achsen später wieder, jede in 2 Tochterachsen (Fig. 27, c, c, c, c), u. s. f. Das Spitzenwachsthum der Markröhren ist also dichotomisch. Die Dichotomieen liegen in der gleichen Ebene und zwar in der Achsenfläche der Frons.

Die Rindenästchen entstehen aus den Markröhren dadurch, dass in einzelnen Punkten der Seitenwandung neue Membranbildung beginnt. Die Rindenästchen einer Markröhre stehen in 2 gegenüberliegenden, senkrechten Linien (Fig. 26, b, b; 27, e, f, g); sie liegen also ebenfalls in Einer Fläche, diese Fläche schneidet die Fläche der Dichotomieen der Markröhren unter einem rechten Winkel. Selten stehen 2 Rindenästchen einander gegenüber; gewöhnlich wechseln sie miteinander ab, so dass ihre Stellung an den Markröhren regelmässig oder unregelmässig alternirend-gefiedert genannt werden muss. — Die Rindenästchen wachsen ebenfalls an der Spitze, und zwar begrenzt; sie geben nach einer Seite hin (nach aussen) Zweige ab, welche gelappt sind, und durch enges Aneinanderliegen die Rinde constituiren. — Die Entstehung der Rindenästchen, oder das Auswachsen der Membran zu deren Bildung schreitet an den Markröhren von unten nach oben fort; sie ist für jede einzelne Achse begrenzt, wie es diese selbst ist; an der ganzen Frons ist sie aber unbegrenzt, indem sie so lange dauert, als diese wächst.

Das Wachsthum der Frons von *Udotea* besteht demnach in folgenden Momenten. Alle Achsen wachsen an der Spitze durch Neubildung von Membran und Ausdehnung der neugebildeten Membran; sie verästeln sich dadurch, dass in einzelnen seitlichen Punkten der Membran neue Membranbildung auftritt. Das Wachsthum der Markröhrenachsen ist begrenzt; es wiederholt sich aber immer wieder (unbegrenzt) in 2 seitlichen Punkten unterhalb des ersterbenden Punktum vegetationis, die alle in der gleichen Ebene liegen. Die Entstehung der Rindenästchen an den Markröhren schreitet in gleicher Richtung, wie das Wachsthum dieser letztern,

vorwärts, und geschieht in einer Ebene, welche senkrecht zu der Ebene ist, in der sich die Markröhrenachsen wiederholen. Das Wachsthum der Rindenästchen ist begrenzt, und ebenso ihre Verästlung.

Das Wachsthum von *Udotea* besitzt eine grosse Analogie mit dem Wachsthume von *Bryopsis*. Es ist in beiden das Spitzenwachsthum und die Verästlung einer einzigen Zelle. Die Zelle hat 2 verschiedene Arten von Achsen, welche nach oben wachsen; in *Bryopsis* sind es unbegrenzte Stammachsen und begrenzte, seitliche Blattachsen; in *Udotea* sind es begrenzte Markachsen, die sich aber unbegrenzt wiederholen, und begrenzte seitliche Rindenachsen mit begrenzter Verästelung. Ein wichtiger Unterschied zwischen den beiden Gattungen liegt darin, dass in *Bryopsis* die Achsen der Zelle *frei bleiben*, dass in *Udotea* dagegen die Achsen der Zelle *sich in ein Gewebe aneinander legen*. In *Bryopsis* ist jede Achse der Zelle für sich ein Organ: Stamm, Blatt oder Wurzel. Jede Achse ist frei, überall von äussern Medien umgeben, und den Einflüssen derselben ausgesetzt; sie nimmt von aussen Stoffe auf und giebt nach aussen Stoffe ab. In *Udotea* dagegen bilden alle Achsen zusammen ein Organ: die Frons. Sie legen sich in ein Gewebe aneinander und sind nur insofern verschieden, als sie besondere Systeme in diesem Gewebe (Mark und Rinde) darstellen. Nur ein kleiner Theil der Zellmembran der ganzen verästelten Zelle, nämlich die äussere Fläche der Rindenästchen kommt mit dem umgebenden Wasser in Berührung und nimmt von aussen Nahrungsstoffe auf. Alle übrigen Theile der Zellmembran (die Markröhren und die innere Fläche der Rindenästchen) sind nach aussen von anderen Theilen bedeckt und nehmen die Nahrungsstoffe nicht unmittelbar auf.

Die Frons von *Udotea* kann auf doppelte Weise durch *Prolification* sich fortpflanzen: aus dem obern Rande (Fig. 30, b, b) oder aus der Fläche (Fig. 30, a). Es geschieht dadurch, dass einige (mehr oder weniger) Markröhren über den Rand oder die Fläche hinaus sich verlängern, und dann durch dichotomische Theilung den Stiel und später die Fläche einer neuen Frons erzeugen.

XII. ZONARIACEÆ.

Durch vegetative Zellenbildung entsteht eine Zellenreihe (Zellschicht), oder ein Zellkörper; die Keimzellen entstehen durch wandständige Zellenbildung, je eine aus dem auswachsenden Theile der Gliederzellen oder der Rindenzellen.

1. Chantransieæ.

Die Achsen sind Zellenreihen.

Diese Familie unterscheidet sich von den beiden folgenden durch die vegetative Entwicklung, indem die Achsen bloss Zellenreihen sind, während bei den *Padineen* und den *Fuceen* die Pflanze aus einem einfachen oder verästelten Zellkörper besteht. Damit stimmt der Unterschied in der Keimzellenbildung überein, indem bei den *Chantransieen* die Keimzellen an Zellenreihen, bei den beiden übrigen Familien seitlich an den Rindenzellen entstehen. Bei den *Chantransieen* entstehen die Keimzellen nun gewöhnlich so, dass die Gliederzellen der Aeste

seitlich auswachsen und eine Astzelle bilden, welche zur Keimzelle wird. Es ist aber möglich, dass sie auch sich seitlich an den Scheitelzellen bilden, oder dass die Scheitelzellen selbst zu Keimzellen werden. Die Abbildungen, welche von verschiedenen, zu dieser Familie gehörigen Gattungen gegeben werden, machen die beiden letztern Annahmen wahrscheinlich; ich habe bisjetzt bloss den erstern Vorgang mit Sicherheit beobachtet. Für die Möglichkeit der beiden übrigen Vorgänge spricht aber namentlich auch die Analogie der *Callithamniaceen*, welche in Rücksicht auf ihren vegetativen Bau vollkommen mit den *Chantransieen* übereinstimmen, und wo sich die Sporenmutterzellen bald als Astzellen an den Gliederzellen, bald an den Scheitelzellen bilden, bald die Scheitelzellen selber sind. — Von den *Ectocarpeen* und den *Conferveen*, mit denen die *Chantransieen* im vegetativen Verhalten übereinstimmen, unterscheiden sie sich durch die Fortpflanzung.

Zu dieser Familie gehören die Gattungen *Chantransia* Fries, *Batrachospermum* Roth, *Thorea* Bory.

2. Padineae.

Flacher Zellkörper, welcher durch viele Zellen am Rande (nicht durch Eine Scheitelzelle) in die Länge wächst.

Padina Pavonia Lamour.

(Zonaria Pavonia Ag.)

Tab. V, Fig. 1 — 9.

Die blattartige, nervenlose Frons besteht aus 2 bis 5 Zellschichten. Auf einem senkrechten Durchschnitte nämlich zählt man unterhalb des obern Randes 2, weiter nach unten 3, gegen die Basis der Frons hin 4 und 5 Zellen neben einander. Von diesen 2 bis 5 Zellschichten zeigt die an der Rückenfläche liegende äusserste Schicht auf verticalen Querdurchschnitten doppelt-kleinere Zellen (Fig. 6, e — e) und stellt eine besondere Rinde dar. Die übrigen Zellen sind alle gleich hoch und gleich breit, und liegen in horizontalen Querreihen (Fig. 6, b, c, d); sie bilden das Mark; die Rinde mangelt an der vorderen Fläche des Laubes.

Am obern Rande ist die Frons nach innen eingerollt. Macht man einen senkrechten Querschnitt durch diesen Theil der Frons, so findet man an der Spitze immer eine einzige Zelle (Fig. 1, a). Es ist eine Randzelle, in welcher das Längenwachsthum seinen Sitz hat. Diese Zelle dehnt sich nämlich in die Länge und theilt sich dann durch eine Wand, welche sowohl ihre Achse als die Achsenfläche der Frons unter einem rechten Winkel schneidet, in 2 Tochterzellen. Die obere der beiden Tochterzellen verhält sich immer wieder wie die Mutter-

zelle, so nämlich, dass sie in gleicher Richtung sich verlängert und in gleicher Richtung Zellen bildet. Auf diese Weise sind in Fig. 1 die 2 Zellen a und b in der Randzelle entstanden, und a wird sich wieder so theilen. In Fig. 9 ist der obere Rand der Frons, von der Fläche angesehen, dargestellt. Die Zellen a — a sind die nebeneinander liegenden Randzellen. Von diesen haben zwei (m, m) sich eben getheilt, während die übrigen sich eben theilen wollen. Für das Längenwachsthum von *Padina* muss demnach als Gesetz ausgesprochen werden: *Das Wachsthum in die Länge geschieht durch eine Reihe von Randzellen, welche den obern Rand der Frons bilden. In je einer Randzelle entstehen durch eine horizontale, die Laubfläche unter einem rechten Winkel schneidende Wand 2 ungleiche Tochterzellen, von denen immer die obere wieder eine Randzelle, die untere eine Flächenzelle ist.*

In den Randzellen tritt aber zuweilen, statt der ebengenannten, eine andere Zellenbildung auf. Die Scheidewand ist dann senkrecht, und die beiden Tochterzellen liegen nebeneinander, nicht übereinander. Jede derselben hat die Gestalt der Mutterzelle und ebenfalls das gleiche Vermögen, Zellen zu bilden. In Fig. 8 haben sich zwei Randzellen auf solche Weise in 2 gleiche Tochterzellen (n, n und n, n) getheilt, durch die Wand o. Durch diese Zellenbildung vermehren sich die Randzellen; dadurch wächst die Frons in die Breite. Die fächerförmige Gestalt erklärt sich einfach aus diesem Vorgange. Das Wachsthum beginnt mit Einer Zelle, der Keimzelle. Es dehnt sich bald in die Breite, indem die am obern Rande gelegenen Zellen sich vermehren; erst ist 1, dann sind 2, dann 3, 4, 5, endlich sehr viele vorhanden. Eine Verminderung derselben kann nicht eintreten, der obere Rand kann mit dem Alter nur an Ausdehnung zunehmen. Der Breitendurchmesser, den eine Frons an jeder Zone zeigt, ist die Folge von der grösseren oder geringern Zahl von Randzellen, welche die Pflanze besass, als der wachsende Rand die Stelle jener Zone einnahm. Ein zweites Gesetz lautet demnach so: *Das Wachsthum in die Breite geschieht dadurch, dass die Randzellen an Zahl zunehmen; indem in einer und der andern Randzelle durch eine senkrechte, die Laubfläche unter einem rechten Winkel schneidende Wand 2 gleiche Tochterzellen entstehen, von denen jede eine Randzelle ist.*

Durch die erste Zellenbildung entstehen in einer Randzelle 2 ungleiche Zellen. Die obere, der Mutterzelle gleich, ist eine neue Randzelle. Die untere vermehrt sich durch eine von der ersten und zweiten verschiedene Zellenbildung. Ich will sie Flächenzelle nennen. Die Flächenzelle theilt sich durch eine mit der Fläche der Frons parallele Wand, in eine schmälere und etwas längere hintere (Fig. 1, e), und eine breitere und etwas kürzere vordere Zelle (Fig. 1, d). Die hintere Zelle ist schmäler als die vordere, weil die Scheidewand seitlich von der Achsenfläche liegt. Die hintere Zelle ist länger als die vordere, wegen des Eingerolltseins der Frons. Bei der ersten Zellenbildung liegen die Tochterzellen übereinander, bei der zweiten nebeneinander, und bei dieser dritten hintereinander. Die letztere dient dazu, die verschiedenen Zellschichten zu erzeugen. Von den beiden Tochterzellen verhält sich die vordere wieder wie die Mutterzelle. Sie theilt sich nämlich durch eine mit der Laubfläche parallele Wand in eine grössere innere (Fig. 5, a) und eine kleinere äussere Zelle (Fig. 5, b). Diese Zellenbildung tritt aber erst etwas später auf; in Fig. 2, 3 und 4 z. B. hat sie sich noch nicht realisirt. Häufig bleibt nun die Frons in diesem Zustande, so dass sie also aus 3 Zellschichten besteht. Häufig theilt sich auch die mittlere Zelle noch einmal durch eine gleiche Wand (Fig. 6, c und d): die Frons enthält 4 Zellschichten. Tritt die nämliche Zellenbildung in einer der beiden mittleren Zellen noch einmal auf, so hat sie 5 Schichten. Das dritte Gesetz lautet: *Das Wachsthum in die Dicke geschieht dadurch, dass in der Flächenzelle durch eine mit der Laubfläche parallele, excentrische Wand, 2 ungleiche Tochterzellen entstehen, von denen die hintere der Mutterzelle ungleich und eine (primäre) Rindenzelle ist; und dass in der vorderen Zelle dieser Zellenbildungsprozess (Theilung durch senkrechte, mit der Laubfläche parallele Wände) sich noch ein oder zweimal wiederholt, wodurch das Mark erzeugt wird.*

Von den beiden, in der ursprünglichen Flächenzelle entstandenen Tochterzellen, hat die vordere das nämliche Vermögen sich fortzupflanzen wie die Mutterzelle; die hintere dagegen vermehrt sich auf eine verschiedene Weise. Ich will sie primäre Rindenzelle nennen, da die aus ihr hervorgehende Zellschicht analog ist der Rinde

der Fucoeen. Die primäre Rindenzelle theilt sich durch eine horizontale Wand in 2 gleiche Tochterzellen (Fig. 1, i und k; ferner l, m, n, o, p). Bei senkrechten Querschnitten finde ich regelmässig nach aussen von einer Mittelzelle 2 doppelt-kleinere Rindenzellen (Fig. 2 — 8). Ob dieselben sich auch noch einmal durch eine senkrechte, die Laubfläche unter einem rechten Winkel schneidende Wand theilen können, so dass eine Mittelzelle der Frons demnach auf ihrer Rückenfläche von 4, in einer Fläche liegenden Zellen bedeckt wäre, ist mir nicht genau bekannt. Die Rindenzellen liegen ursprünglich so auf den inneren Zellen, dass die beiderseitigen Kanten und Seitenwände genau auf einander treffen (Fig. 1, i, k, l). Späterhin ist diess nicht mehr der Fall, indem die Zellen sich ungleich ausdehnen (Fig. 1, n, o p). Das vierte und letzte Gesetz für die vegetative Zellenbildung in *Padina* heisst: *Das Wachsthum der Rinde geschieht dadurch, dass in den primären Rindenzellen durch eine horizontale (und eine verticale?), die Laubfläche unter einem rechten Winkel schneidende Wand je 2 gleiche Tochterzellen entstehen.*

Ausser diesen 4 Arten der Zellenbildung werden in dem Laubkörper von *Padina* keine neuen Zellen gebildet. Auf der Rückenfläche (oder auf der Rinde) stehen *Nebenfäden* und *Keimzellen*, in horizontal-concentrische Gürtel geordnet. Ein Gürtel enthält mehrere Reihen von Nebenfäden oder Keimzellen. Die Keimzellen-Gürtel sind breiter als die Nebenfäden-Gürtel; die letztern entstehen früher (Fig. 2, p). Beide Arten wechseln unregelmässig mit einander ab. Die Keimzellen und die Nebenfäden entspringen aus den Rindenzellen, indem diese sich nach aussen erheben (Fig. 7, f, f), und durch eine mit der Laubfläche parallele Wand in 2 Zellen theilen. Die innere der beiden Tochterzellen hat die gleiche Grösse und Gestalt, und nimmt den gleichen Raum ein, wie die Mutterzelle (Fig. 3, r, r; 8, r, r). Die äussere der beiden Tochterzellen entspricht dem ausgewachsenen Theile der Mutterzelle, sie ist bloss mit der Grundfläche befestigt und mit der übrigen Membran frei. Diese Zelle ist entweder die Keimzelle (Fig, 7, k; 8, k), oder diejenige Zelle, aus welcher unmittelbar der Nebenfaden hervorgeht. Die Keimzellen sind einfache Zellen, die Nebenfäden sind Zellenreihen. — Die Keimzellen können, wie es scheint, aus allen Rindenzellen ohne Unterschied entstehen. Die Nebenfäden fand ich gewöhnlich je auf der zweiten Zelle (Fig. 3). Diese Zelle ist anfänglich so gross, als die neben ihr liegende; sie bleibt dann bei der weiteren Entwicklung mehr oder weniger hinter dieser zurück (Fig. 4 und 5, r, r).

Die Nebenfäden und die Keimzellen sind zuerst mit einer zarten Haut bedeckt. Es ist die Cuticula, welche die Rindenzellen nach aussen bedeckt, und an diesen Stellen emporgehoben wurde (Fig. 3, 7, c). Die Cuticula ist die von den Rindenzellen nach aussen abgesonderte Gallerte. Aber nicht nur die Rindenzellen scheiden Gallerte aus; die aus denselben entspringenden jungen Keimzellen und jungen Nebenfäden thun diess in noch beträchtlicherem Masse. Die Extracellularsubstanz nimmt an den Gürteln eine bedeutende Dicke an (Fig. 3; Fig. 7). Man unterscheidet hier in jüngern Zuständen die Gallertportionen, welche von den einzelnen Nebenfäden oder Keimzellen ausgeschieden wurden, deutlich auf Querschnitten (Fig. 3). — Von der Fläche angesehen, behalten diese Stücke der Cuticula auch in ältern Zuständen eine netzförmige, scheinbar zellige Structur. Die Linien des Netzes entsprechen den Kanten zwischen den Keimzellen oder jungen Nebenfäden. Ein ähnliches Verhalten ist auch an der Cuticula höherer Pflanzen bekannt. *Kützing* nennt die emporgehobene Partie der Cuticula, unter welcher die Nebenfäden und die Keimzellen liegen « Indusium » oder « Schleier. » Es scheint mir aber überflüssig, einen andern Namen als den von Cuticula anzuwenden, und nicht passend, einen Namen zu wählen, der schon ein bestimmtes, aus Zellen gebildetes Organ bezeichnet.

Die Zellen von *Padina* besitzen ein freies centrales Kernbläschen, das aber nur in jungen Zellen deutlich zu sehen ist (Fig. 1). In den ältern Zellen wird es von den anliegenden Körnern bedeckt. Die Randzellen sind mit homogenem und körnigem Schleime erfüllt (Fig. 1, a). Die Flächenzellen und Rindenzellen enthalten ursprünglich verhältnissmässig eine geringe Menge festen Schleimes; derselbe umgiebt den Kern und bildet die Strömungsfäden, die den Kern mit der Membran verbinden (Fig. 1). Nachher färben sich diese Zellen grünlich. Späterhin enthalten die Rindenzellen und die an der vorderen Fläche liegenden Zellen viele Chlorophyllbläs-

chen, die theils an der Membran, theils am Kerne gelagert sind (Fig. 6, e und b). Die Mittelzellen dagegen besitzen nur wenige Chlorophyllbläschen, die an der Wandung, und kleinere Amylumkügelchen, die um den Kern liegen (Fig. 6, c und d). — Von dem Kerne gehen immer die Strömungsfäden nach der Wandung; ausser dieser radialen Saftströmung (Fig. 3, e, a) ist noch eine peripherische vorhanden, welche die wandständigen Chlorophyllbläschen mit einander verbindet (Fig. 3, e' a').

Die Keimzellen sind dicht mit Amylumkügelchen und Schleimkörnchen gefüllt und besitzen ein freies centrales Kernbläschen. Die Wandung besteht aus der Zellmembran und der Extracellularsubstanz, an welcher man zuweilen 2 Schichten unterscheidet. Beim Keimen treten statt des ursprünglichen Kernes 2 neue Kernbläschen auf und zwischen ihnen wird eine Scheidewand sichtbar (¹). — Auf gleiche Weise entstehen durch wandständige Zellenbildung alle übrigen Zellen, indem anstatt des Kernes der Mutterzelle 2 neue Kerne (Fig. 1, g) und dann eine trennende Wand erscheinen. — Das Keimen beginnt häufig schon, wenn die Samen noch an der Frons liegen. Dann scheint es, als ob dieselben auch zwei und mehrzellig wären. Diess ist aber nicht der Fall, sondern die Keimzellen gelangen bloss zu frühzeitiger Entwicklung. *Meneghini* (²), der diese Thatsache auch anführt, scheint ihr, mit Unrecht, eine andere Erklärung geben zu wollen.

3. Fuceae.

Zellkörper, dessen Achsen durch Eine Scheitelzelle in die Länge wachsen.

Ich vereinige in diese Familie alle Algen, deren Achsen Zellkörper sind, die mit einer einzigen Zelle an der Spitze wachsen, und an denen die Keimzellen durch Auswachsen der Rindenzellen entstehen. Gewöhnlich werden die mit der Gattung *Fucus* verwandten Algen, wo die Keimzellen in einem sogenannten Conceptaculum oder in einer Hüllenfrucht *(Kützing)* beisammen stehen, in eine besondere grössere Abtheilung gebracht. Bei *Kützing* machen die *Fuceen* im engern Sinne des Wortes sogar eine der beiden Hauptabtheilungen der eigentlichen Algen aus und werden *Angiospermeen* genannt. Das Conceptaculum oder die Hüllenfrucht ist aber nichts anderes als ein vertiefter Sorus, und die Keimfruchtzellen entstehen in ihnen bloss aus den Epidermiszellen. Fig. 38 auf Tab. IV, stellt ein junges Conceptaculum von *Cystoseira* dar; Fig. 39 zeigt die Keimzellenbildung in einem ältern Conceptaculum der gleichen Pflanze. Da nun auch bei einigen Gattungen, die nicht zu den eigentlichen *Fuceen* gehören, die Sori in geringem Masse vertieft sein können, so ist noch sehr die Frage, ob die geringere oder grössere

(¹) *Schleiden* und *Nägeli*'s Zeitschr. f. w. Bot., Heft 1, tab. 2, Fig. 4, 5.
(²) Alghe ital. e dalmat. Fasc. 3, p. 243.

Vertiefung des Sorus mehr als ein relativer Unterschied sei. Ich vereinige daher mit den eigentlichen *Fuceen* auch alle Gattungen, wo die Keimzellen an der ebenen, nicht vertieften Oberfläche entstehen, in eine einzige Familie.

Dictyota dichotoma *Lamour.*

(Zonaria dichotoma Ag., Dichophyllium vulgare und dichotomum Kützing.)

Tab. V, Fig. 10 — 21.

Die nervenlose, papierdünne Frons ist linear und dichotomisch. Sie besteht aus 3 einfachen Zellschichten, einer Markschicht und 2 Rindenschichten. Auf Querschnitten liegen immer nur 3 Zellen im Querdurchmesser nebeneinander (Fig. 10, 11). Die Rindenzellen sind in grösserer Zahl vorhanden als die Markzellen. Doch giebt es dafür kein bestimmtes Verhältniss. Auf verticalen Querschnitten gehen je 1½, 2, 2½ und 3 Rindenzellen auf 1 Markzelle (Fig. 10). Auf horizontalen Querschnitten dagegen gehen je 3, 4, 5, 6, 7, 8 Rindenzellen auf 1 Markzelle (Fig. 11). Diese ungleichen Verhältnisse treffen mit dem Umstande zusammen, dass sowohl die Rindenzellen untereinander, als die Markzellen untereinander ungleich gross sind. Durchschnittlich zählt man der Länge nach je 2 Rindenzellen, der Breite nach je 4 — 5 Rindenzellen auf 1 Markzelle. Die letztere wird daher auf jeder der beiden Flächen durchschnittlich von 8 bis 10 Rindenzellen bedeckt; diese Zahl kann aber bis auf 4 und 5 fallen und bis auf 20 und mehr steigen. Die Markzellen sind gewöhnlich cubisch, mit wenig überwiegendem senkrechtem Durchmesser. In den Rindenzellen sind die horizontalen (nämlich der Breiten- und der Dicken-) Durchmesser ungefähr gleich, der verticale Durchmesser aber ist 2 bis 4 mal länger.

An der Spitze jeder Achse steht eine einzige Zelle: *Scheitelzelle* (Fig. 12, a). Sie theilt sich durch eine horizontale, von oben concave, von unten convexe Wand in 2 ungleiche Tochterzellen. Die untere ist kleiner, scheibenförmig und gebogen (Fig. 12, b). Die obere ist ein kurzer Kegel mit convexer Grundfläche. Diese Zelle dehnt sich wieder zu der Grösse aus, welche die Mutterzelle besass, ehe sie sich theilte, um wie diese 2 neue Zellen zu erzeugen. Diese Theilung der Scheitelzellen durch eine horizontale Wand erfolgt so lange, als die Achse in die Länge wächst. Das erste Gesetz ist demnach folgendes: *Das Wachsthum in die Länge geschieht durch eine einzige, am Ende jeder Achse gelegene Scheitelzelle, welche sich durch eine horizontale, die Laubfläche unter einem rechten Winkel schneidende Wand in 2 ungleiche Tochterzellen theilt, von denen immer die obere wieder eine Scheitelzelle, die untere eine Gliederzelle ist.*

Die untere der beiden Tochterzellen oder die Gliederzelle theilt sich durch eine senkrechte Wand in 2 gleiche Tochterzellen (Fig. 12, c und c). Die Scheidewand fällt mit der Laubachse zusammen und schneidet die Laubfläche unter einem rechten Winkel. Jede der beiden Tochterzellen pflanzt sich auf gleiche Weise, wie die Mutterzelle, durch eine senkrechte Wand fort, welche parallel mit der Laubachse und senkrecht auf die Laubfläche ist, und die Zelle in 2 gleiche Hälften trennt (Fig. 12, d — d). Das Glied besteht nun aus 4 Zellen. — Dieselben theilen sich von neuem durch Wände, die mit den früher entstandenen Wänden parallel laufen, in 8 Zellen (Fig. 12, e — e). Aus ihnen entstehen dann 16 Zellen (Fig. 12, f — f), nachher 32 Zellen (Fig. 12, g — g). Das Wesen dieser Zellenbildung besteht darin, dass je eine Mutterzelle sich in 2 gleiche, in derselben horizontalen Reihe nebeneinander liegende Zellen theilt. Die Wände sind nicht vollkommen parallel; sondern weil diese Reihe gebogen ist, convergiren sie nach dem Punctum vegetationis hin. — Dieser Zellenbildungsprozess ist begrenzt, aber die Grenze ist unbestimmt, so dass also die Gliederzellen in eine unbestimmte Zahl von Zellen sich theilen. Dieser Zellenbildungsprozess schreitet ferner nicht gleichmässig fort und hört auch in den verschiedenen Theilen eines Gliedes nicht gleichmässig auf, so dass also die Gürtel selten

aus der regelmässigen Zahl von 32, 64 Zellen bestehen, sondern gewöhnlicher aus 32 ± x und 64 ± x Zellen. Dagegen sind die Zahlen 2, 4, 8, 16, mit denen die Zellenbildung beginnt, constant. — Die Gliederzelle löst sich somit in einen Gürtel von Zellen auf; ich will sie *Flächenzellen* nennen, da sie für die Entwicklungsgeschichte des Laubes eine gleiche Bedeutung haben, wie die Flächenzellen in *Padina*. — Das zweite Gesetz heisst: *Das Wachsthum in die Breite geschieht dadurch, dass die Gliederzelle und die daraus hervorgehenden Zellen sich je durch eine senkrechte (nach dem Scheitel der Laubachse gerichtete) und die Laubfläche unter einem rechten Winkel schneidende Wand in 2 gleiche Tochterzellen theilen, woraus eine horizontale Reihe von Flächenzellen entsteht.*

Die Flächenzellen eines Gliedes, mit Ausnahme der beiden am Rande stehenden, werden von 6 Flächen begrenzt. 4 Flächen, eine obere, eine untere und 2 seitliche, schneiden die Laubfläche unter einem rechten Winkel. Sie sind mit andern Zellen verbunden: die obere mit dem nächst höheren Gliede, die untere mit dem nächst tieferen Gliede, die beiden seitlichen mit Flächenzellen des gleichen Gliedes. Die 2 Randflächen dagegen sind parallel mit der Laubfläche und sind frei. — Die Flächenzellen theilen sich nun durch eine excentrische, mit der Laubfläche parallele Wand in 2 ungleiche Tochterzellen, von denen die kleinere eine Rindenzelle ist. Die grössere theilt sich noch einmal durch eine ebenfalls excentrische, der ersten gegenüberstehende und mit derselben parallele Wand in eine zweite Rindenzelle und eine Markzelle. Aus jeder Flächenzelle entstehen demnach 3 Zellen, eine mittlere oder Markzelle und 2 seitliche oder Rindenzellen. — Als drittes Gesetz muss ausgesprochen werden: *Das Wachsthum in die Dicke geschieht dadurch, dass in der Flächenzelle, durch eine mit der Laubfläche parallele, excentrische Wand, 2 ungleiche Tochterzellen, eine primäre Rindenzelle und eine secundäre Flächenzelle, und dass in dieser letztern durch eine gleiche Wand wieder 2 ungleiche Tochterzellen, eine primäre Rindenzelle und eine Markzelle sich bilden.*

Ob die Markzellen sich ferner theilen oder nicht, ist mir unbekannt; wenn es geschieht, so ist wahrscheinlich, dass die Wände die Laubfläche unter einem rechten Winkel schneiden (nicht parallel mit ihr laufen); denn auf Querschnitten sehe ich immer nur Eine Schicht von Markzellen. — Die primären Rindenzellen theilen sich. Ich habe oben angegeben, dass eine Markzelle durchschnittlich von 8 bis 10 Rindenzellen bedeckt sei, und dass der Länge nach ungefähr je 2, der Breite nach ungefähr je 4 — 5 Rindenzellen auf eine Markzelle gehen. Es ist daher nothwendig, dass die ursprünglichen Rindenzellen sich durch mehrere senkrechte, zur Laubfläche einen rechten Winkel bildende Wände und durch eine horizontale Wand theilen. Die horizontalen Wände können sich 1 mal, die verticalen 1, 2, 3 mal wiederholen. Senkrechte mit der Laubfläche parallele Wände bilden sich keine. Durch ungleiche Ausdehnung der Zellen verschieben sich die Wände dergestalt, dass Rindenzellen und Markzellen durchaus nicht mehr genau auf einander passen. — Das vierte Gesetz der Zellenbildung heisst: *Das Wachsthum der Rinde geschieht dadurch, dass in den primären Rindenzellen und den daraus hervorgehenden Zellen, durch abwechselnde horizontale und verticale, zur Laubfläche einen rechten Winkel bildende Wände, je 2 gleiche Tochterzellen entstehen.*

Die Frons von *Dictyota* ist dichotomisch. Die Vertheilung geschieht folgendermassen. Eine Scheitelzelle, statt eine neue Scheitelzelle und eine Gliederzelle durch eine horizontale Wand zu erzeugen, theilt sich durch eine senkrechte Wand in 2 gleiche Tochterzellen (Fig. 13, a). Jede derselben ist eine neue Scheitelzelle und der Anfang einer neuen Achse, welche einen spitzen Winkel mit der frühern Achse bildet. Die beiden neuen Scheitelzellen theilen sich, nach dem ersten Gesetze der Zellenbildung, durch eine gebogene, die Zellenachse unter einem rechten Winkel schneidende Wand, in eine neue Scheitelzelle (Fig. 14, a) und eine Gliederzelle (Fig. 14, b). Der Prozess wiederholt sich stetig (Fig. 15, 16) und dauert so lange, bis die betreffenden Achsen ausgewachsen sind, um sich dann neuerdings wieder in 2 Tochterachsen zu theilen. Ein fünftes Gesetz, welches die Vertheilung der Frons in sich fasst, heisst demnach: *Die Verästlung der Frons ist dichotomisch und geschieht so, dass in einzelnen Scheitelzellen, durch eine in die Achse fallende, die Laubfläche unter einem rechten Winkel schneidende Wand, 2 neue Scheitelzellen sich bilden, welche in neue Achsen auswachsen.*

Auf beiden Seiten der Frons stehen die Keimzellen haufenweise oder auch wohl vereinzelt. Ohne Ordnung stehen dazwischen die Nebenfäden, ebenfalls in Haufen. Die Entstehungsweise der Keimzellen und der Nebenfäden aus den Rindenzellen ist die gleiche, wie sie bei *Padina* beschrieben wurde (Fig. 19, 20, 21). Die Nebenfäden sind ebenfalls von der emporgehobenen Cuticula bedeckt (Fig. 19, c). *Meneghini* (1) lässt die Nebenfaden aus den Markzellen entstehen, und die Rinde («Epidermis») von ihnen durchbrochen werden. Dem ist aber nicht so, sondern die Rindenzellen wachsen aus, theilen sich in 2 Zellen, von denen die innere die Stelle der Mutterzelle einnimmt, und die äussere sich durch Zellenbildung in einen Nebenfaden verwandelt (Fig. 19).

Der Zelleninhalt ist ursprünglich ein farbloser homogener Schleim, der körnig wird und dann Chlorophyllbläschen, Amylumkügelchen und Oeltröpfchen bildet. Im Centrum einer jeden Zelle liegt ein freier Kern wie in *Padina*. — Die Wandung der Zellen besteht aus der Zellmembran und aus Extracellularsubstanz. Diese letztere ist zwischen den Rindenzellen in sehr geringer Menge vorhanden. Nach aussen bildet sie die Cuticula. Einzelne Markzellen scheiden eine beträchtliche Menge von Gallerte aus (Fig. 17, e, e, e). Zwischen den Markzellen sind deutliche Poren (Fig. 18), welche dadurch erzeugt werden, dass stellenweise die Extracellularsubstanz mangelt.

Kützing (2) trennt die Art *D. dichotoma* in 2 Arten: *Dichophyllium vulgare* und *D. dichotomum*. Die erstere hat Keimzellen, die in Häufchen vereinigt sind, die letztere solche, die einzeln stehen. Die Stellung der Samen soll constant sein. Die Untersuchung meiner neapolitanischen Exemplare liefert mir ein anderes Resultat. An derselben Pflanze finde ich nebeneinander einzelne Keimzellen, und solche, die in allen Mengen haufenweise beisammen liegen, nämlich je 2, 3, 4, 5 bis 10 und 20, sogar bis 50 und 60. Selten aber sind die Häufchen so rund und regelmässig, wie sie *Greville* (3) zeichnet; sie sind länglich, lanzettlich und meist unregelmässig; häufig auch liegen die Keimzellen in hieroglyphischen Linien, wie *Meneghini* sie richtig benennt.

Die Gattungen *Dictyota* und *Padina* sind durch die Gesetze des Wachsthums wesentlich von einander verschieden. Die Achsen von Dictyota verlängern sich durch eine einzige Scheitelzelle, die Achsen von Padina dagegen durch viele Randzellen, welche in einer horizontalen Linie liegen. Das Wachsthum in die Breite geschieht in Dictyota durch Zellenbildung in den Gliederzellen, bei Padina durch Zellenbildung in den Randzellen. Beim Wachsthume in die Dicke erzeugt Dictyota eine Markschicht und jederseits eine Rindenschicht, Padina bloss eine Rindenschicht an der Rückenfläche. Die Frons von Dictyota verästelt sich dichotomisch; an Padina mangelt die Verästlung ganz, weil die Zellenbildung, die in Dictyota zur Erzeugung neuer Achsen dient, bei ihr das Wachsthum der Frons in die Breite bedingt; die Frons von Padina ist bloss gelappt.

(1) Alghe ital. e dalmat., fasc. III, pag. 213, «Si nell' un caso però che nell' altro riesce evidente ch'esse parafisi sorgono dallo strato immediatamente sottoposto all' epidermico.»

(2) Phyc. gen., pag. 337.

(3) Algæ britann., Tab. X. Fig. 2.

B. FLORIDEÆ.

(*Rhodospermeæ* Harvey. — *Florideæ* J. Agardh; Endlicher. — *Choristosporeæ* Decaisne. — *Algæ heterocarpeæ* Kützing.)

Zelleninhalt theilweise aus Stärkekörnern und Farbbläschen bestehend; keine Urzeugung; Fortpflanzung geschlechtlich; männliche Geschlechtsorgane mit Samenbläschen (Samenzellchen), welche nicht in einen zelligen Sack eingeschlossen sind; weibliche Geschlechtsorgane ohne besondere Hülle (calyptra), mit Sporenmutterzellen, in denen 4 Specialmutterzellen, in jeder derselben eine Spore entstehen; Vermehrung (geschlechtslos) durch Keimzellen.

Durch den Zelleninhalt, welcher theilweise aus Stärke und aus Farbbläschen besteht, unterscheiden sich die Florideen, wie die Algen und die übrigen Pflanzen von den *Pilzen*. Die Farbbläschen enthalten bei den Florideen gewöhnlich einen rothen Farbstoff, der aber mit dem Chlorophyll sehr nahe verwandt ist, da er häufig schon in der lebenden Pflanze und gewöhnlich beim Absterben derselben in dasselbe übergeht. Von den Pilzen unterscheiden sich die Florideen ferner, so wie die Algen und die übrigen Pflanzen dadurch, dass sie nie durch Urzeugung, sondern bloss aus Samen entstehen.

Von den *Algen* unterscheiden sich die Florideen durch die Fortpflanzung. Bei jenen ist noch keine Geschlechtsdifferenz vorhanden, ihre reproductiven Organe sind bloss Keimzellen, und wenn auch bei einzelnen Gattungen auf doppelte Weise für die Erhaltung der Art gesorgt ist, so dass man auch dort zwischen Fortpflanzung und Vermehrung unterscheiden muss, so bilden sich doch für den einen und den andern Zweck bloss geschlechtslose Keimzellen, und die Vermehrung ist bloss eine niedrigere Art der Keimzellenbildung. Die Florideen dagegen besitzen geschlechtliche Differenz und daher zweierlei *Fortpflanzungsorgane*, nämlich männliche oder Antheridien mit Samenzellchen, und weibliche oder Mutterzellen, aus denen in der Regel vier Sporen entstehen. Ausserdem besitzen sie *Organe der Vermehrung*, welche geschlechtslos sind und Keimzellen hervorbringen.

Von den *Leber-* und *Laubmoosen*, denen die Florideen am nächsten verwandt sind, unterscheiden sie sich dadurch, dass die Calyptra ihnen mangelt, und dass die Antheridien keine Rindenschicht besitzen. Die Sporenmutterzellen stehen entweder seitlich an den Aesten, oder sind im Gewebe zerstreut oder in besondere Fruchtäste vereinigt, aber es mangelt diesen immer die besondere Umhüllung (Calyptra), welche die Capseln der Laub- und Lebermoose im Anfange besitzen. An den Antheridien sind die Samenzellchen nicht in einem aus einer Zellschicht bestehenden Sacke eingeschlossen wie bei den Leber- und Laubmoosen, sondern sie liegen frei.

Die Eigenthümlichkeit der *Sporenzellen* («sporæ, sporidia, spermatidia») wird gewöhnlich darin gefunden, dass sie zu 4 vereinigt, oder zu 4 in einer Mutterzelle entstanden sind («Sporidia terna, ternate granules, sphærosporæ, tetrasporæ, tetrachocarpia»). Die Zahl 4 bildet allerdings eine fast ausnahmslose Regel. Einzig in *Plocamium* schien es mir, als ob auch 5, 6, 7 und 8 Sporen in einer Mutterzelle entständen ([1]). Wie dem auch sei, so ist es sicher, dass nicht die *Zahl*, sondern die *Entstehungsart* das Wesen der Sporen ausmacht. Dafür

([1]) Da ich bei der Untersuchung von lebenden Exemplaren diesen Punkt vernachlässigte, und mir jetzt bloss getrocknete zu Gebote stehen, so kann ich kein sicheres Urtheil abgeben. *Kützing*'s Abbildung (Phycol. gen., tab. 64, Fig. 8) und Erklärung (pag. 449) sind mir nicht recht deutlich.

giebt es 2 Gründe: 1) Ist die Zahl 4 bei der Pollenbildung, die durchaus analog mit der Sporenbildung ist, ebenfalls nicht constant, sondern wechselt in einzelnen Fällen mit 5, 6, 7, 8 ab. 2) Giebt es auch eine Fortpflanzung bei den Algen, wo 4 Keimzellen in einer Mutterzelle entstehen, so nicht selten bei den *Bangiaceen* und zuweilen bei den *Palmellaceen* (vergl. oben *Pleurococcus II Tetrachococcus*, und *Palmella II Tetratoce)*. Und dennoch sind diese Keimzellen keine Sporen.

Der gesetzmässige Verlauf der Sporenbildung ist folgender. Die Mutterzellen gleichen ursprünglich den übrigen vegetativen Zellen der Pflanze. Sie enthalten einen primären wandständigen Kern. Derselbe wird aufgelöst, und statt seiner tritt ein neuer secundärer Kern auf, welcher frei im Centrum des Lumens liegt, und gewöhnlich durch radiale Strömungsfäden mit der Membran verbunden ist. Darauf bilden sich zwei oder vier neue freie Kerne und der secundäre centrale Kern verschwindet. Zu gleicher Zeit verdickt sich die Mutterzelle gallertartig. Der Inhalt theilt sich in 2 oder 4 Partieen, je nach der Zahl der Kerne, so dass jede einen Kern einschliesst. Um jede Inhaltspartie entsteht eine Specialmutterzelle durch wandständige Zellenbilduug. Sind bloss 2 Specialmutterzellen entstanden, so sind es primäre. In jeder treten dann 2 neue freie Kerne auf, indem der primäre Kern resorbirt wird, und jede theilt sich in 2 secundäre Specialmutterzellen, wieder durch wandständige Zellenbildung. Die Kerne der 4 Specialmutterzellen werden resorbirt. In jeder bildet sich eine Sporenzelle, welche einen wandständigen primären Kern besitzt, wahrscheinlich durch freie Zellenbildung. Später entsteht ein secundärer grösserer Kern, welcher frei und im Centrum der Zelle gelegen ist. Die Sporenzelle scheidet Gallerte aus, welche derb und gefärbt wird, und das Exosporium bildet. Zu gleicher Zeit werden die Specialmutterzellen aufgelöst.

Ich habe diesen ganzen Vorgang nicht in allen seinen Einzelnheiten an den Florideen beobachten können. Einzelne Erscheinungen entlehnte ich von andern viersporigen Cryptogamen und von der Pollenbildung der Phanerogamen, nachdem ich mich überzeugt hatte, dass die Entstehung der Sporenzellen bei Florideen einerseits und den Laub- und Lebermoosen anderseits identisch sei, und dass sie

mit der Bildung der Pollenzellen übereinstimme. Ich habe die Einzelnheiten schon an einem andern Orte weitläufiger besprochen ([1]).

Die Lagerung der Sporen in der Mutterzelle findet auf 3 Arten statt. 1) Sie stehen zu einander wie die Ecken eines Tetraëders, zeigen selbst mehr oder weniger die Form eines Tetraëders, und sind von 4 Ecken, 4 Kanten und 4 Flächen, 3 geraden und einer gebogenen, begrenzt. Die 4 Specialmutterzellen entstehen gleichzeitig. 2) Die Sporen liegen in einer Fläche oder ebenfalls tetraëdrisch; sie besitzen aber die Gestalt eines Kugelquadranten und sind von 2 Ecken, 3 Kanten und 3 Flächen, 2 geraden und einer gebogenen begrenzt. In der Mutterzelle bilden sich zuerst 2 hemisphærische primäre Specialmutterzellen. Jede dieser theilt sich in 2 kugelquadrantische secundäre Specialmutterzellen. 3) Die Sporen liegen in einer Linie. Die beiden innern sind scheibenförmig, mit 2 kreisförmigen Kanten und 3 Flächen, 2 geraden kreisförmigen und 1 cylindrischen. Die beiden äusseren sind halbkugelig, mit 1 kreisförmigen Kante und 2 Flächen, einer geraden kreisförmigen und einer gebogenen. Die Ecken mangeln diesen Sporen ganz. Die längliche Mutterzelle theilt sich in 2 primäre Specialmutterzellen, und jede von diesen theilt sich abermals durch eine, mit der ersten parallellaufende Wand in 2 secundäre Specialmutterzellen. — Diese drei Arten der Sporenbildung werden wohl am passendsten als *tetraëdrische*, *kugelquadrantische* und *zonenartige* unterschieden. *Kützing* ([2]) verwechselte die erste Art, welche jedoch bei den Florideen die häufigste ist, mit der zweiten.

Die *Samenbläschen* ([3]) (Samenzellchen) sind die männlichen Fortpflanzungsorgane. Das Organ, das ihre Vereinigung darstellt, heisst Antheridium. Die Zellchen sind klein, farblos, alle von gleicher Gestalt und Grösse. Obgleich ich keine Bewegung an ihnen wahrnehmen konnte, und auch die Samenfäden nur undeutlich erkannte, so liess mir doch die sonstige vollkommene Uebereinstimmung mit den Samenbläschen der Laub- und Lebermoose keinen Zweifel über die Identität des Organs. Es giebt unter den Florideen eine Zahl von Arten, an denen man 3 verschiedene Organe findet: Sporangien mit Sporen, Keimzellen-

(1) Zeitschrift f. w. Bot., Heft I, pag. 77, ff.

(2) Phycol. gen., pag. 100.

(3) Vergl. über diesen Ausdruck Zeitschrift für w. Bot., Heft 3 und 4, pag. 105.

behälter mit Keimzellen, und ein drittes Organ, für das, wenn man es nicht als Antheridium erklären wollte, eine Deutung mangeln würde. Ferner sind die Zellchen, die es enthält, so ähnlich den Samenbläschen der Laub- und Lebermoose, dass man keine andere Analogie für sie unter allen Pflanzenzellen findet. Ihre grosse Kleinheit übrigens mag es erklärlich machen, warum es mir nicht gelang, deutlicher die Samenfäden zu sehen; und die geringe Zahl von Beobachtungen, die mir zu Gebote stehen, mag der Grund sein, warum ich keine Bewegung wahrnahm, da sich die Samenbläschen der Leber- und Laubmoose auch nicht immer bewegen. Ich verweise übrigens auf die unten folgenden Gattungen *Poecilothamnion* und *Nitophyllum*, so wie auf die anderwärts beschriebene *Polysiphonia* (1). — *Lyngbye* (2) zeichnet Antheridien an Hutchinsia violacea, hält sie aber für eine thierische Bildung. *Agardh* erwähnt ihrer bei mehreren Arten von Hutchinsia als Antheridien. *Greville* (3) bildet sie an Laurencia pinnatifida ab, ohne eine Meinung darüber zu äussern. J. *Agardh* (4) erwähnt der Antheridien ausserdem bei Callithamnion, Griffithsia, und hält sie für eine wuchernde Metamorphose der gewöhnlichen Fortpflanzung. *Kützing* (5) hat sie ferner bei Wrangelia und Odonthalia gefunden; er erklärt sie für « samenähnliche Nebengebilde » und giebt ihnen den Namen Spermatoidia. Gegen *J. Agardh*'s Theorie habe ich einzuwenden, dass die Antheridien und die Samenzellchen durchaus nach andern morphologischen Gesetzen sich entwickeln, als die Sporen und die Keimzellen, und daher nicht metamorphosirte Samen sein können. *Kützing*'s Theorie dagegen ist mir unverständlich, da ich eine dritte Art der Fortpflanzung nicht heim zu weisen vermag. Alle übrigen Organismen besitzen höchstens 2 Arten der Fortpflanzung, geschlechtliche und geschlechtslose. Ausser den Sporenzellen und Keimzellen aber noch « Spermatoidien, Scheinsamen und Nebensamen » anzunehmen, wie *Kützing* es thut, das scheint mir von der Natur weg in's Mass- und Gesetzlose zu gehen.

(1) Zeitschrift für w. Bot., Heft 3 und 4, pag. 224.
(2) Hydrophytologia dan., tab. 35, pag. 112.
(3) Algæ britannicæ, pag. 110, tab. XIV.
(4) Alg. maris medit. et adriat., pag. 65.
(5) Phycolog. gen., pag. 107.

Die *Keimzellen* oder *Brutzellen* (« semina, sporæ, granula, spermatia ») sind die geschlechtslosen Fortpflanzungsorgane der Florideen. Sie sind zu *Keimhäufchen* (Bruthäufchen) vereinigt, und als solche häufig in *Keimbehältern* (Brutbehältern) eingeschlossen (« tubercula, capsulæ, glomeruli, favellæ, favellidia, coccidia, keramidia, thecæ, cystocarpia »). Ueber die Keimzellen lässt sich, was ihre Entstehung und ihr weiteres Verhalten anbelangt, nicht viel Allgemeines sagen; ausser dass sie nicht befruchtet werden, wie es für die Sporen angenommen werden muss, dass sie kein Exosporium besitzen, und dass sie nie zu 4 in einer Mutterzelle entstehen. Ausser diesen wenigen gemeinsamen Eigenthümlichkeiten zeigen sie eine sehr grosse Mannigfaltigkeit in Bezug auf ihre Entwicklungsgesetze und auf den Ort, wo sie sich an der Mutterpflanze entwickeln. Es ist daher unrichtig, wenn *Kützing* (1) den Cystocarpien allgemein eine « Fruchthülle, Spermangium, » *J. Agardh* (2) den Capseln ein « Pericarpium, » *Endlicher* (3) den Thecæ ein « Perisporangium » zuschreibt. Denn ausserdem, dass in vielen Gattungen (Ceramiaceen) die Keimzellenhäufchen bloss von der Gallerte umschlossen sind, die sie selber ausgeschieden haben, giebt es auch wirklich nackte Keimzellen (so in *Wrangelia*).

Gewöhnlich werden die beiden Fruchtarten der Florideen als gleichwerthig nebeneinander gestellt. Desswegen nennt sie *J. Agardh* beide Sporen. *Kützing*, der ebenfalls bloss einen morphologischen Unterschied annimmt, unterscheidet sie im Namen als Spermatidia und Spermatia (die erstern sind die Sporen, die letztern die Keimzellen). *Decaisne* (4) vergleicht die Keimbehälter theils mit dem gleichen Organe von Marchantia, theils lässt er sie durch eine Verdichtung des Gewebes (concentration du tissu) entstehen, theils hält er die Keimhäufchen für eine abnormale Entwicklung der Sporen. Dass die Keimzellen keine Metamorphose der Sporenzellen sein können, wird bewiesen 1) dadurch, dass die Entwicklungsgesetze für beide total verschieden sind, und 2) dadurch, dass sie meistens entweder an ungleichen Stellen der Frons oder auf verschiedenen

(1) Phycolog. gen., pag. 103.
(2) Alg. mar. medit. et adriat., pag. 60.
(3) Gen. plant., suppl. III, pag. 33.
(4) Ann. d. sc. nat., 1842, pag. 354.

Achsen, aber nie oder jedenfalls nur höchst selten an dem nämlichen Orte entstehen.

Dass die fraglichen Organe der Florideen analog seien den Brutzellen und den Brutbehältern oder Bruthäufchen der Lebermoose, ergiebt sich deutlich aus einer genauen Vergleichung. Zwischen den Keimhäufchen der Ceramiaceen und den Bruthäufchen von Jungermannia ist kein Unterschied vorhanden. Die Keimbehälter von Nitophyllum und die Brutbehälter von Marchantia stimmen, in Rücksicht auf die Struktur des Organs und die Entstehung der Keim- oder Brutzellen, weit mehr mit einander überein, als die gleichen Organe verschiedener Florideen selbst.

Die Fortpflanzung unterscheidet somit die Florideen wesentlich von den Algen. *Die Algen besitzen geschlechtslose Fortpflanzung und bloss neutrale Organe oder Keimzellen. Die Florideen besitzen geschlechtliche Fortpflanzung und sexuelle Organe, nämlich Sporenzellen und Samenzellchen.* Diess ist der wahre Unterschied; nicht der, dass die Florideen auf doppelte Weise, die Algen auf einfache Weise sich fortpflanzen. Denn von den Florideen, wie von den Leber- und Laubmoosen und den höhern Pflanzen kann man nicht sagen, sie *müssen*, sondern sie *können* Keimzellen erzeugen. Die Keimzellenbildung kann ihnen, als die niedrigere Art der Fortpflanzung, auch mangeln. Die geschlechtliche Fortpflanzung aber darf einer Art nicht mangeln, sonst gehörte sie nicht mehr zu den Florideen.

Die Fortpflanzung trennt die Florideen weit von den Algen und bringt sie den Moosen sehr nahe. Man könnte sie füglich auch als Meermoose, im Gegensatz von Leber- und Laubmoosen bezeichnen. Sie müssen eine besondere Klasse bilden, und ihren Platz im Systeme unmittelbar vor den Hepaticæ einnehmen, da mit ihnen die Geschlechtspflanzen beginnen. Von den Leber- und Laubmoosen unterscheiden sich die Florideen durch den *Mangel der Calyptra* an den Sporangien, und durch den Mangel des zelligen Sackes an den Antheridien. Ein anderer Unterschied ist nicht vorhanden; denn die Struktur ist die gleiche, indem die Leber- und Laubmoose ebensowenig ein Gefässbündel besitzen, als die grösseren Florideen. Das Wachsthum ist ebenfalls das nämliche, und endlich besitzen die Florideen bald eine Frons, bald einen beblätterten Stengel, so gut wie die Lebermoose.

Ausser den in der Definition angegebenen Merkmalen gibt es keine, welche zum *Begriffe* der Florideen gehörten, indem alle übrigen allgemeinen Eigenschaften theils auch den Moosen oder den Algen, theils allen (geschlechtlichen) Sporenpflanzen oder allen Pflanzen überhaupt zukommen. Doch können noch einige typische Eigenthümlichkeiten hervorgehoben werden, welche die Art und Weise und den Umfang bezeichnen, wie sich der Begriff realisirt. Dahin gehört erstlich, was die Lebensweise im Allgemeinen betrifft, dass die Florideen bloss im Meere wohnen, während die Moose nie daselbst vorkommen; — ferner, was das Zellenleben betrifft, dass die Zellen der Florideen einen rothen Farbstoff enthalten, welcher leicht grün wird, während der Farbstoff der Moose ursprünglich grün ist, nachher aber zuweilen roth oder braun wird; — ferner ebenfalls in Bezug auf das Zellenleben, dass die Kerne bei den Florideen wandständig sind wie bei den Moosen, während sie bei den Algen meist central liegen; — endlich, was den Umfang der vegetativen Entwicklung betrifft, dass es bei den Florideen keine einzelligen Pflanzen giebt, wie bei den Algen, sondern dass sie mit Pflanzen beginnen, die bloss aus Zellenreihen bestehen, und in allmäliger Entwicklung bis zu solchen sich erheben, deren Stamm ein Zellkörper, und deren Blätter Zellschichten oder ebenfalls Zellkörper sind, — dass somit die untersten vegetativen Entwicklungsstufen der Algen den Florideen mangeln, und dass diese letztern nur in wenigen Formen diejenige vegetative Entwicklungsstufe erreichen, welche der grossen Mehrzahl der Moose eigenthümlich ist.

Die Verschiedenheiten, welche die Florideen untereinander zeigen, können, da sie sowohl in Bezug auf das Zellenleben als auf die Fortpflanzung (Bildung der Sporen in den Specialmutterzellen, und Verhalten der Samenzellchen) im Allgemeinen übereinstimmen, nur in folgenden 3 Momenten liegen: 1) in der Entstehungsweise der entwickelten Pflanze aus der Sporen- oder Keimzelle, 2) in der Entstehungsweise der Specialmutterzellen an der entwickelten Pflanze, 3) in der Entstehungsweise der Samenzellchen ebendaselbst.

In Rücksicht auf die *Entstehungsweise der entwickelten Pflanze aus der Fortpflanzungszelle* findet sich bei den Florideen zwar keine so grosse Verschiedenheit wie bei den Algen, aber doch eine viel beträchtlichere Mannigfaltigkeit als bei den Moosen. Wenn es auch keine einzelligen Pflanzen giebt, so zeigen doch die

Achsen von dem einzelligen Zustande durch die Zellenreihe und Zellschicht alle möglichen Zwischenstufen bis zum ziemlich complizirten (flachen oder cylindrischen) Zellkörper. Diese Achsen entwickeln sich ferner, ohne Rücksicht auf ihren Bau, nach verschiedenen Zellenbildungsgesetzen, und stimmen darin bald vollkommen mit einzelnen Algen, bald mit vielen Moosen überein. Abgesehen von dem Bau und der Entstehungsweise der Achsen ist bei den Florideen endlich die ganze Pflanze bald ein Laub (frons), bald ein beblätterter Stamm, ein Punkt, worin sie somit mit den Algen und besonders mit den Lebermoosen übereinstimmen. Diese Verschiedenheiten der vegetativen Entwicklung geben die vorzüglichsten Merkmale für Gattungen, Familien und selbst für Ordnungen.

In Rücksicht auf die *Entstehungsweise der Specialmutterzellen an der entwickelten Pflanze* sind in zwei Beziehungen Verschiedenheiten vorhanden, 1) welche bestimmte Zellen der Pflanze zu Mutterzellen werden, 2) auf welche Weise in den Mutterzellen die Specialmutterzellen auftreten. Was den ersten Punkt betrifft, so finden wir da eine grosse Mannigfaltigkeit im Allgemeinen und zugleich eine grosse Constanz im Einzelnen, so dass für die Ordnungen, Familien und Gattungen die Stellung der Mutterzellen (die Bezeichnung der Zellen, welche in Mutterzellen sich umwandeln) meist durch einen einfachen Ausdruck formulirt werden kann. Was den zweiten Punkt betrifft, so sind die oben angeführten drei Bildungsweisen für die Specialmutterzellen möglich: die tetraëdrische, kugelquadrantische und zonenförmige. Dieselben sind bloss für die Bestimmung von Gattungen anwendbar, scheinen hier aber von ausnahmsloser Constanz zu sein.

In Rücksicht auf die *Entstehungsweise der Samenzellchen an der entwickelten Pflanze* lassen die wenigen bekannten Thatsachen auf nicht unbedeutende Verschiedenheiten schliessen. Aber die jetzige Kenntniss der Antheridien bei den Florideen ist allzusehr fragmentarisch, als dass man irgend etwas über ihren Werth zur Begründung von Ordnungen, Familien und Gattungen sagen könnte.

Ich habe, bei der Betrachtung der Verschiedenheiten, welche die Florideen unter einander zeigen, und welche für die Begriffsbestimmung der Ordnungen, Familien und Gattungen von Wichtigkeit sind, diejenigen Verschiedenheiten vernachlässigt, welche in der *Entstehungsweise der Keimzellen* liegen, nicht weil sie unbrauchbar oder unwichtig sind, sondern weil ihr Werth mehr

ein zufälliger genannt werden muss. Entwicklungs- und Wachsthumsgeschichte, so wie die Fortpflanzung sind für die Kenntniss einer Pflanze nothwendig, sie sind aber auch genügend. Wenn die Pflanze ausserdem eine oder mehrere Arten der Vermehrung besitzt, so kann das den Begriff der Pflanze nicht ändern auch nicht näher bestimmen; da die Vermehrung mit den reproductiven und namentlich mit den vegetativen Verhältnissen im innigsten Zusammenhange steht, und nichts anders als der modificirte Ausdruck oder die Metamorphose einer Seite der Vegetation selbst ist. Wenn daher das Wachsthum und die Fortpflanzung einer Floridee vollständig bekannt ist, so wird die Kenntniss der Vermehrung ein blosser Pleonasmus sein. So lange aber die Erforschung, namentlich der vegetativen Verhältnisse fragmentarisch bleibt, muss die Vermehrung als ein wichtiges und unentbehrliches Ergänzungsmittel betrachtet werden, welches die Wachsthumsgeschichte oft anschaulicher ausdrückt, als der anatomische Bau selbst, wie diess z. B. bei mehreren *Ceramiaceen* der Fall ist.

I. CERAMIACEÆ.

Mehrzellig, jede Achse besteht aus einer Zellenreihe, seltener aus einer Zelle; Sporenmutterzellen seitlich, sitzend oder gestielt.

Die *Ceramiaceen* stimmen in vegetativer Hinsicht mit den Lyngbyeen, Ectocarpeen, Conferveen und Chantransieen unter den Algen überein. Es sind verästelte Zellenreihen, welche entweder ein Laub oder einen beblätterten Stamm darstellen. Die Blätter haben den gleichen Bau wie die Stämme, oder es sind unverästelte Zellenreihen, oder selbst einfache Zellen. — Das Wachsthum der Achsen geschiet so, dass die Scheitelzelle (primäre Zelle des n^{ten} Grades) sich durch eine horizontale Wand in eine neue Scheitelzelle (primäre Zelle des $n+1^{ten}$ Grades) und in eine Gliederzelle (n^{te} secundäre Zelle) theilt. Die Gliederzellen theilen sich nicht mehr, weder durch horizontale noch durch senkrechte Wände, so dass die Zellenreihen bloss durch Zellenbildung in der Endzelle wachsen. Für den Begriff der Ordnung ist besonders wichtig, dass die Gliederzellen sich nicht durch

Gewebezellbildung in seitlich nebeneinander liegende Zellen theilen, dass somit die Achsen immer Zellenreihen bleiben, während sie in den folgenden Ordnungen zu Zellschichten oder Zellkörpern sich entwickeln. Die Gliederzellen besitzen aber das Vermögen auszuwachsen und Astzellen zu erzeugen, aus welchen Tochterachsen hervorgehen; diese sind je nach Umständen Laub-, Stamm-, Blatt- oder Wurzelachsen.

Bei mehreren Gattungen, z. B. *Ceramium*, *Spyridia*, *Ptilota*, *Dudresnaya* u. s. w. scheint die anatomische Untersuchung auf den ersten Anblick darzuthun, dass die Hauptachsen nicht Zellenreihen, sondern Zellkörper seien; es wird daher bei diesen Gattungen immer von einer *Rinde* gesprochen. Aber es zeigt einerseits die Entwicklungsgeschichte, dass diese scheinbare Rinde nicht wie die ächte Rinde durch Theilung der Gliederzellen, sondern als ein Geflecht von Wurzelfäden *entsteht*; anderseits zeigt eine genaue Betrachtung des entwickelten Zustandes, dass die scheinbare Rinde nicht wie ein ächtes Zellgewebe, sondern bloss wie ein Geflecht von Zellenreihen sich verhält, indem nur die übereinander liegenden (Gliederzellen der gleichen Reihe) nicht die nebeneinander liegenden Zellen (Gliederzellen verschiedener Reihen) durch Poren verbunden sind.

Die Sporenmutterzellen sind bei den *Ceramiaceen* Scheitelzellen (primäre Zellen), entweder des ersten Grades, dann sind sie seitlich und sitzend, oder eines folgenden Grades, dann sind sie seitlich und (mehr oder weniger lang) gestielt. Bloss eine einzige Art (*Callithamnion seirospermum* Griff.) scheint von dieser Regel eine Ausnahme zu machen, indem die Sporenmutterzellen in Reihen stehen sollen; so dass sie dann also veränderte Gliederzellen wären. Ich sehe nun zwar diese erweiterten und dunklern Zellen, aber finde daran keine Theilung, um Sporen zu erzeugen. Da auch *Harvey* der Theilung dieser Zellen nicht erwähnt, so bleibt es mir immer noch sehr zweifelhaft, ob es wirklich Sporenmutterzellen seien. Mag dem aber sein wie ihm wolle, so unterscheidet die morphologische Bedeutung der Sporenmutterzellen die *Ceramiaceen* immerhin absolut von den *Delesseriaceen*, *Rhodomeniaceen* und *Lomentariaceen*, wo die Sporenmutterzellen immer im Gewebe liegen, und weder Scheitelzellen (primäre Z.) noch Gliederzellen (secundäre Z.) sind.

Die Keimzellen stehen in Keimhäufchen beisammen, welche seitlich an den

Hauptachsen (Laub oder Stamm) befestigt sind. Die Keimhäufchen sind nie im Gewebe oder in besondern Keimbehältern eingeschlossen, wie diess bei den drei folgenden Ordnungen der Fall ist. Selten findet man sie in das Geflecht der Wurzelfäden eingesenkt. Bei *Wrangelia penicillata* sind die Keimzellen getrennt und nicht in Häufchen vereinigt.

Zu den *Ceramiaceen* gehören die Gattungen *Callithamnion* Lgb., *Griffithsia* Ag., *Wrangelia* Ag., *Spyridia* Harv., *Ceramium* Adans., *Ptilota* Ag., *Crouania* J. Ag., *Dudresnaya* Bonnem., nebst den verwandten Gattungen, — wahrscheinlich auch *Bindera* J. Ag., *Microcladia* Grev., *Naccaria* Endl., *Gloiocladia* J. Ag.

Callithamnion.

Tab. VI, Fig. 30 — 37.

Die Pflanze besteht aus gegliederten, verästelten, confervenartigen Fäden (Fig. 30 — 32). Die Achsen sind also Zellenreihen. Sie beginnen mit Einer Zelle, nämlich mit der Sporenzelle oder der Keimzelle, wenn sie die erste Achse einer Pflanze, und mit einer Astzelle (Fig. 30, d), wenn sie irgend eine andere spätere Achse der Pflanze sind. Diese erste Zelle, in der das Wachsthum einer Achse beginnt, ist die Scheitelzelle oder die primäre Zelle des ersten Grades I^1. In Fig. 35 ist die Sporenzelle, in Fig. 34 eine Astzelle so bezeichnet. Diese Zelle wächst in der Richtung, welche die entstehende Achse bezeichnet, und theilt sich durch eine Wand, welche die Achse ziemlich unter einem rechten Winkel schneidet (Fig. 30, e). Die untere der beiden Tochterzellen bildet keine Zellen mehr, sie ist die erste secundäre Zelle, $_1H$ (Fig. 34, 36). Die obere der beiden Tochterzellen dagegen wächst wieder in der Richtung der Achse, und theilt sich wieder durch eine horizontale Wand; sie ist die primäre Zelle des zweiten Grades, I^2 (Fig. 34, 36). Ihre beiden Tochterzellen sind die zweite secundäre Zelle, $_2H$, und die primäre Zelle des dritten Grades, I^3 (Fig. 34). Die letztere theilt sich abermals durch eine horizontale Wand in die dritte secundäre Zelle, $_3H$, und die primäre Zelle des vierten Grades, I^4 (Fig. 37).

Das Wachsthum der Achsen von *Callithamnion* geschieht allein durch die Zellenbildung in der Endzelle oder der primären Zelle. Es beginnt für jede Achse mit der primären Zelle des ersten Grades, und setzt sich fort durch die primäre Zelle eines folgenden Grades. Es lässt sich ausdrücken durch die Formeln: $I^1 = I^2 + {}_1H$; $I^2 = I^3 + {}_2H$; $I^3 = I^4 + {}_3H$ u. s. f. Allgemein kann man sagen: die primäre Zelle des n^{ten} Grades erzeugt die primäre Zelle des $n + 1^{ten}$ Grades und die n^{te} secundäre Zelle:

$$I^n = I^{n+1} + nH \text{ (1)}$$

Die Achsen von *Callithamnion* bestehen mit Ausnahme der Endzelle aus secundären Zellen, und zwar von unten an gezählt aus der 1, 2, 3, 4ten ....., von oben an gezählt aus der n — 1, n — 2, n — 3, n — 4ten ...., (Fig. 34, 37). Sie erzeugen keine Zellen, mit Ausnahme von Astzellen. Sie sind cylindrisch, berühren mit den beiden Endflächen andere Zellen und haben eine freie Cylinderfläche. — An dem obern Ende einer Achse steht eine primäre Zelle, welche immer wieder neue Zellen bildet und eine cylindrisch-kegelförmige Gestalt hat, mit angelehnter Grundfläche und freier Kegelfläche.

(1) Vergl. über diese Formeln Zeitschrift für w. B., Heft 2, pag. 121 ff.

Die Achsen sind abwechselnd-gefiedert. Die secundären Zellen wachsen mit dem obern Theile ihrer freien Cylinderfläche nach einer Seite hin aus (Fig. 30, c). Durch Zellenbildung wird der ausgewachsene Theil zur Astzelle (Fig. 30, d). Eine secundäre Zelle erzeugt bloss Eine Astzelle. Die Astzellen stehen abwechselnd nach rechts und nach links. Die Ramificationen der Tochterachsen liegen in der gleichen Ebene mit denjenigen der Mutterachse. Alle secundären Zellen bilden, wie es scheint, neue vegetative Achsen mit Ausnahme von denen, welche Sporenmutterzellen oder Keimhäufchen (oder Antheridien) erzeugen. An den Enden der Achsen findet man wenigstens die Verästlung regelmässig vorhanden. An ältern Theilen, namentlich an der Basis der Achsen mangelt sie stellenweise, und es ist dann nicht auszumitteln, ob alle nackten secundären Zellen früher Fortpflanzungsorgane getragen haben. — Eben so scheint es zuweilen an ältern Theilen der Achsen, als ob 2 Aeste zweier successiver Glieder nach der gleichen Seite gerichtet seien. Ich glaube aber, dass das daher rührt, dass die Tochterachse sich stärker entwickelte als die Hauptachse, und daher als die Fortsetzung dieser letztern erscheint, während die wahre Fortsetzung der Hauptachse seitlich gerückt und astähnlich ist.

Alle Achsen sind einander gleich, und demnach *Laubachsen*. Sie wachsen unbegrenzt durch Zellenbildung in der primären Zelle, und erzeugen aus den secundären Zellen unbegrenzt Tochterachsen.

In einigen Arten (*C. roseum, C. tetricum* etc.) wachsen die untersten Zellen der Achsen, also die ersten secundären Zellen (,II in Fig. 34) mit dem untersten Theile der Cylinderfläche aus, und erzeugen eine Zelle, auf gleiche Weise wie sie nach oben die Astzellen bilden. Diese Zelle wächst in eine Zellenreihe aus, welche senkrecht nach unten sich verlängert, und die ich Wurzelfaden nennen will. Die Wurzelfäden wachsen, wie die übrigen Achsen von *Callithamnion*, durch Zellenbildung in den primären Zellen. Sie verästeln sich selten. Die Wurzelfäden sind in grösserer oder geringerer Menge vorhanden, sie legen sich an die *Laubachsen* locker an, oder stehen etwas von derselben ab. *Kützing* (¹) nennt die Wurzelfäden « Rinde, stratum corticale, » und baut auf deren Anwesenheit seine Gattung *Phlebothamnion*. Gegen die Bezeichnung als Rinde spricht die lockere Verbindung, oder vielmehr der Mangel an Verbindung mit den Laubzellen, welche von ihnen bedeckt werden. Wo sonst an Florideen eine Rinde auftritt, da sind die Rindenzellen innig mit den innern Zellen verbunden, so dass sie nicht ohne Verletzung davon getrennt werden können; es sind ferner Poren zwischen ihnen und den innern Zellen. Beides aber ist bei den Wurzelfäden von *Callithamnion* nicht der Fall. — Ebenfalls begründet die An- und Abwesenheit dieser Gebilde keinen absoluten Unterschied zwischen den Arten von *Callithamnion*, so dass darauf die Diagnosen von 2 Gattungen gebaut werden könnten. Denn in den einen Arten sind sie zahlreich, in den andern spärlich, und treten erst an dem untern Theile älterer Achsen auf. Jüngere Individuen von *C. tetricum*, *C. roseum* pflanzen sich schon durch Sporen oder durch Keimzellen fort, ehe noch eine Spur von Wurzelfäden vorhanden ist. Von fructifizirenden Exemplaren darf man aber gewiss annehmen, dass sie alle wesentlichen und die für Gattungsdiagnosen allein zulässigen Eigenschaften besitzen. Allmälig hat sich die Ueberzeugung Bahn gebrochen, dass eine Pflanze erst dann als vollkommen betrachtet werden darf, wenn sie fructifizirt. Man hat desswegen eine Menge von Pilzgattungen beseitigt, welche bloss die Anfänge höherer Pilzformen waren. Umgekehrt muss ebenfalls als Regel festgehalten werden, dass eine Pflanze dann schon als vollkommen betrachtet werden muss, sobald sie fructifizirt, und dass alle spätern Veränderungen an ihr als unwesentliche aus den Diagnosen zu beseitigen seien. Man läuft sonst wieder Gefahr, das Gleiche doppelt zu benennen.

Die Sporenmutterzellen stehen seitlich an den Laubachsen, je eine auf einer secundären Zelle, welche keine vegetative Tochterachse erzeugt hat. Man trifft sie gewöhnlich an dem untern Theile der Laubachsen, und zwar auf der der Mutterachse zugekehrten Seite der secundären Zellen (Fig. 32). Zuweilen stehen auch noch einzelne Sporenmutterzellen in dem weiteren Verlaufe der Achsen, und dann nehmen sie die Stelle einer vegetativen Tochterachse ein. Sie entstehen auf gleiche Weise wie die Astzellen durch Auswachsen der secun-

(¹) Phycol. gen., pag. 374.

dären Zellen und Zellenbildung in dem ausgewachsenen Theile. Sie unterscheiden sich dadurch von den Astzellen, dass sie in der Regel einzeilig, nicht zweizeilig stehen. — Die Zahl der Sporenmutterzellen, welche an dem untern Theile einer Achse stehen, ist unbestimmt. Einzelne Glieder bleiben frei. — Die 4 Sporen haben eine tetraëdrische Stellung.

Die *Keimhäufchen* sitzen seitlich an den Laubachsen. Entweder steht nur eines auf einer secundären Zelle, welche sonst keine Astzellen und keine Sporenmutterzellen erzeugte; sie sind in diesem Falle bloss an den untern secundären Zellen einer Laubachse vorhanden und nach der Mutterachse gekehrt (Fig. 31, g). Oder es stehen 2 Keimhäufchen gegenüber an einer secundären Zelle, welche eine vegetative Achse trägt; jedes ist von der Insertionsstelle dieser letztern um 90° entfernt. Die Zelle aus der ein Keimhäufchen entsteht, bildet sich, wie die Astzellen und die Sporenmutterzellen, durch Auswachsen des obern seitlichen Theiles einer secundären Zelle. — Die Keimhäufchen bestehen aus einer Menge von Keimzellen, und sind mit einer starken Schicht von gallertartiger Extracellularsubstanz umgeben.

Der Inhalt aller Zellen ist rosenroth, auch der primären Zellen. Die Wurzelfäden sind schwach röthlich. Die Sporenzellen und die Keimzellen sind intensiver gefärbt. — In der Scheidewand zwischen je 2 Zellen liegt ein centraler Porus, welcher, wenn die Wandung dick genug ist, deutlich zu sehen ist (Fig. 33).

Antithamnion.

(Callithamnion cruciatum Ag.)

Tab. VI, Fig. 1 — 6.

Der Bau und das Wachsthum der Achsen verhält sich wie in *Callithamnion*. Es sind Zellenreihen, die aus secundären Zellen bestehen, und durch Zellenbildung in der primären Zelle wachsen nach der Formel: $I^n = I^{n+1} + {}_nII$. Von den beiden Tochterzellen, die in der primären Zelle, durch eine, die Achse unter einem rechten Winkel schneidende Wand, entstehen, ist die secundäre Zelle immer kleiner als die neue primäre Zelle (Fig. 2, a und b; g).

Es giebt zweierlei Arten von Achsen, unbegrenzte und begrenzte. In den erstern dauert das Wachsthum oder die Zellenbildung in der Endzelle immer fort, bis das Individuum zu Grunde geht. Sie sind *Stammachsen*. In den zweiten währt das Wachsthum nur eine gewisse Zeit. Sie sind *Blattachsen*. Für beide gilt die Formel $I^n = I^{n+1} + {}_nII$, aber mit dem Unterschiede, dass n im Wachsthume der Stämme die Werthe 1, 2...∞, im Wachsthume der Blätter 1, 2.... p annehmen kann, wobei p eine unbestimmte aber limitirte Zahl ist.

Jedes Stammglied trägt 2 gegenüberstehende Blätter (Fig. 1, f, f; 2, e, e, g, g). Die Blattpaare alterniren an den successiven Gliedern um einen rechten Winkel; die Blätter stehen somit in 2 Ebenen oder vierzeilig. Die secundären Zellen der Stammachsen wachsen an 2 gegenüberliegenden Punkten aus (Fig. 2, c), und erzeugen 2 Astzellen (oder primäre Zellen des ersten Grades) für die beiden Blätter (Fig. 2, e, e). Diese Blattbildung schreitet hinter der wachsenden Stammspitze fort, im gleichen Verhältnisse wie diese, und ist ebenfalls unbegrenzt wie diese. — Selten bilden die Stammachsen eine neue Stammachse (einen Ast). Dieselbe verhält sich in allen Stücken, wie ihre Mutterachse. Sie wächst unbegrenzt durch Zellenbildung in der primären Zelle und bildet immerfort Blätter.

Die Blätter (Fig. 1, 3, 4) verästeln sich in der gleichen Ebene; ihre Aestchen sind zweizeilig. Diese Ebene ist tangental zum Stamme, d. h. sie bildet einen rechten Winkel zu der Ebene, welche die Stammachse und die

primäre Blattachse mit einander bilden. Die Verästelung der Blätter ist begrenzt; ausser der primären Achse werden gewöhnlich bloss secundäre und tertiäre Achsen gebildet, welche ebenfalls begrenzt sind. Das unterste Glied der primären Achse bleibt gewöhnlich ohne Verzweigung (Fig. 1, a; 3, l). Ebenso sind die letzten 4 — 8 Glieder nackt (Fig. 1, b). Die untern Glieder tragen häufiger gegenüberstehende, die obern häufiger einzelne und abwechselnde Aestchen. Doch giebt es in dieser Hinsicht durchaus keine feste Regel. — Aus der untersten Blattzelle wächst zuweilen ein gegliedertes Wurzelhaar hervor (Fig. 4, r).

Ausser den Unterschieden zwischen Stämmen und Blättern, welche im Wachsthume und in den Stellungsverhältnissen der Achsen begründet sind, giebt es ferner Verschiedenheiten in Bezug auf die secundären Zellen. Diese sind einmal ungleich, wenn man bloss auf die Quantität ihrer Ausdehnung Rücksicht nimmt. Die secundären Stammzellen wachsen von 0,002 ''' bis 0,080 ''' und 0,100 ''' in die Länge, von 0,005 ''' bis 0,020 ''' in die Breite, so dass ihr Längendurchmesser um das Fünfzigfache, ihr Breitendurchmesser um das Siebenfache zunimmt. Das Wachsthum der secundären Blattzellen ist bedeutend geringer. Ein wichtigerer Unterschied liegt in der Art und Weise, wie sie Astzellen bilden. Die secundären Stammzellen wachsen mit dem obern Theile ihrer Seitenfläche (Fig. 2, c), die secundären Blattzellen mit dem untern Theile ihrer Seitenfläche aus (Fig. 3, d, e). Desswegen sitzen die jungen Blätter oben an den Stammgliedern (Fig. 2, e, g), die jüngsten Seitenachsen der Blätter dagegen sitzen mehr unten an den Blattgliedern (Fig. 3, f).

Ein anderer wichtiger Unterschied zwischen den secundären Zellen der Stämme und der Blätter liegt in der Art und Weise, wie sie sich ausdehnen. Wie eben gesagt, sitzen die jungen Blätter an dem obern Theile der Seitenfläche der Stammzelle und berühren, so zu sagen, die obere Scheidewand. Sie behalten diese Stellung, bis die Stammzelle 0,020 ''' lang geworden ist, und also fast das Zehnfache ihrer ursprünglichen Länge erreicht hat. Nun fängt das Blatt an, von der Scheidewand weg und nach unten zu rücken, indem sich die dazwischen gelegene Zellmembran ausdehnt. Ich will den über der Anheftungsstelle des Blattes liegenden Theil der Seitenwandung *m*, den unterhalb derselben liegenden Theil *n* und die ganze Länge der Stammzelle *c* nennen. Ich finde an verschiedenen Gliedern der gleichen Stammachse folgende Verhältnisse:

c	=	0,004	0,015	0,020	0,025	0,070	0,080	0,087
n	=	0,002	0,011	0,015	0,021	0,059	0,063	0,062
m	=	0	0	0	0,0005	0,005	0,009	0,015

Die Dimensionen sind in Linien angegeben. Aus diesen Thatsachen geht hervor, dass die Ausdehnung der Zellmembran an verschiedenen Theilen der Zelle ungleich ist. *n* dehnt sich um das Sieben- bis Achtfache aus, während dem *m* unverändert bleibt. Dann beginnt auch das letztere sich zu vergrössern, und thut es viel rascher als *n*. Denn es dehnt sich mehr als um das Dreissigfache aus, indess *n* nur 3 bis 4 mal länger wird. Endlich bleibt *n* stabil, und *m* nimmt noch ungefähr um das Doppelte zu. Diese Facten beweisen, dass die Ausdehnung der secundären Zellen der Stammachsen von *Antithamnion* in dem untern Theile beginnt, und thätig ist, während sie in dem obern Theile noch nicht angefangen hat, und dass sie im obern Theile noch fortdauert, nachdem sie im untern Theile aufgehört hat.

Anders verhalten sich die secundären Zellen der Blätter. Dieselben wachsen, wie ich oben gesagt, mit dem untern Theile der Seitenwand aus, und die dadurch gebildete Tochterachse nimmt ursprünglich die untere Hälfte der Seitenwand ein, und berührt fast die untere Scheidewand. Wenn sich die Zellen in die Länge dehnen, so vergrössert sich der Zwischenraum zwischen der Anheftungsstelle der Tochterachse und der obern Scheidewand unbedeutend oder gar nicht. Dagegen erweitert sich der Zwischenraum zwischen der Seitenachse und der untern Scheidewand, der anfänglich fast 0 war, stetig bis auf 0,008 ''' und 0,010 '''. Daraus ergiebt sich für die Ausdehnung der secundären Zellen der Blätter, dass dieselbe in dem untern Theile der Membran bedeutender ist und länger dauert, als in dem obern; und man kann sagen, dass die Ausdehnung oben zuerst

beginne und unten zuletzt aufhöre, dass sie also das umgekehrte Verhältniss zeige von der Ausdehnung der secundären Stammzellen.

Die primären Zellen, wodurch die Stämme und die Blätter wachsen, enthalten einen homogenen, ungefärbten Schleim; ebenso die jungen secundären Zellen. In den letztern wird er körnig und röthlich. Er legt sich dann an die Zellwand, färbt sich intensiver und erscheint zuletzt als dünne, unregelmässig gekrümmte, der Membran anhaltende Fasern. In alten Zellen sind dieselben farblos. — Die Scheidewände zwischen 2 secundären Zellen der gleichen Achse, und ebenso diejenigen zwischen den secundären Zellen einer Achse und den ersten secundären Zellen ihrer Tochterachsen besitzen jede einen centralen Porus (Fig. 5, 6). Die Membranen berühren sich nicht an der ganzen Porusfläche, sondern bloss am Umfange, in der Mitte weichen sie zu einem schmalen elliptischen Raume auseinander. Die Poren der Stammzellen (Fig. 6) sind beträchtlich grösser als diejenigen der Blattzellen (Fig. 5). Wenn durch äussere störende Einwirkung, durch Quetschen, durch Säuren etc. der Inhalt sich von der Membran loslöst und sich contrahirt, so bleibt er durch dünne Fortsätze mit diesen Poren in Verbindung.

Die *Sporenmutterzellen* stehen seitlich an den secundären oder tertiären Blattachsen und zwar gewöhnlich an dem ersten, doch auch an dem zweiten Gliede (Fig. 1, 4, s, s). Die 4 Sporen stehen tetraëdrisch beisammen. Die in Fig. 1 und 4 gezeichneten Sporenmutterzellen sind verkümmert und mit dichtem, homogenem, farblosem Schleime gefüllt. Alte Exemplare, die ich in Sorrento bei Neapel fand, besassen solche abortirte Mutterzellen, vielleicht weil sie nicht befruchtet wurden; wenigstens konnte ich keine Antheridien auffinden.

Ich will noch die Eigenthümlichkeiten der Stämme und der Blätter vergleichend zusammenstellen, um zu sehen, mit welcher Berechtigung bei *Antithamnion* diese beiden Organe angenommen werden können. Die Stämme wachsen unbegrenzt. Die Blätter wachsen begrenzt. Die Stämme erzeugen sowohl unbegrenzte (Stamm-) als begrenzte (Blatt-) Achsen. Die Blätter erzeugen bloss begrenzte (seitliche Blatt-) Achsen. Die secundären Stammzellen wachsen mit dem obern Seitentheile, die secundären Blattzellen mit dem untern Seitentheile der Membran aus, um eine Astzelle zu erzeugen. Die Ausdehnung der Membran der secundären Stammzellen schreitet von unten nach oben, die Ausdehnung der secundären Blattzellen von oben nach unten fort. Die Stämme vervielfältigen die Pflanze durch Erzeugung von neuen gleichen Stämmen, durch Sprossenbildung. Die Blätter tragen die sexuellen Fortpflanzungsorgane. Wir sehen somit, dass im Wesentlichen die Unterschiede zwischen Stamm und Blatt die gleichen sind wie bei den höhern Pflanzen; und es müssen für diese Unterschiede auch die gleichen Benennungen gebraucht werden, weil die Begriffe die nämlichen sind, — obgleich die Blätter von der gewöhnlichen Blattform abweichen. Diese gewöhnliche Blattform ist aber nicht die ausschliessliche, und wir finden für die Blätter von *Antithamnion* unabweissbare Analogieen in den Blättern von *Jungermannia trichophylla* L. und *J. setacea* Web., deren Blattnatur nicht bestritten wird.

Die Gattung *Antithamnion* unterscheidet sich von *Callithamnion* dadurch, dass erstere einen *beblätterten Stamm* besitzt (wo an den unbegrenzten, hin und wieder verästelten Stammachsen alternirende Blattpaare stehen), während letztere ein *Laub* hat (dessen unbegrenzte Achsen alternirend-gefiedert sich verästeln). Die einzige mir bekannte Art ist *A. cruciatum* (*C. cruciatum* Ag.).

Pœcilothamnion.

(Callithamnion versicolor Ag., etc.)

Tab. VI, Fig. 7 — 29.

Die Achsen sind Zellenreihen wie in *Callithamnion*. Das Wachsthum ist das nämliche: $I^n = I^{n+1} + {}_n II$. Alle Achsen sind einander gleich, also Laubachsen. Wenn man an einer Hauptachse von oben nach unten

nacheinander die Tochterachsen untersucht, so findet man, dass sie stetig länger werden, dass sie also stetig und unbegrenzt sich verlängern. Dennoch ist das Spitzenwachsthum jeder einzelnen Achse begrenzt; die Achsen endigen in dünne lange Borstenzellen, in denen keine Zellenbildung mehr statt findet. In den secundæren Zellen der Achsen werden ebenfalls keine neuen Zellen erzeugt. Obgleich nun an *Pœcilothamnion* unbegrenzte Centralachsen und begrenzte Seitenachsen zu unterscheiden sind, so sind dieselben doch nicht den Stammorganen und Blattorganen in *Antithamnion* analog. Denn auch die unbegrenzten Centralachsen enden in eine begrenzte Spitze; aber die Spitze wird immer wieder seitlich gerückt, indem fortwährend die sich stærker entwickelnden Tochterachsen als die Fortsetzung der Centralachsen erscheinen. Da nun die Erzeugung neuer Tochterachsen unbegrenzt ist, so muss auch das Wachsthum der Centralachsen unbegrenzt sein. Die begrenzten Seitenachsen können immer auch wieder zu unbegrenzten Centralachsen werden, wenn sie sich unbegrenzt veræsteln.

Das unbegrenzte Wachsthum von *Pœcilothamnion* beruht daher in einer unbegrenzten Wiederholung von begrenzten Achsen. Die Centralachsen (welche Seitenachsen tragen) bestehen aus je dem untersten Gliede einer andern Achse; sie sind *gemischte* Achsen. Die letzten Seitenachsen dagegen, welche keine Veræstelungen tragen, sind *reine* Achsen. Die untersten secundæren Zellen einer reinen Achse erzeugen Astzellen (durch Auswachsen des obern Theiles der Seitenwand und Zellenbildung in dem ausgewachsenen Theile). Sie werden dadurch Elemente von gemischten Achsen, indem die Tochterachse stærker sich entwickelt, und als die Fortsetzung der Mutterachse erscheint. So war in Fig. 7 a — r ursprünglich eine reine Achse, b — r′ war deren Tochterachse, c — r″ war die Tochterachse von b — r′. Durch das stærkere Wachsthum der Tochterachsen erscheint nun aber b als die Fortsetzung von a, c von b, d von c, und damit ist die gemischte Achse a — d entstanden.

An einer Centralachse stehen die Seitenachsen alternirend mit der Divergenz von $^1/_4\,\pi$ ($^1/_4$ des Umfanges), je eine auf einem Gliede; sie sind also 4 zeilig (Fig. 7, 21, r, r′, r″). Das erste Glied einer Seitenachse veræstelt sich in einer Ebene, welche zur Centralachse tangental ist. — Die Astzelle, welche von der ersten secundæren Zelle einer reinen Achse erzeugt wird, zeigt also eine horizontale Abweichung von 90° von ihrem eigenen Anheftungspunkte an der Mutterachse; und diese Divergenzen der successiven Tochterachsen, welche auf der ersten secundæren Zelle stehen, schreiten ohne Unterbruch in der gleichen (schraubenförmigen) Richtung fort. — Die Astzelle, welche von der zweiten secundæren Zelle einer reinen Achse erzeugt wird, divergirt von der Astzelle der ersten secundæren Zelle ebenfalls um einen Winkel von 90°. Die Seitenachsen erscheinen hæufig dichotomisch (Fig. 11); es ist aber keine wahre Dichotomie, so dass je 2 Achsen derselben gleichwerthig wæren; sondern die eine verhælt sich zur andern immer als Mutterachse zur Tochterachse. Durch raschere Entwicklung wird die letztere der ersteren æhnlich. Diese Pseudodichotomieen alterniren mit einer Divergenz von 180°; es rührt diess daher, weil die Tochterachsen an der Mutterachse in der Spiralstellung von $^1/_4\,\pi$ stehen.

Sowohl aus der ersten (untersten) Zelle einer Seitenachse, als aus allen übrigen Zellen der gemischten älteren Achsen wachsen gegliederte und spærlich veræstelte Wurzelfæden nach unten. Aus einer Zelle kommen 1, 2, 3 solcher Fæden hervor, sie liegen lose um die Mutterachsen, oder stehen von denselben ab. Ihre Zellen sind verhältnissmæssig længer und dünner, der Zelleninhalt spærlicher und blasser als in den Laubachsen.

Der Inhalt der jungen primæren Zellen und der jungen secundæren Zellen ist homogener ungefærbter Schleim. In etwas æltern Zellen wird er körnig, færbt sich röthlich und legt sich dann in Form von rothen, hemisphærischen Klümpchen, wahrscheinlich Farbblæschen, an die Wandung. Diese hemisphærischen Blæschen dehnen sich mit dem Wachsthume der Zelle in die Længe. Sie werden dabei etwas schmæler und stellen unregelmæssige kleine Fasern dar, welche meistens die Richtung des Længsdurchmessers der Zelle halten.

Die *Sporenmutterzellen* stehen zu 1, 2 und 3 seitlich an einer secundæren Zelle, welche ausserdem schon einen Ast trægt (Fig. 7), ziemlich in einer senkrechten Reihe (Fig. 8, 9, 10). Diese Reihe, von welcher die

mittlere Sporenmutterzelle, wenn 3 vorhanden sind, meist rechts oder links etwas abweicht (Fig. 9), ist um 90° von dem Punkte entfernt, wo auf der gleichen secundæren Zelle die Tochterachse steht. Die Sporenmutterzellen entstehen wie alle Astzellen: die Seitenwand der secundæren Zelle wæchst in einen Fortsatz aus, welcher sich als besondere Zelle abtheilt. Dieser Prozess schreitet von oben nach unten fort, indem zuerst die oberste, zuletzt die unterste Sporenmutterzelle an einer secundæren Zelle sich bildet (Fig. 8, 9).

Die Sporenmutterzelle enthælt zuerst homogenen farblosen Schleim. Derselbe wandelt sich in eine rothe, körnige Masse um, in welcher man einen centralen, secundæren Kern erkennt. Er ist ein helles durchsichtiges Blæschen mit einem kleinen punktartigen Kernchen (Fig. 8, b). Dieser secundære Kern verschwindet; statt seiner treten vier neue Kerne auf, und darauf theilt sich die Mutterzelle in die 4 tetraëdrisch-gestellten Specialmutterzellen, von denen jede im Centrum einen der 4 Kerne enthælt (Fig. 8, c). Diese Kerne sind schön roth gefærbt, was man an absterbenden Specialmutterzellen erkennt, wo der Inhalt grün geworden, die Kerne aber noch ihre ursprüngliche Farbe behalten haben (¹). — Die Stellung der Specialmutterzellen und somit auch der Sporen ist tetraëdrisch, beobachtet aber ausserdem keine Regel. Oft nimmt eine einzige Zelle den Scheitel der Mutterzelle ein (Fig. 10, b); oft berühren denselben 2 oder 3 Zellen (Fig. 8, c). Ebenso erfüllt bald eine einzige Spore den untern Theil, bald geht eine trennende Linie bis zur Basis.

Die *Antheridien* (Fig. 11 — 19) sind Anhæufungen von kleinen runden, farblosen Zellchen, die auf einer Unterlage von 2, 3 oder 4 kleinen röthlich gefærbten Zellen ruhen. An einer secundæren Zelle sind 1, 2 oder 3 solcher Hæufchen befestigt, in derselben Lage wie die Sporenmutterzellen. Sie stehen nämlich in einer senkrechten Linie übereinander, welche 90° von der Abgangsstelle der Tochterachse entfernt ist; das oberste liegt etwas unterhalb dieser Stelle. Auch das haben sie mit den Sporenmutterzellen gemein, dass zuerst das obere, zuletzt das unterste sich entwickelt (Fig. 12, 16, 17).

Die Bildungsgeschichte der Antheridien ist folgende. Sie erscheinen zuerst als einfache Astzelle, dadurch dass die secundære Zelle auswæchst und sich abtheilt (Fig. 12, 16). Diese Astzelle theilt sich in 2, in eine untere und innere, und in eine obere und æussere (Fig. 12, 13, 17). Jede derselben theilt sich wieder in 2 Zellen. Auf diese Weise bilden sich 2 — 5 Zellen (Fig. 16, 17, 18), welche grösser, parenchymatisch und roth-gefærbt werden. Die æussern Zellchen dagegen, welche sphærisch, farblos und kleiner sind, scheinen durch Auswachsen und Abschnüren der zuerst gebildeten innern Zellen zu entstehen. Sie sind die Samenzellchen (Fig. 15 — 19).

Die Samenzellchen sind alle von gleicher Gestalt und Grösse. Ihr Durchmesser betrægt 0,003 ‴. Zuerst mit homogenem oder feinkörnigem Schleime erfüllt (Fig. 20, a), werden sie dann wasserhell, und enthalten bloss noch ein wandstændiges Körnchen (Fig. 20, b). Wenn dasselbe von der Seitenflæche angesehen wird, so scheint es sich in eine erst dickere und allmælig dünner werdende Linie (Samenfaden?) fortzusetzen (Fig. 20, c, d). In diesem Stadium fallen die Zellchen ab.

Die *Keimzellenhæufchen* sitzen seitlich an den secundæren Laubzellen, auf zwei gegenüberliegenden senkrechten Linien, welche 90° von der Anheftungsstelle der Tochterachse entfernt sind. Sie sind zu 2 oder 4 an einem Gliede vorhanden, und je 2 einander opponirt (Fig. 21, 29). Auf den ersten Anblick scheinen sie Kapseln, d. h. grosse Mutterzellen zu sein, in denen eine Menge von Keimzellen liegen. Die Entwicklungsgeschichte zeigt aber, dass diese Annahme unrichtig ist. Die secundæren Laubzellen wachsen in einen seitlichen Fortsatz aus (Fig. 22, a), welcher zur besondern Zelle wird (b). Diese Astzelle ist für das entstehende Keimhæufchen die primære Zelle des ersten Grades. Sie theilt sich durch eine die Achse unter einem rechten Winkel schneidende Wand (Fig. 23) in eine erste secundære Zelle (b) und eine primære Zelle des zweiten Grades (c): $I^1 = I^2 + {}^1II$. Die primære Zelle des zweiten Grades theilt sich auf gleiche Weise in die primære Zelle des dritten Grades (Fig. 24, c) und in die zweite secundære Zelle (Fig. 25, b): $I^2 = I^3 + {}^2II$. Die Zellenbildung in

(¹) Zeitschr. f. w. Bot., Heft 1, tab. 1, Fig. 26.

der primären (Scheitel-) Zelle schreitet auf diese Weise fort, nach der Formel $1^n = 1^{n+1} + {}_n\mathrm{II}$ (¹). Dadurch entsteht ein Strang von secundären Zellen. Die erste, zweite, dritte oder vierte derselben bildet eine Astzelle (Fig. 26, r, r), welche sich wieder als primäre Zelle des ersten Grades verhält, als solche Zellen bildet, und sich zu einer Tochterachse entwickelt. Alle folgenden secundären Zellen erzeugen ebenfalls Astzellen und aus denselben Tochterachsen. Man kann die Zellenbildung bloss bis auf einen gewissen Punkt verfolgen. Da aber diejenigen Zellen, welche sich zuerst bilden (die untersten in einem Keimhäufchen), eben so gut Keimzellen sind, als die später gebildeten, so muss angenommen werden, dass diese letztern auf gleiche Art entstehen, wie jene erstern. Die Zellenbildung in einem Keimzellenhäufchen ist somit die gleiche, wie in einem jeden Aste der Laubachsen. Sie beginnt mit einer primären Zelle des ersten Grades, und bildet Zellen nach der Formel $1^n = 1^{n+1} + {}_n\mathrm{II}$. Ferner bilden die secundären Zellen der ursprünglichen Achse Astzellen, welche in neue Achsen auswachsen. Diese Achsen tragen seitlich wieder Tochterachsen etc., etc. Zellenbildung in den primären Zellen und Verästelung aus den secundären Zellen gehen unbestimmt weit, sie sind aber beide begrenzt.

Die Richtigkeit dieser Annahme in Bezug auf die Entwicklungsgeschichte der Keimhäufchen lässt sich noch auf eine andere Weise darthun. Wir haben bei *Antithamnion cruciatum* gesehen, dass die Zellen der gleichen Achse unter sich, und je mit der untersten Zelle der Tochterachse durch einen Porus verbunden sind. Das gleiche ist in der Gattung *Poecilothamnion* der Fall. Wir finden ferner bei andern Florideen, dass, wenn sich der Zelleninhalt durch störende äussere Einflüsse von der Membran zurückzieht, er durch Fortsätze mit den Poren verbunden bleibt; und dass, wenn dabei durch Säuren die Zellwände aufgelöst werden, der Inhalt der aneinander liegenden Zellen noch durch dünne Stränge zusammen hängt, in deren Mitte man den ehemaligen Porus erkennt. Wenn nun die Keimzellenhäufchen von *Pöcilothamnion* vorsichtig mit verdünnter Salpetersäure behandelt und gedrückt werden (²), so gelingt es zuweilen, die ganze Zellenmasse so auseinander zu legen, dass je auf einer untern und innern Zelle 2 obere und äussere Zellen stehen, dass sich also die Zellmasse dichotomisch theilt (Fig. 28). Diese Dichotomie ist, wie diejenige der Aeste, eine falsche, indem von den 2 Zellen, welche auf einer, z. B. der m^{ten} secundären Zelle stehen, die eine die $m + 1^{te}$ secundäre Zelle der gleichen Achse, die andere die 1te secundäre Zelle der Tochterachse ist. Diese scheinbare Dichotomie ist hier um so begreiflicher, da die Keimzellenhäufchen begrenzte Achsen sind; denn bei begrenzten Organen treffen wir bei den Florideen gewöhnlich einen dichotomischen Anschein im ausgewachsenen Zustande, auch wenn sie nicht dichotomisch entstanden sind, so z. B. bei den haarförmigen Blättern (³).

Aus der Entwicklungsgeschichte ergiebt sich die morphologische Bedeutung der Keimhäufchen. Es sind *metamorphosirte Laubachsen*. Zellenbildung und Verästelung ist die gleiche. Der Unterschied liegt darin, dass die Zellen klein bleiben und sich nicht in die Länge dehnen, und dass die Achsen statt sich auseinander zu breiten, sich gegen einander legen. Dadurch entsteht eine zusammengeballte Zellmasse, wo die einzelnen Zellen durch den Druck parenchymatisch werden. Die vegetativen Achsen dagegen breiten sich aus, und die Zellen nehmen eine cylindrische Gestalt an. Der Ausdruck « metamorphosirte Laubachsen » darf aber nicht so verstanden werden, als ob jede vegetative Achse sich beliebig in ein Keimhäufchen verwandeln könnte. Diess ist nicht möglich, da die letztern neben und nach den vegetativen Aesten entstehen, und auch eine andere Stelle an der Mutterachse einnehmen als diese.

Da die Keimhäufchen aus primären, secundären, tertiären etc. Achsen gebildet sind, so erkennt man oft an

(¹) Vergl. oben bei *Callithamnion*.

(²) Ein ähnliches Verfahren giebt bei *Polysiphonia* Aufschluss über die Stellungsverhältnisse der Zellen (vergl. Zeitschrift f. w. Bot., Heft 3 und 4, pag. 214.

(³) Vergl. bei *Polysiphonia* a. gl. O., pag. 211.

ihnen grössere und kleinere Lappen (Fig. 27). Diess geschieht oft in vorzüglichem Masse, wenn sich die einen Achsen stärker entwickeln als die andern. Häufig auch bildet der unterste Ast des Keimhäufchens einen eigenen, kleinern, von dem übrigen Keimhäufchen abgesonderten Lappen.

Die Keimzellen sind ursprünglich farblos, mit homogenem, nachher feingekörntem Schleime. Bei ihrer vollkommenen Ausbildung besitzen sie alle ungefähr gleiche Grösse (0,006 ''' — 0,008 '''), und einen körnigen, intensiv rothgefärbten Inhalt. Die unterste, oder auch die 2 bis 3 untersten Zellen, welche den Träger des Keimhäufchens bilden, sind blasser gefärbt, und besitzen weniger festen Inhalt; zuweilen sind sie grösser (Fig. 27, a) als die Keimzellen; — es sind keine Keimzellen.

Bei ihrem ersten Auftreten sind die Keimhäufchen noch nicht von einer Membran umgeben (Fig. 22 — 26; Fig. 29 a). Diese erscheint allmälig mit dem fortschreitenden Wachsthume, und ist Gallerte, die von den Zellen ausgeschieden wird. Es ist daher unrichtig, sie als « pericarpium hyalinum, » oder « perisporangium gelatinoso-hyalinum, » oder « spermangium membranaceum gelineum » zu bezeichnen. Als die nämliche Extracellularsubstanz, welche bei allen Zellen der Florideen in grösserm oder geringerm Masse angetroffen wird, darf sie auch hier keine besondere Bezeichnung und kaum eine besondere Erwähnung erhalten.

Die 3 verschiedenen Fortpflanzungsorgane Sporen, Antheridien und Keimhäufchen finden sich auf verschiedenen Individuen. Sie sind triclinisch. — Sporen und Antheridien stimmen darin mit einander überein, dass sie entweder an begrenzten reinen Achsen oder an begrenzten (mit begrenzter Wiederholung) gemischten Achsen sich bilden. Die Keimhäufchen dagegen entstehen an unbegrenzten (mit unbegrenzter Wiederholung) gemischten Achsen.

Die Gattung *Poecilothamnion* unterscheidet sich von *Antithamnion* dadurch, dass sie ein Laub und nicht einen beblätterten Stamm besitzt, — von *Callithamnion* dadurch, dass ihre Laubachsen begrenzt sind und in eine hinfällige borstenförmige Spitze endigen, dass die Divergenz der Verästelung $^1/_4$ beträgt, und dass die Sporenmutterzellen zu mehreren auf Laubgliedern stehen, welche schon eine vegetative Tochterachse tragen, während bei *Callithamnion* die Laubachsen unbegrenzt sind, mit einer Divergenz von $^1/_3$ sich verästeln, und die Sporenmutterzellen einzeln auf Laubgliedern stehen, welche keine vegetative Tochterachse erzeugten. — Zu *Poecilothamnion* gehören die Arten *P. versicolor* (Callithamnion v. Ag.), *P. corymbosum* (Callithamnion c. Ag.) und P. *spongiosum* (Callithamnion sp. Harv.)

Ptilota plumosa *Ag.*

Tab. VI, Fig. 38 — 42.

Ptilota hat, wie mehrere andere Gattungen der Ceramiaceen, ein continuirliches, scheinbar aus Zellgewebe gebildetes Laub. Ich will von derselben bloss die vegetative Entwicklungsgeschichte mittheilen, um die Verschiedenheit dieses Baues von dem der folgenden Ordnungen zu zeigen. Am leichtesten ist sie bei *Pt. plumosa Var. tenuissima* Ag. (*Pt. elegans* Kütz.) zu beobachten. Die Enden der Achsen und alle jüngern Zweige sind Zellenreihen (Fig. 38), deren Wachsthum mit demjenigen von *Callithamnion* genau übereinstimmt, indem die Scheitelzelle sich fortwährend durch eine horizontale Wand theilt, nach der Formel $I^n = I^{n+1} + {}_nII$. Die Gliederzellen theilen sich nicht durch Gewebezellbildung. Die Theilung der Scheitelzelle kann sich immer wiederholen; die Achsen sind daher ihrem Begriffe nach unbegrenzt. Doch verlängern sich die wenigsten wirklich ohne Ende, sondern in den meisten abortirt die Zellenbildung in der Scheitelzelle früher oder später. Dieses Aufhören des Wachsthums scheint aber von äusseren Einflüssen abzuhängen, da es ganz unbestimmt eintritt. Alle Achsen sind daher als einander gleich, somit als Laubachsen zu betrachten.

Jede Gliederzelle erzeugt zwei gegenüberstehende Astzellen, indem sie mit ihrer obern Seitenfläche auswächst, und der ausgewachsene Theil sich als besondere Zelle abtheilt. Aus jeder Astzelle entsteht eine Achse (Fig. 38, r, q — q, p — p, o — o, etc.). Alle Tochterachsen einer Achse liegen in der gleichen Ebene mit einander und zugleich mit allen übrigen Achsen der Pflanze, welche ich, da es noch andere Achsen giebt, primäre nennen will. — Nachdem die Gliederzelle jene zwei Astzellen erzeugt hat, und diese angefangen haben, sich zu neuen primären Achsen zu entwickeln, so bildet sie zwei neue Astzellen, welche ebenfalls opponirt sind, die aber von den ersten zwei Astzellen um einen rechten Winkel entfernt sind (Fig. 39, a; Fig. 38, zwischen n — n). Die zweiten Astzellen liegen an einer Achse in zwei geraden Reihen, deren Fläche die Fläche der ersten Astzellen (oder der Laubäste) unter einem rechten Winkel schneidet. Sie wachsen nicht zu Laubästen aus, wie die ersten Astzellen, sondern bleiben einzellige Zweige. Sie sind durchaus den grossen Gürtelzellen von *Ceramium* analog. Was ihre organographische Bedeutung betrifft, so vermuthe ich, dass es secundäre, begrenzte, einzellige Laubachsen seien. Besondere Achsen sind es ohne Zweifel, weil sie sich wie Astzellen bilden und in ihrem ganzen Verhalten durchaus von den wahren Rindenzellen von *Polysiphonia* und der andern Gattungen der folgenden Ordnungen verschieden sind. Einzellig sind diese Achsen, denn sie haben keine unmittelbare Achsenfortsetzung.

An jeder der zweiten Astzellen, welche die secundären Laubachsen darstellen, entstehen nach aussen 4 kleinere Astzellen, zwei unten, zwei oben, je eine rechts und eine links. Sie treten nach einander auf, und zwar die untern zuerst (Fig. 39, b, c; Fig. 38 zwischen m — m, l — l, bei k, zwischen h — h), nachher die obern (Fig. 39, d, e; Fig. 38, zwischen g — g, bei f; Fig. 40, d, e). Jede dieser 4 kleinen Astzellen wächst in eine gegliederte und verästelte Zellenreihe (Wurzelfaden) aus, die beiden obern nach oben (Fig. 41, b, c; Fig. 42, b, c; Fig. 38, zwischen c — c), die beiden untern nach unten (Fig. 40, f; Fig. 41, d, e; Fig. 42, d, e; Fig. 38, zwischen d — d und e — e). Diese Zellenreihen wachsen durch Theilung der Scheitelzelle (die Gliederzellen theilen sich nicht), und verästeln sich dadurch, dass die Gliederzellen mit ihrer obern Seitenfläche auswachsen und Astzellen erzeugen; ihre Entwicklungsgeschichte ist also im Allgemeinen die gleiche wie die der primären Laubachsen. Diese verästelten Zellenreihen legen sich dicht auf die Gliederzellen der primären Laubachsen und auf einander, und bilden ein gewebeähnliches Geflecht, welches immer dicker wird, und die secundären Laubachsen bald vollständig, die primären Seitenachsen aber immer mehr an der Basis umhüllt. Es entspringen aber solche Wurzelfäden nicht bloss aus den secundären einzelligen Laubachsen, sondern auch aus den untersten (ersten) Gliederzellen der primären Laubachsen, indem dieselben am untern Ende ihrer untern Seitenfläche eine Astzelle erzeugen (Fig. 40, h; 38, h), welche nach unten sich zu einer verästelten Zellenreihe entwickelt (Fig. 40, i; Fig. 38, g, f, e, d, c).

Jede Gliederzelle, mit Ausnahme der ersten (also 2.....xII), erzeugt demnach an ihrem obern Ende 4 Astzellen, erst eine rechts und eine links, woraus die primären, der Mutterachse gleichen Tochterachsen hervorgehen, später eine vorn und eine hinten, welche die secundären einzelligen, der Mutterachse ungleichen Tochterachsen sind. Die unterste oder erste Gliederzelle einer Achse dagegen bildet ausser diesen 4 obern Astzellen noch eine untere, aus welcher ein Wurzelfaden wird. — Jede Gliederzelle, mit Ausnahme der untersten (also 2...xII), wird auf jeder der beiden Seiten von 6 Punkten aus mit Wurzelfäden überwachsen: 1) von zwei Fäden, die aus den ersten Gliedern der beiden primären Tochterachsen entspringen, 2) von zwei Fäden, welche aus der secundären einzelligen Tochterachse nach unten wachsen, und 3) von zwei Fäden, welche aus der secundären einzelligen Tochterachse der nächst untern Gliederzelle nach oben wachsen. Die unterste oder erste Gliederzelle einer Achse (, II) dagegen wird auf jeder Seite bloss von 4 Punkten aus mit Wurzelfäden überwachsen: 1) von zwei Fäden, die aus den ersten Gliedern der beiden primären Tochterachsen hervorgehen, und 2) von zwei Fäden, welche aus der secundären einzelligen Tochterachse nach unten wachsen. — Zum bessern Verständnisse muss ich hier übrigens noch besonders auf die Erklärung der Abbildungen verweisen.

Untersucht man einen entwickelten Stamm von *Ptilota plumosa*, so findet man mitten in der Zellmasse eine

Reihe von grossen Zellen (die primære Laubachse). An dem obern Seitentheile jeder dieser Zellen sind zwei Reihen ebenfalls grosser Zellen befestigt, eine nach rechts und eine nach links; die Basis dieser beiden Reihen liegt in der Zellmasse des Hauptstammes verborgen, sie setzen sich nach oben in die Achsen der Seitenæste fort, und sind die primæren Tochterachsen. An dem obern Seitentheile jeder der grossen Achsenzellen eines Stammes stehen ferner zwei grosse Zellen, eine nach vorn und eine nach hinten (die secundæren einzelligen Laubachsen), ebenfalls von der Zellmasse bedeckt. Diese Zellmasse, welche die grossen Achsenzellen, die Zellen der secundæren Achsen und die untern Glieder der primæren Seitenachsen umhüllt, ist ein dichtes, gewebeæhnliches, aus vielen Schichten bestehendes Geflecht von gegliederten und veræstelten Fæden, dessen Zellen in Uebereinstimmung mit ihrer Entstehungsweise nicht so enge verbunden sind wie in einem Gewebe, sondern sich in veræstelte Reihen trennen lassen, und nicht wie in einem wahren Gewebe mit allen anliegenden Zellen durch Poren verbunden sind, sondern bloss mit denjenigen Zellen, mit denen sie in eine Reihe zusammengehören. — Da bei *Ptilota* wie bei allen übrigen *Ceramiaceen* in der Scheidewand zwischen zwei Zellen immer nur Ein centraler Porus sich findet, so hat daher jede Gliederzelle einer primæren Achse (mit Ausnahme der untersten) 6 Poren, zwei unten und oben nach den Gliederzellen der gleichen Achse, zwei rechts und links nach den ersten Gliederzellen der primæren Seitenachsen, und zwei vorn und hinten nach den secundæren Seitenachsen. Die erste oder unterste Gliederzelle einer primæren Achse hat 7 Poren, næmlich noch einen nach dem Wurzelhaare, welches aus ihrer untersten Ecke entspringt. Jede der Astzellen, welche die secundæren einzelligen Achsen darstellen, hat 5 Poren, einen an der inneren Flæche nach der Gliederzelle ihrer Mutterachse, und vier an der æussern Flæche (zwei oben und zwei unten) nach den Wurzelfæden, welche an ihr befestigt sind. Jede Gliederzelle eines Wurzelfadens hat zwei Poren, einen an der untern und einen an der obern Endflæche nach den beiden Zellen, an die sie in ihrer Reihe anstösst, ferner einen dritten, wenn sie einen Ast trægt. Aber sowohl zwischen den Laubzellen und den Zellen der Wurzelfæden, welche auf jenen liegen, als zwischen den Zellen verschiedener Wurzelfæden, welche seitlich einander berühren, finden sich niemals Poren, und somit auch kein inniger Zusammenhang, dessen Ausdruck sie sind. Entwicklungsgeschichte und fertiger Bau stimmen also darin überein, die Zellmasse, welche die Achsen von *Ptilota* umhüllt, nicht als ein *Gewebe*, und somit nicht als eine *eigentliche Rinde*, sondern als ein blosses *Geflecht* individueller Zellenreihen nachzuweisen.

II. DELESSERIACEÆ.

Die Hauptachsen sind Zellschichten oder Zellkörper, deren Scheitelzelle sich durch horizontale Wände theilt; Sporenmutterzellen im Gewebe.

Diese Ordnung unterscheidet sich von der vorhergehenden dadurch, dass die Hauptachsen oder diejenigen, in welchen die Sporenbildung statt findet, nie Zellenreihen sind, sondern entweder eine Zellschicht, oder eine Zellschicht mit mehrschichtigen Nerven und Venen, oder ein flacher oder endlich ein cylindrischer Zellkörper. — Das Wachsthum der Achsen in die Länge geschieht so, dass die Scheitelzelle (I^n) sich durch eine horizontale Wand in eine neue Scheitel-

zelle (I^{n+1}) und in eine Gliederzelle ($_nII$) theilt. Das Wachsthum in die Dicke findet so statt, dass die Gliederzellen sich durch senkrechte Wände theilen, worauf sich die Theilung durch senkrechte (radiale oder tangentale), durch horizontale oder durch schiefe Wände wiederholen kann. — Die Achsen der *Delesseriaceen* bestehen also ursprünglich aus einer Reihe von Gliederzellen, und sind somit alle in der Wirklichkeit gegliedert, wenn man auch an den meisten die Gliederung später nur undeutlich oder gar nicht mehr erkennt. — Characteristisch für diese Zellenbildung ist, dass die Gliederzellen nie in zwei gleiche, sondern immer durch excentrische senkrechte Wände in zwei ungleiche Zellen sich theilen, wodurch aus einer Gliederzelle zunächst immer eine mittlere und mehrere äussere Zellen hervorgehen. Das Wachsthum der *Delesseriaceen* unterscheidet sich durch diesen Punkt von denjenigen Algenfamilien, mit denen jene sonst mehr oder weniger im Bau übereinstimmen, nämlich von den *Ulveen*, *Stilophoreen* und *Fuceen*, indem hier die Gliederzellen sich durch centrale verticale Wände in zwei gleiche Tochterzellen theilen.

Die Sporenmutterzellen sind bei den *Delesseriaceen* immer im Gewebe eingeschlossen; sie sind daher nie Scheitelzellen oder Gliederzellen, wie bei den *Ceramiaceen* und den *Phyllophoraceen*.

Die Keimzellen sind in Keimbehältern, die an der Spitze geöffnet sind, eingeschlossen. Sie scheinen einen ziemlich durchgreifenden Unterschied zwischen dieser Ordnung und den *Rhodomeniaceen* zu bilden, wo die Keimzellen zu Keimhäufchen verbunden sind, welche im Gewebe der Achsen liegen.

1. Nitophylleæ.

Zellschicht; die Sporenmutterzellen liegen in der Achsenfläche.

Diese Familie, welche grosse habituelle Aehnlichkeit mit einigen Pflanzen der folgenden Familie hat, unterscheidet sich von denselben sowohl durch den einfacheren Bau als vorzüglich dadurch, dass hier die Sporenmutterzellen in der gleichen Fläche mit den übrigen Zellen der Zellschicht liegen, während sie dort excentrisch und ausserhalb der Zellen der Achsenfläche liegen.

Zu dieser Familie gehört die einzige Gattung *Nitophyllum*, mit Ausschluss von mehreren Arten, nämlich von *N. Gmelini* Grev., *N. Bonnemaisoni* Grev., *N. Hilliæ* Grev., *N. laceratum* Grev.

Nitophyllum punctatum *Grev.* (1).

Tab. VII, Fig. 1 — 15.

Die Pflanze ist eine Zellschicht, welche wiederholt sich in dichotomische Lappen theilt. An den Spitzen der Lappen erkennt man, wenn sie schmäler sind, die Scheitelzelle (I^n). Dieselbe theilt sich durch eine horizontale Wand in eine neue Scheitelzelle (I^{n+1}) und in eine Gliederzelle ($_nII$), so dass also das Längenwachsthum nach der Formel $I^n = I^{n+1} + {}_nII$ stattfindet. Diese Zellenbildung ist bloss an schmälern, spitzern Läppchen des Laubes zu sehen. Sie ist begrenzt; denn jede Achse der Pflanze wächst bloss bis zu einer gewissen Länge, und erzeugt dann an ihrer Spitze zwei (gabelförmige) Tochterachsen, in welchen das Wachsthum wieder mit I^1 beginnt.

Die Gliederzellen theilen sich durch eine excentrische senkrechte Wand, welche die Laubfläche unter einem rechten Winkel schneidet, in eine grössere und eine kleinere Zelle. Die grössere theilt sich wieder durch eine gleiche, mit der ersten parallele Wand in eine innere und eine äussere Zelle. Diese zwei Zellenbildungen sind die gleichen, wie sie in den Gliederzellen von *Delesseria Hypoglossum* auftreten, und können auch auf die nämliche Weise bezeichnet werden, nämlich $II^1 = II^2 + {}_1III$ und $II^2 = II^3 + {}_2III$ (2). Aus einer Gliederzelle entstehen somit zunächst 3 Zellen, eine mittlere und jederseits eine seitliche. — Die weitere Zellenbildung ist mir unbekannt. Wie es scheint, theilen sich alle drei Zellen, so wie deren Tochterzellen, und zwar abwechselnd, durch horizontale und durch verticale Wände, welche die Laubachse unter einem rechten Winkel schneiden. Verticale, mit der Laubfläche parallele Wände treten beim vegetativen Wachsthume nicht auf, so dass das Laub einschichtig bleibt. Wenn das Wachsthum in die Breite aufgehört hat, so sind alle in gleicher Höhe nebeneinander liegenden Zellen ziemlich von gleicher Grösse, und erscheinen, von der Fläche angesehen, parenchymatisch. Am Rande jedoch liegt in der Regel eine Reihe von Zellen, welche im Durchschnitte halb ($^1/_3$ — $^1/_5$) so gross sind als die übrigen (Fig. 1, a). Zuweilen finden sich zwei Reihen solcher doppelt kleinerer Zellen am Rande; dieselben sind entweder von gleicher Grösse (Fig. 1, b), oder die Zellen der äussersten Reihe sind halb so gross als die der zweiten Reihe, diese halb so gross als die übrigen (innern) Zellen.

Die entwickelten Zellen sind mit wasserheller Flüssigkeit gefüllt. An der Wandung liegt die Schleimschicht; an dieser sind die blassröthlichen, hemisphärischen Farbbläschen befestigt. Dieselben bedecken die Oberfläche entweder gleichförmig, oder es bleiben einzelne kreisförmige oder elliptische Stellen frei, oder die Farbbläschen bilden bloss netzförmige Maschen.

Die *Sporenmutterzellen* sind über die Laubfläche zerstreut, entweder einzeln, oder zu mehreren zu kleinen Häufchen vereinigt. Es werden einzelne Zellen des Laubes unmittelbar zu Sporenmutterzellen, indessen

(1) Gewöhnlich wird eine schmächtige Varietät als besondere Art *N. ocellatum* Grev. unterschieden. Mit Recht hat Harvey dieselbe mit *N. punctatum* vereinigt. Unter einer Menge von Exemplaren fand ich in Neapel characteristische Formen der einen und der andern Varietät, zugleich aber viele Mittelglieder, welche sich nicht bestimmen liessen.

(2) Vergl. Zeitschrift f. w. Bot., Heft 2, pag. 123.

sich die nächstliegenden Laubzellen theilen (vergl. Fig. 2 und 3, welche Querschnitte darstellen). Diese Zellentheilung findet so statt, dass in einer Zelle eine excentrische, mit der Laubfläche parallele Wand auftritt, wodurch zwei ungleiche Tochterzellen entstehen (Fig. 3, b), und dass die grössere Tochterzelle sich noch einmal auf gleiche Weise theilt. Das Resultat ist immer eine mittlere und zwei äussere Zellen (Fig. 2, b, b). Diejenigen äusseren Zellen, welche an die Sporenmutterzelle anstossen, bedecken dieselbe theilweise, so dass beiderseits bloss ihr Scheitel frei bleibt (Fig. 2, c; 3, d). In Fig. 4 ist ein Sporenhäufchen von der Fläche dargestellt mit drei Sporenmutterzellen, welche in der Mitte an einem 4, 5 oder 6 eckigen Intercellularraume unbedeckt sind.

Ehe die Laubzellen zu Sporenmutterzellen werden, enthalten sie, wie alle übrigen Zellen, eine wasserhelle Flüssigkeit und eine wandständige Schleimschicht mit Farbbläschen. Zuerst werden nun die Farbbläschen aufgelöst, und es bildet sich farbloser körniger Schleim, welcher als eine breite Schicht der Wandung anliegt (Fig. 5, a). Später sammelt sich derselbe um einen centralen Kern und in radienförmige Strömungsfäden (Fig. 5, b). Der Schleim mehrt sich und färbt sich gelblich; die centrale Masse wird grösser, die Fäden zahlreicher. Statt des centralen Kernes werden zwei neue Kerne (Fig. 5, c), und dann eine trennende Wand (Fig. 5, d) sichtbar. Jede der beiden Tochterzellen theilt sich noch einmal auf gleiche Weise in zwei kugelquadrantische Zellen. Der Inhalt ist indessen bräunlich-orange, dann braunroth geworden. Wenn die 4 Sporen ausgebildet sind, so erscheinen sie schön roth und dicht mit feinkörnigem Inhalte erfüllt.

Die *Antheridien* sind Anhäufungen von kleinen Samenzellchen, welche die beiden Flächen des Laubes stellenweise bedecken. In Fig. 8 ist ein Theil eines Antheridiums von der Fläche, in Fig. 6 der ganze Querschnitt eines solchen dargestellt. Das Laub ist an dieser Stelle sehr wenig verdickt; wenn sein übriger Durchmesser z. B. 0,012 ''' beträgt, so ist das Antheridium 0,014 ''' dick. Die sterilen Laubzellen selbst sind beträchtlich schmäler (Fig. 7, b); die Samenzellchen liegen meist in zwei Schichten (Fig. 7, c). Aus der Entwicklungsgeschichte der Antheridien habe ich nur einige wenige Zustände gesehen; ich vermuthe aber, dass sie folgendermassen entstehen. Die Laubzellen theilen sich in drei Zellen, auf ähnliche Weise, wie die die Sporenmutterzellen umgebenden Zellen (Fig. 2, b). Davon bleibt die mittlere steril (Fig. 7, b). Die seitlichen theilen sich wiederholt, zuerst durch Wände, welche zur Laubfläche rechtwinklig sind, zuletzt durch Wände, welche mit derselben parallel laufen. Die letzten Zellen sind die Samenzellchen; oder, was mir wahrscheinlicher ist, in den letzten Zellen bilden sich (in jeder eines) die Samenbläschen. — Die Samenzellchen sind zuerst parenchymatisch, 4, 5, 6 eckig, mit homogenem Schleime erfüllt und einem Pünktchen (Kernchen) an der Wandung (Fig. 9); nachher werden sie kugelig und wasserhell (Fig. 10); das wandständige Pünktchen ist etwas grösser; von demselben geht ein wandständiger, allmälig dünner werdender Faden aus (Fig. 10, a). Die Samenzellchen sind alle gleich gross, kaum über 0,002 ''' dick. Bewegung oder freie Samenfäden sah ich nicht.

Die *Keimzellen* sind in Keimbehälter eingeschlossen, welche in der Fläche des Laubes liegen, und an der Spitze durch eine warzenförmige Mündung sich öffnen. Die Keimzellen entstehen an einem mittelständigen Samenträger. Fig. 11 zeigt einen Keimbehälter im Querschnitte. Die Entwicklungsgeschichte ist folgende. Alle an einer kreisförmigen Stelle befindlichen Laubzellen theilen sich durch eine excentrische, mit der Laubfläche parallele Wand in zwei ungleiche Zellen (wie Fig. 15, b). Die grössere derselben theilt sich noch einmal durch eine gleiche Wand (wie Fig. 13, c). Aus einer Laubzelle sind somit drei, eine mittlere oder Achsenzelle und zwei Seitenzellen entstanden. Die eine Schicht von Seitenzellen erhebt sich an der ganzen kreisförmigen Stelle, und dabei theilt sich jede Zelle in der Regel noch einmal: es ist diess die Decke des Keimbehälters (Fig. 15, d — d; Fig. 11, e — e). Im Mittelpunkte derselben bildet sich eine Oeffnung; sie tritt nach aussen warzenförmig vor, und ist aus kleinern Zellen gebaut (Fig. 11, f). — Die andere Schicht von Seitenzellen mit den Achsenzellen bildet den Boden des Keimbehälters (Fig. 11, c — c). Diese Seitenzellen theilen sich ebenfalls in zwei oder drei Zellen (Fig. 15, e). Die Achsenzellen bleiben, wie mir scheint, im Umfange immer ungetheilt (Fig. 15, f). In der Mitte des Keimbehälters dagegen erheben sie sich nach oben, und füllen sich mit rothem körnigem

Inhalte (Fig. 15, g), und theilen sich dann wiederholt, so dass aus jeder Achsenzelle eine Reihe von Zellen entsteht (Fig. 15, h), die ich Keimhaar nennen will. Die Keimhaare sind frei (nicht mit einander verwachsen), meist einfach, doch auch spärlich verästelt. Die Zellen der Keimhaare verwandeln sich in Keimzellen, indem sie grösser werden, sich dicht mit braunrothem Inhalte färben, und abfallen. Zuerst entwickeln sich die Endzellen (Fig. 12, 13), nachher geht die Entwicklung von Zelle zu Zelle nach unten hin. — Die jungen Keimzellen sind mit fast homogenem branngelblichem Inhalte, die ausgebildeten Keimzellen mit braunrothem, grobkörnigem Inhalte erfüllt (Fig. 14). In beiden bemerkt man ein centrales Kernbläschen.

Die *Sporenmutterzellen*, die *Antheridien* und die *Keimbehälter* finden sich auf getrennten Individuen. Ich fand alle drei im Mai 1842 bei Neapel in fast gleicher Individuenmenge. Dass alle drei besondere und morphologisch von einander unabhängige Organe seien, dass man also nicht etwa die einen als den metamorphosirten oder verkümmerten Zustand der andern ansehen dürfe, wird am besten durch die Entwicklungsgeschichte bewiesen, da alle drei aus verschiedenen Zellen entstehen, nämlich die Sporen aus ungetheilten Laubzellen, die Samenzelleben aus den Seitenzellen des getheilten Laubes, und die Keimzellen aus den Achsenzellen des getheilten Laubes.

2. Delesserieae.

Zellschicht mit mehrschichtigen Nervationen, oder flacher Zellkörper (mit einer Reihe von Achsenzellen, deren jede zunächst von nicht mehr als 4 Zellen umgeben ist); Wachsthum in die Breite und Dicke geschieden, ersteres in der Richtung der Achsenfläche eine Zellschicht erzeugend, letzteres senkrecht zu derselben die einfache Schicht in mehrere theilend; die Sporenmutterzellen liegen nach aussen von den Zellen der Achsenfläche.

Die Gattungen, welche zu dieser Familie gehören, stimmen, in Rücksicht auf das Wachsthum, darin mit einander überein, dass die Gliederzellen (II^1) zuerst durch eine senkrechte excentrische Wand, welche die Laubfläche unter einem rechten Winkel schneidet, in eine grössere (II^2) und eine kleinere ($_1III^1$) Zelle sich theilen, dass die erstere durch eine gleiche Wand eine innere (II^3) und eine äussere ($_2III^1$) Zelle erzeugt, dass dann die innere Zelle sich durch eine senkrechte excentrische, mit der Laubfläche parallele Wand in eine grössere (II^4) und eine kleinere Zelle ($_3III^1$) theilt, und dass endlich aus der grössern dieser beiden Zellen durch eine gleiche Wand eine Achsenzelle (II^5) und eine äussere Zelle ($_4III^1$) entstehen. Das Resultat dieser Zellenbildung ist eine Achsenzelle (II^5), welche von 4 tertiären Zellen ($_1III^1$, $_2III^1$, $_3III^1$, $_4III^1$) umgeben ist, von

denen die zwei gegenüberstehenden, in der Achsenfläche liegenden zuerst entstanden sind. Wenn die Zellenbildung, wie es gewöhnlich der Fall ist, weiter geht, so verhalten sich dabei die 4 tertiären Zellen untereinander ungleich. Die beiden zuerst entstandenen, opponirten, tertiären Zellen des ersten Grades ($_1$III^1 und $_2$III^1), so wie ihre Tochterzellen theilen sich bloss durch Wände (horizontale, senkrechte, oder schiefe), welche die Achsenfläche unter einem rechten Winkel schneiden, nie durch solche, welche mit derselben parallel laufen, so dass aus dieser Zellenbildung zunächst eine einfache Zellschicht entsteht. Dann theilen sich alle oder einzelne Zellen dieser Schicht durch verticale, mit der Achsenfläche parallele Wände, und diese Zellenbildung wiederholt sich durch Wände, welche entweder zur Achsenfläche rechtwinklig oder mit derselben parallel sind. Die gleiche Zellenbildung tritt auch in den beiden zuletzt entstandenen, opponirten, tertiären Zellen des ersten Grades ($_3$III^1 und $_4$III^1) auf. — Ausser dem Wachsthume in die Länge kann man also bei den *Delesserieen* zwei Arten des Wachsthums scharf unterscheiden: 1). *das Wachsthum in die Breite*, welches zuerst auftritt und welches bloss durch Wände, die die Achsenfläche unter einem rechten Winkel schneiden, stattfindet; — dazu gehört die Bildung der beiden ersten tertiären Zellen des ersten Grades ($_1$III^1 und $_2$III^1) sowie aller Zellen, die aus denselben in der gleichen Richtung hervorgehen; das Resultat dieses Wachsthums ist eine einfache Zellschicht, welche, wenn sie auch in der Regel als solche nicht gleichzeitig vorhanden ist, doch immer successiv in die Erscheinung tritt; — 2) *das Wachsthum in die Dicke*, welches erst auf das Wachsthum in die Breite folgt, und welches theils durch Wände, die mit der Achsenfläche parallel laufen, theils durch solche, welche zu derselben rechtwinklig stehen, stattfindet; dazu gehört die Bildung der beiden letzten tertiären Zellen des ersten Grades ($_3$III^1 und $_4$III^1), sowie alle Zellenbildung, welche sowohl aus diesen Zellen als aus den übrigen Zellen der ursprünglichen Zellschicht hervorgeht; das Resultat dieses Wachsthums ist ein mehrschichtiger Zellkörper. — Die vegetativen Verschiedenheiten der *Nitophylleen*, *Delesserieen* und *Rhodomeleen* lassen sich einfach so ausdrücken: bei der erstern Familie ist bloss ein Wachsthum in die Breite vorhanden; bei der zweiten Familie ist das Wachsthum in die Breite und dasjenige in die Dicke qualitativ, quantitativ und zeitlich verschieden; bei der dritten

Familie ist das Wachsthum rings um die Achsenlinie gleichzeitig und radienförmig.

Die Sporenmutterzellen liegen ausserhalb der Zellen der Achsenfläche, bald an dieselben anstossend, bald von denselben entfernt weiter nach aussen in der Rinde; eine Verschiedenheit, welche, sobald die hinreichende Kenntniss der Thatsachen es erlaubt, wahrscheinlich die Trennung der *Delesserieæ* in zwei Familien veranlassen muss.

Zu den *Delesserieen* gehören die Gattungen *Delesseria* Lamour. (*Hypoglossum* Kütz., *Phycodrys* Kütz., *Aglaophyllum* Mont. excl. spec.), *Odonthalia* Lyngb., *Sphærococcus* Grev. nec Ag. (*Rhynchococcus* Kütz.), *Acanthophora* Lam., *Bonnemaisonia* Ag., *Gelidium* Lam. etc.

Delesseria Hypoglossum *Lamour.*

Hypoglossum Woodwardi Kütz.

Tab. VII, Fig. 16 — 23.

Ich habe an einem andern Orte das Wachsthum dieser Pflanze, soweit es die Zellenbildung in die Länge und Breite betrifft, ausführlicher geschildert (¹), und indem ich darauf verweise, führe ich hier bloss kurz die Resultate an. Das Wachsthum in die Länge geschieht durch eine Scheitelzelle oder primäre Zelle des n^{ten} Grades, welche sich fortwährend durch eine horizontale Wand in eine neue Scheitelzelle des folgenden Grades und in eine Gliederzelle oder n^{te} secundäre Zelle theilt: $I^n = I^{n+1} + {}_nII^1$. Das Wachsthum in die Breite beginnt in den Gliederzellen (II^1), indem sich dieselben zweimal durch senkrechte, die Laubfläche unter einem rechten Winkel schneidende Wände theilen, in eine neue secundäre Zelle des folgenden Grades und in eine tertiäre Zelle: $II^1 = II^2 + {}_1III^1$ und $II^2 = II^3 + {}_2III^1$. Das Wachsthum in die Breite setzt sich fort in den tertiären Zellen (${}_1III^1$ und ${}_2III^1$) durch schiefe, die Laubfläche unter einem rechten Winkel schneidende Wände: $III^n = III^{n+1} + {}_nIV^1$; und beendigt sich in den quartären Zellen durch fast senkrechte, die Laubfläche unter einem rechten Winkel schneidende Wände: $IV^n = IV^{n+1} + {}_nV$. — Das Resultat dieser Zellenbildung ist eine Zellschicht, welche in der Mitte aus einer Reihe von secundären Zellen des dritten Grades (II^3), am Rande aus einer Reihe von tertiären und quartären Zellen verschiedener Grade, und zwischen der Mitte und dem Rande aus quintären Zellen (V) besteht.

Das Wachsthum in die Dicke trifft nun die secundären Zellen des dritten Grades und mehrere der nächst liegenden quintären Zellen. Es beginnt durch senkrechte excentrische Wände, welche mit der Laubfläche parallel laufen, und setzt sich fort abwechselnd durch senkrechte zur Laubfläche rechtwinklige, durch horizon-

(¹) Zeitschrift f. w. Bot., Heft 2, pag. 121, Tab. I.

tale und durch senkrechte, mit der Laubfläche parallele Wände. Die Folge davon ist, dass die Zahl der Zellen von innen nach aussen (in die Dicke) sowohl in horizontaler als in verticaler Richtung zunimmt. Das Wachsthum in die Dicke unterscheidet sich dadurch wesentlich von dem Wachsthume in die Breite, indem bei dem letztern die Scheidewände bloss in zwei Dimensionen abwechseln, und desswegen die Zellen bloss in senkrechter Richtung von innen nach aussen zunehmen, in horizontalen Durchschnitten dagegen auf eine innere Zelle immer nur Eine äussere folgt. Dieser Unterschied des Wachsthums in die Breite und in die Dicke tritt aber nur bei stärkeren Exemplaren deutlich auf, meist zeigt er sich bloss in sehr beschränktem Masse; in einzelnen schmächtigern Individuen oder an einzelnen dünnern Stellen tritt das Wachsthum in die Dicke so sehr zurück, dass sich seine Eigenthümlichkeit gar nicht realisirt. Ein solcher Zustand ist in Fig. 18 im Querschnitte gezeichnet. Die secundäre Zelle des dritten Grades (a — a) und die zwei innern quintären Zellen (b — b, b — b) haben sich jede in 3 Zellen getheilt. Fig. 16 und Fig. 17 zeigen den gewöhnlicheren Bau im Querschnitte, erstere durch den Stiel, letztere durch den Mittelnerv des blattartigen Laubes. Die secundäre Zelle des dritten Grades (a — a) hat sich in 7 Zellen getheilt; auf die Achsenzelle folgt jederseits erst Eine, dann zwei Zellen. Die nächsten quintären Zellen (b — b, b — b) haben jede sich in 3 Zellen getheilt, eine (c — c in Fig. 16) erst in zwei Zellen. In Fig. 21 und 22 sind zwei Glieder im Längsschnitte dargestellt, wovon das erstere a — a in Fig. 17, das letztere b — b in Fig. 17 entspricht.

Mit dem beschriebenen Wachsthume des Laubes in die Länge, in die Breite und in die Dicke ist die gesetzmässige vegetative Zellenbildung vollendet. Die Zellen dehnen sich aus, bilden ihren Inhalt um, verdicken ihre Wandungen, runden ihre Ecken ab. Nun beginnt eine neue Zellenbildung, welche aber als zufällig betrachtet werden muss, da sie unregelmässig und in ganz unbestimmten Verhältnissen auftritt. Bald scheint sie fast zu fehlen, bald ist sie in sehr beträchtlichem Masse vorhanden. Sie besteht darin, dass das untere seitliche Ende einer Zelle auswächst und eine Astzelle bildet, aus welcher ein gegliederter, zuweilen verästelter Faden entsteht, der nach unten wächst. Alle Zellen besitzen das Vermögen, solche Fäden zu erzeugen, sowohl die innern und die äussern Zellen des Mittelnerven als die quintären Zellen der Zellschicht. Die Zellfäden, welche an der Oberfläche entstehen, wachsen aussen über die Zellen nach unten, und bedecken dieselben, wenn sie in grösserer Menge vorhanden sind, als ein peripherisches Geflecht. Diejenigen, welche im Innern des Gewebes entstehen, drängen sich zwischen den Zellen nach unten, und bilden ein intercellulares Geflecht. In Fig. 19 ist ein Querschnitt durch einen Mittelnerv dargestellt, wo sowohl zwischen als ausserhalb der grössern Gewebezellen die durchschnittenen Zellfäden sichtbar sind; ebenso befinden sich solche an den quintären Zellen (a). Fig. 23 ist ein senkrechter Durchschnitt, welcher in der Richtung b — b von Fig. 19 geführt wurde. — Diese Zellfäden sind die nämlichen, welche bei den *Ceramiaceen*, bei *Polysiphonia* und bei einer Menge von Florideen vorkommen. Wenn ihnen irgend ein besonderer Name beigelegt werden soll, so glaube ich, dass *Wurzelfäden* der passendste sein möchte. Die Zellmasse, welche sie in grösserer Zahl darstellen, ist kein *Gewebe*, sondern ein *Geflecht* (¹).

Die *Sporenmutterzellen* liegen zwar noch im Mittelnerven, aber seitlich von der Mitte, zerstreut. Sie sind also bloss in dem Gewebe befindlich, welches aus quintären Zellen entstanden ist; und zwar sind es die unmittelbar an die Zellen der Achsenfläche anstossenden Zellen, welche zu Sporenmutterzellen werden. Dieselben dehnen sich aus, verdicken ihre Wandung und theilen sich dann tetraëdrisch in 4 Specialmutterzellen (und 4 Sporen). Die anliegenden Zellen werden dabei häufig so comprimirt, dass sie fast unsichtbar werden. In Fig. 20 ist ein Querschnitt durch einen sporenbildenden Mittelnerv gezeichnet; die Stelle, welche der secundären Zelle des dritten Grades und den innersten quintären Zellen entspricht, ist beiderseits vertieft (a), weil die übrigen seitlichen Theile des Mittelnerven durch die Sporenbildung aufgetrieben wurden.

(²) Vergl. über die gleichen Fäden bei *Ptilota*, pag. 207.

Gelidium corneum *Lamour.*

Tab. VII, Fig. 24 — 36.

Das Laub dieser Pflanze ist zusammengedrückt und fiederig-verästelt. Es besteht aus zwei Zelllagen : 1) einem Mark, das von langgestreckten, schmalen, faserähnlichen, der Länge nach verlaufenden Zellen gebildet wird, dicht, gallertlos und farblos ist, und 2) einer Rinde, in welcher die kurzen, rothgefärbten Zellen in horizontalen, radiænförmigen Reihen liegen, und von innen nach aussen an Breite ab, an Zahl zunehmen und eine intensivere Farbe zeigen. — *Kützing* (¹) unterscheidet drei Straten « corticale, subcorticale und medullare; » die beiden erstern gehen aber allmälig in einander über, während sie von dem letztern ziemlich scharf geschieden sind.

Das Wachsthum kann wegen der Kleinheit der Zellen und wegen der breiten Abrundung der Achsenenden nur sehr unvollkommen erforscht werden. Soviel ist sicher, dass das Längenwachsthum durch eine einzige Zelle, Scheitelzelle oder primäre Zelle des n^{ten} Grades (I_n) geschieht, welche sich fortwährend durch eine horizontale Wand in eine neue Scheitelzelle I^{n+1} und in eine Gliederzelle ($_nII^1$) theilt, nach der Formel $I^n = I^{n+1} + {}_nII^1$. — Fig. 24 zeigt die Spitze eines Aestchens von *G. corneum* Var. *capillaceum*; zu äusserst steht die Scheitelzelle I^n (a), unter derselben eine Gliederzelle, $_{n-1}II^1$ (b). Fig. 25 und 26, welche die Enden von dünneren Aestchen der gewöhnlichen Form darstellen, zeigen dasselbe. In Fig. 27 ist das Punktum vegetationis schon etwas vertieft, so dass man kaum noch die beiden obersten Zellen, I^n und $_{n-1}II^1$, sieht. An Fig. 18 ragt bloss noch die Scheitelzelle über das Gewebe hervor. In Fig. 29 liegt das Punktum vegetationis so sehr vertieft, dass man nichts mehr davon sieht; es rührt diess daher, dass die Zellenbildung in die Breite und Dicke rascher vor sich geht als die Zellenbildung in die Länge.

Das Wachsthum in die Breite beginnt in den Gliederzellen (II^1) auf gleiche Weise wie bei *Delesseria Hypoglossum*. Sie theilen sich durch eine excentrische, die Laubfläche unter einem rechten Winkel schneidende Wand (Fig. 24, c), worauf sich die grössere Zelle durch eine der ersten gegenüberstehende, gleiche Wand theilt (Fig. 24, d). Aus einer Gliederzelle gehen also zunächst 3 Zellen hervor, eine mittlere und zwei seitliche. Die Zellenbildung in den letztern ist nun aber verschieden von derjenigen in *Delesseria Hypoglossum*. Die seitliche Zelle theilt sich nämlich durch eine schief-senkrechte, mit ihrer innern Fläche parallele Wand in eine innere und eine äussere Zelle (Fig. 26, e). Davon bildet die äussere Zelle auf gleiche Weise zwei Tochterzellen (Fig. 26, d; Fig. 25, e), u. s. f. — Auf diese Weise verwandelt sich eine Gliederzelle in eine horizontale Reihe in der Achsenfläche liegender gleichlanger Zellen. In diesen Zellen beginnt das Wachsthum in die Dicke, und zwar, wie es scheint, auf ähnliche Weise wie in *Delesseria Hypoglossum*. Wenigstens unterscheidet man, nachdem die Zellenbildung fertig ist, eine Schicht von Zellen, welche die Achsenfläche des Laubes einnehmen. Es beweist diess, dass auch hier in den Zellen der Zellschicht, aus welcher das Laub besteht, nachdem das Wachsthum in die Breite vollendet ist, die Theilung durch verticale, excentrische, mit der Laubfläche parallele Wände beginnt, so dass jene Zellen sich zuerst in zwei ungleiche, hintereinander liegende Zellen theilen, wovon die grössere sich auf gleiche Weise in eine innere und eine äussere Zelle theilt. Die innere Zelle ist ein Element jener Zellschicht, welche die Achsenfläche einnimmt; in den äussern Zellen setzt sich das Wachsthum

(¹) Phycol. gen., pag. 406.

in die Dicke fort. — Das Wachsthum in die Dicke trifft bei *Gelidium* die ganze Breite, während es bei *Delesseria Hypoglossum* auf einen mittleren Streifen beschränkt ist.

Die *Sporenmutterzellen* liegen in der Rinde junger kurzer Aeste. Sie sind zuerst länglich; ihr Längendurchmesser ist horizontal von innen nach aussen gerichtet. Sie theilen sich durch eine, den Längendurchmesser unter einem rechten Winkel schneidende Wand in zwei primäre Specialmutterzellen (Fig. 30); worauf sich jede derselben durch eine auf der ersten Wand senkrechte Wand in zwei secundäre Specialmutterzellen theilt (Fig. 31, 32). Gewöhnlich stehen die Wände in den beiden primären Specialmutterzellen selbst rechtwinklig zu einander, so dass eine Ansicht immer nur drei Zellen zeigt (Fig. 31, I und II); selten laufen jene Wände parallel, so dass man von einer Seite alle vier, von der andern bloss zwei Zellen erblickt (Fig. 32, I und II). — Die kurzen Aeste, welche die Sporenmutterzellen enthalten, heissen bei *Kützing* « besondere Fruchtäste » (Carpocloma). Es sind aber ganz gewöhnliche junge Aeste, welche weiter wachsen und sich verästeln, und welche daher auch nicht anders als junge Aeste genannt werden dürfen. — Die Sporenbildung ist kugelquadrantisch; unrichtig wird sie von *J. Agardh* und von *Endlicher* dreieckig (nucleo triangulatim quadridiviso) genannt.

Die *Keimzellen* sind in Keimbehälter eingeschlossen, welche zu zweien gegenüber in der Mittellinie eines kurzen Astes liegen. Die Keimbehälter sind Höhlungen im Marke, welche, von der Fläche angesehen, kreisförmig, von der Seite zusammengedrückt erscheinen, und sich nach aussen durch einen Porus öffnen. Fig. 33 giebt einen horizontalen, Fig. 34 einen senkrechten Querschnitt durch die Mitte zweier Keimbehälter; b bezeichnet das Rinden-, c das Markgewebe. In Fig. 35 ist ein Theil von Fig. 33 stärker vergrössert. Die Scheidewand, welche die beiden Höhlungen von einander trennt, wird durch Markgewebe gebildet (in Fig. 35, a im Durchschnitte gezeichnet). Sie ist der Samenboden, an welchem die Keimhaare (Fig. 35 b) entspringen. Die Wand, welche die Höhlungen nach aussen bedeckt, besteht aus zwei Zelllagen, einer schmälern, innern, faserigen und farblosen, aus Markgewebe gebildeten Lage, deren Fasern senkrecht verlaufen (in Fig. 35, c, im Durchschnitte gesehen), und einer breitern, äussern, parenchymatischen und gefärbten, aus Rindengewebe bestehenden Lage, deren Zellen in horizontalen, von innen nach aussen sich verdoppelnden Reihen liegen (Fig. 35, e). Durch die Höhlungen der Keimbehälter verlaufen freie Fasern, einfach oder verästelt, welche den Boden und die Decke mit einander verbinden (Fig. 35, d); sie bestehen in ihrer ganzen Länge gewöhnlich aus zwei, seltener aus 3 cylindrischen, farblosen, mit dicken Wandungen versehenen Zellen, die etwas stärker sind als die Markfasern. — Die Keimzellen entstehen aus kurzen, gegliederten, verästelten, büscheligen Haaren (Keimhaaren), an denen die letzten (obersten) Zellen sich in Keimzellen umwandeln (Fig. 36). Diese sind verkehrt-birnförmig, oft mit zugespitztem Scheitel. — Nach *Endlicher* sollen bei *Gelidium* die Keimzellen in ein « Favellidium peridio hyalino granulorum oblongorum glomerulum includente » zusammengeballt sein. Sie sind nun aber offenbar nicht in ein Keimhäufchen vereinigt, sondern in einem Keimbehälter samenbodenständig, also in einem Keramidium (nach der Terminologie *J. Agardh*'s) enthalten. *Gelidium* unterscheidet sich aber nicht bloss durch die Keimzellenbildung von den Gattungen (*Gigartina* Lamour., *Chrysymenia* J. Ag.), mit denen es zusammengestellt wird; es ist von denselben auch durch das Wachsthum verschieden, und gehört nach beiden Merkmalen entschieden zu den *Delesseriaceen*. — *Kützing* beschreibt die Keimzellenbildung ebenfalls nicht richtig durch « spermatiis in glomerulum centrale, fibris, parietalibus affixum conglobatis. » Es müssen auch hier die Keimhaare sammt den Keimzellen und dem Samenträger zusammen als eine gleichförmige, aus Keimzellen gebildete Zellmasse angesehen worden sein.

3. Rhodomeleae.

Cylindrischer, selten zusammengedrückter Zellkörper (mit einer Reihe von Achsenzellen, von denen jede zunächst meist von 5 oder mehr Zellen umgeben ist); Wachsthum in die Breite und Dicke nicht geschieden, von der Achsenlinie nach allen Seiten gehend.

Durch das Längenwachsthum entsteht zunächst eine Reihe von Gliederzellen (II^1). Dieselben theilen sich durch eine excentrische senkrechte Wand in eine grössere (II^2) und eine kleinere Zelle ($_1III^1$); in der erstern wiederholt sich die gleiche Zellenbildung, aus ihr entsteht wieder eine grössere (II^3) und eine kleinere Zelle ($_2III^1$). Je in der grösseren der beiden Tochterzellen tritt wieder die gleiche Theilung durch eine excentrische, zur Achse tangentale Wand auf, nach der Formel $II^n = II^{n+1} + {}_nIII^1$. Das Resultat dieser Zellenbildung ist eine mittlere (Achsenzelle) und eine ringförmige Reihe gleichlanger, dieselbe umgebender tertiärer Zellen. — Die Zellenbildung, welche in den Gliederzellen der *Rhodomeleen* statt findet, stimmt im Allgemeinen mit derjenigen der *Delesserieen* überein, indem die Formel des Prozesses die gleiche und das Resultat jedenfalls ein ähnliches ist. Sie ist dadurch verschieden, dass bei den *Delesserieen* nie mehr als 4 tertiäre Zellen des ersten Grades entstehen, wovon 2 gegenüberliegende sich zuerst bilden, dass dagegen bei den *Rhodomeleen* 4 oder gewöhnlich mehr tertiäre Zellen des ersten Grades auftreten, deren Bildung von einem peripherischen Punkte ausgeht, und gleichmässig nach dem gegenüberliegenden Punkte fortschreitet. Aber nicht bloss die Reihenfolge, in welcher die tertiären Zellen des ersten Grades erzeugt werden, ist bei den beiden Familien verschieden; noch mehr differirt die Art und Weise, wie aus diesen Zellen das weitere Wachsthum hervorgeht. Bei den *Delesserieen* wird durch die beiden zuerst entstandenen, gegenüberstehenden, tertiären Zellen des ersten Grades ($_1III^1$ und $_2III^1$) die Bildung einer Zellschicht eingeleitet; senkrecht auf dieselbe beginnt dann das

Wachsthum in die Dicke. Bei den *Rhodomeleen* dagegen ist das Wachsthum in die Breite und in die Dicke nicht getrennt; sondern in allen tertiären Zellen des ersten Grades beginnt zugleich die Zellenbildung in die Dicke, in jeder in derjenigen Richtung, welche durch den Radius, den sie mit der Achsenzelle bildet, bezeichnet wird; die Scheidewände sind abwechselnd radial (horizontal oder vertical), tangental, oder auch schief zwischen radial und tangental.

Dem Begriffe nach sind *Rhodomeleen* und *Delesserieen* durch das Wachsthum scharf und absolut von einander geschieden. Bei der Anwendung des Princips zeigen sich zwei bedeutende Schwierigkeiten. Die erste ist die, dass wegen der Kleinheit der Zellen oder wegen anderer ungünstiger Verhältnisse das Wachsthum nicht deutlich erkannt werden kann. Die zweite besteht darin, dass die äussere Gestalt und zum Theil der innere Bau nicht als ein sicheres Merkmal für das Wachsthum gelten können. Bei den *Delesserieen* ist zwar die Gestalt immer flach, und die Achsenzellen sind immer von 4 Zellen umgeben; bei den *Rhodomeleen* ist zwar in der Regel die Gestalt cylindrisch und die Achsenzellen werden von mehr als 4 umgebenden Zellen begrenzt; aber es giebt auch einzelne *Rhodomeleen* MIT FLACHGEDRUECKTER GESTALT, wie z. B. *Rytiphloea*, wo dennoch das Wachsthum nicht in Breiten- und Dickenwachsthum geschieden ist und wo die Achsenzellen von 5 Zellen begrenzt werden; es giebt ferner einzelne *Rhodomeleen* (mit cylindrischer Gestalt), wie z. B. Arten von *Polysiphonia*, WO DIE ACHSENZELLEN BLOSS VON 4 ZELLEN UMGEBEN SIND, welche aber nicht in der Ordnung wie bei den *Delesserieen* entstehen. Für die *Rhodomeleen* und *Delesserieen* bleibt also kein anderer begrifflicher Unterschied, als der in dem Wachsthume durch Zellenbildung begründete.

Die Sporenmutterzellen liegen bald dicht an den Zellen der Achsenreihe, bald von denselben entfernt in der Rinde. Dieser Unterschied begründet zwei natürliche Gruppen; für die eine derselben kann *Polysiphonia*, für die andere *Laurencia* als Typus gelten.

Zu den *Rhodomeleen* gehören die Gattungen *Polysiphonia* Grev., *Dasya* Ag., *Alsidium* Ag., *Digenea* Ag., *Rhodomela* Ag., *Rytiphloea* Ag., *Laurencia* Lamour. etc.

Für diese Familie mögen zwei Beispiele dienen, einerseits die Gattungen *Polysiphonia* und *Herposiphonia*, deren vegetative und reproductive Verhältnisse ich an einem andern Orte ausführlich beschrieben habe, und worauf ich hier bloss verweisen will [1], und anderseits die Gattung *Laurencia*.

Laurencia *Lamour.*

Tab. VIII, Fig. 1 — 27; Tab. IX, Fig. 1 — 3.

Laurencia besteht aus ungegliederten, cylindrischen Zellkörpern, an deren Spitzen dichotomische, gegliederte, haarähnliche Fäden befestigt sind; die erstern sind die *Stämme*, letztere die *Blätter*. Das Wachsthum der Stammachsen in die Länge geschieht durch eine Scheitelzelle (I^n), welche sich fortwährend durch eine horizontale, die Achse unter einem rechten Winkel schneidende Wand in eine neue Scheitelzelle (I^{n+1}) und in eine Gliederzelle ($_nII^1$) theilt, nach der Formel $I^n = I^{n+1} + {}_nII^1$. Diese Zellenbildung kann aber nur in einzelnen seltenen Fällen wirklich gesehen werden, nämlich bei *L. tenuissima* an den dünnern, spitzen Aesten und bei allen übrigen Arten bloss an ganz jungen Zweigen. Bei *L. tenuissima* endigen die Aeste theils spitz, theils stumpf; an jenen sieht man zu äusserst deutlich die Scheitelzelle (tab. VIII, Fig. 4, a; 5, a), und unterhalb derselben eine oder mehrere Gliederzellen (Fig. 4, b; 5, b, c); an den stumpfen Aesten kann man die Scheitelzelle unter den übrigen Zellen und unter den haarförmigen Blättern nicht erkennen, oder sie ist selbst in dem vertieften Ende verborgen. Bei *L. dasyphylla* lassen sich die jungen Zweige, weil sie mit einer sehr schmalen Basis an der Mutterachse festsitzen, leicht trennen, die Figuren 13 — 16 stellen solche freie Zweige dar; die jüngsten haben noch ganz das Ansehen einer *Polysiphonia*, nur dass der untere Theil im Verhältnisse zur Spitze verdickt ist (Fig. 13); das Wachsthum in die Dicke geht nun rascher von Statten als das Wachsthum in die Länge (Fig. 14), so dass die Spitze (a) ringsum überwachsen wird (Fig. 15), und zuletzt in einer Vertiefung verborgen ist (Fig. 16), aus welcher bloss noch die haarförmigen Blätter hervorragen. In diesem Zustande bleibt nun fortwährend die Spitze an diesem Aste, so dass, mit Ausnahme von *L. tenuissima*, bei allen andern *Laurencia*arten alle Achsenenden, ausser den allerjüngsten Zweigen, ein vertieftes Punktum vegetationis besitzen (Fig. 25 im senkrechten Durchschnitte). An gelungenen, senkrechten Durchschnitten ist es zuweilen möglich, im Grunde der Vertiefung die Scheitelzelle zu erkennen. — Das Wachsthum der Stammachsen in die Länge ist unbegrenzt, wie bei *Polysiphonia*.

Das Wachsthum in die Dicke beginnt in den Gliederzellen (II^1). Diese theilen sich durch eine senkrechte, excentrische Wand in eine kleinere äussere ($_1III$) und in eine grössere Zelle (II^2). Die letztere theilt sich wieder durch eine excentrische, senkrechte Wand in eine kleinere äussere ($_2III$) und eine grössere Zelle (II^3). In dieser wiederholt sich die gleiche Zellenbildung bis die äusseren Zellen in einen vollständigen Kreis um eine Achsenzelle sich schliessen. Die Formel dieser Zellenbildung ist die gleiche wie bei *Polysiphonia*: $II^n = II^{n+1} + {}_nIII$. Das Resultat ist ebenfalls dasselbe: aus einer Gliederzelle (II^1) bilden sich eine Achsenzelle (II^{p+1}) und ein Kreis von gleichlangen tertiären Zellen ($_1III$..... $_pIII$). In dem drittobersten Gliede von Fig. 4 und dem viertobersten von Fig. 13 hat erst Eine Theilung in der Gliederzelle statt gefunden. Die untern Glieder in Fig. 4 und Fig. 13 haben sich vollständig auf die angegebene Weise getheilt, und sind im senkrechten Durchschnitte gezeichnet. — Mit dieser Zellenbildung ist das Wachsthum in die Dicke bei *Polysiphonia* fertig; bei *Laurencia* hat es erst begonnen. Von den bis jetzt gebildeten Zellen ist bloss die Achsenzelle (II^{p+1}) eine Dauerzelle (Fig. 4, m); alle übrigen ($_1III$..... $_pIII$) sind Mutterzellen (Fig. 4, n, n). Auf

[1] Zeitschrift f. w. Bot., Heft 3 und 4, pag. 207 und pag. 258.

welche Weise aber diese weitere Zellenbildung erfolge, habe ich bei *Laurencia* selbst nicht beobachtet. Ich kann für diese Gattung bloss den fertigen Bau genau angeben.

Diejenigen Arten, deren Bau ich untersucht habe, nämlich *L. tenuissima* Grev., *L. dasyphylla* Grev., *L. obtusa* Lamour. und *L. papillosa* Grev. ergaben zwei verschiedene Typen, wovon einer den ersten beiden Arten, der andere den beiden letzten angehört. Führt man einen senkrechten Schnitt durch die Mitte eines jungen Astes von *L. dasyphylla* oder *L. tenuissima*, so sieht man in der Mitte die Achsenzellen (Fig. 1, a); jederseits eine Zelle von gleicher Länge (Fig. 1, b, b); nach aussen von diesen zwei Zellen von halber Länge übereinander (Fig. 1, c, c); auf dieselben folgt eine Reihe doppelt kürzerer Zellen (Fig. 1, d, d), und nachher können noch eine oder zwei senkrechte Reihen von Zellen folgen, von denen jede Zelle bloss halb so hoch ist als die Zelle einer innern Reihe (Fig. 1, e, e). — Horizontale Durchschnitte zeigen im Centrum die Achsenzelle (Fig. 2, a); dieselbe ist umgeben von 5 Zellen (Fig. 2, b, b); dann folgt eine concentrische Reihe von 10 Zellen (Fig. 2, c, c), dann eine solche von 20 Zellen (Fig. 2, d, d), darauf auch wohl noch eine von 40 (Fig. 2, e, e) und von 80 Zellen. — Fassen wir das Resultat dieser beiden Durchschnitte zusammen, so ergiebt sich für den ersten Typus des Baues von *Laurencia* als Regel folgendes: Die Stämme bestehen aus hintereinander liegenden Gliedern. Jedes Glied hat in der Mitte eine Achsenzelle, von gleicher Länge wie das Glied (Fig. 1, 2, a). Die Achsenzelle ist umgeben von 5 im Kreise gestellten Zellen, von gleicher Länge wie das Glied (Fig. 1, 2, b). Jede dieser Zellen ist nach aussen von 4 Zellen begrenzt, welche halb so lang als das Glied sind, und am ganzen Glied eine Schicht von 20 Zellen ausmachen (Fig. 1, 2, c). An jede von diesen Zellen stossen nach aussen wieder 4 Zellen an, welche $^1/_4$ solang sind als das ganze Glied, und zusammen eine Schicht von 80 Zellen darstellen (Fig. 1, 2, d). Von diesen Zellen kann wieder jede nach aussen von 4 Zellen bedeckt sein, welche den 8ten Theil der Länge des ganzen Gliedes haben, und zusammen eine Schicht von 320 Zellen ausmachen; u. s. f. — Dieser regelmässige Bau ist auch sehr schön an Aesten von *L. dasyphylla* zu sehen, welche Sporen bilden. Die gallertartige Intercellularsubstanz vermehrt sich hier oft so sehr, dass die Zellen, welche zugleich in radialer Richtung sich bedeutend ausdehnen, seitlich in beträchtlichem Masse von einander getrennt werden. Man erkennt dann, sowohl auf verticalen als namentlich auf horizontalen Durchschnitten (Fig. 10), vermittelst Veränderungen des Focus leicht, dass je auf einer innern Zelle 4 äussere Zellen befestigt sind. So folgen an jede Zelle b deutlich 4 Zellen c, auf jedes c nach aussen 4 Zellen d.

Nachdem ich den Bau, wie er als Regel festzuhalten ist, betrachtet habe, muss ich auch noch von den Ausnahmen sprechen. Nicht immer verhält sich die Sache auf senkrechten und horizontalen Durchschnitten so regelmässig, als es eben geschildert wurde. Die Achsenzelle (a), die 5 gleichlangen sie umgebenden Zellen (b), sowie die 20 bloss halbsolangen und halb so breiten Zellen, welche darauf folgen (Fig. 1, 2, 3, 6, 9, 10, c) erkennt man zwar immer, wenn die Schnitte nicht schief geführt werden. Nach aussen scheint es aber oft, als ob die Zahl der Zellen unregelmässig würde, und zwar als ob sie sich unregelmässig vermehrte; unter die regelmässige Zahl sah ich sie nicht fallen. So sieht man in Fig. 6 in der Reihe d-d statt 4 Zellen 5, in der Reihe e-e 11 statt 8, in der Reihe f-f 25 statt 16. Namentlich sind es die Epidermiszellen, welche, wenn auch alles andere ganz regelmässig ist, eine Zunahme zeigen, so z. B. zählte ich auf einem horizontalen Durchschnitt, welcher um die Achsenzelle 4 concentrische Zellenreihen hatte, 66 Epidermiszellen, ferner sieht man in Fig. 3 an der äussern Fläche von 10 Zellen d 24 Zellen e. Ich glaube jedoch, dass alle diese Ausnahmen nur scheinbar sind. Es ist sehr begreiflich, dass im senkrechten Durchschnitt, welcher besonders solche scheinbaren Ausnahmen zu Tage fördert, am äussern Rande einer Zelle zuweilen 3, oder am äussern Rande zweier Zellen zuweilen 5, statt 2 und 4 Zellen, gesehen werden, weil ja in der That nach der Regel an der Aussenfläche jeder Zelle 4 äussere Zellen stehen, und diese sowohl unter einander als mit den übrigen Zellen, die mit ihnen in einer concentrischen Schicht liegen, bei der Ausdehnung leicht etwas verschoben werden, und weil ja auch der Schnitt leicht etwas schief geführt wird. Das gleiche ist auch bei horizontalen Durchschnitten möglich. Bei den Epidermiszellen, welche meistens in einer grössern Zahl beobachtet werden, als es nach der Regel der Fall sein sollte, wirkt ausser der gleichen Ursache, wie bei den inneren Zellen, offenbar noch eine andere mit, um diese Unre-

gelmässigkeit zu erzeugen. Die Epidermiszellen gehören nämlich, wie man oft deutlich sieht, nicht alle der gleichen concentrischen Schicht an, indem man darunter etwas grössere mehr nach innen und etwas kleinere mehr nach aussen stehende Zellen unterscheidet, die aber alle an die Oberfläche anstossen, und desswegen als Epidermiszellen betrachtet werden müssen (Fig. 10, e-e; 11, d-d). Es scheint mir daher, als ob die einen Zellen derselben äussere Zellen erzeugten, während die anderen diess nicht thun, woher denn eine die Regel übersteigende Zahl von Epidermiszellen leicht erklärt wird. — Wir können also füglich annehmen, dass an der Aussenfläche einer Zelle (mit Ausnahme der Achsenzelle) immer 4 Zellen, 2 über und 2 neben einander stehen, und diess um so mehr als überall da, wo eine genaue Untersuchung möglich ist, (nämlich an jungen Achsen, in denen die Zellen noch ihre ursprüngliche Lage besitzen, und in sporenbildenden Aesten, deren Zellen ein sehr lockeres Gewebe bilden) die Regel sich bestätigt.

Um jede Achsenzelle stehen also 5 gleichlange Zellen, und von da nach aussen folgen auf eine innere 4 äussere Zellen. Die Lage aller Zellen eines Gliedes hängt demnach ganz von der Lage jener 5 Zellen ab. Diese selbst alterniren in den successiven Gliedern, so dass sie in dem 1, 3, 5, 7ten Gliede einerseits, und in dem 2, 4, 6, 8ten Gliede anderseits senkrecht über einander stehen; die Divergenz beträgt also $^1/_{10}$. Macht man durch einen sporenbildenden Ast dünne senkrechte Durchschnitte, so sieht man in Folge dieser Alternanz bloss je an der zweiten Achsenzelle eine der nächst begrenzenden Zellen, indem sie in den zwischenliegenden Gliedern durch den Schnitt weggefallen sind. In Fig. 11 bezeichnet a-a den Strang von Achsenzellen, b, b die unterbrochene Reihe der sie berührenden Zellen, n, n die alternirenden, leeren (gallertartige Intercellularsubstanz enthaltenden) Räume. — Da die 5 innersten Zellen alternirende Quirle bilden, und von ihnen die Stellung aller übrigen Zellen eines Gliedes bedingt wird, so alterniren auch alle übrigen Zellen in den successiven Gliedern, während sie im gleichen Gliede, wenigstens im Anfange, senkrecht über einander stehen.

Der zweite Typus des Baues der Stammachsen, welcher bei *L. obtusa* und *L. dasyphylla* gefunden wird, ist schwieriger zu untersuchen, und verhält sich auch nicht so mathematisch regelmässig wie der erste. Die Mitte des Gewebes ist auch hier von einer Reihe von Achsenzellen durchzogen. Ein characteristischer Unterschied liegt aber darin, dass die Achsenzellen (Fig. 20, a) 2 bis 3 mal kürzer sind als die anliegenden Zellen (b). Und zwar scheint es mir ziemlich Regel zu sein, dass je 3 Achsenzellen auf eine der letztern gehen (Fig. 17, a-a). Die Zellen nehmen auch hier auf senkrechten Durchschnitten nach dem Rande hin an Länge ab und an Zahl (in senkrechter Richtung) zu. Zuweilen ist ebenfalls die Zunahme regelmässig und zwar so, dass auf jede innere nach aussen zwei doppelt kürzere Zellen folgen (Fig. 17). Häufig ist aber die Zunahme langsamer, so dass auf eine innere Zelle bloss eine äussere, oder auf zwei bloss drei äussere Zellen folgen (Fig. 20). — Auf horizontalen Durchschnitten war es mir zwar meist möglich, die Achsenzelle zu erkennen, nicht aber mit Sicherheit zu erfahren, von wie vielen Zellen sie zunächst umgeben ist, ebenso wenig ob sich in der Lage der übrigen Zellen eine bestimmte Regel kund gebe. Nur soviel ist deutlich, dass auch hier die Zellen in concentrischen Reihen liegen, und dass sie nach dem Rande an Grösse ab und an Zahl zunehmen.

Der Unterschied des ersten und des zweiten Typus offenbart sich also zunächst darin, dass beim ersten die Achsenzellen mit den nächstanliegenden Zellen gleiche Länge haben, dass sie beim zweiten wenigstens 2 und vielleicht constant 3 mal kürzer sind. Doch begründet höchst wahrscheinlich diess nicht die einzige Verschiedenheit. Beim ersten Typus ist jede Achsenzelle bestimmt von 5 Zellen umgeben; beim zweiten ist, wie ich vermuthe, jede Achsenzelle ursprünglich von 3 Zellen umgeben. Für diesen ternären Bau des zweiten Typus habe ich zwei Gründe. Das Punctum vegetationis ist bei *L. obtusa* und *L. papillosa* beträchtlich vertieft. Betrachtet man eine Astspitze von *L. papillosa* von oben, so erscheint jenes dreilappig, indem von einer mittlern dreieckigen Vertiefung aus drei Furchen nach aussen und unten verlaufen, welche sich bald verlieren. Die obersten Querschnitte liefern immer drei getrennte Stücke, welche von einander fallen (Fig. 23); die folgenden Durchschnitte zeigen in der Mitte eine dreieckige Höhlung, welche von Epidermiszellen begrenzt ist (Fig. 24). Diese dreilappige Gestalt der Stammspitzen scheint mir auf eine dreifache Theilung des Zellgewebes zu deuten, welche einzig davon herrühren könnte, dass die Achsenzellen von drei Zellen umgeben wären, ob-

gleich ich allerdings auf keinen Durchschnitten eine Andeutung dieser dreifachen Theilung des Gewebes erkennen konnte. Uebrigens thut das der Annahme keinen Eintrag, da auch bei *L. dasyphylla* und *L. tenuissima* nichts von einer fünffachen Theilung des Gewebes gesehen wird. — Ein zweiter Grund für die oben ausgesprochene Ansicht liegt darin, dass die Aeste sehr häufig zu 2 oder zu 3 verticillirt an den Stammachsen stehen, und dass, wie ich mehrmals beobachtete, sie im erstern Falle nicht opponirt, sondern durch einen grössern Bogen von circa 240° und einen kleinern von circa 120° getrennt sind, während sie im zweiten Falle einen regelmässigen ternären Quirl bilden.

Ist der Schluss richtig und bestätigt sich die ausgesprochene Vermuthung, so beruht die Verschiedenheit der beiden Typen nicht bloss darin, dass beim erstern die Achsenzellen solang, beim zweiten bloss $^1/_2$ — $^1/_3$ solang sind als die anliegenden Zellen, sondern auch vorzüglich noch darin, dass beim erstern die Achsenzellen von 5, beim zweiten ursprünglich von 3 Zellen zunächst begrenzt sind. Diese Zahlen hängen aber davon ab, in wie viele Zellen sich die Gliederzellen anfänglich theilten. Im erstern Falle mussten sie eine Achsenzelle und 5 tertiäre Zellen, im zweiten Falle eine Achsenzelle und 3 tertiäre Zellen erzeugen. Im erstern Falle musste in der Formel $II^n = II^n + {}^1 + {}_nIII$ das n nach einander die Werthe 1....5, im zweiten Falle bloss 1....3 annehmen. Es ist möglich, und mir auch wahrscheinlich, dass sich die hauptsächlichste Differenz zwischen den beiden Typen auf diesen einfachen Ausdruck reducirt: In der Formel $II^n = II^n + {}^1 + {}_nIII$, welche beiden gemeinsam ist, nimmt n nach einander die Werthe 1....p an; p ist beim ersten Typus = 5, beim zweiten = 3.

Die jungen Zellen der Stammspitze von *Laurencia* sind parenchymatisch, mit zarten Membranen. Der Inhalt ist homogener farbloser Schleim; in jeder Zelle sieht man in der Regel einen Kern, wenn die Zellen in einem grössern Gewebe beisammen liegen (in Fig. 26 sind die jüngsten Zellen der Stammspitze von *L. papillosa* aus dem Querschnitt dargestellt); der Kern ist dagegen undeutlich in den Zellen der dünnen Stammspitze von *L. tenuissima* (Fig. 4, 5). — Mit der Ausdehnung der Zellen wird der Inhalt heller und körnig; man erkennt deutlich die laterale Lage des Kernes (Fig. 27, aus dem Querschnitt der Stammspitze von *L. papillosa*). — Mit der weitern Ausdehnung der Zellen tritt der feste Inhalt an die Wandung, das Lumen enthält bloss wasserhelle Flüssigkeit. Zu gleicher Zeit fängt die Zellwandung an, sich zu verdicken. — An den entwickelten Theilen der Stammachsen haben sich überall zwischen den Zellen Intercellularräume gebildet, welche mit dünner Gallerte gefüllt sind (Fig. 9, 17, 20). Besonders viel dieser gallertartigen Intercellularsubstanz findet man an den Theilen der Stammachsen, welche Sporen bilden (Fig. 10, 11). Im Innern der entwickelten Stammachsen findet man grössere wasserhelle ungefärbte Zellen, mit einer homogenen Schleimschicht (Primordialschlauch) und einem Netz von zarten, meist feingekörnten Fäden an derselben, in welchem hin und wieder homogene Schleimbläschen (¹) liegen (Fig. 5, 17). Der laterale Kern ist zuerst noch häufig sichtbar, später verschwindet er. Am längsten bemerkt man ihn in den Achsenzellen (Fig. 17, a). — Nach aussen gegen die Oberfläche hin mehrt sich der wandständige feste Zelleninhalt, und färbt sich allmälig röthlich, dann roth; die äussersten Zellen sind häufig braunroth. Ins Alter geht die Farbe wie bei vielen andern Florideen, mehr oder weniger vollständig in grün (Chlorophyll) über. In *L. tenuissima* und *dasyphylla* werden die Stämme ins Alter mehr gelbgrün, in *L. obtusa* intensiver grün, und in *L. dasyphylla* häufig schwarzgrün. — Die äusserste Zellschicht unterscheidet sich schon sehr früh von allen übrigen durch Gestalt, Farbe und Inhalt, und bildet eine das Gewebe umschliessende Epidermis. Zuerst zeichnen sich die Epidermiszellen durch die Gestalt aus; ihr radialer Durchmesser übertrifft die beiden tangentalen Durchmesser mehrmals, während in den nächsten Zellen kein wesentlicher Unterschied in den drei Dimensionen bemerkbar, und in den innern Zellen der radiale Durchmesser kürzer ist als der verticale. Nachher zeichnen sich die Epidermiszellen vor den innern Zellen auch durch die Farbe und den Inhalt aus, indem dieselben viel intenser gefärbt, und mit körnigem Inhalt oft ganz gefüllt oder

(¹) Vgl. über diesen Ausdruck Zeitschrift f. w. Bot., Heft 3 und 4, pag. 107.

an der innern Fläche damit dicht ausgekleidet sind (Fig, 3, 17, e). Später wenn die innern Zellen sich abrunden und in den Intercellularräumen eine beträchtliche Masse von verdünnter Gallerte auftritt, so bleiben die Epidermiszellen fest mit einander verbunden (Fig. 3, 9, 10, 11, 17, 20), und sind nach aussen häufig von einer gelben Cuticula bedeckt, welche keilförmig zwischen die Epidermiszellen hineindringt in Fig. 21 ist die Epidermis von *L. papillosa* im Querschnitt, in Fig. 22 von aussen dargestellt). — An den Epidermiszellen ist auch noch das Verhalten des Kernes merkwürdig. Derselbe fehlt bei *L. obtusa* und *L. papillosa* fast nie (Fig. 17, e); er liegt, sowohl wenn die Epidermiszellen von der Fläche (Fig. 19), als wenn dieselben im senkrechten radialen Durchschnitt betrachtet werden (Fig. 18), in der Mitte der untern Wand. Diese Lagerung des Kernes, welche bei den genannten Arten sich mir sehr constant zeigte, ist nicht etwa Folge der Schwerkraft sondern irgend einer organischen Ursache, da sie von Anfang an dieselbe ist, obgleich die Epidermiszellen an der vertieften Stammspitze zuerst eine räumlich-umgekehrte Stellung besitzen. Man findet daher z. B. an den Epidermiszellen in a Fig. 25 den Kern an der äussern Wand, in b an der obern Wand.

Wenn die Zellen des Stammes von *Laurencia* sich ausgedehnt, ihren Inhalt umgebildet, ihre Wandungen verdickt und durch Intercellularsubstanz sich von einander getrennt haben, so tritt häufig eine nachträgliche Zellenbildung auf. Sie beginnt in der Mitte, und schreitet nach aussen hin fort. Sie besteht darin, dass die Zellen mit ihrem untern seitlichen Ende in einen Fortsatz auswachsen, welcher sich als Astzelle abtheilt. Diese Astzelle verlängert sich nach unten, und wird zu einer einfachen oder spärlich verästelten Zellenreihe. Die Zellenreihen zusammen bilden zwischen den eigentlichen Gewebezellen ein intercellulares Geflecht, wie in *Delesseria Hypoglossum* [1]). Auf dem verticalen Durchschnitt sieht man diese Zellfäden neben den übrigen Zellen (Fig. 6); auf dem horizontalen Durchschnitt erblickt man dieselben in den Intercellularräumen (Fig. 4).

Die BLAETTER von *Laurencia* stimmen in allen wesentlichen Merkmalen mit denen von *Polysiphonia* überein [2]). Man findet sie bloss an der Spitze der Stammachsen, wo sie in der Vertiefung (Fig. 25, b) stehen, und als ein Büschel von Haaren aus derselben hervorragen (Fig. 16). Sie entwickeln sich sehr rasch und fallen bald ab, so dass selten noch ein Blatt an dem Umfange jener Vertiefung gesehen wird. Es sind verästelte Zellenreihen, an denen jedes Glied mit Ausnahme der letzten Zellen jeder Achse und der Basiszelle der Hauptachse eine einzige Tochterachse trägt; die Divergenz der Verästelung ist $^1/_4$. Bei der Ausbildung nehmen sie eine pseudo-dichotomische Gestalt an. In Fig. 7 und 8 sind zwei junge, noch durch Zellenbildung wachsende Blätter dargestellt. Die einzelnen Achsen verlängern sich dadurch, dass die Scheitelzelle sich theilt, nach der Formel $I^n = I^n + {}^1 + {}_n II$. Sie verästeln sich dadurch, dass die Gliederzellen (II) seitlich auswachsen und eine Astzelle (I^1 für eine Tochterachse) erzeugen. Das Wachsthum der Achsen, so wie die Wiederholung derselben ist begrenzt. — Die cylindrischen Blattzellen enthalten anfänglich einen homogenen farblosen Schleim. In demselben entstehen zuerst kleine hohle Räume, welche sich vermehren, und dem Inhalte ein schaumförmiges Ansehen geben. Wie die Zellen etwas grösser werden, so geht der Schaum in ein Netz über, welches noch das ganze Lumen ausfüllt, und einem zarten Parenchym nicht unähnlich ist. Zugleich wird ein kleiner an der Wandung liegender Kern sichtbar, welcher sich gewöhnlich in der Mitte der Cylinderfläche befindet. Die Zellen dehnen sich beträchtlich in die Länge, dabei verschwindet das Schleimnetz, und zwar zuerst in dem obern und untern Theile einer Zelle, während es in der Mitte derselben und in der Nähe des Kernes noch vorhanden ist. Zuletzt ist es auch hier verschwunden; das Lumen ist bloss mit wasserheller Flüssigkeit gefüllt; an der Wandung liegt die Schleimschicht (Primordialschlauch), an derselben ist zuweilen ein zartes peripherisches Netz von Schleimfäden bemerkbar. — Die Ausdehnung der Blattzellen verbunden mit der Umbildung des Inhaltes beginnt an der Spitze des Blattes, und schreitet nach der Basis hin fort. Wenn die obersten Zellen schon ausgebildet, cylindrisch und ohne Schleimnetz sind, so enthalten die untersten in noch ganz kurzen Zellen erst

(1) vgl. pag. 215

(2) Zeitschrift f. w. Bot., Heft 3 und 4 pag. 210.

einen undeutlichen Schaum. — Die Zelle, aus welcher ein Blatt in seinem ersten Stadium besteht, oder die primære Zelle des ersten Grades seiner Hauptachse, bildet sich durch Auswachsen der ungetheilten Gliederzellen der Stammachsen (Fig. 4, c, d).

Alle Zellen von *Laurencia*, sowohl die der Stæmme als die der Blætter, besitzen Poren, und zwar findet sich, wie bei *Polysiphonia* zwischen je zwei Zellen nur ein Porus, in der Mitte der Scheidewand. So hat also jede Blattzelle, wo die Achsen sich veræsteln, drei Poren; jede Gliederzelle, wo die Achsen einfach sind, zwei Poren und jede Scheitelzelle einen Porus. Die Zellen des Stammes haben ungleiche Poren, grössere und kleinere; die letztern sind oft undeutlich; ins Alter verschwinden sie hæufig, und die Zellen trennen sich von einander (in Fig. 21 sieht man die Poren zwischen den Epidermiszellen). Die Zellen des intercellularen Geflechtes besitzen bloss Poren nach den unter und über ihnen stehenden Fadenzellen (mit denen sie zu Zellenreihen verbunden sind) und einen Porus nach der Gewebezelle, aus welcher der Faden entsprungen ist; aber mit den anliegenden andern Gewebezellen, und mit den Zellen anderer Fæden sind sie durch keine Poren verbunden.

Die *Sporenbildung* findet im Gewebe der jungen Stammachsen statt. Ich kenne sie bloss bei *L. dasyphylla* genauer. Hier liegen die Sporenmutterzellen dicht unter der Epidermis; die Mitte ihrer æussern Flæche ist unbedeckt, indem die Epidermiszellen daselbst aus einander treten und eine Oeffnung zwischen sich lassen In Fig. 11 sieht man an einem senkrechten Durchschnitte zwei Sporenmutterzellen, in Fig. 12 von der æussern Flæche eine Sporenmutterzelle mit der Epidermis (welche sie theilweise bedeckt) und ihrem Intercellularraum in der Mitte. — Die Zellen der sporenbildenden Aeste erzeugen eine grosse Menge dünner gallertartiger Intercellularsubstanz. Dadurch werden dieselben von einander getrennt und das Gewebe æusserst locker (Fig. 10, 11). Es erleichtert dieser Umstand die Untersuchung über die Stellung der Sporenmutterzellen. Dieselben stehen in der zweiten senkrechten Zellschicht von den Achsenzellen nach aussen. Sie sind an der æussern Flæche derjenigen Zellen befestigt, welche die Achsenzellen berühren (Fig. 11, b). Bei *L. dasyphylla* ist jede Achsenzelle, wie ich oben gezeigt habe, von 5 Zellen umgeben; jede derselben hat an ihrer æussern Flæche 4 Zellen wie mir scheint, ist es eine dieser 4 Zellen, welche zur Sporenmutterzelle wird. Die Sporen sind tetrædrisch. — Bei den übrigen Arten weicht die Stellung der Sporenmutterzellen ab, indem dieselben bei *L. obtusa* und *L. papillosa* mehr peripherisch gelagert sind; bei *L. tenuissima* dagegen scheint es mir, als ob die Sporenmutterzellen unmittelbar die Achsenzellen berühren. Ist das letztere richtig, so müsste diese Art wohl von der Gattung getrennt werden, wie es bereits von *Kützing* geschehen ist.

Antheridien habe ich bloss an L. *tenuissima* gesehen, leider nur an trockenen Exemplaren, so dass eine genaue Untersuchung nicht wohl möglich war. Sie sind, wie bei *Polysiphonia*, an den Blættern befestigt.

Die *Keimbehälter* sitzen seitlich an den Stammachsen (Tab. IX. Fig. 1). Sie bestehen aus einem fast kugeligen oder ovalen, oben stumpf-abgeschnittenen und geöffneten Sacke. Im Grunde desselben liegt der Samenboden, an dem die Keimhaare befestigt sind. Dieselben sind kurz und stark veræstelt; die Endzellen der Aestchen und Zweige entwickeln sich zu Keimzellen; und zwar scheinen es ziemlich regelmæssig die Scheitelzellen von zweigliedrigen Achsen zu sein, welche zu Keimzellen werden, indess die untere oder Gliederzelle das Vermögen besitzt, durch seitliches Auswachsen wieder eine Tochterachse zu erzeugen; so dass also die Keimzellenbildung an einem Haar sich beliebig lang fortsetzen kann. In Tab. IX. Fig. 1 ist ein Keimbehælter, in Fig. 2 ein junges, in Fig. 3 ein æelteres Keimhaar abgebildet. — Die Keimzellen sind birnförmig, und mit braunrothem körnigem Inhalte gefüllt.

Laurencia besitzt, wie *Polysiphonia*, zwei wesentliche Organe: Stæmme und Blætter. Die Stammachsen wachsen unbegrenzt in die Læange, und erzeugen hin und wieder ihnen gleiche, ebenfalls unbegrenzte Tochterachsen (Aeste); alle Stammachsen sind einander gleich. *Kützing* unterscheidet zwar »besondere Fruchtæste« (Carpoclonia); es sind aber nichts Anderes als kurze noch junge gewöhnliche Aeste, welche einzelne Zellen zu Sporenmutterzellen umwandeln, nachher aber sich verlængern und unbegrenzt werden. — Die Blætter sind von den Stæmmen ausser dem besondern Bau und der eigenthümlichen Veræstelung ferner durch das begrenzte Wachsthum, durch die von oben nach unten hin fortschreitende Ausbildung der Zellen und durch den

Ursprung verschieden, indem die Blætter durch Auswachsen der ungetheilten Gliederzellen des Stammes (II^1) entstehen, die Stammachsen dagegen, insofern sie nicht aus einer Sporen- oder Keimzelle hervorgehen, so viel ich beobachten kann, im Innern des Stammgewebes entspringen. Ein physiologischer Unterschied zwischen Blatt und Stamm liegt ferner darin, dass ersteres die Antheridien, letzterer die Sporenmutterzellen erzeugt.

III. RHODOMENIACEAE.

Die Hauptachsen sind Zellschichten oder Zellkörper, deren Scheitelzelle, wenigstens der reproductiven Achsen, sich durch schiefe Wände theilt; Sporenmutterzellen im Gewebe.

Diese Ordnung unterscheidet sich von den *Ceramiaceen* in gleicher Weise wie die vorhergehende; nämlich die Hauptachsen sind niemals Zellenreihen, und die Sporenmutterzellen sind nie Scheitelzellen oder Gliederzellen, sondern immer im Gewebe eingeschlossen. — Von den *Delesseriaceen* unterscheidet sich die Ordnung der *Rhodomeniaceen* durch das Wachsthum, welches merkwürdiger Weise genau mit demjenigen der Moose übereinstimmt. Die Scheitelzelle oder primäre Zelle des $_n$ten Grades (I^n) theilt sich durch eine *schiefe* Wand in eine neue Scheitelzelle oder primäre Zelle des $_{n+1}$ten Grades (I^{n+1}) und in eine secundäre Zelle des ersten Grades ($_n II^1$), welche keine Gliederzelle ist. Ist die Achse eine Zellschicht oder ein flacher Zellkörper, so sind die Wände in den Scheitelzellen abwechselnd nach rechts und nach links geneigt, und die secundären Zellen des ersten Grades alterniren mit der Divergenz von 180^0. Ist dagegen die Achse ein cylindrischer Zellkörper, so sind die Scheidewände in den Scheitelzellen abwechselnd nach drei oder mehr Seiten hin geneigt, und die secundären Zellen des ersten Grades alterniren mit der Divergenz von 180^0-x. Im ersteren Falle stimmt das Längenwachsthum mit demjenigen der Laubachsen von *Echinomitrium* und des Laubmoosblattes, im zweiten Falle mit demjenigen des Laub- und Lebermoosstammes überein. [1] — Das Wachsthum in die Breite und Dicke oder die Zellenbildung, welche in den secundären Zellen des ersten Grades beginnt, ist ebenfalls die gleiche wie bei den Moosen. — Es ist daher characteristisch für die *Rhodomeniaceen*, dass ihre Achsen immer, auch in den frühsten Stadien, unge-

[1]) vgl. Zeitschrift für wissenschaftl. Bot. Heft 2. pag. 158 ff.

gliedert sind, und dass dieselben im Innern keine Reihe besonderer Achsenzellen besitzen.

Bei den meisten Gattungen, welche zu dieser Ordnung gehören, entwickeln sich alle Achsen auf die eben angegebene Weise. Bei einigen wenigen findet zwischen vegetativen und reproductiven Achsen ein Unterschied statt: die erstern besitzen gleiches Wachsthum und gleichen Bau wie die *Delesseriaceen*, indem sich die Scheitelzellen durch horizontale Wände theilen; die letztern, nämlich die Aeste, in denen sich die Sporen bilden, entwickeln sich in der den *Rhodomeniaceen* eigenthümlichen Art, indem die Scheitelzellen sich durch schiefe Wände theilen. Diese merkwürdige Combination der beiden Wachsthumsarten findet sich bei *Plocamium* Grev. und bei *Thamnophora* Ag.

Die Keimzellen sind zu Keimhäufchen vereinigt, welche im Gewebe entweder der Laubachsen oder besonderer Keimäste liegen.

1. Plocamieae.

Flacher Zellkörper mit ungleichen Achsen, die vegetativen durch horizontale, die reproductiven durch schiefe Wände in der Scheitelzelle in die Länge wachsend.

Die vegetativen oder Laubachsen entwickeln sich auf gleiche Weise wie die *Delesserieen*. Die jeweilige Scheitelzelle (I^n) theilt sich durch eine *horizontale* Wand in eine neue Scheitelzelle (I^{n+1}) und in eine Gliederzelle ($_nII^1$), wodurch das Wachsthum in die Länge vermittelt wird. Aus der Gliederzelle bildet sich eine Zellschicht, wodurch das Laub in die Breite wächst. Die Zellschicht erzeugt durch Theilung der Zellen einen mehrschichtigen Zellkörper, wodurch das Wachsthum in die Dicke statt findet. — Die reproductiven Achsen oder die Sporenäste und Keimäste entwickeln sich auf gleiche Weise, wie das Laub der Lebermoose (z. B. von Echinomitrium). Sie wachsen dadurch in die Länge, dass sich die Scheitelzellen (I^n) durch eine *schiefe* Wand in eine neue Scheitelzelle (I^{n+1}) und eine secundäre Zelle des ersten Grades ($_nII^1$) theilen, indem die Wände abwechselnd nach rechts und nach links geneigt sind. Das Wachsthum in die Breite geschieht dadurch, dass aus den secundären Zellen des ersten Grades eine Zellschicht

entsteht. Das Wachsthum in die Dicke verwandelt dieselbe in einen mehrschichtigen Zellkörper.

Zu den *Plocamieen* gehört die Gattung *Plocamium* Grev. und *Thamnophora* Ag.

Plocamium coccineum *Grev.*

Tab. X. Fig. 22 — 37.

Plocamium hat ein zusammengedrücktes, æsliges Laub. Die Achsen enden spitz, und man erkennt fast überall leicht die Scheitelzelle, und die Zellenbildung, welche im Punctum vegetationis statt findet. Dieselbe ist doppelter Art. Die Scheitelzelle theilt sich erstlich durch eine horizontale, die Achse der Zelle unter einem rechten Winkel schneidende Wand in eine neue Scheitelzelle (Fig. 34, 35, a) und in eine Gliederzelle (Fig. 34, 35, b), nach der Formel $I^n = I^{n+1} + {}_nII^1$. Die Gliederzelle theilt sich durch eine excentrische, fast senkrechte Wand in eine kleinere und in eine grössere Zelle (Fig. 34, c; 35, c, d, e); diese letztere durch eine gleiche Wand in eine mittlere und eine seitliche Zelle (Fig. 35, f, h, k). Diese Zellenbildung geschieht immer so, dass die erste excentrische Wand in den Gliederzellen der Zweige dem Mutterzweig abgekehrt ist. Aus der Gliederzelle entstehen demnach zunächst eine innere und zwei seitliche oder Randzellen. Jede der beiden letztern theilt sich durch eine fast senkrechte und mit der innern Wand ziemlich parallele Wand in eine innere und eine æussere oder neue Randzelle (Fig. 35, l; 34, d), wovon die letztere wieder auf die nämliche Weise zwei Zellen bildet (Fig. 34, e, f, g). Die Wände weichen von innen nach aussen mehr von der senkrechten Stellung ab, und nehmen eine schiefe, oft der horizontalen Richtung sich nähernde Lage an. Aus dieser Zellenbildung geht eine einfache Zellschicht hervor, welche aus horizontalen gebogenen Reihen besteht (Fig. 34, f; 37, h-h, i-i, n-n), und deren Zellen einzig durch Theilung der Randzellen entstanden sind; die innern Zellen bilden nie Zellen in dieser Richtung. Später aber scheinen sich auch die innern Zellen der Schicht zu theilen, zuerst durch horizontale oder schiefe (Fig. 34, g-g, h-h, i-i), dann auch durch senkrechte Wände (Fig. 34, k). Doch ist es leicht möglich, dass diese Wände erst mit dem Wachsthum in die Dicke auftreten, welches, auf eine mir nicht näher bekannte Art, die Zellschicht in einen zusammengedrückten Zellkörper verwandelt.

Die andere Art der Zellenbildung im Punctum vegetationis ist folgende. Die Scheitelzelle theilt sich durch eine schiefe, die Achse der Zelle unter einem spitzen Winkel schneidende, von unten und innen nach oben und aussen gerichtete Wand in eine neue Scheitelzelle oder primäre Zelle (Fig. 36, a; 37, a) und in eine secundäre Zelle des ersten Grades (Fig. 36, b; 37, b), nach der Formel $I^n = I^n + {}_{II}^{I}{}^1 + {}_nII^1$. In der erstern Zelle wiederholt sich fortwährend die gleiche Zellenbildung, nur divergiren die Scheidewände um einen Bogen von 180°, d. h. sie sind alternirend nach rechts und nach links geneigt. Die secundäre Zelle des ersten Grades theilt sich durch eine ihren radialen Längsdurchmesser unter einem rechten Winkel schneidende Wand in eine innere oder tertiäre Zelle und in eine neue secundäre oder Randzelle (Fig. 37, c, d). In der letztern wiederholt sich die gleiche Zellenbildung (Fig. 37, e, f, g). Das Resultat derselben ist eine einfache Schicht von tertiären Zellen, begrenzt von einer Reihe von secundären oder Randzellen. Die Zellenbildung, welche das Wachsthum in die Dicke begleitet, ist mir auch hier nicht hinreichend bekannt; sie verwandelt ebenfalls die Zellschicht in einen zusammengedrückten Zellkörper.

Die beiden eben beschriebenen Wachsthumsarten zeigen folgende Verhältnisse rücksichtlich des Umfanges, in welchem sie sich realisiren. Die vegetativen Achsen wachsen zuerst durch horizontale Wände in der Scheitelzelle, und beendigen ihr Wachsthum meist durch schiefe Wände; zuweilen mangelt ihnen die letztere Zellenbildung ganz. Die Sporenäste und Keimäste dagegen wachsen durch schiefe Wände in der Scheitelzelle. — Der

Uebergang der einen Zellenbildung in die andere findet einfach so statt, dass, nachdem die vorhergehende Scheitelzelle sich noch durch eine horizontale Wand theilte, die Wand in der folgenden Scheitelzelle dagegen schief liegt, und etwas seitlich von der Mitte an die Grundfläche und an die Seitenfläche angesetzt ist (Fig. 36). Die erste schiefe Wand liegt, nach den Beobachtungen, die mir zu Gebote stehen, an einem Zweige immer dem Mutterzweige zugekehrt, die zweite demselben abgekehrt u. s. w. In Fig. 37 sind zwei entstehende Seitenzweige abgebildet; der Pfeil bezeichnet die Richtung der Mutterachse. In dem einen hat sich zuerst durch eine horizontale Wand eine Gliederzelle (n-n), in dem andern zwei Gliederzellen i-i und h-h gebildet, und dann sind durch schiefe Wände in dem einen nach einander die secundären Zellen des ersten Grades m, d, c, b, in dem andern g, f, e, d, c, b entstanden.

Die ausgebildeten Achsen bestehen aus einem parenchymatischen Gewebe, dessen innere Zellen sehr gross sind, indess die äussern rasch kleiner werden. Doch mangeln mir hinreichende und genaue Untersuchungen, um etwas Bestimmtes über die Stellungsverhältnisse der Zellen und über die Verschiedenheiten des Baues bei den beiden Wachsthumsarten sagen zu können. Auf Querschnitten konnte ich bloss das eine Mal die Centralzelle unterscheiden, während sie das andere Mal zu fehlen schien; ebenso zeigte sich mir einige Mal deutlich eine in der Achsenfläche liegende Zellschicht. Wenn die Zellenbildung in die Dicke bei Plocamium, woran nicht zu zweifeln, derjenigen anderer Florideen analog ist, so muss bei beiden Wachsthumsarten eine besondere, in der Achsenfläche liegende Zellschicht vorhanden sein, bei der erstern (durch horizontale Wände in der Endzelle) muss überdem in dieser Zellschicht eine besondere, in der Achsenlinie liegende Zellenreihe zu unterscheiden sein, bei der zweiten (durch schiefe Wände) dagegen muss diese Achsenzellenreihe mangeln.

Die Verästelung der Laubachsen ist characteristisch. Am ausgebildeten Laub sind die Hauptachsen leicht hin und her gebogen, und tragen abwechselnd rechts und links je 2, 3 oder 4 Seitenachsen, von denen immer die unterste einfach und am kürzesten, die oberste am meisten verzweigt und am längsten ist (vgl. Fig. 30, a^1, c^1, d^1). Alle Achsen eines Laubes liegen in einer Ebene. Auf den ersten Blick glaubt man unbegrenzte Hauptachsen vor sich zu haben, welche alternirend mehrere einseitswendige theils begrenzte theils unbegrenzte Tochterachsen erzeugen. Eine Untersuchung der obern Achsenenden, wo die Verästelung statt findet, zeigt jedoch, dass diese Annahme unrichtig ist, und dass alle Achsen der Pflanze begrenzt sind, und in eine dornige Spitze mit abortirtem Punctum vegetationis endigen, und dass das scheinbare unbegrenzte Längenwachsthum der Achsen eine unbegrenzte Wiederholung begrenzter Achsen ist. Der Entwickelungsprocess ist folgender: irgend eine Achse erzeugt auf der gleichen Seite 2, 3 oder 4 secundäre Achsen; von diesen wächst jede bis zu einer bestimmten Länge, und bildet auf der ihrer Mutterachse zugekehrten Seite einige tertiäre Achsen; diese wachsen wieder begrenzt, und bilden an der ihrer Mutterachse zugewendeten Seite einige quartäre Achsen u. s. w. Dieser Process wiederholt sich, so lange das Laub wächst. Dabei ist zu bemerken, dass von den Tochterachsen einer Mutterachse immer die oberste sich rascher entwickelt, und dass sie häufig mehr Tochterachsen erzeugt als die unterste. Da jede Achse für sich begrenzt ist, da jede Tochterachsen erzeugt, und die Wiederholung durch die successiven Generationen unbegrenzt fortdauert, so werden die Achsenenden immer seitlich gerückt, und erscheinen als dornige Seitenzweige. Da von den Schwesterachsen die oberste am schnellsten sich entwickelt, und somit die stärkste ist, so tritt sie scheinbar als die Fortsetzung der Mutterachse auf, und bildet mit ihr die Hauptachse; die übrigen Schwesterachsen aber erscheinen als Seitenachsen. Plocamium zeigt daher die gleiche Erscheinung, wie jede Pflanze mit begrenzten Achsen und unbegrenzter einseitiger Wiederholung derselben: die scheinbaren Hauptachsen sind nicht reine, sondern gemischte Achsen, und bestehen aus Stücken der successiven Tochterachsen. — An dem in Fig. 30 gezeichneten Laube ist aa^1 die unterste Achse, die ich die primäre nennen will. Von den drei Tochterachsen oder secundären Achsen, welche sie erzeugte, ist bb^1 die oberste. Dieselbe bildete ihrerseits als Tochterachsen die tertiären Achsen cc^1, dd^1 und ee^1. Die Verzweigung von cc^1, und von dd^1 ist deutlich; jede trägt drei Tochterachsen, von denen die oberste am meisten entwickelt ist. Die oberste tertiäre Achse ee^1 erzeugte die quartären Achsen ff^1, gg^1 und hh^1. Die Achse ff^1 bildete zwei, gg^1 drei Tochterachsen; die Achse hh^1 trägt drei quintäre Achsen i, k, und ll^1 u. s. w. Die

Hauptachse a h besteht aus dem Stück a b der primären Achse, b e der secundären Achse und e h der tertiären Achse. Diese Hauptachse endigt jetzt in e^1; aber in kurzer Zeit wird e^1 seitlich gerückt, und die sich ausbildende quartäre Achse hh^1 tritt als die unmittelbare Fortsetzung von a h auf. Später wird auch h^1 seitwärts geschoben, und die Hauptachse wird a h ll^1 sein, noch später a h l m m^1 u. s. w. — Die gleiche Veränderung wird der Seitenzweig dd^1 erfahren. Seine primære Achse dd^1 erscheint jetzt noch als Hauptachse. Durch die Ausbildung der obersten secundæren Achse m m^1 wird m d^1 seitlich gerückt, und als Hauptachse tritt dann d m m^1 auf. Nachher muss in gleicher Weise vor der sich entwickelnden obersten tertiæren Achse das Ende der secundæren Achse n m^1 zur Seite weichen, und die Hauptachse geht nun von d durch m und n zu n^1.

Die Astzelle oder primære Zelle des ersten Grades, woraus eine Tochterachse entsteht, ist bei den Achsentheilen, welche durch horizontale Wænde in der Endzelle wachsen, die zweite tertiære Zelle des ersten Grades (III^1). Die Gliederzelle (II^1) næmlich theilt sich durch eine excentrische Wand in eine der Mutterachse abgekehrte III^1 und in II^2 (Fig. 33, c, d, e); die letztere theilt sich durch eine gleiche Wand in eine mittlere II^3 und in eine der Mutterachse zugekehrte III^1 (Fig. 33, f, g, h). Die letztere Zelle besondert sich zuweilen, und wird zur Astzelle oder zur primæren Zelle des ersten Grades für eine neue Achse (Fig. 33, m, m). An einer Achse besondern sich gewöhnlich 3, doch auch von 1 bis 4 solcher Zellen; sie stehen je an dem zweiten Gliede, und zwar in der Regel entweder auf dem 4ten, 6ten und 8ten, oder auf dem 5ten, 7ten und 9ten Gliede einer Achse, von unten gezæhlt. — Ausser der regelmæssigen Verästelung der vegetativen Achsen durch Astzellen, welche durch Metamorphose der zweiten tertiæren Zelle des ersten Grades entstehen, giebt es zuweilen noch Prolification am Rande. Eine Randzelle besondert sich, und wird zur primæren Zelle des ersten Grades für eine entstehende neue Achse. — Die regelmæssige Verästelung der Achsentheile, welche durch schiefe Wænde in der Scheitelzelle wachsen, ist mir unbekannt. Ich glaube, dass sie nur an den Sporenæsten und an den Keimhæufchen auftritt, indem die Laubachsen sich bloss an dem Theile, welcher durch horizontale Wænde in der Scheitelzelle entstanden ist, zu verästeln scheinen.

Die Sporenbildung findet in den Sporenæsten statt; es sind diess metamorphosirte Laubachsen, welche entweder keine oder nur begrenzte Verzweigung besitzen. Es ist diess der allgemeine Ausdruck, der genau die Bedingungen für den Umfang angiebt, in welchem die Sporenbildung an dem Laube auftreten kann. — Jede Achse kann sich in einen Sporenast verwandeln. Entweder sind es alle oder nur einzelne Tochterachsen einer Mutterachse, welche es wirklich thun; im letztern Falle trifft die Metamorphose jedoch immer die untern Schwesterachsen, indess die obern steril bleiben und als Laubæste sich entwickeln. — Die Sporenæste sind ferner immer ganze Achsen, nie etwa bloss die obern Enden von vegetativen Achsen. Die dornæhnlichen Seitenæste (Fig. 30, a^1, b^1, e^1) erzeugen daher nie Sporen, und wenn an einer Hauptachse ein oder mehrere Sporenæste nach einer Seite hin stehen, so findet man unter ihnen auf der gleichen Seite immer entweder eine vegetative Hauptachse oder einen dornæhnlichen Seitenast. — Die Sporenæste sind einfach oder sie sind verzweigt; die Verzweigung ist aber immer begrenzt; ein Sporenast wird aus 1 bis 7, selten aus mehr einfachen Achsen gebildet (Fig. 32, a, b, c, d). Eine Achse, in welcher Sporenbildung auftritt, erzeugt immer nur wieder sporentragende, nie vegetative Achsen. — Die letztere Thatsache hat wahrscheinlich ihren Grund in dem doppelten Længe nwachsthum der Achsen. Die Sporenæste wachsen durch schiefe Wænde in der Scheitelzelle; sie besitzen eine dieser Zellenbildung analoge Verzweigung, und können daher neue Sporenzweige erzeugen. Da aber das Wachsthum durch schiefe Wænde in der Scheitelzelle nicht in dasjenige durch horizontale Wænde übergeht sondern nur der umgekehrte Uebergang statt findet, so kann auch aus einer Sporenachse keine vegetative Achse hervorgehen. — In Fig. 33 ist ein Theil von einem sporenbildenden Laube gezeichnet; die Sporenæste sind durch doppelte, die Laubachsen durch einfache Linien gegeben, aa^1 ist die unterste Laubachse, welche einen Sporenast und zwei Laubachsen hh^1 und bb^1 erzeugte. bb^1 bildete zwei Sporenæste und die Laubachse ee^1. ee^1 bildete einen Sporenast und zwei Laubachsen n und dd^1. dd^1 erzeugte einen Sporenast und zwei Laubachsen o und ee^1. ee^1 erzeugte zwei Sporenæste und die Laubachse ff^1. Die Laubachse hh^1 bildete drei Sporenæste und die Laubachse ii^1. ii^1 bildete einen Sporenast und drei Laubachsen p, q und kk^1. kk^1 erzeugte einen Sporenast und zwei Laubachsen r und ll^1. ll^1 erzeugte zwei Sporenæste und die Laubachse mm^1.

In jeder einfachen Achse eines Sporenastes bilden sich mehrere Zellen zu Sporenmutterzellen um. Diese Zahl varirt nach meinen Beobachtungen von 1 bis 8. Sie liegen in der obern Hälfte der Achse, häufiger in zwei Reihen, seltener in einer einfachen Reihe, der Längsdurchmesser ist bald horizontal, bald vertical oder schief gerichtet (Fig. 32). Ich habe die Sporenbildung bloss an getrockneten Exemplaren untersucht, und bin in Bezug auf die Frage, auf welche Weise die Sporen aus den Mutterzellen entstehen, zu keinem sichern Resultate gelangt. Sovi el ist gewiss, dass zuerst Mutterzellen auftreten, welche durch zonenartige Theilung in 4 Tochterzellen übergehen, und dass diese Tochterzellen sich auch noch weiter theilen. Es ist nun zweierlei möglich, entweder sind jene ursprünglichen Mutterzellen wirklich die Sporenmutterzellen; dann theilt sich jede in mehr als 4, nämlich in 5 bis 8 und vielleicht noch mehr Sporen. Oder die 4 aus einer ursprünglichen Mutterzelle entstehenden, zonenartigen Zellen sind erst die Mutterzellen; dann müsste nachgewiesen werden, dass jede dieser letztern sich in 4 Sporen theilte, und auf welche Weise diess geschähe. Die erstere Annahme ist mir die wahrscheinlichere, da auch bei den Phanerogamen der Fall vorkommt, dass aus einer Mutterzelle 4 bis 8 Pollenkörner entstehen. — Das Resultat ist eine Gruppe von Sporen, welche von einer Gallertschicht umgeben ist. Solcher Gruppen finden sich in jeder Achse des Sporenastes 1 bis 8 (Fig. 32). — Während *Kützing* den Verlauf der Sporenbildung in der Zeichnung richtig andeutet, ist dagegen der Ausdruck «tetrachocarpia quadrijuga» nicht ganz passend.

Die Keimzellen sind in Keimhäufchen zusammengeballt, welche einzeln in kugeligen Keimbehältern liegen, von denen jeder für sich eine besondere Achse, ein Keimast ist. Die Keimäste haben eine bestimmte Stellung: sie stehen an vegetativen Achsen, an deren unterm Ende und an dem der Verästelungsseite gegenüberliegenden Rande. Am häufigsten entspringt der Keimast aus der Basis der obersten Schwesterachse, und steht somit einem dornähnlichen Seitenast gegenüber, nur etwas höher als dieser an der Hauptachse eingefügt. Seltener entspringt der Keimast aus der Basis der zweitobersten Schwesterachse, und liegt somit an der Basis eines verzweigten Seitenastes auf dessen äusserer Seite. In Fig. 30 ist bb' die oberste Tochterachse von aa'; sie hat 3 vegetative Achsen cc', dd' und ee' nach einer Seite hin, nach der gegenüberliegenden Seite und an der Basis dagegen den Keimast n erzeugt. Von den Schwesterachsen cc', dd' und ee' hat die zweitoberste dd' an ihrer Basis und auf dem den Tochterachsen abgekehrten Rande den Keimast o gebildet. — Von der eben ausgesprochenen Regel finde ich in der Natur keine Abweichungen. *Kützing* giebt eine Abbildung [4]), welche nicht mit der Regel übereinstimmt; da aber dieselbe auch gegen die übrigen regelmässigen Stellungsverhältnisse der Achsen verstösst, so scheint der Verfasser weniger genau auf diesen Punct geachtet zu haben. — Die Stellung der Sporenäste und der Keimäste ist absolut verschieden. Die Sporenäste sind metamorphosirte Laubäste, und nehmen diejenige Lage an einer Hauptachse ein, welche sonst die vegetativen Aeste einnehmen würden. Die Keimäste dagegen sind neue Achsen, indem sie an einem Platze stehen, wo sonst nie andere (Sporen- oder Laub-) Aeste gefunden werden. Jede Laubachse von Plocamium hat zwei morphologisch-verschiedene Ränder, einen Verästelungsrand und einen sterilen Rand; an dem erstern stehen die vegetativen Tochterachsen und die Sporenäste, an dem letztern die Keimäste.

Ueber den Ursprung der Keimäste an den Laubachsen bin ich nicht ganz in's Klare gekommen. Wie es mir scheint, so ist es eine Zelle am Rande, welche sich besondert, und zur primären Zelle des ersten Grades für den entstehenden Keimast wird. Erweist sich diese Vermuthung als richtig, so wäre der Keimast einer durch Prolification sich bildenden Laubachse analog. Das früheste Stadium des Keimastes, das ich deutlich unterscheiden kann, zeigt am Rande des Laubes schon eine Gruppe von mehreren Zellen, welche offenbar durch schiefe Wandbildung in der Scheitelzelle entstanden ist; sie zeigt schiefe Streifung von der Mittellinie aus nach zwei Seiten, und ihre Basis wird ebenfalls durch zwei schiefe Linien gebildet (Fig. 24, a). Im Grunde dieses Winkels erkennt man eine oder zwei grössere Zellen. — Diese Gruppe von Zellgewebe wird stetig grösser (Fig. 25, a), indem sie am Scheitel wächst, und verwandelt sich in einen keulenförmigen Ast, welcher aus ho-

[4]) Phyc. general. Tab. 64. f.

mogenem Zellgewebe besteht (Fig. 26). Die Zellen liegen in Reihen, welche von innen und unten nach oben und aussen divergiren, und dabei sich fortwährend theilen, so dass eine unten einfache Reihe sich nach oben in zwei, jede dieser dann wieder in zwei spaltet u. s. f. — Darauf unterscheidet man im Centrum einige grössere lockere Zellen; eine davon, mehr nach unten liegend, ist beträchtlicher, von länglicher Gestalt, und ganz mit kleinen Körnchen erfüllt (Fig. 27, a), die andern, mehr nach oben befindlich, sind kleiner, eiförmig oder kugelig, mit homogenem Schleime und einem wasserhellen, ein Kernchen einschliessenden Kernbläschen (Fig. 27, b). Ich vermuthe, dass die grössere längliche Zelle die erste Zelle ist, von welcher die Bildung des Keimhäufchens ausgeht, und dass die kleinern mehr rundlichen Zellen aus ihr entspringen. — Später hat sich der Keimast zu einem Keimbehälter umgebildet (Fig. 22, im horizontalen, Fig. 23 im verticalen Durchschnitt), welcher aus einer Wandung besteht, eine ziemlich kugelige Höhlung enthält, und am Scheitel eine kleine regelmässige Oeffnung besitzt. Die Wandung besteht aus radialen, sich nach aussen fortwährend theilenden Reihen von tafelförmigen Zellen, so dass auf jede Zelle an der innern Fläche der Wandung auf dem Durchschnitte je 4 — 8 Zellen, im Ganzen aber je 20 bis 50 Zellen an der äussern Fläche der Wandung entsprechen (Fig. 28). Es stimmt dieser Bau der Wandung genau mit der Structur des jungen, noch soliden Keimastes überein. Betrachtet man die innere Fläche der Wandung, so sieht man von der Basis mehrere Zellenreihen ausstrahlen, welche nach oben und aussen divergiren, und sich dichotomisch verzweigen (Fig. 29); dieselben bilden die innerste Schicht der Wandung. Auch diese Erscheinung ist eine natürliche Folge des ursprünglichen Baues des Keimbehälters; bei der Ausdehnung der Wandung konnten die innersten und ältesten Zellen dieser Ausdehnung nicht in beiden Richtungen folgen; statt tafelförmig zu werden, wie die äussern Zellen, trennten sie sich seitlich von einander, blieben nur nach oben und unten mit einander in Berührung, und wurden langgestreckt. — In der Höhlung des Keimbehälters, von dessen Wandung dicht umschlossen, liegt ein Conglomerat von Zellen, welches in grössere und kleinere Lappen getheilt ist. Anfänglich, wenn das Conglomerat noch klein ist, besteht es ganz aus kleinen farblosen Zellen. Später sind die obern grösseren Lappen aus grossen rothen Keimzellen, die untern kleinern Lappen aus röthlichen, sich nicht mehr vermehrenden Zellen, die kleinsten Lappen aus ganz kleinen farblosen sich noch theilenden Zellen gebildet (Fig. 23). Die ganze Keimzellenmasse ruht auf einer ziemlich grossen, länglichen, am obern Ende lappig-getheilten Basiszelle, und auf mehreren länglichen Zellen, welche einen kurzen lockern Strang bilden, der unten die Basiszelle berührt, und bis ungefähr in die Mitte der Keimzellenmasse reicht (Fig. 23). Diese Zellen sind dieselben, welche man zuerst im jungen Keimaste unterscheidet. Es ist wohl keinem Zweifel unterworfen, dass die Entwickelung folgendermassen geschieht: In der Mitte des Keimastes besondert sich eine Zelle (die Basiszelle), welche nach oben mehrere Astzellen bildet; jede derselben erzeugt wieder eine oder mehrere Astzellen, so dass eine kurze ästige Zellenreihe entsteht, von welcher jede Zelle (wahrscheinlich mit Ausnahme der untersten) einen Lappen der Keimzellenmasse erzeugt; da die Bildung von Astzellen immer fortdauert, so findet man an der Basis der Keimzellenmasse immer junge, noch in der Entwickelung begriffene Keimzellenlappen. — Die Keimzellenlappen sind wieder gelappt, sie bestehen aus einer Hauptachse und aus mehreren Seitenachsen; jede derselben ist ein Körper von Zellgewebe, welcher aus einer einfachen Zelle entsteht, durch Zellenbildung in der Scheitelzelle in die Länge, und durch Theilung der unter der Scheitelzelle liegenden Zellen in die Dicke wächst. Die Scheitelzelle theilt sich durch schiefe Wände, wie an dem Endtheile der vegetativen Achsen und an den Sporen- und Keimästen. In Fig. 31 ist ein in der Entwickelung begriffener Keimzellenlappen dargestellt, dessen Hauptachse mit mehreren Seitenläppchen besetzt ist; das Längenwachsthum durch schiefe Wände in der Endzelle ist deutlich an den Seitenachsen, welche nach rechts und links liegen, zu sehen. Wenn die Zellenbildung an einem Lappen beendigt ist, so dehnen sich die Zellen aus, werden körnig, und färben sich roth. Wegen der gedrängten Lage besitzen sie auch im ausgebildeten Zustande noch eine eckige, parenchymatische Gestalt. — *Kützing* sagt, dass die Keimzellen an einem «Spermopodium centrale fibrosum» befestigt seien, und lässt dasselbe in der Zeichnung von der Basis des Keimbehälters durch das Keimhäufchen hindurch bis zur obern Wand gehen, und sich an dieselbe festsetzen. Nach meinen Untersuchungen ist das Keimhäufchen bloss an der Basiszelle be-

festigt und sonst am ganzen Umfange frei; der Träger oder der Strang von Zellen, die sich nicht in Keimzellen verwandeln, reicht kaum bis zur Mitte des Hæufchens, und wenn man einen horizontalen Durchschnitt durch die Mitte oder etwas über derselben macht, so sieht man bloss Keimzellen, und nichts von einem centralen Träger. — Die unentwickelten Keimzellen nennt *Kützing* Nebensamen (paraspermatia). Er glaubt nicht, dass es unentwickelte Samen seien, weil sie in den kleinsten und grössten Früchten vorkommen. Dennoch sind es nichts anders als junge Keimzellen, deren Entwickelung man sowohl in jungen als in ältern Keimbehältern beobachten kann; dass sie auch in den grössten Keimbehältern noch gefunden werden, hat darin seinen Grund, weil die Keimzellenbildung immer fortdauert. — Die Beschreibung der Keimzellenbildung in *Endlicher's* Gen. plant. suppl. III. «Coccidia sporas e fili articulati brevissimi articulo extremo pyriformi ortas includentia» is wenigstens sehr unpassend.

2. Chondreae.

Zellschicht mit mehrschichtigen Nervationen oder flacher Zellkörper, mit gleichem Längenwachsthum in allen Achsen; Wachsthum in die Breite und Dicke geschieden, ersteres in der Richtung der Achsenfläche eine Zellschicht erzeugend, letzteres senkrecht zu derselben die einfache Schicht in mehrere theilend.

Die Entwickelung aller Achsen ist die gleiche. Hierin unterscheidet sich diese Familie von der vorhergehenden. Das Längenwachsthum findet dadurch statt, dass in der Scheitelzelle (I^n) durch eine schiefe Wand eine neue Scheitelzelle (I^{n+1}) und eine secundäre Zelle des ersten Grades ($_nII^1$) entstehen. Die Wände in den successiven Scheitelzellen sind abwechselnd nach rechts und nach links geneigt; die secundären Zellen des ersten Grades alterniren daher mit einer Divergenz von 180^0, und sie bilden zusammen eine zweireihige Zellschicht. — Das Wachsthum in die Breite beginnt in den secundären Zellen des ersten Grades, und geschieht dadurch, dass dieselben sowie die daraus hervorgehenden Zellen sich durch Wände theilen, welche die Achsenfläche unter einem rechten Winkel schneiden. Diese Wände können senkrecht zum radialen Zellendurchmesser oder mit demselben parallel oder zwischen beiden Richtungen geneigt sein. Die Zellenbildung schreitet regelmässig von der Achsenlinie nach der Peripherie hin fort. Das Resultat derselben ist eine Zellschicht. — Das Wachsthum in die Dicke beginnt damit, dass die Zellen der Zellschicht durch excentrische Wände, welche mit der Achsenfläche parallel laufen, sich theilen, wodurch aus jeder Zelle zunächst eine kleinere äussere und eine grössere Zelle, und durch eine neue gleiche Theilung dieser letzteren drei Zellen, eine innere und zwei äussere Zellen

hervorgehen. Die innere dieser drei Zellen ist eine Dauerzelle, und bildet mit allen übrigen gleichen Zellen eine die Achsenfläche einnehmende Zellschicht. Die beiden seitlichen Zellen sind Mutterzellen, in denen das Wachsthum in die Dicke weiter fortschreitet, indem die Zellen abwechselnd durch Wände, welche mit der Achsenfläche parallel laufen, und durch solche, welche rechtwinklig zu derselben sind, sich theilen.

Die Sporenmutterzellen liegen seitlich von den Zellen der Achsenfläche, bald an dieselben anstossend, bald von denselben entfernt in der Rinde. Diese Verschiedenheit, welche ohne Zweifel von gleicher Bedeutung wie bei den *Delesserieen* ist, mag einmal dazu dienen, die Familie in zwei natürliche Gruppen zu trennen.

Zu den *Chondreen* gehören *Iridaea* Bory, *Chondrus* Grev. (Mastocarpus Kütz.), *Kallymenia* I. Ag. (Euhymenia Kütz.), *Cryptonemia* I. Ag., *Grateloupia* Ag., *Gigartina* Lamour. excl. spec. (Chondroclonium Kütz.), *Rhodomenia* Grev. (Callophyllis Kütz., Calliblepharis Kütz.), *Cryptopleura* Kütz.

Cryptopleura lacerata *Kützing.*

(Delesseria l. Ag. Aglaophyllum l. Montagne. Nitophyllum l. Grev.)

Tab. IX. Fig. 26 — 33.

Das bandartige, dichotomisch-getheilte und an den Enden lappenförmig-eingeschnittene Laub besteht aus einer geaderten Zellschicht. Die Adern, welche meist zu 2 bis 4 in der ganzen Breite einer Laubachse getrennt von einander liegen, verzweigen sich; die Zweige enden frei, oder anastomosiren mit einander. Die Adern bestehen in der Breite aus 1, 2 oder 3 neben einander liegenden Zellenreihen, in der Dicke gewöhnlich aus je 3 Zellen. — Die Zellenbildung an der Spitze der Achsen ist sehr schwer zu beobachten. An einer Menge von Pflanzen, welche ich untersuchte, fand ich bloss drei ziemlich deutliche Zustände, welche in Fig. 26, 27 und 28 gezeichnet sind. Zuäusserst liegt eine einfache Zelle, die Scheitelzelle (Fig. 26, 27, 28, a) welche sich, so lange die Achse in die Länge wächst, durch eine schiefe, von unten und innen nach oben und aussen gerichtete Wand in eine neue Scheitelzelle oder primäre Zelle des folgenden Grades (Fig. 26, a) und in eine secundäre Zelle des ersten Grades (Fig. 26, b) theilt. Die Scheidewände in der Scheitelzelle liegen abwechselnd nach rechts und nach links. — Die schmalen, langgestreckten secundären Zellen des ersten Grades theilen sich durch eine ihren Längendurchmesser unter einem rechten Winkel schneidende Wand in eine innere, kleinere, tertiäre Zelle (Fig. 26, c; 28, b) und in eine äussere secundäre Zelle des zweiten Grades (Fig. 26, d; 28, c). Jede folgende secundäre Zelle kann sich auf gleiche Weise in eine tertiäre Zelle und in eine neue secundäre Zelle theilen (Fig. 26, f und g, i und k, n und o etc.). Die secundären Zellen theilen sich abwechselnd auch durch eine radiale, von der obern Seitenwand ausgehende, schief nach aussen gerichtete und sich ziemlich an die Mitte der äussern Wand ansetzende Scheidewand in zwei neue ungleiche secundäre Zellen, eine kleinere obere (Fig.

28, e) und eine grössere untere (Fig. 28, f); in diesen beiden Zellen tritt dann wieder die erste Zellenbildung auf. Solche radiale Wände bildeten sich in Fig. 26 zwischen l und ik, zwischen p und onq, und zwischen q und p; in Fig. 27 zwischen fg und lkih, zwischen f und g, zwischen h und ik, zwischen e und d, zwischen pq und nosr, zwischen p und q, und zwischen r und os. — Die beiden beschriebenen Zellenbildungen durch Wände, welche mit dem Radius ziemlich parallel laufen, und durch solche, welche in der Richtung der Secante liegen, vollführen hauptsächlich das Wachsthum in die Breite. Das Resultat ist eine Schicht von tertiären Zellen, welche am Rand durch eine Reihe von secundären Zellen begrenzt werden. — Die tertiären Zellen, wenigstens die in der Mitte der Achse liegenden, theilen sich ebenfalls; so sind in Fig. 27 aus einer tertiären Zelle 4 Zellen(m l - m), aus einer andern ebenfalls 4 (n), und aus zweien je zwei Zellen (l, l) entstanden.

Wenn das Wachsthum in die Breite vollendet ist, so besteht das Laub aus einer einfachen Schicht von gleichartigen Parenchymzellen. In dieser homogenen Schicht besondern sich einzelne, sich verzweigende und anastomosirende Strænge von Zellen, dieselben sind 1, 2 oder 3reihig, d. h. die Besonderung trifft 1, 2 oder 3 neben einander liegende Zellen, in welchen ein Wachsthum in die Dicke auftritt. Eine tertiære Zelle theilt sich gewöhnlich in 3 Zellen, eine mittlere und jederseits eine æussere, zuweilen auch in 5 Zellen, eine mittlere und jederseits zwei æussere, wie man in Fig. 33, d und l auf dem Querschnitte sieht. Im erstern Falle theilt sich die tertiære Zelle zuerst durch eine, mit der Achsenflæche des Laubes parallele, excentrische Wand in eine kleinere æussere und eine grössere Zelle (Fig. 33, c), diese letztere dann durch eine gleiche Wand in eine innere und eine æussere Zelle (Fig. 33, d). Im zweiten Falle theilt sich die tertiære Zelle durch eine mit der Achsenflæche parallele, schiefe, die Aussenwand ziemlich in der Mitte berührende Scheidewand in eine kleinere æussere (Fig. 33, m) und eine grössere Zelle (Fig. 33, ne), diese letztere dann durch eine æhnliche, nach aussen convergirende Wand in eine zweite kleinere æussere (Fig. 33, n) und eine grössere Zelle (Fig. 33, e); die letztere verwandelt sich darauf durch gleiche doppelte Theilung in eine innere und zwei æussere Zellen (Fig. 33, f). Diese Zellenbildung kann auf jeder Stufe stehen bleiben. — *Kützing* læsst in dem einschichtigen Laub von Cryptopleura die Adern bloss aus längern Zellen bestehen, eine unrichtige Darstellung, welche von dem Mangel eines Querschnittes herrührt.

Wenn das Laub vollkommen entwickelt ist, und die Zellen sich ausgedehnt haben, so bilden sie ein parenchymatisches Gewebe, in welchem von ihrer ursprünglichen, regelmæssigen Anordnung nichts mehr zu sehen ist. Ihr Inhalt ist eine wasserhelle Flüssigkeit und die wandstændige Schleimschicht, an welcher rothe Farbblæschen liegen. Die letzteren sind zusammengedrückt, von der Flæche rundlich oder længlich (Fig. 30), bald locker, bald dicht beisammen liegend und ein vollkommenes Parenchym bildend. Ins Alter werden die Farbblæschen bræunlich, dann schön grün und gleichen vollkommen den Chlorophyllblæschen vieler Algen. — Die jüngsten Zellen enthalten einen homogenen fast farblosen Schleim, welcher bald röthlich, feingekörnt und zartschaumig wird, und nachher an die Wandung als Schleimschicht und als ein schönes Schleimnetz sich lagert, in welchem sich die Farbblæschen bilden.

Das Laub ist durch Haftwurzeln auf der Unterlage befestigt. Dieselben entspringen nahe dem Rande bald aus der einen, bald aus der andern Flæche des Laubes. Sie sind kurzcylindrisch, oder etwas konisch (Fig. 29, a), und bestehen aus vielen neben einander liegenden und durch Gallerte in einen Körper vereinigten Wurzelhaaren. Sie bilden sich so, dass mehrere (etwa 10 — 15) Zellen des Laubes auswachsen, und jede ein Wurzelhaar erzeugen. Fig. 29, b zeigt eine Haftwurzel im Durchschnitt; man sieht die durchschnittenen Wurzelhaare und die sie verbindende Gallerte.

Die Sporenmutterzellen liegen in kreisförmigen oder længlichen Anschwellungen des Laubes (Fig. 31). Die tertiæren Zellen haben sich daselbst in mehrere Schichten getheilt. An dem Durchschnitte unterscheidet man eine mittlere Reihe von Zellen, welche für die ganze Anschwellung eine in der Achsenflæche liegende Schicht bilden. Die Sporenmutterzellen berühren diese Achsenzellen unmittelbar, und liegen demnach auf Durchschnitten in zwei Reihen. Ursprünglich sind sie im Gewebe eingeschlossen, spæter ist ihr Scheitel frei, indem er bloss von Gallerte bedeckt wird (Fig. 32). Nur selten sieht man die Achsenzellen so deutlich, wie es gezeichnet ist;

durch die Ausdehnung der Sporenmutterzellen kommt das Gewebe häufig in Unordnung, so dass man die Achsenzellen nur stellenweise erkennt, und dass die Mutterzellen, wenn sie gegenüber liegen, einander zu berühren scheinen. — Die Sporenbildung ist tetraëdrisch.

Die Keimzellen sind in Keimbehälter eingeschlossen, welche zerstreut in der Fläche des Laubes liegen, und denjenigen von *Nitophyllum* ziemlich nahe kommen. Die obere Wand besteht aus mehreren (etwa 5) Zellschichten, deren Zellen fast so breit und lang sind als die übrigen Zellen des Laubes; sie ist in der Mitte mit einer kleinen runden Oeffnung versehen, an deren Umfang die Zellen beträchtlich kleiner und dunkler gefärbt sind. Die untere Wand wird ebenfalls von mehrern (fast doppelt so vielen als in der obern Wand) Zellschichten gebildet, deren Zellen, besonders gegen die Mitte der Wand, nicht über halb so breit und lang sind als die Zellen der obern Wand. In beiden Wänden stehen übrigens die Zellen genau in senkrechten, von der Mitte aus etwas divergirenden Reihen. Auf der Mitte der untern Wand, welche wenig verdickt ist, stehen eine Menge von Keimhaaren, welche in einen lockern Knäuel zusammengedrängt sind. — Die Entwickelungsgeschichte des Keimbehälters stimmt mit derjenigen bei *Nitophyllum* überein. Alle Laubzellen, welche an einer kreisförmigen Stelle beisammen liegen, theilen sich zuerst in eine Achsenzelle und zwei seitliche Zellen; die Theilung wiederholt sich in den letztern. Das Zellgewebe trennt sich auf die Weise in zwei Lamellen, dass die Achsenzellschicht den Boden des Keimbehälters (die obere Schicht der untern Wand) darstellt. — Die Keimhaare sind verästelt. Ihre Zellen verwandeln sich von oben nach unten in Keimzellen, welche eiförmig oder fast kugelig und mit braunrothem körnigem Inhalte erfüllt sind.

Leptophyllum bifidum *Näg.*

(Sphaerococcus b. Ag. Rhodomenia b. Grev.)

Tab. X. Fig. 1 — 7.

Das dünne, blattartige, nervenlose Laub ist zweitheilig oder dichotomisch verästelt. Man erkennt häufig deutlich an der Spitze der Achsen die Scheitelzelle, welche sich, so lange das Wachsthum der Achse dauert, durch eine schiefe Wand in eine neue Scheitelzelle oder primäre Zelle des folgenden Grades und in eine secundäre Zelle des ersten Grades theilt. Die secundären Zellen liegen alternirend nach rechts und nach links von der Achsenlinie. In Fig. 1 ist das obere Ende eines Lappens des Laubes dargestellt, wo die dichotomische Theilung eben im Werden begriffen ist. Statt des einen Punctum vegetationis haben sich zwei neue gebildet, welche, so weit ich die gesetzmässige Stellung der Zellen erkennen konnte, gezeichnet sind. Man sieht in a, a die beiden Scheitelzellen. In Fig. 2 ist ein durch Prolification am Rande des Laubes entstehendes Aestchen dargestellt; a bezeichnet die Scheitelzelle (1^a), b die secundäre Zelle des ersten Grades, welche mit a aus einer Scheitelzelle entstanden ist. — In den secundären Zellen des ersten Grades beginnt das Wachsthum in die Breite, und setzt sich fort durch secundäre Zellen der folgenden Grade. Es besteht darin, dass eine secundäre Zelle (oder Randzelle) entweder durch eine den radialen Durchmesser unter einem rechten Winkel schneidende Wand in eine secundäre und eine tertiäre Zelle, oder durch eine schiefe, von oben und innen nach aussen gehende und mit dem radialen Durchmesser fast parallel laufende Wand in zwei secundäre Zellen, eine kleinere vordere und eine grössere hintere sich theilt. — In Fig. 1 werden die Zellgruppen, welche aus den successiven secundären Zellen des ersten Grades entstanden sind, die oberste durch b, die zweitoberste durch c, die dritte durch d, die vierte durch efm, die fünfte durch ghion, die sechste durch k, die achte durch l bezeichnet. In der obersten (b) hat sich eine Querwand, in der zweitobersten (c) zwei Querwände, in der dritten (d) zwei Querwände dann eine schiefe Längswand, in der vierten (efm links) vier Querwände (m) dann eine schiefe Längswand (ef) gebildet; in der fünften sind zuerst zwei Querwände und die Zellen n

entstanden, die Randzelle o-g theilte sich durch eine schiefe Längswand in die beiden Zellen o-i und g-h, wovon die erstere mehrere Querwände, die letztere aber sogleich wieder eine schiefe Längswand und dadurch die Zellen g und h erzeugte. — In Fig. 2 hat sich die oberste secundäre Zelle des ersten Grades (b) noch nicht getheilt; die zweit- und drittoberste (c und d) haben vermittelst einer Querwand eine erste tertiäre Zelle und eine secundäre Zelle des zweiten Grades gebildet; die vierte (e) hat sich zuerst durch zwei Querwände in eine tertiäre und eine neue secundäre Zelle, dann durch eine schiefe Längswand in zwei secundäre Zellen getheilt; die fünfte fgnm theilte sich in die tertiäre Zelle m und die secundäre Zelle nfg, die letztere in zwei secundäre Zellen f und gn, die letztere in n und g; die sechste hikpo theilte sich in IIt (o) und It (hikp), die letztere in II (pk) und II (hi), davon die eine in III (p) und II (k) und die andere in II (h) und II (i), von diesen beiden die letztere in Itt und II.

Diese gesetzmässige Zellenbildung, welche von der Achsenlinie ausgeht, und sich in den jedesmaligen Randzellen fortsetzt, bedingt das Wachsthum in die Breite, und erzeugt eine Zellschicht, welche aus tertiären Zellen besteht, und am Rande von einer Reihe von secundären Zellen abgeschlossen ist. Ob die tertiären Zellen sich ebenfalls theilen, wie bei *Cryptopleura lacerata*, weiss ich nicht; man sieht in einer gewissen Entfernung unterhalb der Scheitelzelle Querwände auftreten (Fig. 1, n, links); ob aber dieselben eine Theilung der tertiären in neben einander liegende Zellen andeuten, oder ob sie eine mit dem Wachsthum in die Dicke verbundene Erscheinung sind, ist mir noch zweifelhaft. — Das letztere trifft alle tertiären Zellen, nicht aber die Randzellen. Jede der erstern theilt sich durch Wände, welche mit der Achsenfläche parallel sind, in 3, 4 oder 5 hinter einander liegende Zellen. In der Achsenfläche liegt eine besondere Schicht von Achsenzellen; die äussern Zellen haben mit denselben entweder gleiche oder auch bloss halbe Länge und Breite. Das Resultat dieser Zellenbildung ist ein aus 3, 4 oder 5 Schichten bestehender flacher Zellkörper. In Fig. 3 ist ein horizontaler Querschnitt durch den Seitentheil des Laubes dargestellt; man sieht in b eine Randzelle (secundäre Zelle), in a die Achsenzellen; die äussern Zellen sind gleich breit wie die Achsenzellen, nur die Zellen c sind halb so breit. Auf verticalen Querschnitten sieht man ganz dasselbe, nämlich eine Reihe von Achsenzellen und jederseits eine oder zwei gleichlange Zellen; zuweilen sind die äussern auch bloss halb solang. Die Achsenzellen sind nicht immer deutlich zu erkennen; es kommt viel darauf an, dass der Schnitt die rechte Richtung treffe, und dass das Laub in dem geeigneten Entwickelungsstadium sei. Später werden die Zellen durch ungleiche Ausdehnung verschoben.

Das Laub theilt sich dichotomisch, indem an dem Ende einer Achse statt eines Punctum vegetationis sich deren zwei bilden, und zwei neue Tochterachsen erzeugen (Fig. 1). Alle Dichotomieen einer Pflanze liegen in der gleichen Ebene. Ausserdem bilden sich zuweilen am Rande neue Lappen durch Prolification, indem eine Randzelle sich besondert, und einen Zellenbildungsprocess einleitet, welcher demjenigen, der im Punctum vegetationis statt findet, vollkommen analog ist (Fig. 2).

Die Sporenmutterzellen liegen zerstreut durch das Laub. Auf Durchschnitten sieht man sie im jungen Zustande neben den Achsenzellen (Fig. 4. b); sie sind eiförmig, mit dem langen Durchmesser horizontal von innen nach aussen gerichtet. Sie dehnen sich vorzüglich in der Richtung des Längendurchmessers aus, verschieben dabei die Achsenzellen, und nehmen nun nicht bloss die eine Hälfte des Laubes sondern auch noch einen Theil der andern Hälfte ein (Fig. 4, c). Bei der völligen Reife reichen sie oft von der einen Fläche bis fast zur gegenüberliegenden Fläche des Laubes. Schon ziemlich früh ist ihr Scheitel frei, und bloss von Gallerte bedeckt, ob er es von Anfang an ist, oder ob sie zuerst von Zellen (von der Epidermis) bedeckt werden, weiss ich nicht. — Die Sporenbildung ist zonenartig, indem sich die Mutterzellen zuerst durch eine den langen Durchmesser unter einem rechten Winkel schneidende Wand in zwei Zellen theilen, welche auf gleiche Weise durch parallele Wände je zwei Zellen erzeugen.

Die Keimzellen liegen in Keimhäufchen beisammen, und sind in einen Keimbehälter eingeschlossen (Fig. 7), welcher in der Laubfläche nahe am Rande liegt. An der Stelle, wo sich ein Keimbehälter bilden soll, vermehren sich die Zellen beiderseits von den Achsenzellen, vorzüglich auf der einen Seite, welche dadurch warzen-

förmig sich erhebt. Fig. 5 stellt einen solchen Zustand im horizontalen Durchschnitt dar; b ist der Rand des Laubes, ab die durchschnittene Achsenzellschicht; neben den Achsenzellen liegen die Zellen in Reihen, welche auf der obern Seite strahlenförmig divergiren, und nach der Oberfläche hin durch Theilung sich vermehren. Der ganze Durchschnitt zeigt ein continuirliches Gewebe. — Die warzenförmige Erhebung wird bedeutender, in der Mitte bildet sich eine Höhlung, worin ein Conglomerat von jungen Keimzellen dicht auf den Achsenzellen ruht; die Zellen desselben scheinen um einen Punct geordnet zu sein, von einem besondern Träger ist nichts zu sehen. Fig. 6 zeigt diesen Zustand im horizontalen Durchschnitt. — Die Keimwarze wird fortwährend grösser, die Höhlung weiter, und das Keimhäufchen in derselben umfangreicher. Einen solchen Keimbehälter sieht man in Fig. 7 im horizontalen Durchschnitt; die Keimzellen sind noch nicht ausgebildet, ihre Farbe ist hellroth; sie bilden einen kugeligen und gelappten Körper; jeder Lappen besteht aus einer Menge von Keimzellen; an der Basis der ganzen Masse befinden sich einige kleinere farblose Läppchen (c), aus kleinen erst entstehenden Keimzellen gebildet; — die Wand des Keimbehälters besteht (wie in Fig. 5 und 6) aus strahlenförmig-geordneten, nach aussen fortwährend sich theilenden Zellenreihen; in Fig. 7, d ist ein Theil derselben stärker vergrössert; auf eine innere Zelle folgen nach aussen häufiger zwei, seltener nur eine Zelle. — In älteren Keimbehältern liegt ein Conglomerat von rothen Keimzellen, welche aus einander fallen, und die in der Mitte ein Klümpchen von farblosem kleinmaschigem Zellgewebe einschliessen; es sind diess theils kleine noch unausgebildete Keimzellen, theils eine oder mehrere Basiszellen, durch die das ganze Keimhäufchen an den Boden des Behälters befestigt ist. — Die Keimzellenbildung wird von *J. Agardh* [1]) für Rhodomenia, wohin er die vorliegende Pflanze stellt, unrichtig als Coccidia glomerulum sporarum obovatarum, in filis clavato-moniliformibus ex placenta basali egredientibus nidulantium, foventia beschrieben. *Kützing*, welcher Sphærococcus bifidus mit Sph. confervoides in die gleiche Gattung vereinigt, beschreibt die Keimbehälter auf eine für die letztere Art richtige für die erstere ganz unpassende Weise als Cystocarpia spermopodio centrali, compacto, parenchymatico; spermatia fasciculata sessilia oblonga. Von einer Placenta (Samenboden) oder einem Spermopodium (Samenträger) kann bei Leptophyllium bifidum nicht in der Art die Rede sein wie bei andern Florideen (Nitophyllum, Polysiphonia, Delesseria etc.) Allerdings schweben die Keimhäufchen nicht in der Luft, und sie sind an einem Puncte befestigt, nämlich an die Mitte des Bodens des Keimbehälters; aber so sind alle Keimhäufchen (die Favellæ und Favellidia der Autoren) an eine Zelle befestigt. Macht man nun, wie es gewöhnlich geschieht, den Unterschied, dass man bei den eigentlichen Keimhäufchen (Favellæ, Favellidia), wo ein ganzer Knäuel von Keimzellen auf einer Zelle befestigt ist [2]), nicht von einer Placenta oder einem Träger spricht, und diesen nur da annimmt, wo von einer mehrzelligen Parenchymmasse viele Keimhaare entspringen, so besitzt auch Leptophyllium bifidum keinen Träger oder Placenta. So viel ich nämlich sehe, ist es nur eine der Achsenzellen, von welcher die Bildung des Keimhäufchens ausgeht, und auf welcher dasselbe durch eine Basiszelle befestigt ist.

Diese neue Gattung unterscheidet sich von der Gattung *Rhodomenia* Grev. (*Sphærococcus* II *Rhodomenia*, und *Callophyllis* Kütz.) vorzüglich durch die Sporenbildung, welche bei Leptophyllium zonenartig, bei Rhodomenia kugelquadrantisch ist; von *Calliblepharis* Kütz. (*Rhodomeniae* sp. Auct.), wo die Sporenmutterzellen sich ebenfalls zonenartig theilen, besonders durch die Lage der Sporenmutterzellen, welche bei Leptophyllium neben den Achsenzellen, bei Calliblepharis, von denselben entfernt, in der Rinde liegen, ferner durch die Structur und Stellung der Keimhäufchen, welche bei ersterer Gattung einfach, und in der Laubfläche befindlich, bei letzterer zusammengesetzt und in besonderen cilienartigen Keimästen gelegen sind.

[1]) Algæ maris medit. et adriat. p. 155.

[2]) vgl. oben bei Callithamnion und Plocamium, unten bei Rhodomenia, Dumontia und Lomentaria.

Rhodomenia laciniata *Grev.*

(Callophyllis l. Kütz.)

Tab. X. Fig. 8 — 12.

Das Laub besteht aus grossen, fast farblosen Parenchymzellen, welche in 4 bis 5 Schichten neben einander liegen; die innern Zellen sind sehr weit, die äussern sind mehrmal kleiner. Zwischen diesen Parenchymzellen liegt ein Geflecht von dünnen, gegliederten, rothgefärbten Fäden, welche häufig so zahlreich sind, dass jede derselben ganz damit umgeben ist. Nach aussen werden die Parenchymzellen jederseits von einer Lage kleiner rothgefärbter Zellen bedeckt, welche an Grösse, Farbe und Gestalt den Zellen des innern Fadengeflechtes ähnlich sind, und auch in dieselben überzugehen scheinen. Da mir die Entwickelungsgeschichte des Gewebes noch unbekannt ist, so weiss ich nicht, ob die äussere kleinmaschige Zelllage eine wirkliche Rinde vorstellt, oder ob sie durch das innere Fadengeflecht erzeugt wird, welches ohne Zweifel den gleichen Ursprung hat, wie die analoge Erscheinung in Delesseria, Gelidium, Laurencia und andern Gattungen.

Die Sporenmutterzellen liegen in linienförmigen Gruppen längs dem Rande. Die Sporenbildung ist kugelquadrantisch. — Die Keimzellen befinden sich in kleinen, cilienartigen, randständigen Keimästchen, von denen jedes einen Keimbehälter darstellt. — Die Wand desselben hat den gleichen Bau wie das Laub, und besteht aus den grossen fast farblosen Parenchymzellen, die 2 bis 3 Schichten bilden, aus den rothen, gegliederten, dieselben rings umgebenden Zellfäden, und aus dem rothen kleinzelligen rindenartigen Gewebe. Das Innere des Behälters ist mit einem faserigen Gewebe ausgefüllt, in welchem getrennt von einander eine zahllose Menge von kleinen besondern Keimhäufchen liegen. Jedes derselben besteht in der Regel aus nicht mehr als 6 bis 12 Keimzellen, welche durch Gallerte verbunden sind. Jedes dieser besondern Keimhäufchen entsteht aus einer Zelle, welche an einer Zelle des faserigen Gewebes befestigt ist. Die Zelle theilt sich in eine obere (Fig. 8, b) und in eine untere Zelle (Fig. 8, a); letztere ist die Basiszelle oder Trägerzelle des Keimhäufchens, sie theilt sich nicht weiter; aus ersterer geht durch Zellenbildung ein Klümpchen von Zellgewebe hervor, an welchem sich alle Zellen zu Keimzellen entwickeln. Diese Zellenbildung ist die gleiche, wie im Punctum vegetationis des Laubes bei der verwandten Gattung Leptophyllium. Jene obere Zelle nämlich (Fig. 8, b) theilt sich durch eine schiefe Wand in eine untere und in eine obere Zelle (Fig, 9, b und c) und diese Theilung wiederholt sich je in der obern Zelle (Fig. 10). Die Scheidewände sind abwechselnd nach verschiedenen Seiten geneigt, ob bloss nach rechts und nach links wie im Punctum vegetationis des Laubes, oder auch nach andern Seiten, war mir nicht deutlich; das erstere ist mir wahrscheinlich. Das Längenwachsthum der Keimhäufchen ist somit das gleiche wie dasjenige des Laubes; es besteht darin, dass eine Scheitelzelle oder primäre Zelle sich in eine Scheitelzelle des folgenden Grades und in eine secundäre Zelle theilt. Ob und in welcher Weise die secundæren Zellen sich theilen, konnte ich mit Sicherheit nicht entscheiden. Die Keimzellen sind zuerst mit homogenem schwach rötlich gefærbtem Schleime erfüllt, und liegen in einem dichten Parenchym beisammen. Sie werden etwas grösser, færben sich roth und werden durch gallertartige Intercellularsubstanz von einander getrennt (Fig. 11, 12). — Alle diese zahllosen besondern Keimhæufchen, von denen jedes aus einer Zelle entsteht, und jedes in einer Loge des faserigen Gewebes eingebettet ist, bilden mit dem sie umschliessenden faserigen Gewebe zusammen das zusammengesetzte Keimhæufchen.

3. Gracilarieae.

Cylindrischer oder etwas zusammengedrückter Zellkörper, mit gleichem Längenwachsthum in allen Achsen; Wachsthum in die Breite und Dicke nicht geschieden, von der Achsenlinie nach allen Seiten gehend.

Diese Familie unterscheidet sich von den *Plocamieen* auf gleiche Weise wie die vorhergehende, indem nämlich das Längenwachsthum in den vegetativen und in den reproductiven Achsen das nämliche ist. In beiden theilen sich die Scheitelzellen (I^n) durch *schiefe* Wände in eine neue Scheitelzelle (I^{n+1}) und in eine secundäre Zelle des ersten Grades ($_nII^1$). Die Wände in den successiven Scheitelzellen sind abwechselnd nach verschiedenen Seiten geneigt; die secundären Zellen des ersten Grades alterniren mit einer Divergenz, die kleiner ist als 180^0, und sie bilden zusammen einen cylindrischen, mehrreihigen Zellkörper. — Das Wachsthum in die Dicke beginnt in den secundären Zellen des ersten Grades, und zwar in jeder in derjenigen Richtung, welche durch den Radius bezeichnet wird. Die Zellenbildung schreitet von innen nach der Peripherie hin fort, und geschieht abwechselnd durch Wände, welche radial (senkrecht oder wagrecht) tangental oder zwischen beiden Richtungen geneigt liegen.

Die *Gracilarieen* unterscheiden sich von den *Chondreen* dadurch, dass bei der ersten Familie das Wachsthum in die Breite und in die Dicke nicht geschieden ist, indem die Zellenbildung rings um die Achsenlinie ursprünglich gleichmässig vertheilt ist, und radienförmig von derselben aus nach allen Seiten hin geht, — dass bei der zweiten Familie dagegen das Wachsthum in die Breite und in die Dicke scharf von einander gesondert ist, indem zuerst eine einfache Schicht, und dann erst aus dieser ein mehrschichtiger Zellkörper entsteht, indem also die Zellenbildung von der Achsenlinie aus zuerst nach zwei gegenüberstehenden Seiten in die Fläche, und darauf senkrecht auf diese Fläche in die Dicke sich bewegt. — Der Unterschied zwischen *Chondreen* und *Gracilarieen* ist genau der nämliche, wie der zwischen *Delesserieen* und *Rhodomeleen*. Dem Begriffe nach ist er scharf und absolut. In der Anwendung zeigt sich die Schwierigkeit, dass das Wachsthum meist nicht deutlich erkannt wird, und man daher oft bloss auf den innern

Bau oder auch wohl nur auf die äussere Gestalt angewiesen ist. Was den erstern betrifft, so zeichnen sich die *Chondreen* durch eine besondere Zellschicht in der Achsenfläche aus, welche den *Gracilarieen* mangelt; — und was die letztere betrifft, so kann, wenn bei einer im Innern faserigen Structur die Achsenzellschicht unkenntlich ist, eine flächenförmige Form ziemlich sicher für das den *Chondreen*, sowie eine cylindrische Form sicher für das den *Gracilarieen* eigenthümliche Wachsthum entscheiden. Es bleiben somit bloss diejenigen Arten zweifelhaft, welche, bei einer weder entschieden cylindrischen noch entschieden flächenförmigen Gestalt, weder das Wachsthum noch den innern Bau deutlich erkennen lassen.

Zu den *Gracilarieen* gehören *Catenella* Grev., *Furcellaria* Lamour., *Polyides* Ag., *Dumontia* Lamour., *Halymenia* Ag., *Gracilaria* Grev. (*Plocaria* Nees, *Cystoclonium* Kütz.), *Hypnea* Lamour. (? *Hypnophycus* Kütz.).

Gracilaria purpurascens *Grev.*

(Sphaerococcus p. Ag. Plocaria p. Endl. Cystoclonium p. Kütz.)

Tab. VII. Fig. 37 — 41.

Die Pflanze ist ein cylindrisches ungegliedertes verästeltes Laub, an welchem alle Achsen einander gleich und unbegrenzt sind. An der Spitze jeder Achse befindet sich eine einzige Zelle, die Scheitelzelle (I^{a}). Dieselbe theilt sich durch eine die Achse unter einem spitzen Winkel schneidende, von unten und innen nach oben und aussen gerichtete Wand, welche mit ihrem untern Rande an der obern Seite der nächst untern Zelle aufgesetzt ist, in eine untere ($_{a}II^{1}$) und in eine obere Zelle ($I^{a} + {}^{1}$). Die Wände, wodurch sich die Scheitelzellen theilen, sind abwechselnd nach verschiedenen Seiten gerichtet. An den Enden der dünnern spitzen Aeste unterscheidet man immer die Scheitelzelle (Fig. 37, 38, a) und unter derselben eine oder mehrere secundäre Zellen des ersten Grades (Fig. 37, b, b). — Die Zellenbildung, welche in den secundären Zellen beginnt, und das Wachsthum in die Breite bedingt, kann nicht deutlich verfolgt werden.

An ausgebildeten Achsen unterscheidet man zwei Lagen des Gewebes. Im Innern liegt das Mark; es besteht aus Fasern (Reihen von langgestreckten oder cylindrischen Zellen), welche meist senkrecht, einige auch schief verlaufen, und in einer reichlichen Gallerte liegen. Fig. 41, a zeigt das Mark im Durchschnitt. Die Markzellen sind ungleich gross; der Durchmesser beträgt von 0,006 bis 0,012‴. Ihre Wandung ist beträchtlich verdickt. Das Mark nimmt gewöhnlich zwischen der Hälfte und einem Drittheil des ganzen Durchmessers ein. — Die Binde besteht aus mehrern (3 — 7) concentrischen Schichten von Parenchymzellen. Die Zellen werden von innen nach aussen kleiner und zahlreicher, zugleich auch mit mehr festem und gefärbtem Inhalte erfüllt. Die äusserste Schicht oder die Epidermis unterscheidet sich meist ziemlich deutlich von dem innern Gewebe; ihre Zellen sind bedeutend (selbst 2 bis 3 mal) kleiner als die nächst innern; sie zeigen eine intensere Farbe und ein Vorherrschen des radialen Durchmessers über den tangentalen (Fig. 41). — *Kützing* unterscheidet drei Lagen

des Gewebes, indem er das, was ich Rinde nannte, in zwei Theile trennt. Doch gehen dieselben allmälig in einander über; eine bestimmte Grenze ist nicht vorhanden. Man muss daher auch die ganze Rinde als Ein Gewebe betrachten. Am meisten zeichnet sich in der Regel an demselben die æusserste Schicht als Epidermis aus. — Da mir die Entwickelungsgeschichte unbekannt ist, so weiss ich nicht, wie sich die beiden Gewebe zu einander verhalten, und ob die Benennung von Mark und Rinde eine richtige sei. An jungen Aesten finde ich das Mark an Ausdehnung relativ geringer und aus weniger Fasern bestehend als an æltern Aesten. Der Durchschnitt durch die ersteren zeigt bloss 6 — 8 Fasern, durch die letzteren dagegen 10 — 20 — 40 und noch mehr. An jungen Aesten finde ich ferner die Markfasern bloss innerhalb der Parenchymzellen, an æltern dagegen nicht bloss innerhalb, sondern auch zwischen den Zellen der zwei oder drei innersten Parenchymschichten. Aus der Zunahme der Fasern mit dem Alter der Achsen und aus dem Umstande, dass sie theilweise auch deutlich in den Intercellularræumen sich finden, möchte ich fast schliessen, dass die spæter gebildeten auf æhnliche Weise entstehen, wie die Fæden bei *Delesseria Hypoglossum* und bei *Laurencia*, und dass daher dieselben auch hier als ein intercellulares Geflecht zu betrachten seien. Degegen ist es mir wahrscheinlich, dass die ursprünglich schon vorhandenen Fasern wirkliche Gewebezellen seien, und den innersten Theil des durch gesetzmæssige Zellenbildung entstandenen Gewebes darstellen, namentlich aus dem Grunde, weil in dem Marke die Keimzellen entstehen.

Die Aestchen sind hæufig mit einfachen gegliederten oder ungegliederten, dünnen und farblosen Haaren besetzt. Es sind diess wirkliche Haare, denn sie entspringen aus den Epidermiszellen (Fig. 38, e). Sie unterscheiden sich durch diesen Ursprung von den haarförmigen Blættern der Gattungen *Polysiphonia* und *Laurencia*; die letztern entstehen seitlich an den ungetheilten Gliederzellen. Die morphologische Verschiedenheit der beiden Organe ist somit klar. Ueber den physiologischen Unterschied læsst sich noch nichts bestimmtes sagen, da die Antheridien, welche bei den zwei genannten Gattungen an den Blættern stehen, bei *Gracilaria* noch nicht gefunden wurden.

Die Sporenbildung geschieht in den noch jungen Aesten. Die Sporenmutterzellen liegen in der Rinde (Fig. 41, wo ein Querschnitt gezeichnet ist). Sie sind ellipsoidisch, mit radial gestelltem langem Durchmesser, und berühren mit der Spitze die Cuticula, mit der Basis das Mark. Anfænglich zwar liegen die Sporenmutterzellen im Gewebe verborgen, und sind nach aussen wenigstens von der Epidermis bedeckt; spæter aber trennt sich das Gewebe von einander, so dass sie an ihrem peripherischen Theile bloss noch von Gallerte überzogen sind (Fig. 41). Dieser Zustand scheint demjenigen voraus zu gehen, wo sie ganz aus dem Gewebe heraustreten, und ausgestreut werden. — Die Sporenbildung ist zonenartig, das heisst die Mutterzelle theilt sich erst in zwei Hälften, worauf jede derselben sich durch eine mit der ersten Wand parallele Wand theilt. — Die Zweige, welche Sporen bilden, wachsen fortwährend an ihrer Spitze in die Länge, und sie werden nachher, wie alle übrigen Aeste, zu unbegrenzten Achsen. Der von *Kützing* gebrauchte Ausdruck »carpoclonia distincta, besondere Fruchtæste« ist daher auch für diese Gattung, wie für *Polysiphonia*, *Laurencia*, *Gelidium* unpassend.

Die Keimzellen sind zu Keimhæufchen vereinigt, welche mitten in den Aesten liegen, und an diesen kugelige Anschwellungen verursachen. In Fig. 39 ist eine solche Anschwellung im Querschnitt, in Fig. 40 im Längsschnitt dargestellt. Die ganze Anhæufung von Keimzellen ist von einer Lage des faserigen Markes umgeben. Die Keimzellen liegen in einzelnen Partieen beisammen. Der letztern sind im Ganzen etwa 15 bis 20; sie werden von einander durch faserige Scheidewænde, die von dem umgebenden Marke entspringen, getrennt. Das ganze Keimhæufchen ist dessnahen ein zusammengesetztes zu nennen, welches aus mehreren besondern Hæufchen gebildet wird. Ueber die Entstehungsweise der Keimzellen ist mir nichts bekannt. Sie sind ziemlich gross, parenchymatisch-vieleckig, und braunroth. — Der Character *Endlicher's* »Coccidia glomerulum sporarum oblongarum, e placenta centrali egredientium fovenlia« passt auf die eine Art *P. purpurascens* durchaus nicht.

Dumontia filiformis *Grev.*

Tab. IX. Fig. 4 — 8.

Diese Pflanze ist ein cylindrisches, ungegliedertes und veræsteltes Laub. Das Wachsthum in die Længe geschieht durch eine Scheitelzelle, welche man an dünnern spitzen Aesten deutlich erkennt. An den stærkern und weniger spitzen Achsen dagegen kann man dieselbe neben den übrigen Zellen nicht unterscheiden. Die Zellenbildung in der Scheitelzelle ist die gleiche wie in *Gracilaria purpurascens*. Man sieht unter derselben zwischen den Zellen schiefe Wænde, welche von der Achsenlinie nach verschiedenen Seiten ausstrahlen. Durch diese Anordnung der Zellen (Fig. 4) überzeugt man sich bald, dass auch hier die Scheitelzellen sich fortwæhrend durch schiefe von unten und innen nach oben und aussen gerichtete Wænde theilen, in eine neue Scheitelzelle ($1^{n} + {}^{1}$) und in eine secundære Zelle des ersten Grades ($_{n}II^{1}$). Dieses Længe nwachsthum ist unbegrenzt, es dauert in den einzelnen Achsen, so lange als die Pflanze lebt. — Das Wachsthum in die Breite, welches in den secundæren Zellen beginnt, ist mir durch Beobachtung nicht bekannt. — Im ausgebildeten Zustande unterscheidet man an den Achsen zwei Lagen von Geweben, das Mark und die Rinde. Ersteres besteht aus einer verdünnten Gallerte, in welcher, getrennt von einander, veræstelte Zellenreihen liegen. Die Hauptreihen steigen senkrecht von unten nach oben, und geben Aeste ab, welche meist schief nach oben und aussen zur Rinde gehen, und sich stetig verzweigen. Einzelne Aeste können auch horizontal, einzelne Zweige sogar von innen und oben nach unten und aussen verlaufen. Die innern und mehr senkrechten Fæden liegen weiter von einander entfernt; sie sind weniger veræstelt, indem sie je auf dem zweiten Gliede, zuweilen auch bloss je auf dem vierten und fünften Gliede eine Tochterachse tragen; ihre Zellen sind langgestreckt und ungefærbt (Fig. 6, a-a). Die æussern und mehr der horizontalen Lage sich næhernden Fæden liegen dichter in einander; sie sind mehr verzweigt, indem hæufiger auf jedem Gliede Tochterachsen stehen, und durch eine gleiche Ausbildung wie die Mutterachse dem ganzen Zweige ein dichotomisches Ansehen geben; ihre Zellen sind kurzcylindrisch oder ellipsoidisch, und schwach röthlich gefærbt (Fig. 6, b-b). — Die Rinde besteht aus kleinen, gefærbten, dichter in einander liegenden Zellen, welche eine, zwei oder drei Schichten bilden (Fig. 6, c-c). Doch kann man meist auch in der Rinde noch und zuweilen bis in die Epidermis eine zweigartige Anordnung der Zellen verfolgen, indem die zusammengehörigen Zellen immer durch schmælere Zwischenræume getrennt sind als die übrigen; und wenn man die Epidermis von aussen betrachtet, so sieht man hæufig auch hier, dass die Zellen in Gruppen von 2, 3 und 4 beisammen liegen, indem zwischen diesen Zellen die Wænde fast zu mangeln scheinen, wæhrend die Gruppen selbst weiter von einander abstehen (Fig. 5). *Kützing* unterscheidet drei Schichten, Mark, Zwischenschicht und Rinde, und læsst die Markfasern unter einander anastomosiren. Was das letztere betrifft, so möchte ich fast bezweifeln, dass es eine wahre Anastomose sei, was man z. B. bei Gefæssbündeln mit Recht so nennt. Es scheint mir bloss eine einfache Veræstelung zu sein, welche aber dann den Schein der Anastomose annimmt, wenn die erste Tochterachse eines horizontal abgehenden Astes und die Fortsetzung desselben so sehr von einander divergiren, dass sie einen fast geraden, scheinbar zusammengehörigen, mit der Hauptachse mehr oder weniger parallel laufenden und mit ihr durch einen Querast verbundenen Faden bilden. Was die verschiedenen Lagen betrifft, aus denen das Gewebe besteht, so kann man wohl zuweilen Mark, Rinde und eine Zwischenschicht unterscheiden; meist ist diess aber nicht möglich, indem das Mark und die Zwischenschicht ohne Grenze sind. Selbst die Rinde sondert sich nicht immer deutlich von dem innern Gewebe, so dass es fast scheint als ob selbst die Trennung in Mark und Rinde bloss eine künstliche sei. — Das Gewebe ist dicht unter der Spitze einer Achse gleichförmig und parenchymatisch. Nachher bildet sich im innern Theile die gallertartige Intercellularsubstanz; dadurch werden die Zellen seitlich von einander getrennt, und sie nehmen, da sie bloss noch der Længe nach mit einander verbunden bleiben, die Gestalt von

Zellenreihen an. Die letztern sind zuerst noch ziemlich regelmässig; mit der Zunahme der Gallerte und der Ausdehnung des Achsentheiles, namentlich in die Breite, werden sie unregelmässig, und zeigen dann hin und wieder jene scheinbaren Anastomosen, von denen ich vorhin gesprochen habe. Wegen der grossen Menge der innern Gallerte und ihrer grossen Verdünntheit, so wie wegen der geringen Menge von Zellenreihen, welche in derselben liegen, werden die Achsen von *Dumontia* hohl genannt, was sie aber nicht eigentlich sind.

Die Sporenmutterzellen liegen in der Rinde. Sie sind nach aussen von der Epidermis bedeckt, nachher frei. Mit ihrer Basis reichen sie in den äussersten Theil des Markes. Ihre Gestalt ist eiförmig, der lange Durchmesser radial von innen nach aussen gerichtet. Sie theilen sich durch eine senkrechte, den langen Durchmesser unter einem rechten Winkel schneidende Wand in eine innere und eine äussere Hälfte, dann jede derselben durch eine radial stehende (senkrechte oder horizontale) Wand in zwei kugelquadrantische Zellen. Wenn die reifen Sporen durch Druck von einander getrennt werden, so behalten sie die Gestalt von Kugelquadranten. — Die Keimzellen sind in Keimhäufchen vereinigt, welche einzeln in den Laubachsen liegen, und in denselben eine gleiche Lage haben, wie die Sporenmutterzellen, nur dass sie vielleicht etwas tiefer liegen. Die Keimzellenhäufchen entstehen in dem äussern Theile des Markes unter der Rinde. Eine Zelle der horizontal liegenden verästelten Zweige der Markfäden, welche schon eine Dichotomie trägt, bildet an ihrer äussern Fläche eine Astzelle. Aus derselben wird durch Zellenbildung eine Gruppe von kleinen Zellen (Fig. 6, d, d). Indem sich die Zellen weiter vermehren, nimmt das Häufchen eine kugelige Gestalt an. Es bildet sich um dasselbe eine Gallertschicht, welche Extracellularsubstanz ist, und mit Unrecht perisporium oder peridium genannt wurde (Fig. 7, 8). Das Keimhäufchen durchbricht nach und nach die Rinde; seine äussere Fläche wird, indem die Epidermiszellen auseinander geschoben werden, frei (Fig. 8). Die die Epidermis überziehende Gallerte oder Cuticula wird daselbst in einen kleinen Höcker emporgehoben. Nachher werden die Keimzellen ausgestreut. Sie sind braunroth und wegen ihrer ziemlich lockern Lagerung meist rundlich oder bloss mit stumpfen Ecken und Kanten versehen.

IV. LOMENTARIACEAE.

Die Hauptachsen, wenigstens die reproductiven, sind hohle Zellkörper; Sporenmutterzellen im Gewebe der Wandung.

Diese Ordnung unterscheidet sich im Bau von allen übrigen Florideen. Entweder sind alle Hauptachsen (Laub) oder bloss die reproductiven Achsen (Fruchtäste) hohl. Die Entwickelungsgeschichte ist mir noch ziemlich unbekannt. Aus meinen Untersuchungen geht bloss soviel mit Sicherheit hervor, dass das Längenwachsthum in Einer Scheitelzelle statt findet, und mit Wahrscheinlichkeit, dass dieselbe sich wie bei den *Rhodomeniaceen* durch schiefe Wände theilt. — Die entwickelten Achsen sind gegliedert, indem die innere, mit Wasser gefüllte Höhlung durch Scheidewände unterbrochen ist. Die Wand besteht aus einer oder mehreren Parenchymschichten. An der innern Fläche derselben liegen getrennt von einander einzelne der Länge nach verlaufende Reihen von dünnen cylindri-

schen oder fast fadenförmigen Zellen; diese Reihen sind meist einfach, zuweilen etwas verästelt, in seltenen Fällen scheinbar anastomosirend; sie setzen sich an den Stellen, wo die Höhlung durch Scheidewände abgetheilt ist, zwischen diesen und der äussern Wand ununterbrochen fort. An den langen Zellen dieser Reihen oder Fäden sind ziemlich in der Mitte einzelne oder mehrere sehr kleine, meist birnförmige Zellen befestigt, welche der Höhlung zugekehrt sind.

Dieser eigenthümliche Bau unterscheidet die *Lomentariaceen* bestimmt und scharf von den beiden vorhergehenden Ordnungen. Es giebt zwar namentlich unter den *Rhodomeniaceen* einzelne Gattungen, deren Laub ebenfalls als hohl beschrieben wird, so z. B. Catenella, Dumontia, Halymenia; ebenso selbst einige *Delesseriaceen* z. B. Bonnemaisonia. So lange diess geschieht, so ist dann allerdings der Begriff des *hohlen Zellkörpers* für die Systematik unbrauchbar, weil es von den genannten Gattungen zu denen mit wirklich soliden Achsen keine Grenze sondern einen allmäligen Uebergang giebt. Ich glaube aber nicht, dass jene Gattungen hohl genannt werden dürfen. Im jungen Zustande sind ihre Achsen im eigentlichsten Sinne solid, und bestehen durch und durch aus einem parenchymatischen Gewebe. Dasselbe wird im Innern nach und nach sehr locker, indem eine grosse Menge von meist sehr verdünnter Intercellularsubstanz gebildet wird. Hohl aber wird es nicht, da der Raum immer noch wie anfänglich von den gleichen Zellen, die aber nun seitlich mehr oder weniger von einander getrennt sind, und als Zellenreihen auftreten, durchzogen wird; so in Catenella, Dumontia, Halymenia. In Bonnemaisonia, deren Wachsthum durchaus mit demjenigen der Delesserien übereinstimmt, wird auch an den entwickelten Achsen mitten in dem innern Raume noch die Reihe der Achsenzellen angetroffen. Bei den *Rhodomeniaceen* und bei den *Delesseriaceen* ist dessnahen die sogenannte Höhlung bloss scheinbar, bei den *Lomentariaceen* ist sie wirklich vorhanden. Dort ist die Wand nach innen durch einen eigenthümlichen Bau morphologisch abgeschlossen; sie besitzt innen ebensowohl als aussen eine durch bestimmte Zellenbildung gegebene Oberfläche. Es beweist diess, dass die Höhlung nicht etwa bloss mechanisch durch Trennung oder Zerreissung entstanden ist, sondern dass ihre Bildung zum Begriffe des Wachsthums gehört.

Die Sporenmutterzellen liegen in der Wandung der hohlen Achse entweder

anstossend an die innern Reihen langgestreckter Zellen, oder von denselben durch eine Zellschicht getrennt. — Die Keimzellen sind zu Keimhäufchen vereinigt, wie bei den *Rhodomeniaceen*.

Zu den *Lomentariaceen* gehören *Lomentaria* Lyngb. (*Gastroclonium* Kütz., *Chondrothamnion* Kütz) und *Champia* Ag.

Lomentaria kalliformis *Gaill.*

(Chylocladia k. Grev.

Tab. X. Fig. 13 — 21.

Das cylindrische Laub erscheint gegliedert; es ist quirlförmig verästelt, indem an jedem Gelenke gewöhnlich mehrere (bis zu 5) Tochterachsen stehen. Die Glieder sind hohl, und werden durch Scheidewände von einander getrennt. — Die Zellenbildung im Punctum vegetationis ist sehr schwer zu studiren, theils weil die Achsenenden abgerundet sind, theils weil fast unmittelbar unter dem Scheitel schon die Höhlung sich zu bilden anfängt, und ein für die übrigen Florideen fremdes Moment zu den Erscheinungen hinzufügt. An der Spitze der Achsen steht eine Scheitelzelle, welche sich, wie mir scheint, durch schiefe Wände theilt. Unter der Scheitelzelle ist das Gewebe eine sehr kurze Strecke weit solid, dann treten Höhlungen im Innern auf, welche durch horizontal liegende, einfache Zellschichten von einander getrennt sind. Die Wandung besteht aus zwei Zellschichten, welche ursprünglich das Verhältniss zu einander zeigen, dass auf je eine innere Zelle mit kurzem eine äussere Zelle mit mehrmals längerm radialem Durchmesser folgt. Die äussern Zellen theilen sich durch horizontale Wände in 3 oder mehr über einander liegende Zellen, indess die innern, sich nicht theilend, in senkrechter Richtung länger werden, do dass nun an verticalen Durchschnitten auf jeder innern Zelle mehrere äussere Zellen stehen. Die innern Zellen trennen sich seitlich von einander, werden cylindrisch, und bilden mit den über und unter ihnen stehenden Zellen senkrechte Reihen. Die äussern Zellen dehnen sich ebenfalls von unten nach oben aus, so dass ihr verticaler Durchmesser den horizontalen Durchmessern gleich wird, oder dieselben übertrifft; sie bleiben immer zu einem continuirlichen Gewebe verbunden. — Am entwickelten Laub bestehen die Scheidewände aus einer Parenchymschicht von Zellen mit ziemlich cubischer Gestalt (Fig. 13, a), die Wandungen ebenfalls aus einer Schicht von Parenchymzellen, deren drei Durchmesser gleich sind oder wenigstens keine sehr bedeutenden Differenzen zeigen (Fig. 13, 16, b-b). An der innern Fläche der einschichtigen Wandung steigen dicht anliegend senkrechte Reihen von schmalen cylindrischen Zellen, welche 3 oder mehrmal länger sind als die Zellen der Wandung, empor (Fig. 13, 16, c). Diese Reihen sind gewöhnlich einfach; selten theilt sich eine nach oben scheinbar dichotomisch in zwei Reihen. Im ganzen Umfang der Wandung finde ich einigemal 15 solcher Reihen, indess die Zahl der Wandzellen zwischen 38 und 43 beträgt. In den gleichen Fällen finde ich, dass durchschnittlich je zwei Zellen dieser Reihen auf die Länge eines Gliedes gehen. — An der äussern Fläche der einschichtigen Wandung liegen kleinere Zellen in den Intercellularwinkeln (Fig. 13, 16, d). Ursprünglich mangeln diese Zellen (Fig. 14, a), dann treten sie als ganz kleine Kreise in den Ecken auf (Fig. 14, b), nachher auch an den Kanten zwischen den Zellen. Entwickelt sind sie von ungleicher Grösse, bald bloss aussen an den Zellen sitzend, bald mehr oder weniger zwischen dieselben eindringend. Einzelne dieser Zellen wachsen aus, und erzeugen an ihrer æussern Seite eine längliche Zelle, auf welcher zuweilen æusserst zarte, einfache oder spærlich verzweigte, gegliederte Fæden stehen (Fig. 17, n). — Auf den cylindrischen Zellen der senkrechten Zellenreihen sind in der Regel an jeder in der Mitte der Længe eigen-

thümliche, birnförmige oder kugelige, kleine Zellen befestigt (Fig. 13, 16, e). Dieselben stehen häufiger einzeln, seltener zu 2 oder 3 beisammen und einen halben Quirl bildend (Fig, 15). Sie scheinen durch Auswachsen der langen Zellen zu entstehen. Ihre Bedeutung ist mir räthselhaft.

Der Inhalt der jüngsten Zellen ist farbloser homogener Schleim, welcher nachher körnig wird. Die grossen Parenchymzellen der Wandung enthalten später eine wasserhelle farblose Flüssigkeit und eine wandständige Schleimschicht, an welcher körniger gefärbter Inhalt oder deutliche Farbbläschen liegen, die letztern sind zuerst klein und rundlich, dann verlängern sie sich in verschiedenen Richtungen, werden unregelmässig, selbst faserartig und etwas verzweigt (Fig. 19). Sie liegen bald locker, bald sind sie dicht zusammengedrängt und parenchymatisch. Die kleinen Zellen, welche aussen an den Wandzellen liegen, sind intenser gefärbt als die letztern. Die Zellen der Scheidewände zeigen sich im entwickelten Zustande fast farblos; ihre den Höhlungen zugekehrten Wände sind beträchtlich verdickt. Die langen Zellen der an der Wandung liegenden Zellenreihen besitzen einen bald reichlichen, bald spärlichen, feinkörnigen, farblosen Schleim (Fig. 15). Die kleinen an ihnen befestigten, birnförmigen Zellen enthalten ebenfalls farblosen Schleim, welcher zuerst homogen, dann feingekörnt, meist eine ziemlich breite, wandständige Schicht bildet (Fig. 15). — Das ganze Laub ist von einer breiten gallertartigen Extracellularsubstanz (Cuticula) überzogen (Fig. 13, 14, f).

Die Sporenmutterzellen liegen zerstreut in der Wandung der Glieder; sie entstehen durch Besonderung einzelner Wandzellen (Fig. 17). Dieselben werden grösser, indem sie sich vorzüglich in radialer Richtung nach innen ausdehnen. Der gefärbte, an der Membran liegende Inhalt wird aufgelöst; statt dessen tritt eine centrale farblose Schleimmasse auf, in welcher ein kugeliger Kern liegt, und von welcher radienförmige Strömungsfäden auslaufen. Die letztern sind zuerst in geringer Menge, nachher in grösserer Zahl vorhanden. Dann verschwindet der centrale Kern, und die Zelle theilt sich tetraëdrisch in 4 Zellen, welche ich immer so angeordnet finde, dass eine nach aussen, die drei andern nach innen liegen.

Die Keimzellen sind in ein Keimhäufchen zusammengeballt, welches in der Mitte eines kugeligen Keimbehälters, von dessen Wandung dicht umschlossen ist. Die Keimbehälter stehen an der äussern Fläche des Laubes zerstreut, sowohl verticillirt an den Gelenken allein oder neben einigen Laubästen, als zerstreut an der Seite der Glieder; sie sind jeder für sich eine besondere Achse, ein Keimast. Die Keimäste bestehen im jüngsten Zustande aus einem continuirlichen parenchymatischen Gewebe, in welchem die Zellen, ähnlich wie in jungen Keimästen von Plocamium, von der Basis nach der Spitze in divergirenden und sich fortwährend theilenden Reihen geordnet sind. In der Mitte dieses Gewebes bildet sich das Keimhäufchen, welches im ausgebildeten Zustande aus rothen Keimzellen, die ziemlich enge in einander gelagert und daher mehr oder weniger eckig sind, besteht. Fig. 18 zeigt einen Keimast im horizontalen, Fig. 20 im verticalen Durchschnitt, wo h die Wandung, g die mit Keimzellen erfüllte Höhlung bezeichnet. In dem untern Theile des Keimhäufchens liegt eine grosse langgestreckte, fast farblose Zelle, die Basis- oder Trägerzelle, welche der gleichen Zelle bei Plocamium, Rhodomenia u. s. w. analog ist, und von der die Keimzellenbildung ausgieng (Fig. 20). Die Wandung des ausgebildeten Keimbehälters besteht etwa aus 7 Zellschichten, wie man in Fig. 21 an einem senkrechten Durchschnitt sieht; die Zellen, zwischen denen, namentlich im innern Theile der Wand viel Gallerte liegt, sind sowohl mit den ausserhalb und innerhalb, als mit den neben ihnen liegenden Zellen durch Poren verbunden. Betrachtet man die Wandung des Keimbehälters von der innern Fläche, so sieht man die Zellen, entsprechend der ursprünglichen Anordnung, in Reihen, welche von unten nach oben und aussen strahlenförmig verlaufen und nach dem Umfange hin an Zahl bedeutend zunehmen. Die Höhlung des Keimbehälters ist von der Höhlung des Laubgliedes durch eine Wand getrennt; dieselbe besteht aus einer Schicht grösserer Parenchymzellen (Fig. 20, b), welche zur Wandung des Laubes gehört, und aus einigen Schichten kleinerer Zellen, welche in Gestalt und Grösse mit dem Gewebe der Wandung des Keimbehälters übereinstimmen, und in dasselbe sich fortsetzen. Der Keimbehälter ist von einer breiten Gallertschicht überzogen, welche in die des Laubes continuirlich übergeht (Fig. 18, 20, f). — *J. Agardh* sagt von der Keimzellenbildung «Keramidia sporas cuneatas simplici serie a placenta centrali radiantes, intra reticulum laxissimum filorum rectangulariter anastomosantium, foventia,» was für alle Arten, so weit sie mir bekannt sind, gleich unrichtig ist.

V. PHYLLOPHORACEAE.

Die Hauptachsen sind Zellkörper; Sporenmutterzellen ausserhalb, sitzend oder gestielt oder in Reihen.

Mit den drei vorhergehenden Ordnungen stimmt diese Ordnung darin überein, dass die Achsen (Laub) Zellkörper, möglicher Weise auch Zellschichten sind; dadurch unterscheidet sie sich von den *Ceramiaceen*, wo die Achsen entweder Zellenreihen oder auch bloss Zellen sind. Während indess bei den drei vorhergehenden Ordnungen das Wachsthum in die Länge durch eine einzige Scheitelzelle statt findet, so scheinen die *Phyllophoraceen* immer durch mehrere Zellen in die Länge zu wachsen, entweder durch viele Zellen am Rande oder durch mehrere Zellen an der Spitze; bei einigen Gattungen ist diess sicher, bei andern ist es wahrscheinlich.

Durch die Sporenbildung unterscheiden sich die *Phyllophoraceen* bestimmt von den *Delesseriaceen*, *Rhodomeniaceen*, und *Lomentariaceen*. Bei diesen Ordnungen liegen die Sporenmutterzellen im Gewebe. Bei den *Phyllophoraceen* stehen dieselben ausserhalb; sie sind einzeln sitzend (Scheitelzellen des ersten Grades) oder gestielt (Scheitelzellen eines folgenden Grades), oder sie liegen in Reihen beisammen (Gliederzellen). Die morphologische Bedeutung der Sporenmutterzellen ist daher hier die gleiche wie bei den *Ceramiaceen*.

Zu dieser Ordnung gehören *Peyssonellia* Decaisne, *Hildenbrandtia* Nardo, *Phyllophora* Grev. (*Phyllotylus* Kütz., *Coccotylus* Kütz., *Acanthotylus* Kütz.) und *Tylocarpus* Kütz.

Peyssonellia squamaria *Decaisne,*

Tab. IX. Fig. 9 — 25.

Das Laub, woraus diese Pflanze besteht, ist blattartig und fæcherförmig, von der Basis aus radial-gestreift, am obern Rande hæufig gelappt; diese Lappen sind ebenfalls mehr oder weniger fæcherförmig. An dem Laube sind drei Rænder, die beiden nach der Basis convergirenden Seitenrænder und der vordere, gebogene Rand, wo das Wachsthum durch Zellenbildung statt findet, ferner zwei Flæchen, eine obere dem Lichte zugekehrte, und eine untere, welche auf der Unterlage wurzelt, zu unterscheiden. Der vordere Rand verhælt sich in allen

Theilen vollkommen gleich; er wird durch eine Reihe neben einander liegender gleichwerthiger Zellen begrenzt. Macht man einen verticalen Querschnitt durch das flache Laub, so findet man an dem Ende desselben immer eine einzige Zelle, eine Randzelle (Fig. 9, 10, 11, 12, a). Betrachtet man das Laub von der Fläche, so liegen die Randzellen in einer Reihe neben einander (Fig. 13, a-a). Dieselben theilen sich durch eine, die Achse unter einem rechten Winkel schneidende Wand in eine vordere (Fig. 9, 12, a, 13, a) und in eine hintere Zelle (Fig. 9, 12, b, 13, b). Das erste Wachsthumsgesetz für Peyssonellia ist demnach folgendes: Die Randzellen theilen sich durch eine ihre Achse rechtwinkelig-schneidende Wand in eine neue Randzelle und in eine Flächenzelle; dadurch geschieht das Längenwachsthum des Laubes.

In den Randzellen tritt abwechselnd mit dieser Zellenbildung eine andere auf. An dem von der Fläche betrachteten Laube sieht man einzelne Randzellen, welche etwas breiter sind als die übrigen, und die sich durch eine schiefe Wand in eine äussere kleinere und eine grössere Zelle getheilt haben (Fig. 13, m und n), und andere, wo auch diese grössere Zelle (n) durch eine ähnliche, ebenfalls schiefe, aber nach der andern Seite geneigte Wand in eine äussere kleinere Zelle (Fig. 13, o) und in eine innere grössere Zelle (Fig. 13, p) getheilt hat. Durch diese doppelte Zellenbildung entstehen aus einer Randzelle zwei neue Randzellen (m und o), welche sich weiterhin auch als solche verhalten, und eine Flächenzelle (p). Dadurch vermehren sich die Zellen, welche den Rand bilden; dieser wird breiter; — die fächerförmige Gestalt des Laubes findet hierin ihren Erklärungsgrund. Das zweite Wachsthumsgesetz ist demnach folgendes: Aus einer Randzelle entstehen durch zweimalige Theilung vermittelst schiefer, gegen einander geneigter, die Achsenfläche des Laubes unter einem rechten Winkel schneidender Wände zwei neben einander liegende neue Randzellen und eine Flächenzelle; dadurch geschieht das Breitenwachsthum des Laubes.

Diejenigen Zellen, welche unmittelbar unter den Randzellen liegen, und mit ihnen je aus einer Mutterzelle entstanden sind (Fig. 9, 13, b) haben eine mehr oder weniger scheibenförmige Gestalt. Sie theilen sich durch eine, mit der Laubfläche parallele Wand in zwei neben einander liegende, ungleiche Zellen (Fig. 9, 10, 11, 12, c und d), wovon die eine (c) der unteren, die andere (d) der obern Fläche des Laubes entspricht. Die erstere theilt sich dann durch eine schiefe, von vorn und innen nach hinten und aussen gerichtete Wand in eine innere grössere Zelle (Fig. 9, 10, e) und in eine äussere (untere) kleinere Zelle (Fig. 9, 10, f). Die innere Zelle (e) bildet mit allen übrigen ihr gleichen Zellen die Zellschicht der Achsenfläche, welche in Fig. 14, e-e im Durchschnitte gezeichnet ist. Die äussere (untere) Zelle (f) stellt mit allen ihr gleichen Zellen eine Schicht dar, welche die Achsenschicht an der unteren Seite bedeckt (Fig. 14, f-f). Beides sind Dauerzellen; nur entwickeln sich einige der letztern späterhin zu Haaren. — Die zweite Zelle, welche aus der Flächenzelle entsteht (Fig. 9, 11, 12, d) theilt sich durch eine schief von vorn und innen nach aussen gerichtete Wand in zwei lange parallele Zellen, wovon die vordere kürzer ist als die hintere (Fig. 11, g und h). Beide theilen sich wiederholt durch Wände, welche den langen Durchmesser unter einem rechten Winkel schneiden; die innersten Wände entstehen zuerst, nach ihnen in regelmässiger Folge je die äusseren (Fig. 9, g, i; 10, g, h; 11, i, k, l, m; 14). Die Zellenbildung des Laubes ist damit beendigt.

Das Wachsthum in die Dicke umfasst demnach folgende gesetzmässige Zellenbildungen: Die Flächenzelle (Fig. 9, b) theilt sich durch eine mit der Achsenfläche des Laubes parallele Wand in eine obere Seitenzelle (Fig. 11, d) und eine untere Zelle (c), die letztere durch eine gleiche, aber nach vorn mehr oder weniger convergirende Wand in eine innere oder Achsenzelle (Fig. 11, e) und eine untere Seitenzelle (f). Die obere Seitenzelle (Fig. 11, d) theilt sich durch eine schiefe Wand in eine vordere (g) und eine hintere Zelle (h); in jeder derselben entstehen Querwände, die mit der Achsenfläche parallel laufen, von innen nach aussen. — Durchschneidet man das fertige Laub so, dass der Schnitt in der Richtung des Radius geführt ist (Fig. 14), so sieht man an der untern Fläche die untern Seitenzellen (am Durchschnitt eine Reihe f-f, am ganzen Laub eine Schicht bildend), über denselben die Zellen der Achsenfläche (am Durchschnitt ebenfalls eine Reihe e-e, am ganzen Laube eine Schicht bildend), endlich auf jeder Achsenzelle zwei schief-senkrechte Reihen von 6 bis 10 Zellen. Einige Mal schien es mir, als ob auf einer Achsenzelle auch drei Reihen stehen könnten; doch kann das auch

bloss ein durch die Mangelhaftigkeit des Durchschnittes (wenn derselbe nicht vollkommen radial geführt wurde) erzeugter Schein sein. Stehen aber wirklich drei Zellreihen auf einer Achsenzelle, so hat sich in der oberen Seitenzelle die Theilung durch eine von vorn und innen nach aussen gerichtete Wand noch einmal wiederholt, und zwar ist es ohne Zweifel die vordere Zelle (Fig. 11, g), welche sich noch einmal getheilt hat. — Führt man dagegen den Querschnitt durch das Laub in der Richtung der Secante, so liegen die Zellen in senkrechten Reihen (Fig. 15 und 16). Die unterste Zelle (f) ist eine untere Seitenzelle, die zweitunterste (e) eine Achsenzelle, alle folgenden Zellen sind solche, welche aus den oberen Seitenzellen entstanden. Da die natürlichen Reihen dieser letztern Zellen im Laube schief verlaufen, wie man es in Fig. 14 an dem radialen Querschnitt sieht; so müssen, wenn der Schnitt der Richtung der Secante (n-f in Fig. 14) folgt, künstliche Reihen sichtbar werden, in welchen bei etwas dickeren Schnitten die Zellen, besonders die innern und längern, sich theilweise decken (Fig. 15), bei dünnern Schnitten dagegen sich zwar nicht decken aber kürzer und zahlreicher auftreten (Fig. 16). Aus dem Umstande, dass bei solchen Schnitten die Zellen in *einfachen* senkrechten Reihen liegen und die Epidermiszellen somit eben so breit sind als die Achsenzellen, ergiebt sich klar, dass während des ganzen Zellenbildungsprocesses, welcher in den Flächenzellen beginnt, und das Wachsthum in die Dicke ausdrückt, nie radiale (von der Basis nach dem vorderen Rande gerichtete, und die Laubfläche unter einem rechten Winkel schneidende) Wände auftreten, — dass demnach das ganze Wachsthum in die Dicke durch Zellenbildung auf radialen Querschnitten gesehen werden kann, und in dem vorhin ausgesprochenen Gesetze vollständig enthalten ist. — Der Querschnitt, welcher in der Richtung der Secante durch einen der beiden Seitenränder geführt wird (Fig. 17, 18), zeigt zuæusserst eine oder mehrere ungetheilte Flæchenzellen (b), dann ein oder zwei Glieder, wo sich die Flæchenzelle in zwei Zellen (c und d), dann ein oder mehrere Glieder, wo sie sich in drei Zellen (eine mittlere oder Achsenzelle e, eine untere Seitenzelle f und eine obere Seitenzelle d) getheilt hat; in den folgenden Gliedern nimmt die Zahl der Zellen durch Theilung der obern Seitenzellen allmælig zu. Man sieht hier, da die Zellenbildung lange aufgehört hat, an stehenbleibenden Entwickelungsstufen den gleichen allmæligen Fortschritt des Wachsthums in die Dicke, wie ihn die radialen Durchschnitte durch den wachsenden vorderen Rand von einer anderen Seite (Fig. 9, 11) zeigen.

Das Wachsthum von *Peyssonelia* hat in den übrigen Ordnungen der Florideen nichts Analoges; ebenso ist mir keine Algengattung bekannt, welche vollkommen damit überein stimmt. — Das Wachsthum in die Længe, næmlich durch eine Reihe gleichwerthiger Randzellen, ist das gleiche wie bei *Myrionema*, *Coleochæte* und *Padina*. — Das Wachsthum in die Breite beruht im Allgemeinen auf dem næmlichen Princip wie bei diesen drei Gattungen; es geschieht durch Vermehrung der Randzellen. Aber die Art dieser Vermehrung ist verschieden. — Das Wachsthum in die Dicke stimmt mit demjenigen von *Padina* darin überein, dass aus einer Flächenzelle sich zunächst 3 Zellen bilden, eine mittlere (Achsen- oder Markzelle) und zwei seitliche (Seiten- oder Rindenzellen), die unter einander selbst ungleich sind. Die weitere Zellenbildung aber verhält sich bei beiden Gattungen ganz verschieden, indem sie bei Peyssonelia ganz dem eigentlichen Florideentypus folgt, und grosse Aehnlichkeit theils mit dem Wachsthum in die Breite theils mit demjenigen in die Dicke an andern Florideengattungen mit flachem Laube zeigt.

Die untern Seitenzellen, welche an der untern Fläche des Laubes zusammen eine, die Achsenzellen bedeckende Schicht darstellen (Fig. 14, 15, 16, f), können einzeln auswachsen, und durch Zellenbildung sich in eine Zellenreihe verwandeln (Fig. 11, 14, 16, r), Diese gegliederten, gewöhnlich einfachen, seltener etwas verästelten Haare sind Wurzeln wodurch das Laub auf der Unterlage befestigt ist. Besonders viele solcher Wurzelhaare bilden sich in der Mitte des Laubes, wo sie oft eine scheinbare Mittelrippe erzeugen. Zuweilen überziehen sie die ganze untere Fläche als ein dichter Filz. An der Basis sind die Wurzelhaare in so grosser Menge vorhanden, dass sie oft einen besondern, 1 bis 1½ Linien dicken, verfilzten Fuss bilden, welcher über das eigentliche spitz endigende Laub hinausragt (Fig. 19); es kann selbst seitlich von der Basis ein zweiter ähnlicher aus Wurzelfilz bestehender kleinerer Fuss auftreten (Fig. 20).

Die regelmässige Gestalt des Laubes ist die fächerförmige, wo der vordere Rand in allen seinen Puncten eine

gleiche Entfernung von der Basis zeigt. Es setzt diess voraus, dass die Zellenbildung in allen Randzellen gleichmässig fortschreite. Die Gestalt wird schief und ungleichförmig, wenn die Zellenbildung zwar in allen Randzellen, aber in den einen rascher von statten geht als in den andern. Häufig geschieht es, dass einzelne Randzellen aufhören, sich zu theilen, und absterben, während die neben ihnen liegenden sich fortwährend theilen. Dann wird der Rand, weil er stellenweise zurückbleibt, stellenweise fortwächst, zuerst buchtig und nachher gelappt (Fig. 21). Die Lappen sitzen mit einer schmälern oder breitern Basis fest, sie werden selbst wieder fächerförmig und später gelappt. In Fig. 22 sieht man ein Stück von dem vorderen Rande, wo die einen Randzellen (b) abstarben, und durch die neben ihnen liegenden, lebenskräftigen und sich ausdehnenden Zellen (a) zusammengedrückt wurden, und deren Inhalt sich in eine bräunlich-gelbe coagulirte Masse verwandelte.

Der Inhalt der Randzellen ist homogener, farbloser Schleim; gewöhnlich jedoch zeigt sich derselbe im untern (hintern) Theil der Zelle feingekörnt (Fig. 22, a). In längern Randzellen unterscheidet man zuweilen sogar an der Spitze einen homogenen, farblosen, schleimigen, - in der Mitte einen feinkörnigen, farblosen, schleimigen. und an der Basis einen körnigen, röthlich-gefärbten, zuweilen feingeschaumten Inhalt; — so dass also der Inhalt die gleichen Erscheinungen zeigt, wie an Zellen, die sich durch Spitzenwachsthum verlängern (Bryopsis, Caulerpa, Conferva, Dasycladus etc.), was ohne Zweifel auch hier beweist, dass die Randzellen besonderes Spitzenwachsthum besitzen. Die gleiche Verschiedenheit des Inhaltes findet man an den Scheitelzellen der wachsenden Haare. — In den ausgebildeten Zellen des Laubes liegt der feste Inhalt an der Wandung und zeigt eine schön rothe Farbe. Später wird er braunroth. Im Alter ballt sich der feste Inhalt häufig in eine kugelige Masse zusammen, welche im Centrum der Zelle liegt und beim Durchschneiden des Gewebes leicht herausfällt (Fig. 23). — Ursprünglich enthalten alle Zellen Kerne, welche bald als helle grössere Bläschen mit einem Kernchen (Fig. 13, 22), bald als dichtere kleinere kugelige Massen, an denen man kein Kernchen unterscheidet, erscheinen (Fig. 12, 13, 22). Analog mit anderen Thatsachen scheint mir der erste Zustand der normale und unveränderte, der zweite Zustand dagegen ein durch äussere Einflüsse veränderter zu sein. In den ältern Zellen wird der Kern zuweilen deutlich als parietaler wahrgenommen. — Poren fand ich mit Sicherheit bloss in den Wurzelhaaren, und zwar je einen zwischen zwei Zellen. Wenn sich in Folge störender äusserer Einflüsse die Schleimschicht mit dem übrigen festen Inhalte von der Wandung zurückzieht, so bleibt sie durch einen dünnen Schleimstrang mit dem Porus in Verbindung (Fig. 24).

Die Fructification bildet warzenförmige Erhabenheiten auf der obern Fläche des Laubes, welche aus einfachen gegliederten Haaren und dazwischen liegenden gestielten Sporenmutterzellen bestehen (Fig. 25). Die Epidermiszellen wachsen aus, und erzeugen eine Astzelle, aus welcher entweder eine einfache Zellenreihe aus 6 bis 9 Zellen oder eine solche aus zwei Zellen hervorgeht. Die erstere ist ein steriles, den Nebenfäden oder Paraphysen der Padineen, Fuceen und Lichenaceen zu vergleichendes Haar; die zweite ist ein fruchtbares oder Sporenhaar. Die Sporenmutterzelle ist, wie bei einigen Ceramiaceen, eine Scheitelzelle des zweiten Grades. — Die Sporenbildung ist kugelquadrantisch, wobei die Sporen gewöhnlich tetraëdrisch, selten in einer Fläche liegen. — Antheridien und Keimzellen sind unbekannt.

UEBERSICHT DER ORDNUNGEN UND FAMILIEN DER ALGEN UND FLORIDEEN.

A. ALGAE.

Zelleninhalt theilweise aus Stärkekörnern und Farbbläschen bestehend; keine Urzeugung; Fortpflanzung geschlechtslos durch Keimzellen (Pag. 116).

I. **Palmellaceae.** Zelle ohne Spitzenwachsthum, ohne Astbildung und ohne vegetative Zellenbildung; Fortpflanzung durch wandstændige Zellenbildung (Theilung) in 2 oder 4 Zellen. (Pag. 123).

II. **Nostochaceae.** Durch vegetative Zellenbildung entsteht eine Zellenreihe; einzelne Zellen derselben werden unmittelbar zu Keimzellen. (Pag. 132).

III. **Banglaceae.** Durch vegetative Zellenbildung entsteht eine Zellenreihe oder eine Zellschicht; einzelne Zellen derselben erzeugen durch wandständige Zellenbildung (Theilung) mehrere Keimzellen. (Pag. 136).

1. Lyngbyeae. Zellenreihe. (Pag. 136).
2. Ulveae. Zellschicht. (Pag. 139).

IV. **Mesogloeaceae.** Durch vegetative Zellenbildung entsteht eine Zellenreihe, Zellschicht oder Zellkörper, welche kurze Seitenæstchen bilden, deren (sitzende oder gestielte) Scheitelzelle durch wandständige Zellenbildung (Theilung) mehrere Keimzellen erzeugt. (Pag. 141.)

1. Ectocarpeae. Zellenreihe (veræstelt); die Keimmutterzellen sind Astzellen oder die Scheitelzellen kurzer Aeste, welche seitlich aus den Gliederzellen entstehen. (Pag. 143).
2. Myrionemeae. Zellschicht; Keimmutterzellen an der Fläche derselben, sitzend oder gestielt. (Pag. 145).
3. Stilophoreae. Zellkörper (einfach oder veræstelt); Keimmutterzellen an der Oberfläche desselben, sitzend oder gestielt, auf einfachen oder veræstelten, aus Zellenreihen bestehenden Stielen. (Pag. 146.)

V. **Zygnemaceae.** Durch vegetative Zellenbildung entsteht eine Zellenreihe; in einzelnen oder in je zwei mit einander copulirten Zellen des gleichen Individuums oder verschiedener Individuen bildet der ganze sich zusammenballende Inhalt eine Keimzelle. (Pag. 149).

VI. **Protococcaceae.** Zelle ohne Spitzenwachsthum, ohne Astbildung und ohne vegetative Zellenbildung; sie pflanzt sich durch freie Zellenbildung in mehrere einzellige Individuen fort. (Pag. 153).

VII. **Valoniaceae.** Zelle mit Astbildung und Spitzenwachsthum in den Aesten, ohne vegetative Zellenbildung; sie erzeugt durch freie Zellenbildung mehrere Keimzellen. (Pag. 154.)

VIII. **Confervaceae.** Durch vegetative Zellenbildung entsteht eine mehrzellige Pflanze (meist eine Zellenreihe oder Zellschicht), deren Zellen durch freie Zellenbildung mehrere Keimzellen erzeugen. (Pag. 158.)

1. Conferveae. Zellenreihe; die Keimzellen entstehen in den Gliederzellen. (Pag. 158.)
2. Acetabularieae. Einzelliges Laub oder Stamm, mit vielzelligen Haaren oder Blättern. (Pag. 158.)

3. Coleochaeteae. Zellschicht (durch Vereinigung von veræstellen Zellenreihen entstanden); die Keimzellen entstehen in einzelnen Randzellen (d. h. Scheitelzellen jener Zellenreihen). (Pag. 166.)

IX. **Lichenaceae.** Durch vegetative Zellenbildung entsteht ein Zellkörper; an der Oberflæche einzelner Partien desselben sitzen die Mutterzellen, welche durch freie Zellenbildung mehrere Keimzellen (in bestimmter Zahl) erzeugen. (Pag. 168.)

X. **Exococcaceae.** Zelle ohne Spitzenwachsthum, ohne vegetative Astbildung und ohne vegetative Zellenbildung; die neuen Individuen entstehen durch wandstændige Zellenbildung je eines in einem kurzen Aste. (Pag. 169.)

XI. **Vaucheriaceae.** Zelle mit vegetativer Astbildung und Spitzenwachsthum in den Aesten; die Keimzellen entstehen durch wandstændige Zellenbildung je eine aus einem kurzen Aste, oder aus dem Endtheile eines længern Astes. (Pag. 170.)

1. Bryopsideae. Die Veræstelungen der Zelle sind frei. (Pag. 171.)
2. Codieae. Die Veræstelungen der Zelle legen sich in ein Gewebe zusammen, und bilden scheinbar einen Zellkörper. (Pag. 177.)

XII. **Zonariaceae.** Durch vegetative Zellenbildung entsteht eine Zellenreihe (Zellschicht), oder ein Zellkörper; die Keimzellen entstehen durch wandstændige Zellenbildung, je eine aus dem auswachsenden Theile der Gliederzellen oder der Rindenzellen. (Pag. 179.)

1. Chantransieae. Die Achsen sind Zellenreihen. (Pag. 179.)
2. Padineae. Flacher Zellkörper, welcher durch viele Zellen am Rande (nicht durch Eine Scheitelzelle) in die Længe wæchst. (Pag. 180.)
3. Fuceae. Zellkörper, dessen Achsen durch Eine Scheitelzelle in die Længe wachsen. (Pag. 183.)

B. FLORIDEAE.

Zelleninhalt theilweise aus Stærkekörnern und Farbblæschen bestehend; keine Urzeugung; Fortpflanzung geschlechtlich; mænnliche Geschlechtsorgane mit Samenblæschen (Samenzellchen), welche nicht in einen zelligen Sack eingeschlossen sind; weibliche Geschlechtsorgane ohne besondere Hülle (calyptra), mit Sporenmutterzellen, in denen 4 Specialmutterzellen, in jeder derselben eine Spore entstehen; Vermehrung (geschlechtslos) durch Keimzellen. (Pag. 187.)

I. **Ceramiaceae.** Mehrzellig; jede Achse besteht aus einer Zellenreihe, seltener aus einer Zelle; Sporenmutterzellen seitlich, sitzend oder gestielt. (Pag. 196).

II. **Delesseriaceae.** Die Hauptachsen sind Zellschichten oder Zellkörper, deren Scheitelzelle sich durch horizontale Wænde theilt; Sporenmutterzellen im Gewebe. (Pag. 208.)

1. Nitophylleae. Zellschicht; die Sporenmutterzellen liegen in der Achsenflæche. (Pag. 209.)
2. Delesserieae. Zellschicht mit mehrschichtigen Nervationen, oder flacher Zellkörper (mit einer Reihe von Achsenzellen, deren jede zunæchst von nicht mehr als 4 Zellen umgeben ist); Wachsthum in die Breite und Dicke geschieden, ersteres in der Richtung der Achsenflæche eine Zellschicht erzeugend, letzteres senkrecht zu derselben die einfache Schicht in mehrere theilend; die Sporenmutterzellen liegen nach aussen von den Zellen der Achsenflæche. (Pag. 212.)

3. Rhodomeleae. Cylindrischer, selten zusammengedrückter Zellkörper (mit einer Reihe von Achsenzellen, von denen jede zunæchst meist von 5 oder mehr Zellen umgeben ist); Wachsthum in die Breite und Dicke nicht geschieden, von der Achsenlinie nach allen Seiten gehend. (Pag. 218.)

III. **Rhodomeniaceae.** Die Hauptachsen sind Zellschichten oder Zellkörper, deren Scheitelzelle, wenigstens der reproductiven Achsen, sich durch schiefe Wænde theilt; Sporenmutterzellen im Gewebe. (Pag. 226.)

1. Plocamieae. Flacher Zellkörper mit ungleichen Achsen, die vegetativen durch horizontale, die reproductiven durch schiefe Wænde in der Scheitelzelle in die Læange wachsend. (Pag. 227.)

2. Chondreae. Zellschicht mit mehrschichtigen Nervationen oder flacher Zellkörper, mit gleichem Længenwachsthum in allen Achsen; Wachsthum in die Breite und Dicke geschieden, ersteres in der Richtung der Achsenflæche eine Zellschicht erzeugend, letzteres senkrecht zu derselben die einfache Schicht in mehrere theilend. (Pag. 233.)

3. Gracilarieae. Cylindrischer oder etwas zusammengedrückter Zellkörper, mit gleichem Længenwachsthum in allen Achsen; Wachsthum in die Breite und Dicke nicht geschieden, von der Achsenlinie nach allen Seiten gehend. (Pag. 240.)

IV. **Lomentariaceae.** Die Hauptachsen, wenigstens die reproductiven, sind hohle Zellkörper; Sporenmutterzellen im Gewebe der Wandung. (244.)

V. **Phyllophoraceae.** Die Hauptachsen sind Zellkörper; Sporenmulterzellen ausserhalb, sitzend oder gestielt oder in Reihen. (Pag. 248.)

ERKLÆRUNG DER ABBILDUNGEN.

Tab. I.

Fig. 1 — 13. *Pleurococcus vulgaris* Menegh. 1 — 7. *Dichococcus*. 8 — 13 *Tetrachococcus*. — Der Zellendurchmesser varirt von 0,002 — 0,004'''.

1. Ein freies Individuum; D. M. = 0,004'''.
2. Ein freies Individuum, das sich eben in 2 Tochterindividuen getheilt hat.
3. Familie von 4 Individuen; I und II verschiedene Ansicht, durch eine Achsendrehung um einen Winkel von 90° erzeugt.
4. Familie von 8 Individuen; I und II Achsendrehung um 90°.
5. Familie von 16 Individuen; I und II Achsendrehung um 90°; die einzelnen Individuen haben 0,003''' im D. M.
6. Familie von 4 Individuen; I und II Achsendrehung um 90°; die Zellenbildung der letzten Generation hat in verschiedener Richtung stattgefunden, so dass je die beiden Schwesterzellen a, a und b, b eine ungleiche Lage haben.
7. Familie von 16 Individuen, von denen man bloss die 8 zugekehrten sieht; die letzte Zellenbildung in aa und bb fand in verschiedener Richtung statt.
8. Ein freies Individuum; D. M. = 0,004'''.
9. Ein solches, das eben 4 Tochterindividuen erzeugt hat.

10, 11. Familie von 4 Individuen, in verschiedener Lage.

12. Jedes der 4 Individuen hat sich in 4 neue getheilt.
13. Familie von 16 Individuen; D. M. eines einzelnen = 0,0025'''.

Fig. 14 — 22. *Palmella*. I *Diloce*. Fig. 23 — 29. *Palmella*, II *Tetratoce*.

14. Ein freies Individuum (D. M. = 0,002'''), mit einer Schicht von gallertartiger Extracellularsubstanz (D. M. = 0,005''').
15. Ein solches, mit einer doppelten Schicht von Gallerte (D. M. = 0,007''').
16. Ein solches, mit 5 deutlichen Gallertschichten (a, D. M. = 0,010''').
17. Ein freies Individuum, das sich eben in 2 neue getheilt hat, mit deutlich geschichteter Gallerte umgeben (a, D. M. = 0,011''').
18. Familie von 2 jungen Individuen, welche selbst noch keine Gallerte ausgeschieden haben, von der ungeschichteten Extracellularsubstanz des Mutterindividuum's umgeben.

19, 20. Familie von 2 Individuen; b Gallerte der Tochterindividuen; a Gallerte des Mutterindividuums.

21. Familie von 4 jungen Individuen, die noch keine Gallerte ausscheiden; b,b Gallerte, welche von den beiden Mutterindividuen, a Gallerte, welche von dem gemeinsamen Grossmutterindividuum ausgeschieden wurde.

22. Familie von 4 Individuen; c, c die von ihnen secernirte Gallerte; b, b die von den beiden Mutterzellen, a die von der Grossmutterzelle abgesonderte Gallerte.
23. Ein freies Individuum mit einem Kern, ohne Extracellularsubstanz; D. M. = 0,005'''.
24. Ein solches mit Extracellularsubstanz; D. M. der letzteren = 0,012'''.
25. Ein freies Individuum, das sich eben fortpflanzen will, und zu diesem Behufe 4 Kerne erzeugt hat. D. M. der Zelle = 0,007'''; D. M. der Extracellularsubstanz = 0,017'''.
26. Ein freies Individuum, das sich eben in 4 neue getheilt hat.
27. Familie von 4 jungen Individuen, welche noch keine Gallerte ausgeschieden haben; a Gallerte des Mutterindividuums.
28. Familie von 4 Individuen; b, b, die von denselben abgesonderte Gallerte; a Gallerte der Mutterzelle.
29. Familie von 52 Individuen ungleicher Generation; vgl. deren Erklärung im Text. D. M. der einzelnen Zellen = 0,003 — 0,005'''.

Fig. 30 — 36. *Nostoc commune* Vauch.

30. Eine Keimzelle.
31. Dieselbe hat sich verlängert, und in 2 Tochterzellen getheilt.
32. Jede der beiden Tochterzellen hat sich noch einmal getheilt.
33. Eine Zellenreihe; a Zellen, die sich eben getheilt haben; b, b junge Zellen, die sich ausdehnen und abrunden; c, c etwas ältere Zellen; d, d noch ältere Zellen, die sich bald wieder theilen wollen; g Keimzelle. Quer-D. M. der Zellen = 0,002'''; Quer-D. M. der Keimzelle = 0,003'''.
34. a Stück von einer Zellenreihe; gg Keimzelle, die sich in 2 Tochterzellen getheilt hat.
35. a a Stück von einer Zellenreihe; g Keimzelle mit verdickter Wandung; jederseits ist ein zapfenartiger Vorsprung sichtbar.
36. a Stück von einer Zellenreihe; g Keimzelle, mit 2 Kernen für die beiden zu bildenden Tochterzellen.

Fig. 37 — 46. *Bryopsis*.

37. Oberer Theil einer Pflanze; ab Stamm; cr ist von a bis c mit Blättern (l), von c bis b mit den Narben von abgefallenen Blättern besetzt. rr, rr 2 Aeste; der eine ist ganz mit Blättern, der andere bloss von e bis r mit Blättern und von d bis e mit Narben bedeckt.
38. Spitze einer Stammachse; von a bis b mit farblosem Schleim, unterhalb mit Chlorophyll und Schleim erfüllt. f', f, f, f, junge Blätter.
39. Spitze eines ausgewachsenen Blattes; in a ist die Wandung am dicksten. An der innern Fläche der Wandung liegt die Schleimschicht (m), daran die Chlorophyllbläschen (p).
40. Schleimschicht von der Fläche angesehen; mit Chlorophyllbläschen. a Netz von Schleimfäden (Strömungsfäden); b die Schleimschicht ist stärker, das Schleimnetz mangelt oder ist nicht sichtbar.
41. Chlorophyllbläschen; a - e von der Fläche, mit 1, seltener 2 oder 3 Amylumkernchen; f - h von der Seite, f in der unverletzten Zelle, g, h frei im Wasser, und durch die Einwirkung des letztern concav geworden. Länge = 0,005 — 0,015'''; Breite 0,003 — 0,004'''.
42. Junge Chlorophyllbläschen, welche sich theilen: a mit 1 Amylumkernchen, b, c mit 2 Amylumkernchen, d mit einer leichten Einschnürung in der Mitte, e mit einer Scheidewand.
43. Stück von der Wandung im Durchschnitt; m m Schleimschicht, welche sich nach oben, in Folge der Endosmose von süssem Wasser, von der Wandung abgelöst hat. a Zellmembran, b gallertartige Extracellularsubstanz; c äusserste veränderte Schicht dieser Gallerte. p Chlorophyllbläschen. Der Zwischenraum zwischen a und m ist mit endosmotischem Wasser erfüllt.
44. Stück von einem Stamm, mit den Narben von abgefallenen Blättern bedeckt; a von der Fläche, b von der Seite.

45. Durchschnitt durch die Seitenwandung eines Stammes, wo er eine Blattnarbe trägt. a b-a b [illegible] ng des Stammes; a-a Zellmembran; b-b Extracellularsubstanz; c Ueberrest des abgefallenen [illegible] es; d Scheidewand, welche das Lumen des Stammes abschliesst.
46. Zwei krankhaft veränderte Chlorophyllbläschen; sie sind kugelig geworden; das Amylumkernchen und das Chlorophyll haben sich aufgelöst, und sind in eine ungefärbte, etwas dunkle körnige Masse übergegangen.

Fig. 47 — 54. *Ulothrix zonata* Kütz.

47. Keimzellen, nachdem sie einige Zeit frei im Wasser gelegen haben; a mit einem kleinern, b mit einem grössern inhaltsleeren Raum; jede mit einem rothen Punct an der Wandung.
48. Eine Keimzelle mit einer schmalen Schicht grünen Inhaltes, welche nur einen kleinen Theil der innern Oberfläche überzieht, und mit zwei dicht neben einander liegenden rothen Puncten an der Wandung. I und II verschiedene Ansichten, durch eine Drehung um einen Winkel von 45° hervorgebracht.
49. Keimzelle, welche nach unten in die Wurzel auswächst.
50. Junge Pflanze, welche aus 2 Zellen besteht.
51. Junge Pflanze, welche aus 3 Zellen besteht.
52. Der untere Theil einer ältern Pflanze; a Wurzel.
53. Stück eines Fadens, in welchem die Fructification begonnen hat. a noch unveränderte Zellen. b Zellen, welche ellipsoidisch werden. c die Zelle hat sich in zwei neben einander liegende Zellen getheilt. d, e die Theilung ist weiter fortgeschritten; jedes der Glieder e besteht aus 8 Zellen.
54. Stück eines Fadens, in welchem die Fructification fast vollendet ist. a Gliederzellen, welche noch die Keimzellen, in der Zahl von 8 bis 20 enthalten. b Gliederzellen, welche die Keimzellen entleert haben.

Fig. 55 — 58. *Enteromorpha compressa* Grev.

55. Ende eines haarförmigen Aestchens. a Scheitelzelle. b Gliederzellen. d, e, f beginnende Theilung der Glieder.
56. Horizontaler Durchschnitt durch das Ende eines Aestchens in der Höhe von e und f in Fig. 55.
57. Horizontaler Durchschnitt etwas tiefer; die Zellen trennen sich im Centrum von einander.
58. Horizontaler Durchschnitt noch tiefer geführt. Jede der 4 Zellen von Fig. 57 hat sich noch einmal getheilt; das Aestchen ist röhrig geworden.

Fig. 59 — 62. *Porphyra vulgaris* Ag.

59. Durchschnitt durch die noch unveränderte Frons.
60. Durchschnitt durch die Frons in dem Momente, ehe die Theilung zum Behuf der Fruchtbildung beginnt. Die Zellen sind durch Ausscheidung von Gallerte ellipsoidisch geworden; einige sind herausgefallen (a).
61. Durchschnitt durch den Theil einer Frons, wo die Fructification begonnen hat. a ungetheilte Glieder. b, c, d, e Glieder, welche sich bereits mehr oder weniger getheilt haben, und welche bei dieser Ansicht 2, 3, 4 und 10 Zellen zeigen.
62. Wie Fig. 61. a ein ungetheiltes Glied. b ein solches wo die Theilung begonnen hat. c ein solches, wo die Theilung sich mehrfach wiederholt hat, und das bei dieser Flächenansicht aus 18, in seinem körperlichen Inhalte somit etwa aus 90 Zellen besteht.

Tab. II.

Fig. 1 — 6. *Ectocarpus* Lyngb.

1. *E. siliculosus* Lyngb. Zwei Zellen eines Astes. Die Schleimschicht, an welcher Chlorophyllbläschen liegen, hat sich an den Kanten von der Wandung losgelöst. Von dem centralen Kern gehen radienförmige Schleimfæden aus.

2, 3. *E. minimus* Näg.

2. Junge Pflanze; a Keimzelle, D. M. = 0,0045‴.
3. Aeltere Pflanze. a entleerte Keimmutterzellen, D. M. = 0,008 — 0,010‴, Længe = 0,013 — 0,015‴. b, c Mutterzellen, welche die Keimzellen noch einschliessen.
4. *E. tomentosus* Lyngb. a entleerte Keimmutterzellen. b, c Mutterzellen, in denen die Theilung vor sich geht.

5, 6. *E. littoralis* Lyngb.

5. Einzelne Gliederzellen schwellen zu Mutterzellen an, füllen sich mit Inhalt, und theilen sich.
6. Einzelne Glieder (a, b, c) besonders dargestellt, um die fortschreitende Theilung zu zeigen.

Fig. 7 — 24. *Valonia utricularis* Ag. (7 — 14 wenig vergrössert).

7. Einzelnes Individuum. g Keimzellenbrut.
8. Einzelnes Individuum. g Keimzelle; r Wurzeln.
9. Einzelnes Individuum. l, l Aeste oder Lappen; g Keimzellenbrut.
10. Einzelnes Individuum. l Ast oder Lappen; g Keimzellenbrut. m junges Tochterindividuum.
11. Familie von 3 Individuen. a Mutterpflanze. g Keimzellenbrut. r Wurzeln. m Tochterpflanzen.
12. Familie von 6 Individuen. a Mutterzelle; m Tochterzellen.
13. Familie von 3 Individuen. a Mutterzelle; m Tochterzellen.
14. Familie von 9 Individuen. a Mutterpflanze; m, m erste Generation von Tochterpflanzen; n, n zweite Generation. g Keimzellen.
15. Keimzellen von der Fläche, rund und parenchymatisch.
16. Keimzellen von der Seite (g), an der inneren Fläche der Wandung liegend.
17. Keimzelle, welche anfängt sich zu entwickeln, und bereits die Wandung der Mutterzelle durchbrochen hat; a, a innere, b, b äussere Flæche der Zellwandung.
18. Durchschnitt durch die Wandungen, da wo eine Tochterzelle der Mutterzelle aufsitzt. a b c - a b c Wand der Mutterzelle; a æussere, b innere Schicht der Extracellularsubstanz, c Zellmembran, e neugebildetes Stück der Zellmembran; d-d Wand der Tochterzelle.
19. Strömungsnetz von zarten Schleimfæden aus einer Keimzelle; darin liegen winzige Schleimkörnchen. kleine Chlorophyllbläschen und grössere Amylumkügelchen.
20. Netzförmig an der Wand gelagerte Chlorophyllblæschen, aus der untern Hælfte einer Zelle.
21. Entstehung der Amylumkügelchen, aus einer Keimzelle. a, a Chlorophyllblæschen, in denen kein Kernchen sichtbar ist; b, b mit einem Amylumkernchen; c, c mit einem grössern Amylumkernchen; d, d das Amylumkügelchen füllt das Bläschen fast oder ganz aus, das Chlorophyll ist verschwunden; e, e freie Amylumkügelchen, das Blæschen ist resorbirt worden.
22. Chlorophyllblæschen aus der obern Hælfte einer Zelle, mit kleinen Amylumkernchen; einige langgestreckte Blæschen besitzen kein deutliches Kernchen.

23. Zwei Chlorophyllblæschen (a und b), mit 1 Stærkekernchen. I von der Flæche; II von der Seite.
24. Entstehung der Keimzellen. a, a, a scheinen homogene, farblose Schleimtröpfchen zu sein (D. M. = 0,0015 — 0,003'''); b, b, b sie sind etwas körnig geworden; c, c Zellen mit körnigem, grünlichem Inhalt; d, d deutliche Zellen, mit Chlorophyllblæschen und Schleim.

Fig. 25 — 30. *Udotea cyathiformis* Decaisne.

25. Senkrechter Querdurchschnitt. m m eine Markröhre; c, c Rinde.
26. a a und c c 2 Markröhrenachsen, die aus der Achse 1 durch Dichotomie in m entstanden sind. b, b Rindenæstchen; d, d gelappte Zweige der Rindenæstchen.
27. a, b, b, c, c, c, c Markröhrenachsen; m, n, n die Stellen, wo sie sich dichotomisch getheilt haben. d ein junges, e, f, g etwas æltere Rindenæstchen.
28. Rinde von aussen.
29. Ein regelmæssig gebauter Zweig eines Rindenæstchens von aussen.
30. Eine Frons in natürlicher Grösse. a eine junge Frons, welche durch Prolification aus der Flæche, b, b, b eben solche, welche durch Prolification aus dem Rande entstanden sind.

Fig. 31 — 34. *Myrionema*. 31, 33, 34. *M. strangulans* Grev. 32. *M. Rhodomeniae* Näg.

31. Durchschnitt durch *Enteromorpha* und durch das auf derselben parasitische *Myrionema;* der Schnitt hat das letztere tangental getroffen. a-a *Enteromorpha*. b-b *Myrionema*, D. M. der Zellen = 0.0025'''.
32. Ein Stück des Randes, von der Flæche angesehen.
33. Radialer Querdurchschnitt. a-a *Enteromorpha*. b-b Frons von *Myrionema*, Længe der Zellen = 0,006'''; Breite = 0,003'''. c langes fadenförmiges Haar, dessen oberste Zellen abgefallen sind. d, d kurze keulenförmige Haare, Længe = 0,015 — 0,020'''. e, f Keimmutterzellen, Længe = 0,012'''. D. M. = 0,009''',
34. Die Fruchtschicht von der Flæche angesehen; neben den kleinern keulenförmigen Haaren (D. M. = 0,004''') sieht man mehrere ungetheilte und in Theilung begriffene Keimmutterzellen (D. M. = 0,008 — 0,010''').

Tab. III.

Fig. 1 — 12. *Acetabularia mediterranea* Lamour.

1. Die eine Hælfte des durch einen senkrechten Schnitt in der Mitte durchschnittenen Schirmes mit dem obersten Theile des Stieles, von der Schnittflæche angesehen. a Stiel. b-b Durchschnitt des Schirmes (b, b zwei geöffnete Strahlen). s Strahlen des Schirmes von der obern Flæche. c, c æussere Wülste des unteren Ringes; e, e innere Wülste des unteren Ringes. f Wülste des obern Ringes. h ein Haar, das auf einem Wulst des obern Ringes steht.
2. Senkrechter Durchschnitt durch die Mitte des Schirmes, stærker vergrössert. a Stiel. b, b Strahlen des Schirmes c, c æussere, e, e innere Wülste des unteren Ringes; d, d Einfaltung der Membran zwischen den inneren und æusseren Wülsten des unteren Ringes. f, f Wülste des obern Ringes; g, g Wærzchen auf diesen Wülsten; h ein Haar, das aus einem Wærzchen hervorgegangen ist; h' ein Wærzchen, das in ein Haar auswæchst. n Nabel. m Wandung des Stieles.
3. Ein Wulst des obern Ringes besonders dargestellt, mit den Wærzchen, die er trægt (g, g).
4. Senkrechter Durchschnitt durch den Schirm, als Secante geführt. Die scheinbaren Zellen (b, b) entsprechen den Strahlen des Schirmes (Fig. 1, 2, b, b)

5. Ein Theil der durchschnittenen Wandung aus Fig. 4 stærker vergrössert. Verdünnte Sæure hat den Kalk aufgelöst, und die Wandung etwas aufgelockert. a, a Zellmembran. b, b innere Lage der Extracellularsubstanz; c, c æussere Lage derselben. In der Scheidewand scheint jetzt die Extracellularsubstanz ganz zu mangeln, weil der daselbst befindliche Kalk aufgelöst worden ist.
6. Rand des Schirmes von der Fæche, nach Behandlung mit verdünnter Sæure. a Zellmembran. b innere gestreifte Lage der Extracellularsubstanz, verschmælert sich nach innen (nach b' hin); c æussere, ungestreifte Lage der Extracellularsubstanz.
7. Unterster Theil des Stieles, nach Behandlung mit verdünnter Sæure; ganzer Durchmesser = 0,090'''; Wandung 0,025'''. An der Membran liegen Amylumkörnchen; dieselben in b stærker vergrössert. r, r Wurzeln.
8. Stück der Wandung von einem Querschnitt durch den Stiel, stark vergrössert. a Zellmembran. b innere, gestreifte, kalklose Extracellularsubstanz. c æussere Lage der Extracellularsubstanz mit kleinen Kalkkörnchen.
9. Stück von einem Stiel, aus dessen oberer Hælfte, nach Anwendung von Sæure. An der Membran liegen grössere, einfache und zusammengesetzte Stærkekörner; die einfachen betragen 0,008''' — 0,012''' im Durchmesser. Die Stærkekörner sind in B besonders dargestellt.
10. Oberer Ring (zwischen dem Schirm und dem Nabel) von oben angesehen. f, f die Wülste. g, g die Wærzchen. b, b die Strahlen des Schirmes. (vgl. die gleichen Benennungen in Fig. 1, 2, 3).
11. Die beiden untern Ringe (zwischen dem Schirm und dem Stiel) von unten angesehen. b, b die Strahlen des Schirmes; c, c die Wülste des æussern Ringes, e, e die des inneren Ringes; d-d die Einfaltung der Membran zwischen den Wülsten des æusseren und denen des inneren Ringes. (vgl. die næmlichen Benennungen in Fig. 1 und 2).
12. Ein junges Haar; a die Basiszelle oder der ersten Ordnung; b die Zellen der zweiten, c die Zellen der dritten, d die Zellen der vierten, e die Zellen der fünften Ordnung. Die letztern sind eben erst entstanden und noch ganz klein.

Fig. 13 — 20. *Myriotrichia* Harv.

13. Stück von einer jungen Pflanze; die Gliederzellen theilen sich durch horizontale Wænde; Breite der Zellen — 0,010'''; Höhe — 0,003 — 0,006'''.
14. Oberes Ende einer etwas weiter entwickelten Pflanze, D. M. = 0,012'''; die Gliederzellen theilen sich durch verticale Wænde. a haarförmige Spitze, deren Zellen von oben nach unten abfallen, D. M. = 0,006'''. b junges Aestchen. c etwas ælteres haarförmiges Aestchen, die Zellenausdehnung geht von der Spitze nach der Basis hin.
15. Querschnitt durch den Theil einer Pflanze, welcher in seiner Entwickelung dem untern Ende von Fig. 14 entspricht; D. M. = 0,012'''.
16. Stück von einer Pflanze, wo die Fructification begonnen hat. a junge Keimmutterzelle. b, c mit Keimzellen gefüllte Mutterzellen. d entleerte Mutterzelle. e junges Aestchen. Durchmesser der Mutterzellen = 0,020 — 0,030'''.
17. Stück von einer Pflanze, wo alle Zellen gleichzeitig anfangen, Aestchen zu bilden.
18. Alle Zellen einzelner Glieder haben angefangen, Aestchen zu bilden.
19. Einzelne Zellen verschiedener Glieder fangen an, Aestchen zu erzeugen.
20. Stück von einer Pflanze, wo auf vielen Epidermiszellen Aestchen stehen, dazwischen einige Keimmutterzellen.

Fig. 21 — 25. *Spirogyra quinina* Link. (21, 22. *Sp. longata* Kütz. 23 — 25. Zygnema alternatum Hassall.)

21. Junge Zelle, in welcher das Chlorophyll noch die ganze Cylinderfläche überzieht; Länge = 0,025'''. Breite = 0,010'''.
22. Etwas ältere Zelle, in welcher die Chlorophyllschicht sich in ein spiraliges Band getrennt hat; Länge = 0,050'''; Breite = 0,010'''. Die grünen und die farblosen Streifen sind gleich breit.
23. Stück von einer Pflanze, wo die Gliederzellen sich unter einander copulirt haben. Einige Zellen (a) sind mit der Mitte ihrer Cylinderfläche ausgewachsen, um sich auf gewöhnliche Art zu copuliren.
24. Zwei Zellen in Copulation, bevor das zwischen den Fortsätzen liegende Membranstück resorbirt ist.
25. Wie Fig. 24, nach der Resorption.

Tab. IV.

Fig. 1 — 20. *Dasycladus clavæformis* Ag.

1. a-a Stamm. f, f Blätter; die übrigen Blätter des Verticills sind nicht gezeichnet.
2, 3. Verschiedene Blätter.
4. a Stammspitze. f, f zwei Blattverticille. p, p Poren zwischen der Stammzelle und den Basiszellen der Blätter.
5. Oberer Theil einer wachsenden Blattzelle; a homogener Schleim; b körniger Schleim; c körniger, grüngefärbter Inhalt.
6, 7, 8, 9. Blattzellen, welche oben auswachsen in 2 (Fig. 6, 8) oder 3 (Fig. 7, 9) Fortsätze, gleichzeitig (Fig. 6, 7) oder ungleichzeitig (Fig. 8, 9), um neue Zellen zu bilden. a homogener farbloser Schleim; b körniger farbloser Schleim; c körniger grüner Inhalt.
10. Eine untere Blattzelle mit 2 obern jungen Blattzellen an ihrer Spitze. a homogener Schleim; b körniger Schleim; c körniger, grünlicher Inhalt.
11. Basis einer untersten Blattzelle; p Porus nach der Stammzelle.
12. 3 junge Blattzellen an der Berührungsstelle. m Schleimschicht, welche in Folge der Endosmose von süssem Wasser sich von der Membran zurückgezogen hat. p, p Poren.
13. Scheidewand zwischen 2 Blattzellen (f, f), mit dem Porus.
14. Spitze der Endzelle eines Blattes.
15. Wandung vom obern Theile der Stammzelle, im Durchschnitt. c Zellmembran; e Extracellularsubstanz, am äussern Rande gekerbt.
16. Wandung vom untern Theile der Stammzelle, von der Fläche angesehen mit einem doppelten Netze (b-b). a, a 2 Poren von abgefallenen Blättern; sie sind umgeben von einem breiten, strahlenförmiggestreiften Rande.
17, 18. Wandung der Stammzelle im senkrechten Durchschnitt, mit den Poren nach den Blättern. a Membran der Stammzelle; m innere, mehr verdünnte, gestreifte Lage, n äussere, dichtere, von Kalkniederschlägen körnige Lage der Extracellularsubstanz der Stammzelle. b, b, b Membran der Blattzellen; o, o, o Extracellularsubstanz der Blattzellen.
19. Oberer Theil einer Stammzelle; die Schleimschicht hat sich durch Endosmose von Wasser theilweise von der Zellmembran losgelöst, so dass sie nur noch mit einzelnen Fortsätzen, welche die Gestalt der Linien eines Netzes haben, an derselben befestigt ist. a, eingedrungenes Wasser.
20. Körner, die aus mehreren Chlorophyllbläschen zusammengesetzt sind; mit einem hohlen Raum im Centrum.

Fig. 21, 22. *Vaucheria sessilis* Lyngb.

21. Keimæstchen (a) und Hakenæstchen (b) vor der Copulation.
22. Nach der Copulation. a, c Keimæstchen, in denen sich eine Keimzelle durch Copulation mit den Hakenæstchen b und d gebildet hat. e ein Keimæstchen, in welchem sich eine Keimzelle ohne Copulation bildete, indem das Hakenæstchen f sein Ziel verfehlte, und seinen Inhalt nicht entleeren konnte. — B ein Keimæstchen stærker vergrössert; g Narbe, wo das Hakenæstchen mit denselben vereinigt war.

Fig. 23 — 37. *Acrocladus mediterraneus* Näg.

23. Ganze Pflanze, doppelt so gross als in der Natur. c Stamm. r Wurzeln. f Blætter.
24. Unterer Theil des Stammes mit den Wurzeln, stærker vergrössert.
25. Das Ende einer Wurzelachse noch mehr vergrössert.
26. r Stück einer Wurzel, in der sich eine Wand gebildet hat. Der betreffende Theil ist daneben stærker vergrössert. a Membran der Wurzel. e Extracellularsubstanz. m, m die neu gebildeten Membranstücke (vgl. den Text).
27. c Oberes Ende des Stammes; f, f 10 Blætter.
28. c Oberes gelapptes Ende des Stammes. Von den 12 Blættern sind nur die 6 zugekehrten (f) dargestellt.
29. c Oberes Ende des Stammes; mit 12 Blættern, von denen 6 gezeichnet sind (f). a Ast, mit 3 jungen (noch einzelligen) Blættern (f^1).

30 — 35. Ausgewachsene Blætter besonders dargestellt.

36. Ein wachsendes Blatt; die untere der beiden Zellen ist in einen Fortsatz (a) ausgewachsen, um einen Ast zu erzeugen.
37. Chlorophyllblæschen, jedes mit einem Amylumkernchen. b von der Seite angesehen.

Fig. 38, 39. *Cystoseira.*

38. Durchschnitt durch einen jungen Sorus (Conceptaculum). a-a Epidermiszellen.
39. Ein Stück aus dem Grunde eines etwas æltern durchschnittenen Sorus. a-a Epidermiszellen. b junge Keimzelle. c junge Nebenfæden.

Tab. V.

Fig. 1 — 9. *Padina Pavonia* Lamour.

1. Senkrechter Durchschnitt durch den obern eingerollten Rand der Frons. a Randzelle. b Flæchenzelle. c Flæchenzelle mit 2 Kernen. d Secundære Flæchenzelle. e primære Rindenzelle. f, h secundære Flæchenzellen oder primære Markzellen. g primære Rindenzelle mit 2 Kernen. i, k, l, m, n, o, p Rindenzellen.
2. Senkrechter Durchschnitt durch den obern eingerollten Rand der Frons. a secundære Flæchenzellen oder primære Markzellen. e Rindenzellen. p durchschnittener, junger Nebenfædengürtel.
3. Senkrechter Durchschnitt durch einen jungen Nebenfædengürtel (Fig. 2, p stærker vergrössert). a-a^1 secundære Flæchenzellen oder primære Markzellen. e-e^1 Rindenzellen. r, r Rindenzellen, welche einen Nebenfaden tragen. c-c Cuticula. g Gallerte, die von den Nebenfæden ausgeschieden wurde. — In a und e ist der Zelleninhalt dargestellt, wenn die Focalebene den Mittelpunct der Zelle trifft; der Kern

ist in einem Haufen von Schleimkörnchen und Chlorophyllbläschen verborgen; er sendet Strömungsfäden nach der Wandung; an der Membran liegen Chlorophyllbläschen. In a⁴ und c⁴ ist der Zelleninhalt dargestellt, wenn die Focalebene die Wandung der Zelle trifft. Man erblickt die Chlorohpyllbläschen, welche in einem peripherischen Strömungsnetz liegen.

4. Senkrechter Durchschnitt durch die Frons. a-a secundäre Flächenzellen oder primäre Markzellen. e-e Rindenzellen. r, r Rindenzellen, die einen Nebenfaden erzeugt haben. Auf den 2 äussern ist er noch vorhanden; auf den 2 mittlern ist er abgefallen.
5. Verticaler Durchschnitt durch die Frons. a-a mittlere Markzellen. b-b vordere Markzellen. e-e Rindenzellen; r, r solche, welche einen Nebenfaden getragen haben.
6. Verticaler Durchschnitt durch die Frons. b-b vordere Markzellen, c-c und d-d mittlere Markzellen. e-e Rindenzellen. Zelleninhalt wie in Fig. 3, a und e.
7. Verticaler Durchschnitt. e Rindenzellen; f solche, die auswachsen, um eine Keimzelle zu erzeugen. r Rindenzelle, welche eine junge Keimzelle (k) trägt. g Gallerte, welche von den auswachsenden Rindenzellen und den jungen Keimzellen ausgeschieden wird. c Cuticula.
8. Verticaler Durchschnitt. b-b vordere Markzellen; c, d mittlere Markzellen. e Rindenzellen; r solche, die Keimzellen (k, k) tragen. Ganzer Durchmesser (e-b) = 0,060‴; Länge der Markzellen = 0,030‴ — 0,036‴.
9. Aufgerollter und flach gelegter Rand der Frons. a-a Randzellen; m, m solche, die sich eben durch die Wand p in eine neue Randzelle und in eine Flächenzelle getheilt haben. o, o senkrechte Wand in den Randzellen, welche dieselben in 2 neben einander liegende, neue Randzellen (n, n) trennt.

Fig. 10 — 21. *Dictyota dichotoma* Lamour.

10. Senkrechter Durchschnitt durch die Frons (D. M. = 0,035‴). m-m Markzellen, Dickendurchmesser = 0,025‴; die Länge beträgt durchschnittlich 0,030‴. e-e Rindenzellen; Dickendurchmesser = 0,005‴.
11. Horizontaler Durchschnitt durch den untern Theil der Frons; D. M. = 0,060‴. m-m Markzellen; Dicken-D. M. = 0,044‴; Breiten-D. M. = 0,030‴ — 0,050‴. e-e Rindenzellen; Dicken-D. M. = 0,008‴.
12. Spitze einer Achse. a Scheitelzelle. b ungetheilte Gliederzelle. c-c Glied, das sich in 2 Zellen getheilt hat. d-d, e-e, f-f, g-g, Glieder, die sich in 4, 8, 16, 32 Zellen getheilt haben.
13. Die Scheitelzelle hat sich durch eine senkrechte Wand in 2 neue Scheitelzellen getheilt (a, a). b ungetheilte Gliederzelle. c Glied, das aus 2 Zellen besteht.
14. e-e, d-d, c-c 3 Glieder, die der Mutterachse angehören; b, a und b, a je 2 Zellen, die den Anfang zweier Tochterachsen bilden. a, a Scheitelzellen; b, b ungetheilte Gliederzellen. c-c Glied, das aus 4 Zellen besteht; d-d Glied, das aus 8 Zellen, e-e Glied, das aus 16 Zellen besteht.
15. f-f, e-e, d-d 3 Glieder, die der Mutterachse angehören. c, b, a je 3 Zellen, welche die beiden Tochterachsen bilden; a, a Scheitelzellen; b, c ungetheilte Gliederzellen. d-d Glied, das aus 4 Zellen besteht; e-e, f-f Glieder, die aus 8 und 16 Zellen gebildet sind.
16. g-g das oberste Glied der Mutterachse. f, e, d, c, b je 5 Glieder, die den beiden Tochterachsen angehören. a, a Scheitelzellen derselben; b ungetheilte Gliederzellen; c, d, e-e, f-f, Glieder, die aus 2, 4, 8, 16 Zellen gebildet sind.
17. Markzellen von der Fläche. e, e, e Zellen, welche ringsum eine beträchtliche Menge von Gallerte gebildet haben. c eine Zelle, die nur nach der einen Seite hin ihre Wandung verdickte. b, b Zellen ohne bedeutende Verdickungen der Wandung.
18. Die Scheidewände zwischen den Markzellen aus Fig. 10, stärker vergrössert, um die Poren zu zeigen.

19. Horizontaler Durchschnitt durch den obern Theil der Frons, da wo ein Büschel von jungen Nebenfäden auf derselben steht; D. M. der Frons = 0,018 m/m. m-m Markzellen. e-e Rindenzellen. c Cuticula. g Gallerte, die von den Nebenfäden ausgeschieden wurde.
20. e-e Rindenzellen; 2 davon sind ausgewachsen, um Keimzellen zu bilden.
21. e-e Rindenzellen; die Zelle r trägt eine Keimzelle.

Fig. 22 — 31. *Coleochæte scutata* Bréb. 25 — 31 Var. *soluta*.

22. Kreisförmiges Laub mit gelapptem Rande und einer concentrischen Reihe von Keimmutterzellen.
23. Ein Stück des Randes. c, c Keimmutterzellen.
24. Ein Stück des Randes. a, a Randzellen, die sich durch eine radiale Wand in zwei neue Randzellen theilten. b, b Randzellen, die sich durch eine tangentale Wand in eine neue Randzelle und eine Flächenzelle getheilt haben. c, c Keimmutterzellen. d, d Borsten.
25. Ein Faden von der *gelösten* Form, dessen Scheitelzelle (c) sich zur Keimmutterzelle umbildet, und dessen oberste Gliederzelle (d) eine Astzelle erzeugte.
26. b, c Keimmutterzellen, von einem Zellenring umgeben, welcher durch Astzellenbildung aus den obersten Gliederzellen (d) entstanden ist.
27. b Keimmutterzelle, mit einem Aestchen umhüllt, das einen unvollständigen Ring bildet. c Keimmutterzelle mit einem vollständigen Ring. d, d oberste Gliederzellen.
28. Keimmutterzelle, welche mit einem vollständigen Ring umgeben, und deren obere Fläche theilweise durch Zellen bedeckt ist.
29. Eine vollständige kleine Pflanze der *gelösten* Form. Die Keimmutterzelle (a) ist an der freien (nicht angewachsenen) Fläche mit einer Zellschicht bedeckt. b, b Borsten.
30. Querdurchschnitt durch eine Keimmutterzelle, wie sie in Fig. 29 abgebildet ist. a die der Unterlage anhaftende Fläche.
31. Keimmutterzelle mit einigen Keimzellen.

Tab. VI.

Fig. 1 — 6. *Antithamnion crucialum* (Callithamnion c. Ag.)

1. c-d Stück von einem Stamm; auf dem Gliede c steht das Blatt a-b; das diesem gegenüberliegende Blatt ist nicht sichtbar; auf dem Gliede d stehen die beiden Blätter f, i. a, a unterste secundäre Zelle der Blätter, welche keine Tochterachse bildet. s, s abortirte Sporenmutterzellen.
2. Spitze eines Stammes. a primäre Zelle (Scheitelzelle). b oberste secundäre Zelle. c secundäre Zelle, welche auswächst, um ein Blatt zu erzeugen. d, e, g ganz junge Blätter, welche noch erst aus einer oder aus zwei Zellen bestehen.
3. Junges, in der Entwickelung begriffenes Blatt. a primäre Zelle (Scheitelzelle). b, c, d secundäre Zellen; die letztere (d) wächst aus, um eine Astzelle zu erzeugen. e, f, g, h, i, k junge Tochterachsen des Blattes, worunter e erst ein Zellast und f eine einfache Zelle ist; l unterste secundäre Zelle, welche keine Tochterachse bildet.
4. c secundäre Stammzelle, mit einem Blatt. r Wurzel, welche aus der untersten secundären Zelle des Blattes entspringt. s, s abortirte Sporenmutterzellen.
5. Zellen eines ältern Blattes mit den Poren. m Zellmembran; a innere, b äussere Lage der Extracellularsubstanz.
6. Porus zwischen 2 ältern Stammzellen. m Zellmembran; a innere, b äussere Lage der Extracellularsubstanz.

Fig. 7 — 28. *Poecilothamnion versicolor* (Callithamnion v. Ag.) 29. *Poecilothamnion corymbosum* (Callithamnion c. Ag.)

7. a-d gemischte Achse; r, r′, r″ Seitenäste mit Sporenmutterzellen (vgl. den Text).
8. f Laubzelle. a Ausgewachsener Theil der Laubzelle, in welchem sich noch keine Sporenmutterzelle gebildet hat. b Sporenmutterzelle mit einem centralen secundären Kernbläschen. c Specialmutterzellen mit ihren Kernen.
9, 10. Laubzellen mit Sporenmutterzellen, a noch ungetheilt, b in 4 Specialmutterzellen getheilt.
11. a, a gemischte Achse. r Seitenast mit Antheridien.
12 — 19. Entwickelungsgeschichte der Antheridien.
20. Samenzellchen. a ein jüngeres, das feinkörnigen Schleim enthält. b, c, d ältere mit wasserhellem Inhalt und einem wandständigen Puncte, von welchem eine sich allmälig verlierende Linie (Samenfaden?) ausgeht.
21. a-a gemischte unbegrenzte Achse; r, r, Seitenäste. Die Keimzellenhäufchen sind paarweise gegenüberstehend; die Paare alterniren mit einander.
22 — 26. Entwickelungsgeschichte der Keimhäufchen.
27. Keimhäufchen, lappenförmig abgetheilt. a Basiszelle.
28. a-a gemischte Achse; g, g Keimhäufchen, mit verdünnter Säure zerdrückt. Der contrahirte Inhalt der Keimzellen hängt durch Poren zusammen. Die Zellenwände sind aufgelöst.
29. An einem Laubgliede stehen 4 Keimhäufchen, die beiden obern sind ausgebildet, roth-gefärbt, und mit Extracellularsubstanz umgeben. Die beiden untern entwickeln sich eben, sind fast farblos und noch ohne Extracellularsubstanz.

Fig. 30 — 37. *Callithamnion.*

30. *C. seminudum* Ag. Ende eines Astes. a Scheitelzelle (primäre Zelle des n^{ten} Grades, I^n). b oberste Gliederzelle ($_{n-1}II$). c Gliederzelle ($_{n-2}II$), welche auswächst. d Astzelle (primäre Zelle des ersten Grades, I^1). e, f, g Tochterachsen.
31. *C. roseum* Ag. Ende eines Astes mit Keimhäufchen. B eines derselben stärker vergrössert; g Extracellularsubstanz; in derselben ist an der Basis des Häufchens ein Porus befindlich.
32. *C. tetricum* Ag. Ende eines Astes mit Sporenmutterzellen. r eine secundäre Zelle, welche auswächst, um eine Astzelle zu bilden. a eine secundäre Zelle, welche auswächst, um eine Sporenmutterzelle zu erzeugen. b, b, b junge Sporenmutterzellen.
33. *C. scopulorum* Ag. Scheidewand mit einem Porus. m Zellmembran. e Extracellularsubstanz.
34 — 37. Schematische Zeichnungen mit Angabe der Werthe für die einzelnen Zellen. 34 Ende eines Astes. 35 — 37. Keimende Pflanzen.

Fig. 38 — 42. *Ptilota plumosa var. tenuissima* Ag.

38. a-b primäre Hauptachse. Auf jeder Gliederzelle stehen zwei primäre Tochterachsen, eine nach rechts und eine nach links. Von denselben ist bloss das unterste Glied gezeichnet: c, e, d, d, e, f, g, g, h, h. Nur zwei dieser primären Tochterachsen sind fertig gezeichnet: i - t (welche e gegenübersteht) und u (welche f opponirt ist). — t Scheitelzelle (I^{11}). s oberste oder zehnte Gliederzelle ($_{10}II$). Die zweitoberste oder neunte Gliederzelle ($_{9}II$) hat erst eine Astzelle erzeugt: r. Die achte Gliederzelle ($_{8}II$) trägt links eine Astzelle, rechts einen zweigliedrigen Zweig (primäre Tochterachse), q-q. Die sie-

bente bis zweite Gliederzelle (₁II . . . . ₂II) trægt jederseits einen mehrgliedrigen Zweig (p-p, o-o, n-n, m-m, l-l, k). An der ersten oder untersten Gliederzelle (₁II) ist rechts ein zweigliedriger Zweig (i) befestigt. Die 2-5te Gliederzelle trægt auf der obern (zugekehrten) Seite (die abgekehrte Seite ist nicht sichtbar) je eine Astzelle (secundære Tochterachse), welche an dem fünften Gliede (zwischen n-n) noch unverændert ist, an dem vierten und dritten Gliede (zwischen m-m und l-l) nach unten eine Astzelle, und an dem zweiten Gliede (bei k) nach unten zwei Astzellen erzeugt hat, woraus Wurzelfæden hervorgehen. Die unterste Gliederzelle des Zweiges m (rechts) hat eine Astzelle für eine primære Tochterachse, die des Zweiges l eine (obere) Astzelle für eine primære Tochterachse und eine solche (unten) für ein Wurzelhaar, die des Zweiges k und i bloss je eine Astzelle für ein Wurzelhaar gebildet. — Die Gliederzellen der Hauptachse a-b haben ausser den zwei Reihen von primären Tochterachsen zwei Reihen von secundären einzelligen Tochterachsen erzeugt, von denen die eine zugekehrte sichtbar ist. Jede Gliederzelle trägt an ihrem obern Seitentheile eine solche Zelle. Von denselben hat die des obersten Gliedes (zwischen h-h) nach unten zwei Astzellen, die des zweitobersten Gliedes (zwischen g-g) unten zwei und nach oben links eine Astzelle, die des dritten (bei f) und der übrigen untern Glieder (bei e, zwischen d-d und c-c) unten 2 und oben 2 Astzellen erzeugt, welche in den drei untern Gliedern theilweise anfangen, in Wurzelfäden auszuwachsen. — Die untersten Gliederzellen der primären Seitenachsen (c, d, e, f, g, h) tragen alle nach unten und innen entweder eine Astzelle für ein Wurzelhaar, oder ein kurzes zweigliedriges Wurzelhaar. Nach oben und aussen tragen bloss zwei eine Astzelle für eine primäre Tochterachse (h) oder eine kurze primäre Tochterachse (i). Ausserdem haben von f abwærts alle auf ihrer obern zugekehrten Seitenflæche eine Zelle erzeugt, welche ohne Zweifel den secundæren Laubachsen analog ist, und welche in d, d nach unten und innen eine Astzelle, in c, c aber sowohl nach unten als nach oben eine Astzelle erzeugt hat, welche sich zu einem Wurzelfaden entwickeln wird.

39. 5 Gliederzellen einer primæren Laubachse mit den secundæren (einzelligen) Laubachsen an der zugekehrten Flæche. Von den letztern ist a unverændert; b hat 1 (nach unten), c 2 (nach unten), d 3 (2 unten, 1 oben), e 4 (2 unten, 2 oben) Astzellen für Wurzelfæden gebildet.

40. a eine Gliederzelle aus einer primæren Laubachse. b, b unterste Gliederzellen der beiden primæren Tochterachsen. c zugekehrte secundære Tochterachse. d, e, g Astzellen an der Zelle c, aus welchen Wurzelfæden entstehen; f ein junger, zweigliedriger Wurzelfaden an der Zelle c. h Astzelle an der Zelle b, aus welcher ein Wurzelfaden hervorgeht; i junger zweigliedriger Wurzelfaden.

41. a eine secundære (einzellige) Laubachse, mit den 4 Wurzelfæden, welche an ihr befestigt sind, b, c, d, e. b und d sind noch einfach; c und e fangen an sich zu verzweigen.

42. Wie Fig. 41. Alle vier Wurzelfæden haben angefangen, sich zu verzweigen.

Tab. VII.

Fig. 1 — 15. *Nitophyllum punctatum* Grev.

1. Ein Stück von dem Rande des Laubes. In a werden die Zellen nach aussen von einer Reihe, in b von zwei Reihen doppelt kleinerer Zellen begrenzt.

2. Querschnitt durch ein sporenbildendes Laub. a, a ungetheilte Laubzellen. b, b die Laubzellen haben sich in je 3 Zellen getheilt. c Sporenmutterzelle mit den eingeschlossenen 4 Sporen.

3. Wie Fig. 2. a, a ungetheilte Laubzellen. b die Laubzelle hat sich in 2 ungleiche Zellen getheilt. c, c die Laubzellen haben sich in 3 Zellen getheilt. d, d Sporenmutterzellen.

4. Stück von einem sporenbildenden Laub, von der Flæche, mit 3 Sporenmutterzellen, welche in der Mitte unbedeckt sind.
5. Sporenmutterzellen, a mit einer breiten Schicht farblosen Schleimes an der Wand, b mit einem centralen Kern und radialen Schleimfæden, c mit zwei Kernen, d in zwei Specialmutterzellen getheilt.
6. Querschnitt durch ein Antheridium.
7. Querschnitt durch ein Antheridium, stærker vergrössert. a ungetheilte Laubzelle. b Centralzellen des getheilten Laubes. c, c Samenzellchen.
8. Stück von einem Antheridium, von der Flæche. a ungetheilte Laubzellen.
9. Junge Samenzellchen, parenchymatisch, mit homogenem Schleim und einem lateralen Kernchen.
10. Ausgebildete Samenzellchen, kugelig, mit wasserhellem Inhalt, und einem lateralen Kernchen. a zwei freie Samenzellchen, welche einen Samenfaden einzuschliessen scheinen.
11. Querschnitt durch einen Keimbehælter. a, a ungetheilte Laubschicht. b das Laub hat sich in 3 Schichten getheilt. c Boden des Keimbehælters. d Samentræger. e, e Decke des Keimbehælters. f warzenförmige Oeffnung.
12. Keimhaar; die oberste Zelle bildet sich zu einer Keimzelle aus.
13. Veræsteltes Keimhaar; die beiden obersten Zellen bilden sich zu Keimzellen aus.
14. Keimzelle, mit einem centralen Kernblæschen.
15. Querschnitt durch einen Theil eines jungen Keimbehælters. a ungetheilte Laubzelle. b die Laubzelle hat sich in zwei ungleiche Zellen getheilt. c die Laubzelle hat sich in 3 Zellen, eine Achsenzelle und zwei Seitenzellen getheilt. d - d Decke des Keimbehælters; die Seitenzellen haben sich jede in zwei Zellen getheilt. e Boden des Keimbehælters; die Seitenzellen haben sich in je 2 bis 3 Zellen getheilt. f unveræn derte Achsenzellen. g eine Achsenzelle, welche sich ausdehnt, um Zellen zu bilden. h die Achsenzellen verwandeln sich in Zellenreihen (Keimhaare).

Fig. 16 — 23. *Delesseria Hypoglossum* Lamour. (*Hypoglossum Woodwardi* Kütz.)

16. Querschnitt durch den Stiel des Laubes; Breitendurchmesser = 0,060'''; Dickendurchmesser = 0,035'''. a-a Zellmasse, welche aus der secundæren Zelle des dritten Grades (II^3) entstanden ist. b-b. b-b je 3 Zellen, welche aus einer ersten quintæren Zelle (V) hervorgiengen. c-c eine zweite quintære Zelle hat sich bloss in 2 Zellen getheilt. d ungetheilte quintære Zelle. e, e tertiære (III) oder quartære (IV) Zellen des letzten Grades.
17. Querschnitt durch einen Mittelnerv (Bezeichnung wie in Fig. 16) a-a entspricht der II^3, b-b einer V. d ungetheilte V. Der ganze Mittelnerv ist also aus einer II^3 und aus vier V entstanden; seine Breite betrægt 0,040''', seine Dicke 0,030'''.
18. Querschnitt durch eine schmæchtige Frons. a-a ist aus II^3, b-b aus V entstanden. d ungetheilte V. e III oder IV des letzten Grades. — D. M. a-a = 0,036'''; b-b = 0,150'''.
19. Querschnitt durch den Mittelnerv einer æltern Frons. Zwischen den Zellen und ausserhalb der Zellen desselben liegen durchschnittene Zellfæden (b), ebenso an der æussern Flæche der quintæren Zellen (a). Grösste Dicke des Mittelnerven = 0,250'''.
20. Querschnitt durch ein sporenbildendes Laub. Die sterile Stelle a-a entspricht der secundæren Zelle des dritten Grades und den innersten quintæren Zellen. Die Sporenmutterzellen liegen neben der Achsenzellschicht.
21. Senkrechter Durchschnitt durch ein Glied in der Richtung a-a von Fig. 17.
22. Senkrechter Durchschnitt durch ein Glied in der Richtung b-b von Fig. 17.
23. Senkrechter Durchschnitt in der Richtung b-b von Fig. 19. Zwischen und ausserhalb der Gewebezellen liegen Zellfæden, welche aus dem untern Seitenende der Zellen entspringen, nach unten wachsen, und sowohl ein intercellulares als ein peripherisches Geflecht bilden.

Fig. 24 — 36. *Gelidium corneum* Lamour.

24. Spitze eines Aestchens der Varietæt *capillaceum*. a Scheitelzelle (I^{n}). b Gliederzelle ($_{n-1}II^{1}$). c die Gliederzelle hat sich in eine grössere und eine kleinere Zelle getheilt. d die Gliederzelle hat sich durch doppelte Zellenbildung in 3 Zellen getheilt.
25. Ende eines dünnen Aestchens der gewöhnlichen Form. a Scheitelzelle (I^{n}). b Gliederzelle ($_{n-1}II^{1}$). c die Gliederzelle hat sich in 7 Zellen getheilt.
26. Wie Fig. 25. a Scheitelzelle (I^{n}). b Gliederzelle ($_{n-1}II^{1}$). Die Gliederzellen c und d haben sich in 5 und 7 Zellen getheilt.
27, 28, 29. Enden von dickeren Aestchen; in Fig. 27 erkennt man noch die Scheitelzelle und die oberste Gliederzelle, in Fig. 28 bloss die Scheitelzelle; in Fig. 29 ist das Punctum vegetationis vertieft und nicht sichtbar.
30. Sporenmutterzelle, die sich in zwei primære Specialmutterzellen getheilt hat.
31. Sporenmutterzelle, die sich vollstændig in 4 kugelquadrantische (secundære) Specialmutterzellen getheilt hat. I und II Ansichten von oben und von der Seite.
32. Sporenmutterzelle, welche sich vollstændig in 4 (secundære) Specialmutterzellen getheilt hat; dieselben liegen in Einer Flæche. I und II Ansichten von oben und von der Seite.
33. Horizontaler Durchschnitt durch einen Ast mit Keimbehæltern. a Mündungen. b Rinde. c Mark.
34. Verticaler Durchschnitt durch einen Ast mit Keimbehæltern. a Mündungen. b Rinde. c Mark.
35. Ein Theil des horizontalen Durchschnittes, stærker vergrössert. a Mark, welches den Samenboden bildet; D. M. der Fasern 0,0025‴. b Keimhaare mit den Keimzellen. c innere aus Mark bestehende Lage der æussern Wandung. d horizontale Fasern zwischen dem Samenboden und der æussern Wandung; D. M. = 0,004 — 0,005‴. e Rinde ; innere Zellen = 0,005 — 0,006‴; Epidermiszellen kaum 0,002‴.
36. Ein Keimhaar besonders dargestellt. Keimzellen = 0,020‴ lang und 0,007‴ breit.

Fig. 37 — 41. *Gracilaria purpurascens* Grev.

37. Enden zweier dünner und spitzer Aeste. a Scheitelzelle (I_{n}). b, b secundære Zellen des ersten Grades (II^{1}).
38. Wie Fig. 37. c, c zwei ungegliederte, aus den Epidermiszellen entsprungene Haare.
39. Querschnitt durch die Anschwellung eines Astes, in welcher ein Keimhæufchen liegt. Man sieht 7 besondere Hæufchen von Keimzellen, welche durch Scheidewænde von Markgewebe von einander getrennt und aussen von einer Marklage umgeben werden, auf welche nach aussen die gefærbte Rinde folgt.
40. Senkrechter Durchschnitt durch die Anschwellung eines Astes, in welcher ein Keimhæufchen liegt. a-a Mark. b-b Rinde. Man sieht 6 besondere Hæufchen von Keimzellen im Markgewebe eingebettet.
41. Querschnitt durch ein sporenbildendes Aestchen. a Mark; in der Gallerte liegen bloss 8 durchschnittene Fasern. b Rinde. Ganzer Durchmesser = 0,160‴.

Tab. VIII.

Fig. 1 — 27. *Laurencia*. Fig. 1 — 7 *L. tenuissima* Grev. — Fig. 8 — 16. *L. dasyphylla* Grev. — Fig. 17 — 20. *L. obtusa* Lamour. — Fig. 21 — 27. *L. papillosa* Grev.

1. Senkrechter Durchschnitt durch einen jungen Ast (von *L. tenuissima*), zwei Glieder darstellend. a-a Achsenzellen. b-b erste, c-c zweite, d-d dritte. e-e vierte concentrische Zellschicht (oder Epidermiszellen).

2. Horizontaler Durchschnitt durch einen jungen Ast. Bezeichnung wie in Fig. 1.
3. Horizontaler Durchschnitt durch einen ältern Ast, (D. M. = 0,300‴); Bezeichnung wie in Fig. 1 und und 2. Die Zellen b, c, und d enthalten ein wandständiges Schleimnetz, und sind wenig gefärbt; die Epidermiszellen (e) sind mit gefärbtem körnigem Inhalte gefüllt. Zwischen den innern Zellen (a, b und c) sieht man die durchschnittenen Fäden des intercellularen Geflechtes.
4. Ende eines spitzen Astes. a Scheitelzelle (I^n). b oberste Gliederzelle ($_{n-1}II^1$). Die zweitoberste Gliederzelle ($_{n-2}II^1$) hat eine Astzelle, die erste Zelle eines Blattes (c) erzeugt. Die drittoberste Gliederzelle ($_{n-3}II^1$) hat ebenfalls eine Astzelle (d) gebildet, aus welcher sich ein Blatt entwickeln wird, und sich dann in zwei Zellen (II^2 und $_1III$) getheilt. Alle folgenden Glieder haben sich vollständig getheilt; sie sind im senkrechten Durchschnitt dargestellt; m Achsenzellen, n, n tertiäre Zellen; e, f, g junge Blätter.
5. Ende eines etwas weniger spitzen Astes als Fig. 4. a Scheitelzelle (I^n). b, c Gliederzellen ($_{n-1}II^1$, $_{n-2}II^1$). f junges Blatt. Nach unten von c ist die Zellenbildung in die Dicke so beträchtlich, dass man die einzelnen Zellen nicht deutlich unterscheidet.
6. Senkrechter Durchschnitt durch den ältern Theil eines Astes, wie Fig. 5 ihn im Querschnitt darstellt; man sieht etwas über die Hälfte eines Gliedes. a die Achsenzelle (Länge = 0,300‴); b, b zwei gleichlange Zellen wie a; c-c zweite, d-d dritte, e-e vierte, f-f fünfte concentrische Zellschicht (oder Epidermiszellen). Auf den innern Zellen liegen Fäden des intercellularen Geflechtes.
7. Junges, durch Zellenbildung wachsendes Blatt; der Zelleninhalt ist homogener farbloser Schleim. a, a Scheitelzellen (I^n); b, b Astzellen oder Scheitelzellen des ersten Grades (I^1); c, c Gliederzellen, welche auswachsen, um eine Astzelle zu erzeugen. d unterste Gliederzelle ($_1II$), welche keine Tochterachse trägt.
8. Junges, durch Zellenbildung wachsendes Blatt (von *L. dasyphylla*) etwas älter als Fig. 8. Bezeichnung wie in Fig. 8.
9. Horizontaler Durchschnitt durch einen Ast; die Zellen sind durch gallertartige Intercellularsubstanz von einander getrennt. Bezeichnung wie in Fig. 1, 2, 3 und 6. Ganzer Durchmesser = 0,330‴.
10. Horizontaler Durchschnitt durch den untersten Theil eines Astes, wo früher Sporenbildung statt fand; die Zellen sind durch dünne gallertartige Intercellularsubstanz von einander getrennt. a Achsenzelle; b Zellen der ersten, c der zweiten, d, d der dritten, e, e Zellen der vierten und fünften concentrischen Schicht, welche die Epidermis bilden. Ganzer Durchmesser = 0,300‴.
11. Senkrechter Durchschnitt durch den untern sporenbildenden Theil eines Aestchens; bloss die eine Hælfte ist gezeichnet; Ganzer Durchmesser = 0,220‴. a-a Achsenzellen. b, b Zellen der ersten concentrischen Schicht (vgl. b in Fig. 1, 2, 9 und 10); sie haben sich in radialer Richtung beträchtlich verlængert; seitlich sind sie durch gallertartige dünne Intercellularsubstanz von einander geschieden; wegen der Alternanz dieser Zellen in den successiven Gliedern sieht man an dem dünnen Schnitte jederseits bloss je an der zweiten Achsenzelle eine derselben (b, b), und neben den übrigen Achsenzellen die leeren gelatinosen Intercellularræume (n, n). c, c zweite concentrische Schicht, in welcher die Sporenmutterzellen liegen. d, d Zellen der dritten und vierten concentrischen Schicht, welche zusammen die Epidermis bilden.
12. Epidermiszellen mit einer Sporenmutterzelle unter denselben, von aussen, von einem Aestchen wie Fig. 11. Mitten auf der Sporenmutterzelle liegt eine Oeffnung zwischen den Epidermiszellen.
13. Junger Zweig, 0,030‴ lang, von der Mutterachse losgetrennt. An der Spitze (a) sieht man die Scheitelzelle (I^n); dann folgen 3 ungetheilte Gliederzellen (II^1). Die viertoberste Gliederzelle hat sich in zwei Zellen (II^2 und $_1III$) getheilt. Alle folgenden Gliederzellen haben sich vollstændig in eine Achsenzelle und in umgebende tertiære Zellen getheilt; die Glieder sind in Durchschnitte gezeichnet. Die

unterste Gliederzelle ist ungetheilt geblieben. f, f junge Blætter. — Alle Zellen enthalten erst einen homogenen farblosen Schleim.

14. Wie Fig. 13, etwas ælter, 0,045''' lang. Man sieht in a die Scheitelzelle (I^n); unter derselben drei ungetheilte Gliederzellen (II^1); dann ein Glied, welches aus einer Achsenzelle und einer Schicht von tertiæren Zellen besteht, im Durchschnitt gezeichnet. Unterhalb desselben haben sich die Zellen in die Dicke so sehr vermehrt, dass man sie nicht mehr deutlich erkennt (b). An der Basis bemerkt man eine ungetheilte Gliederzelle, und über derselben ein Glied, das aus einer Achsenzelle und aus tertiæren Zellen besteht, im Durchschnitt gezeichnet. f, f junge Blætter. — Die Zellen des obern Theiles sind mit farblosem Schleim gefüllt, der untere Theil (b) erscheint schwach röthlich.

15. Wie Fig. 14, etwas ælter, 0,070''' lang. Man sieht in a die Scheitelzelle, und darunter zwei Gliederzellen. Der untere Theil des Zweiges (b) ist betræchtlich in die Dicke gewachsen. f junge Blætter, welche mit der Stammspitze (a) in einer Vertiefung von b stehen. — Die obersten Zellen sind farblos; der übrige Theil (b) ist röthlich gefærbt.

16. Wie Fig. 15. Das Wachsthum in die Dicke ist so rasch fortgeschritten, dass es die Stammspitze überholt hat, welche nun, in einer Vertiefung eingesenkt, nicht mehr sichtbar ist. Bloss die obern Theile einiger Blætter ragen hervor. — Der Zweig ist roth gefærbt.

17. Senkrechter Durchschnitt durch einen Ast (von *L. obtusa*). a-a Achsenzellen. b-b erste, c-c zweite, d-d dritte, e-e vierte concentrische Zellschicht (oder Epidermiszellen).

18. Epidermiszellen aus einem Ast wie Fig. 17, besonders dargestellt, im radialen senkrechten Durchschnitt; der Kern liegt in der Mitte des untern Randes.

19. Epidermiszellen wie in Fig. 18, aber von der æussern Flæche gesehen. Der Kern liegt auch hier in der Mitte des untern Randes.

20. Senkrechter Durchschnitt durch einen Ast. a-a Achsenzellen. b-b erste, c-c zweite, d-d dritte, e-e vierte, f-f fünfte, g-g sechste Zellschicht (Epidermiszellen).

21. Epidermiszellen von einem æltern Aste (von *L. papillosa*) im horizontalen Durchschnitt, von einer gelben derben Cuticula bedeckt, welche keilförmige Fortsætze zwischen die Epidermiszellen hinein sendet. In der Mitte jeder Zelle sieht man einen (wandstændigen) Kern. An der Wandung liegen Farbblæschen. Zwischen je zwei Epidermiszellen befindet sich ein Porus.

22. Epidermis, wie in Fig. 21, von der æussern Flæche angesehen.

23. Horizontaler Durchschnitt durch die Spitze einer Stammachse, derselbe liefert 3 getrennte Stücke, welche rings von einer Epidermis umgeben, nach aussen röthlich, nach innen farblos sind.

24. Horizontaler Durchschnitt, wie Fig. 23, aber etwas tiefer geführt. In der Mitte befindet sich eine dreieckige Oeffnung. Am æusseren Rande so wie am Rande der dreieckigen Oeffnung unterscheidet man eine Epidermis. Das Gewebe ist nach aussen röthlich, nach innen farblos.

25. Senkrechter Durchschnitt durch eine Stammspitze. Das Punctum vegetationis liegt in einer Vertiefung (b). Man kann die Epidermis von dem æussern Rande über den Scheitel (a) in die Vertiefung hinein verfolgen.

26. Zellgewebe aus der Stammspitze, von einem horizontalen Durchschnitt, mit Kernen und farblosem homogenem Schleim.

27. Wie Fig. 26; die Zellen sind etwas ælter, mit Kernen und farblosem, körnigem Inhalte.

Tab. IX.

Fig. 1 — 3. *Laurencia obtusa* Lamour.

1. Ein Stück von einer Stammachse, mit einem Keimbehælter, schwach vergrössert.

2. Ein junges Keimhaar; alle Zellen enthalten farblosen homogenen Schleim. a-b primære Achse, deren

obere Zelle b zur Keimzelle wird, und deren untere Zelle a die secundære Achse c-d trægt, an welcher ebenfalls die obere Zelle d zu einer Keimzelle bestimmt ist, die untere Zelle c aber die tertiære Achse e erzeugt.

3. Aelteres Keimhaar. a-b primære, c-d secundære, e-f tertiære, g-h quartære, i quintære Achse. Je die obern Zellen b, d, f und h werden zu Keimzellen. b entwickelte Keimzelle, 0,080''' lang, mit braunrothem körnigem Inhalt; d röthlich und schwachkörnig; die Zellen e, f, g, h, i enthalten farblosen homogenen Schleim; i ist 0,003''', h ist 0,005''' lang.

Fig. 4 — 8. *Dumontia filiformis* Grev.

4. Ende einer dünnen und spitzen Achse, an welchem man deutlich die Scheitelzelle, durch deren Theilung das Længe nwachsthum statt findet, erkennt.
5. Epidermis des jüngern Theiles eines Astes von aussen. Die Zellen liegen in Gruppen von 2, 3, 4 näher beisammen.
6. Senkrechter Durchschnitt durch einen Ast. a-a senkrechte Markfæden; b-b Zweige derselben, welche fast horizontal zur Rinde gehen; c-c Rinde. d, d junge Keimhæufchen.
7. Reifes Keimhæufchen unter der Rinde, von einer Gallertschicht umgeben.
8. Reifes Keimhæufchen, welches mit seinem æussern Theile die Epidermis durchbricht, und die gallertartige Cuticula zu einem kleinen Höcker erhebt.

Fig. 9 — 25. *Peyssonellia squamaria* Decaisne.

9. Radialer Querschnitt durch den vorderen Rand. a Randzelle. b Flæchenzelle. Die Zellengruppen c-d, ferner g-e f und i-e f entsprechen drei Flæchenzellen wie b. d obere Seitenzelle. e Achsenzellen. f untere Seitenzellen.
10. Wie Fig. 9. — a Randzelle. d und c Zellen, die durch Theilung einer Flæchenzelle entstanden. f-g h Zellgewebe, das ebenfalls einer Flæchenzelle entspricht. e Achsenzelle. f untere Seitenzelle.
11. Wie Fig. 9. — a Randzelle. d obere Seitenzelle. e Achsenzellen. f untere Seitenzellen. r untere Seitenzelle, welche sich zu einem Wurzelhaar zu entwickeln beginnt. — Die Zellengruppen c d, e f-g h, f-i k, und l m-e r sind aus 4 Flæchenzellen entstanden.
12. Wie Fig. 9. — a Randzelle. b Flæchenzelle. Die zweite Flæchenzelle hat sich in zwei Zellen c und d getheilt. — Der Zelleninhalt ist Schleim, mit einem Kerne.
13. Vorderer Rand von der Flæche angesehen. a Randzellen. b Flæchenzellen. Eine Randzelle hat sich in zwei neue Randzellen m und n, die letztere an einer andern Stelle in eine neue Randzelle o und eine Flæchenzelle p getheilt. — Zelleninhalt nach vorn homogener, nach hinten feinkörniger Schleim. Die Kerne sind in zwei Zellen wasserhelle Blæschen mit einem Kernchen; in den übrigen Zellen sind sie verændert, und erscheinen als dichte Schleimmassen.
14. Radialer Querschnitt durch den obern Theil des Laubes. Die Pfeile bezeichnen die Richtung nach dem vorderen Rande. e-e Achsenzellen. f untere Seitenzellen. r junge Wurzelhaare. Auf jeder Achsenzelle stehen zwei schief-senkrechte Reihen von Zellen, welche je aus einer obern Seitenzelle entstanden sind.
15. Querschnitt durch das Laub in der Richtung der Secante (n-f von Fig. 14) geführt. e Achsenzellen. f untere Seitenzellen. Auf jeder Achsenzelle steht eine einfache senkrechte Zellenreihe, deren untere Zellen sich wechselsweise decken.
16. Wie Fig. 15. Der Schnitt ist nur dünner, so dass die Zellen sich nicht decken, sondern bloss nebeneinander liegen. r junges Wurzelhaar.

17. 18. Querschnitt durch den Seitenrand, in der Richtung der Secante geführt. b Flæchenzellen. d obere Seitenzellen. e Achsenzellen. f untere Seitenzellen. c Zellen, welche sich in e und f theilen sollten.

19. Basis eines Laubes (f), schwach vergrössert; von einem dichten Filz aus Wurzelhaaren umgeben, welcher einen Fuss bildet (r).

20. Wie Fig. 19. Aus dem Seitenrande entspringt ein zweiter kleinerer, aus Wurzelfilz bestehender Fuss (r^1).

21. Laub, welches am vorderen Rande gelappt ist, indem bloss einzelne Stellen dieses Randes weiter gewachsen, die übrigen aber zurückgeblieben sind.

22. Vorderer Rand, von der Flæche angesehen. a lebenskræftige Randzellen, vorn mit homogenem, nach hinten mit körnigem Schleime erfüllt. Der Kern ist ein wasserhelles Blæschen mit einem Kernchen; er verændert sich leicht in eine dichte Schleimmasse. b abgestorbene Randzellen, zusammengedrückt, mit braungelbem Inhalte dicht erfüllt.

23. Einige æltere Parenchymzellen, wo sich der feste Inhalt von der Wandung losgelöst, und in eine kugelige freie Masse zusammengeballt hat, welche durch den Schnitt leicht herausfällt.

24. Ein jüngeres Wurzelhaar. Durch störende æussere Einwirkung hat sich die Schleimschicht mit dem übrigen festen Inhalte von der Wand losgelöst und zusammengezogen; sie bleibt durch dünne Schleimstrænge mit den Poren in Berührung.

25. Ein Stück von dem Durchschnitte durch eine Fruchtwarze. a-a Parenchym des Laubes, dem obern Theile des Durchschnittes in Fig. 14 analog. b sterile Haare, Paraphysen. c-d Sporenhaar. c untere oder Gliederelle. d Sporenmutterzelle (Scheitelzelle des zweiten Grades).

Fig. 26 — 33. *Cryptopleura lacerata* Kützing (Delesseria l. Ag.)

26. Ende einer wachsenden Achse. — a Scheitelzelle oder primære Zelle des n^{ten} Grades (I^n). b secundære Zelle des ersten Grades (II^1). c tertiære Zelle (III); d secundære Zelle des zweiten Grades (II^2). e = III. f = III. g = II^3. — Die oberste II^1 (b) ist ungetheilt; die zweitoberste hat sich in c d, die dritte in e f g, die vierte in h i k l, die fünfte in m n o p q getheilt. In der vierten secundæren Zelle des ersten Grades hat sich zuerst eine Querwand, dann eine schiefe Längswand, und in jeder der dadurch entstandenen secundæren Zellen eine Querwand gebildet. Die fünfte secundære Zelle des ersten Grades hat sich zuerst durch eine Querwand, dann durch eine schiefe Längswand in zwei secundære Zellen getheilt, wovon die untere bloss Querwænde, die obere zunæchst wieder eine Längswand erzeugte.

27. Wie Fig. 26. — a Scheitelzelle (I^n). Die Zellen b entsprechen der obersten, c der zweitobersten, d e der drittobersten, f g h i k l l der vierten, und p q r s o n m der fünften secundæren Zelle des ersten Grades. Die tertiæren Zellen l, l haben sich jede in zwei, m-m und n jede in vier Zellen getheilt.

28. Wie Fig. 26. — a Scheitelzelle (I^n). Die oberste secundære Zelle des ersten Grades (II^1) hat sich in III (b) und II^2 (c); die zweitoberste II^1 ebenfalls in III (d) und II^2 (e-f), die letztere in zwei secundære Zellen e und f getheilt.

29. Haftwurzel, welche aus dem Laube nahe an dessen Rande entspringt; a schwæcher, b stærker vergrössert, und im Durchschnitte gesehen.

30. Rothe Farbblæschen, an der Zellwandung liegend, von der Flæche.

31. Seitlicher Lappen des Laubes, mit einer kreisförmigen Anschwellung, in welcher die Sporenmutterzellen liegen.

32. Querschnitt durch ein sporenbildendes Laub.

33. Querschnitt durch ein steriles Laub. a Randzellen (secundære Zellen). b Flæchenzellen (tertiære Zellen). c d, e f, f d und d vier durchschnittene Adern.

Tab. X.

Fig. 1 — 7. *Leptophylium bifidum* (Sphærococcus b Ag.)

1. Ende eines Laubastes, welcher anfängt, sich dichotomisch in zwei Zweige zu theilen. Statt des einen centralen Punctum vegetationis sieht man nun zwei seitliche. a Scheitelzellen. Die Zellengruppen, welche aus den successiven secundären Zellen des ersten Grades entstanden sind, werden die oberste durch b die zweitoberste durch c, die dritte durch d, die vierte durch e f m, die fünfte durch g h i o n, die sechste durch k, die achte durch l bezeichnet.
2. Ein durch Prolification am Rande des Laubes entstehender Zweig. a Scheitelzelle (I^a). b secundäre Zelle des ersten Grades ($_{n-1}II^1$). Die zweitoberste secundäre Zelle des ersten Grades ($_{n-2}II^1$) hat sich in eine tertiäre Zelle ($_1III$) und in eine secundäre Zelle (II^2) getheilt (c), ebenso die drittoberste (d); die Zellengruppen, welche aus der vierten, fünften und sechsten entstanden, sind durch e, f g n m und h i k p o bezeichnet. — r-r Rand des Laubes.
3. Horizontaler Durchschnitt durch den Rand des Laubes. b Randzelle oder secundäre Zelle des n^{ten} Grades. a Achsenzellen. Die seitlichen Zellen haben gleiche Breite mit den Achsenzellen; die Zellen c sind halb so breit.
4. Horizontaler Durchschnitt durch ein sporenbildendes Laub. a-a Achsenzellen. b Sporenmutterzelle, welche sich erst in zwei Specialmutterzellen getheilt hat. c Sporenmutterzelle, welche vollständig getheilt ist.
5. Horizontaler Durchschnitt durch den Rand eines Laubes, wo sich ein Keimbehälter bildet. b Rand. a Achsenzellen. Die warzenförmige Erhebung ist noch solid.
6. Horizontaler Durchschnitt durch einen ganz jungen Keimbehälter. b Rand des Laubes. a Achsenzellen. Die kleine Höhlung ist mit einer kleinmaschigen, farblosen Zellmasse ausgefüllt.
7. Horizontaler Durchschnitt durch einen Keimbehälter, in welchem die Keimzellen noch nicht ganz ausgebildet sind. b Rand des Laubes. a Achsenzellen. Die Höhlung wird von der gelappten Keimzellenmasse ausgefüllt, an deren Grunde ein farbloses Klümpchen von Basiszellen und erst noch entstehenden Keimzellen (c) liegt. — d Wand des Keimbehälters stærker vergrössert.

Fig. 8 — 12. *Rhodomenia laciniata* Grev. Besondere Keimhäufchen; 8 — 10 noch in Zellenbildung begriffen; 11, 12 im ausgebildeten Zustande.

8. a Basiszelle. b die primære Zelle des ersten Grades (I^1) für das entstehende Keimhæufchen.
9. a Basiszelle. b erste secundære Zelle ($_1II^1$); c = I^2.
10. a. Basiszelle. b = $_1II^1$; c = $_1II^1$; d = $_2II^1$; e = $_1II^1$; f = I^5.
11. 12. Keimhæufchen mit ausgebildeten, rothgefærbten Keimzellen. a Basiszelle.

Fig. 13 — 21. *Lomentaria kaliformis* Gaill.

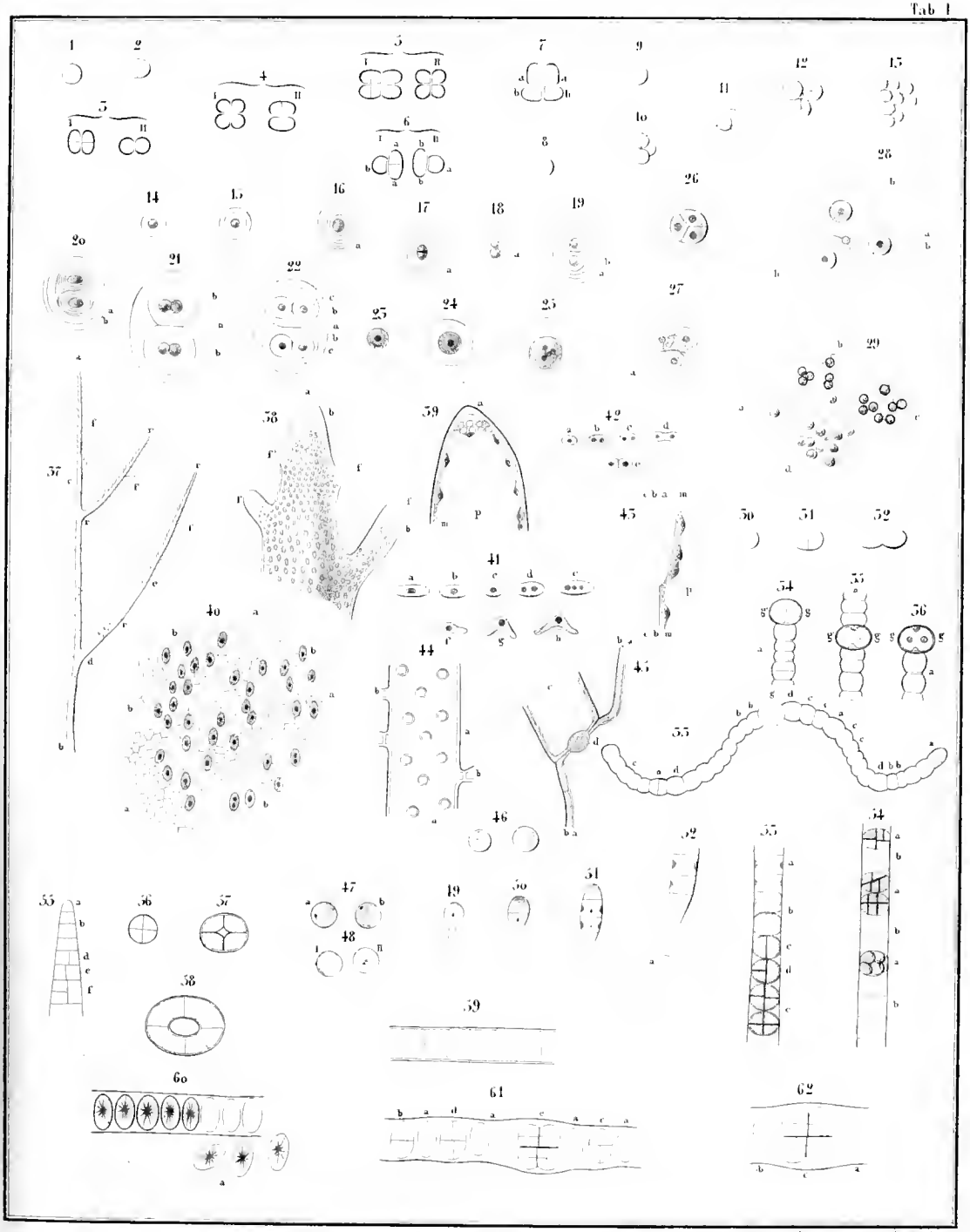
13. Senkrechter Durchschnitt durch das Laub. a-a Scheidewand, die Zellen haben an den beiden freien Flæchen verdickte Wænde. b-b Seitenwand. c gegliederte Zellfæden, welche an der innern Flæche der Seitenwand liegen. d kleine Zellen an der æussern Flæche der Seitenwand. e kleine birnförmige Zellen an den Zellfæden, welche frei in die Höhlungen der Glieder hineinragen. f gallertartige Extracellularsubstanz.

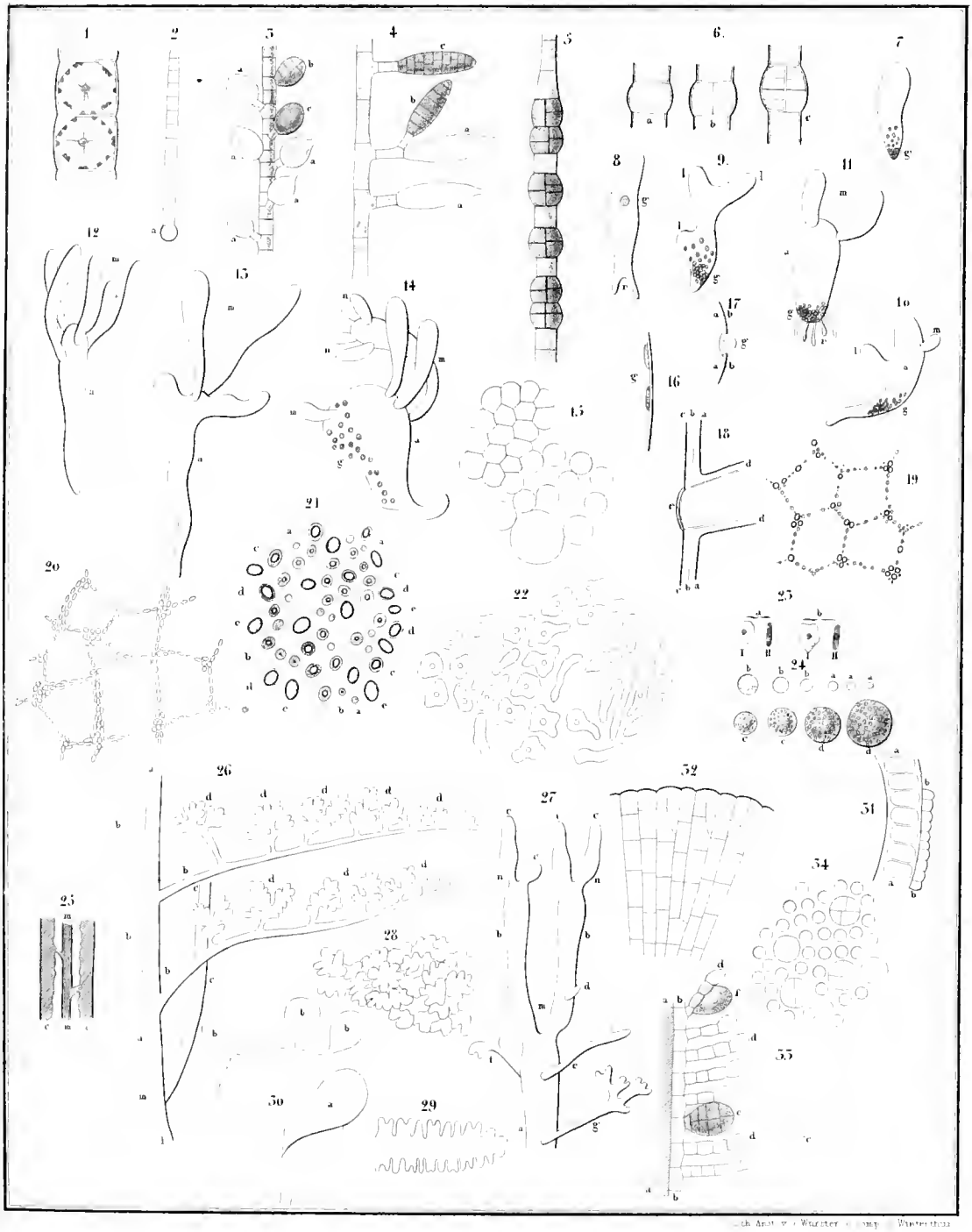
14. Seitenwand von aussen angesehen. a in einem ganz jungen Stadium, ehe die æussern kleinen Zellen sich zu bilden anfangen. b etwas ælter; an den Intercellularwinkeln treten kleine Zellen auf.
15. Die birnförmigen Zellen an den innern Zellfæden besonders dargestellt, a einzeln, b zu zweien an der cylindrischen Zelle befestigt. Die letztere enthælt farblosen körnigen oder homogenen farblosen Schleim.
16. Von einem horizontalen Durchschnitt durch das Laub. Bezeichnung wie in Fig. 13.
17. Von einem senkrechten Durchschnitt durch ein sporenbildendes Laub. b-b Seitenwand; eine Zelle in derselben hat sich vergrössert, und zur Mutterzelle umgebildet; sie enthælt ein centrales Kernblæschen, um welches der Schleim angelagert, und in radienförmigen Strömungsfæden durch das Lumen der Zelle vertheilt ist. d kleine Zellen an der æussern Flæche der Seitenwand. f gallertartige Extracellularsubstanz. n langgestreckte Zellen, welche aus den Zellen d entspringen, und an ihrer Spitze kurze, sehr zarte, gegliederte und spærlich veræstelte Fæden tragen.
18. Horizontaler Durchschnitt durch einen Keimast (Keimbehælter), schwach vergrössert. f Extracellularsubstanz. g Keimhæufchen, welches die Höhlung ausfüllt. h Wandung.
19. Rothe Farbblæschen an der Oberflæche der Zellen von der Seitenwand des Laubes, stark vergrössert.
20. Senkrechter Durchschnitt durch einen Keimast. b Seitenwand des Laubes. f Extracellularsubstanz. g Keimhæufchen, welches die Höhlung des Keimbehælters ganz ausfüllt, und auf einer langgestreckten Basiszelle ruht. h Wandung.
21. Ein Stück der Wand des Keimbehælters von Fig. 20, stærker vergrössert. f Extracellularsubstanz. g Höhlung des Keimbehælters. — Die Zellen sind durch Gallerte getrennt, und durch Poren mit einander verbunden.

Fig. 22 — 37. *Plocamium coccineum* Grev.

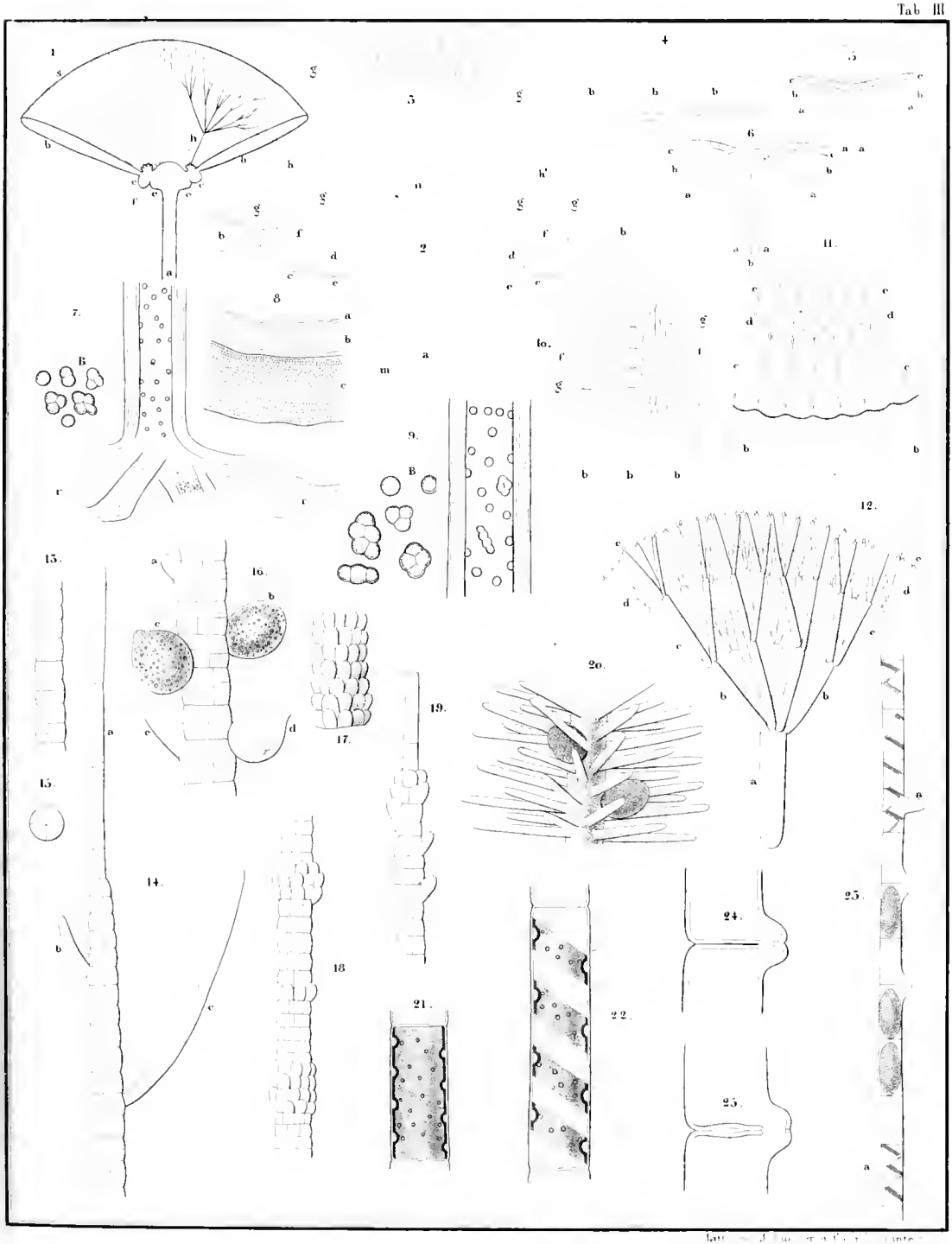
22. Horizontaler Durchschnitt durch einen Keimbehælter (Keimast), wenig über der Mitte. D. M. = 0,300‴; Wand = 0,030‴; Keimzellen = 0,020 — 0,025‴.
23. Verticaler Durchschnitt durch einen Keimbehælter (Keimast); derselbe hat nicht genau die Mittellinie getroffen, so dass die Oeffnung am Scheitel nicht sichtbar ist. Im Grunde der Höhlung sieht man die grosse gelappte Basiszelle, und über derselben einige længliche Zellen; die obern Lappen des Keimhæufchens bestehen aus rothgefærbten grössern, die untern aus röthlichen und farblosen, kleinen und noch unentwickelten Keimzellen.
24. Stück von einer Laubachse; a Ursprung des Keimastes.
25. Wie Fig. 24, etwas spæter.
26. Junger keulenförmiger Keimast, im verticalen Durchschnitt; es hat sich noch keine Höhlung in demselben gebildet. Die Zellen liegen in senkrechten, divergirenden, nach oben und aussen sich vermehrenden Reihen.
27. Zellen aus der Mitte des jungen Keimastes, der in Fig. 26 dargestellt ist. a længliche Zelle mit körnigem Inhalte, wird spæter zur Basiszelle des Keimhæufchens. b eine der über der Basiszelle stehenden Zellen (vgl. Fig. 23) mit homogenem Schleime und einem Kernblæschen, welches ein Kernchen einschliesst. c die gleiche Zelle wie b, nachdem sie einige Zeit im Wasser gelegen; der Inhalt des Kernblæschens und der Zelle hat sich zusammengezogen, und ist dichter geworden; im Umfange des Kernes hat sich ein hohler, mit Wasser gefüllter Raum gebildet.
28. Ein Stück von der Wandung des in Fig. 22 dargestellten Keimbehælters, stærker vergrössert. Die Zellen liegen in radialen, von innen nach aussen sich vermehrenden Reihen.
29. Verticaler Durchschnitt durch einen Keimbehælter; das Keimhæufchen ist herausgenommen. Man sieht an der innern Flæche Reihen von langgestreckten Zellen, welche von dem Grunde ausgehen, nach oben divergiren, und sich dichotomisch verzweigen.

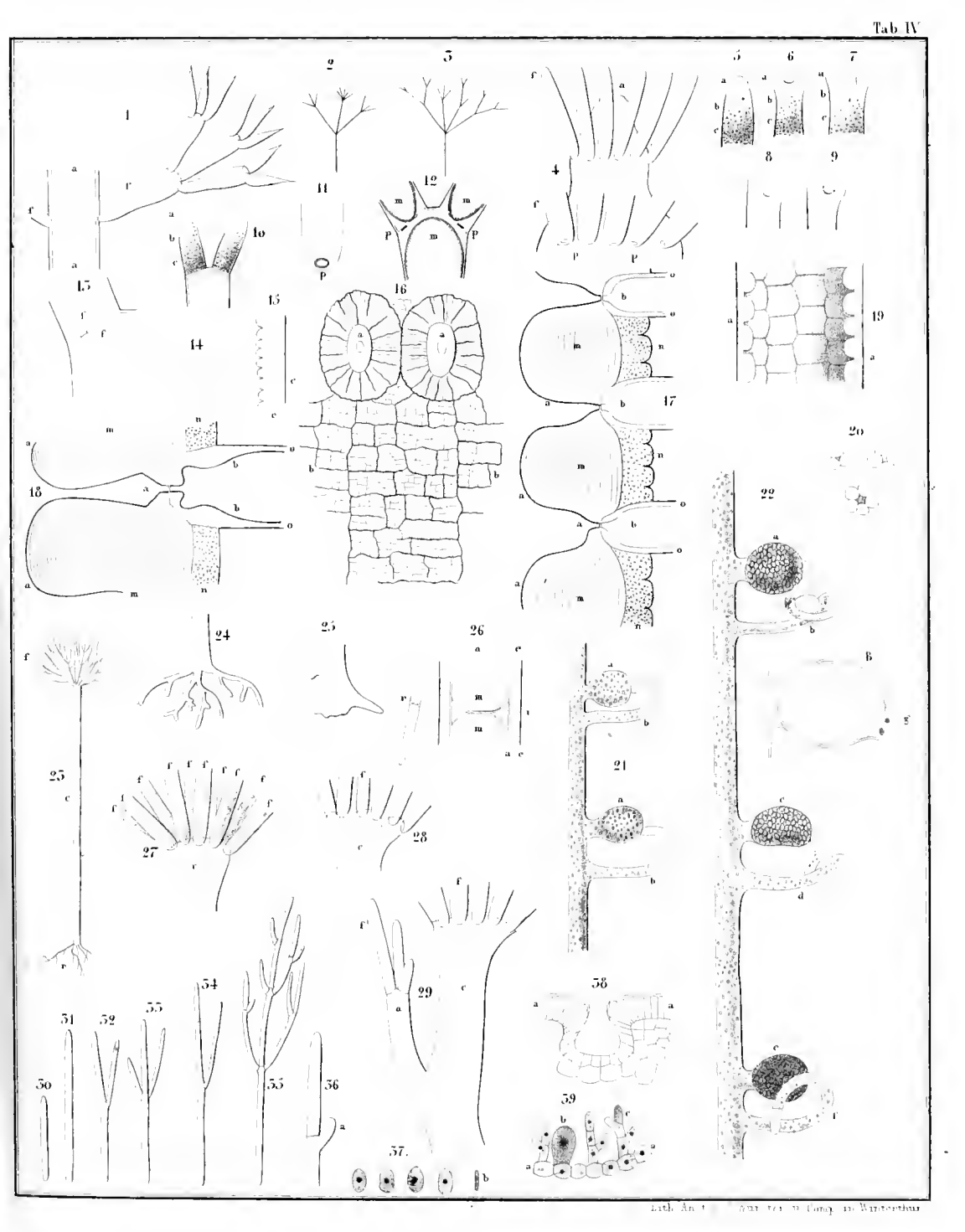
30. Ast von einem keimzellenbildenden Laube, schwach vergrössert. n, o Keimbehälter. vgl. über die Verzweigung den Text, pag. 229.
31. Junger Lappen des Keimhäufchens (vgl. Fig. 23, im Grunde des Keimbehälters); derselbe ist mit Seitenläppchen besetzt, welche durch schiefe Wände in der Scheitelzelle wachsen (vgl. Fig. 37).
32. a, b, c, d Sporenäste.
33. Ast von einem sporenbildenden Laube; die Sporenäste sind durch doppelte, die vegetativen Achsen durch einfache Linien dargestellt. Vgl. über die Verzweigung den Text, pag. 230.
34. Ende einer Laubachse. a Scheitelzelle. b Gliederzelle oder secundäre Zelle des ersten Grades. Die zweiloberste Gliederzelle hat sich in eine tertiäre Zelle und eine grössere Zelle (c) getheilt. Das dritte Glied (d) hat sich in eine mittlere und zwei tertiäre Zellen, von diesen hat sich die links liegende durch eine verticale Wand getheilt. In dem vierten und fünften Gliede (e und f) ist die Zellenbildung in den Randzellen weiter fortgeschritten. In den folgenden Gliedern (g-g, h-h und i-i) werden auch horizontale und später wieder verticale (k) Wände sichtbar, welche aber wahrscheinlich erst eine Folge der mit dem Wachsthum in die Dicke verbundenen Zellenbildung sind. — l eine mittlere senkrechte Zellenreihe, aus welcher sich beim Wachsthum in die Dicke die Achsenzellenreihe bildet.
35. o-p Laubachse, welche die Achse n-a als Tochterachse erzeugt hat. a Scheitelzelle (I^{n}). b Gliederzelle (II^{1}). c, d, e die Gliederzelle hat sich in $_{1}III^{1}$ und II^{2} getheilt. f, g, h, i, k, l die Gliederzelle hat sich in $_{1}III^{1}$, $_{1}III^{1}$ und II^{3} getheilt; in den Gliedern i und l hat sich $_{1}III^{1}$ durch eine verticale Wand getheilt. m, m Astzellen, aus $_{1}III^{1}$ entstanden. n eine mittlere Zellenreihe, aus welcher beim Wachsthum in die Dicke die Achsenzellenreihe entsteht.
36. Ende einer Laubachse, wo das Längenwachsthum durch horizontale Wände in dasjenige durch schiefe Wände übergeht. a Scheitelzelle (I^{n}). c Gliederzelle oder secundäre Zelle des ersten Grades des ersten Wachsthums. b secundäre Zelle des ersten Grades des zweiten Wachsthums. — In der ursprünglichen Zelle abc (I^{n-2}) ist c ($_{n-2}II^{1}$) und ab (I^{n-1}), in der letztern ist b ($_{n-1}II^{1}$) und a (I^{n}) entstanden.
37. Zwei junge Achsen, in welchen zuerst das erste, dann das zweite Längenwachsthum stattgefunden hat. Der Pfeil bezeichnet die Richtung der Mutterachse. a Scheitelzelle. b secundäre Zelle des ersten Grades. Die Zellengruppen c, d, e, f, g und m entsprechen den secundären Zellen des ersten Grades, welche durch das zweite Längenwachsthum (vermittelst schiefer Wände in der Scheitelzelle) entstanden sind. Die Zellengruppen h-h, i-i and n-n entsprechen den secundären Zellen des ersten Grades, welche sich durch das erste Längenwachsthum (vermittelst horizontaler Scheidewände in der Scheitelzelle) gebildet haben.



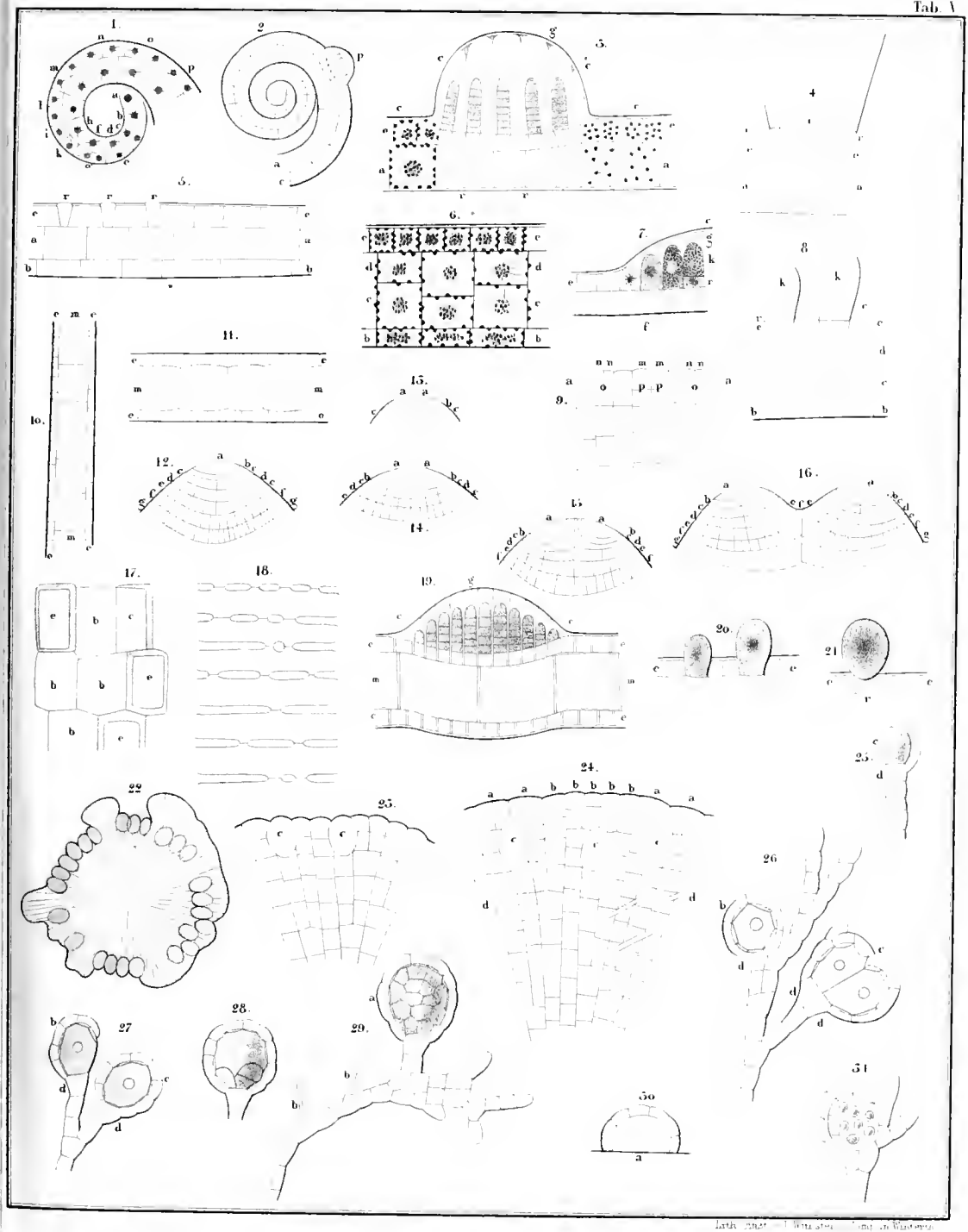


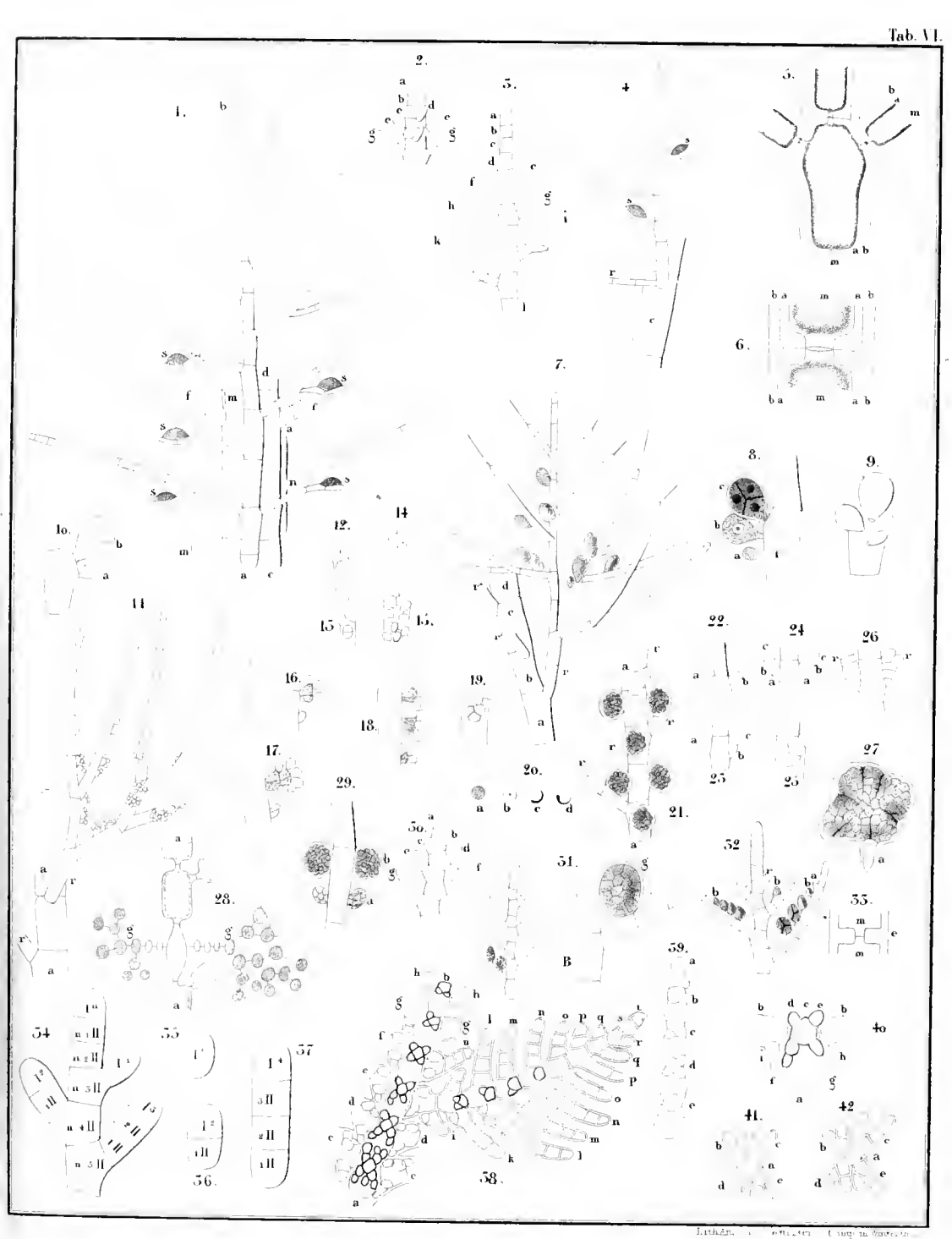
Ch. Arnst v. Wurzbach ... Wurzbach

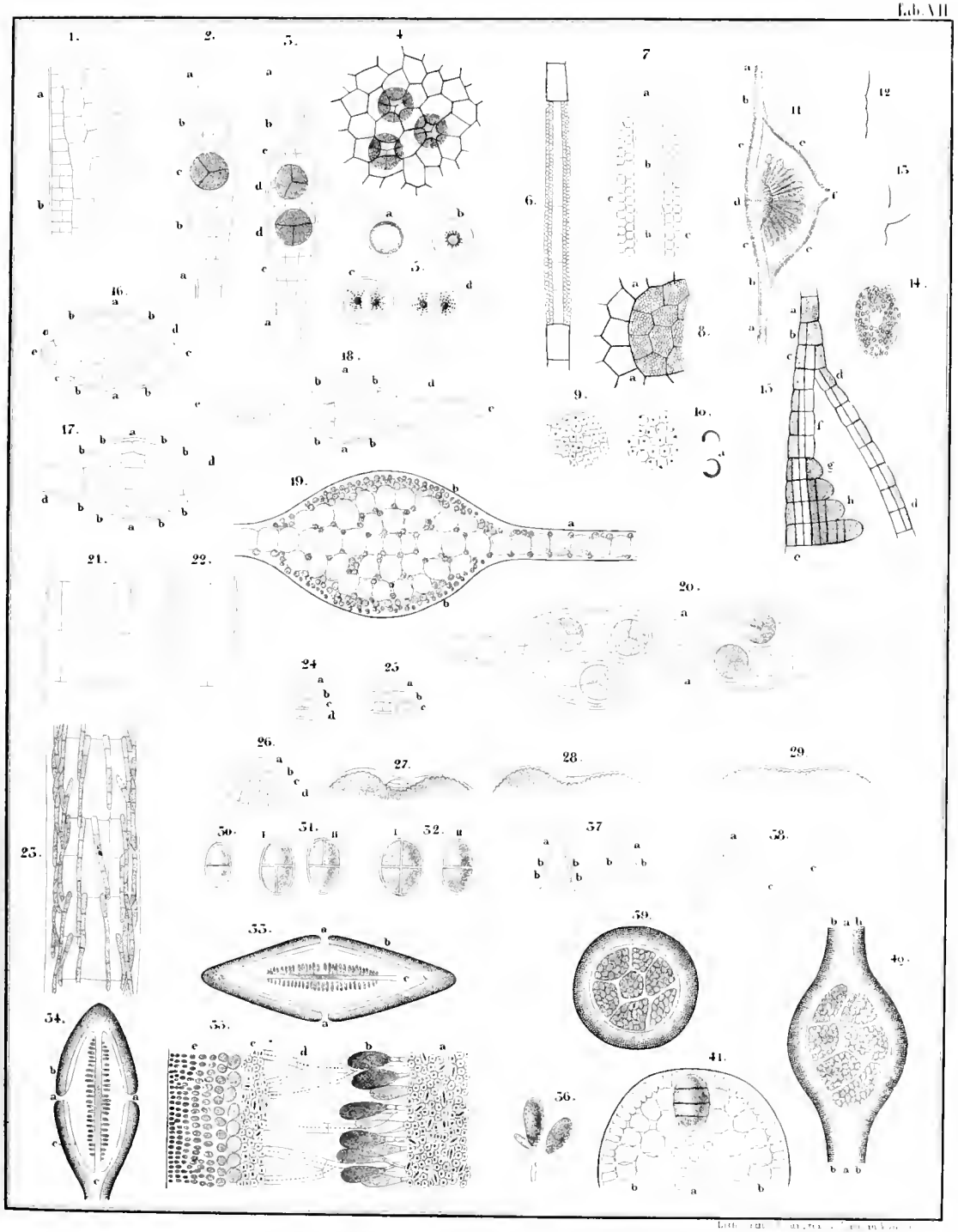

1
2
3
4
5
6
7.
8
9.
10.
11.
12.
13.
14.
15.
16.
17.
18
19.
20.
21.
22.
23.
24.
25.

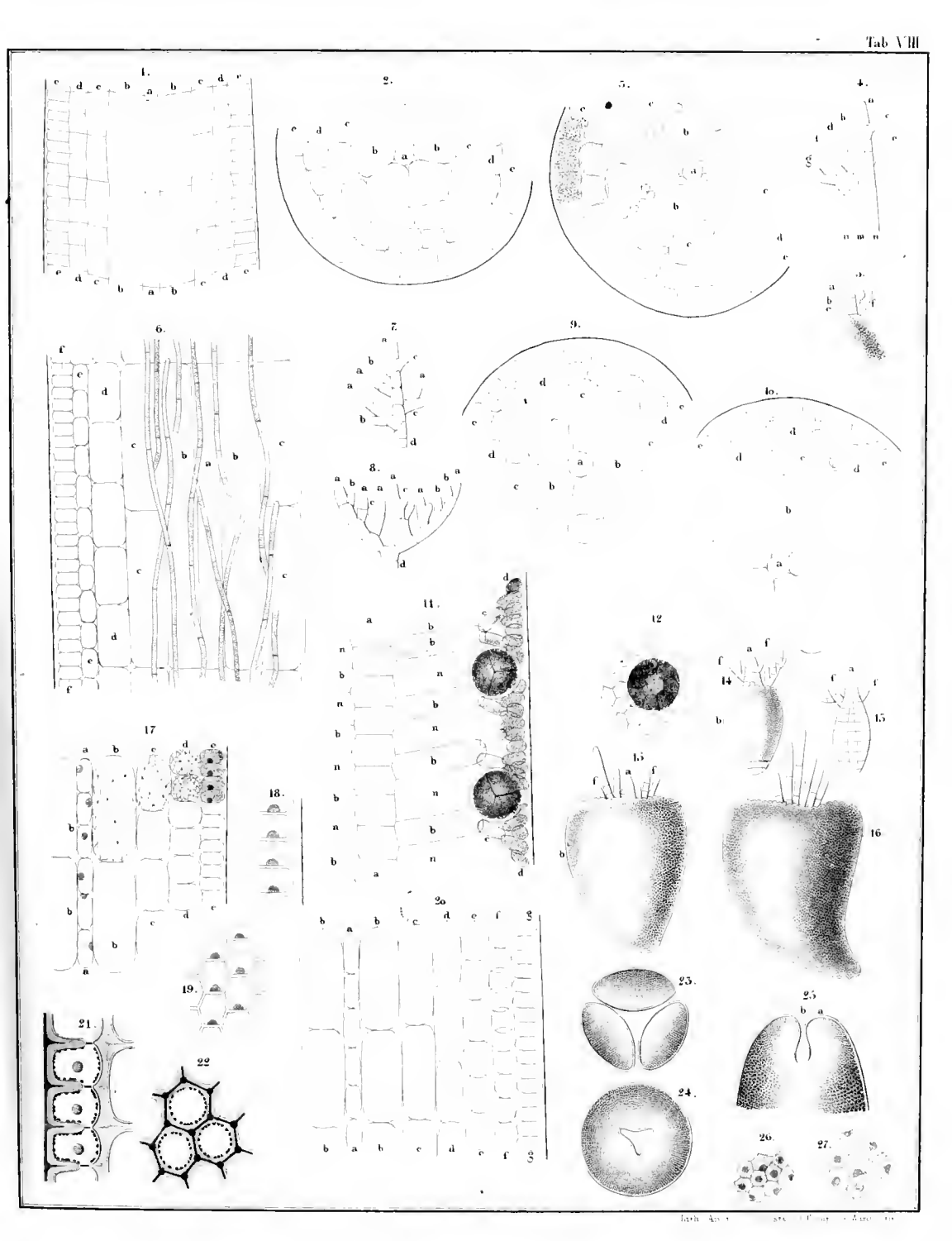


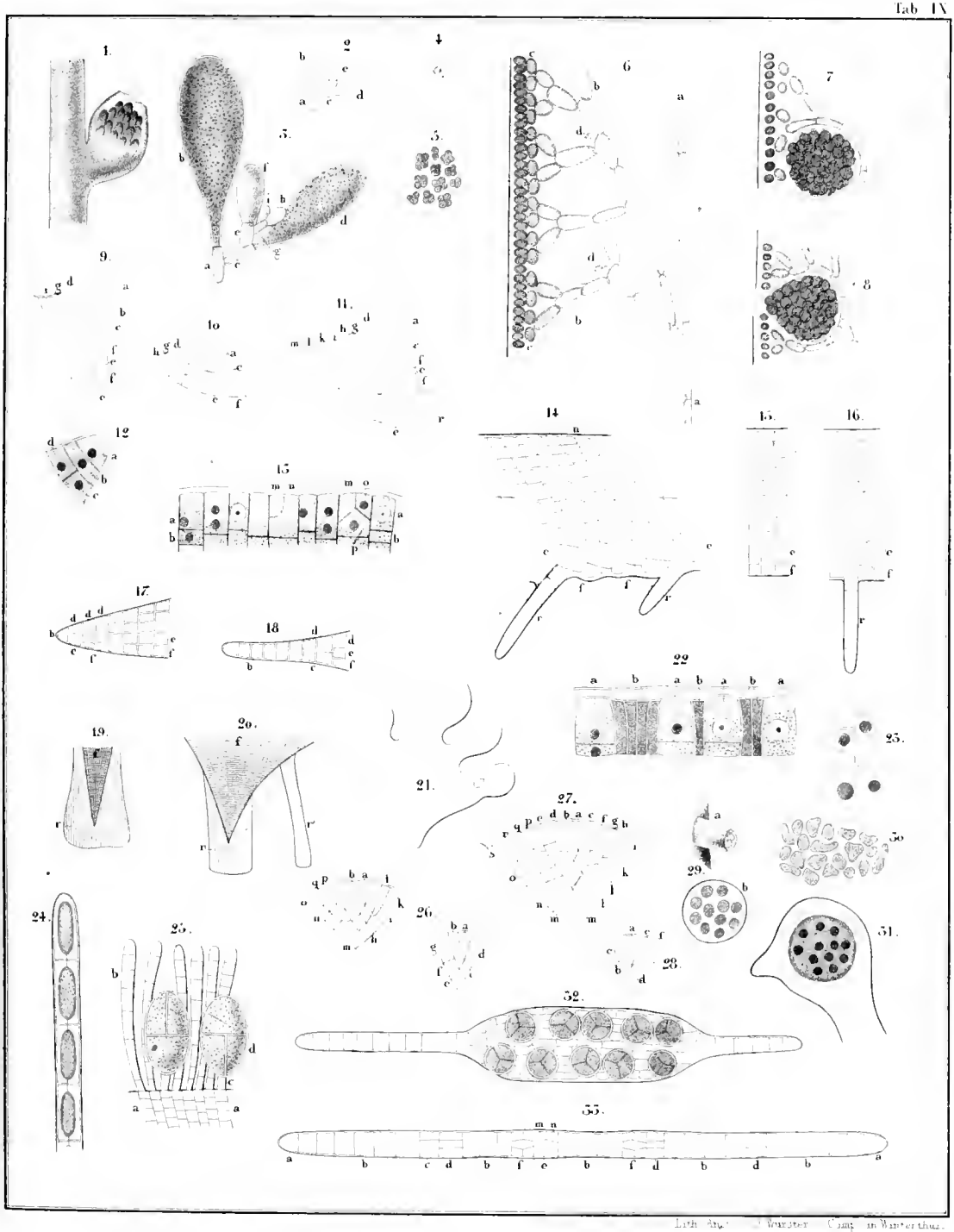
Lith. Anst. v. Gebr. Jänicke in Hannover


1.
2
3.
4
5.
6.
7.
8
9.
10.
11.
12.
13.
14.
15
16.
17.
18.
19.
20.
21
22
23.
24.
25.
26
27
28.
29.
30
31

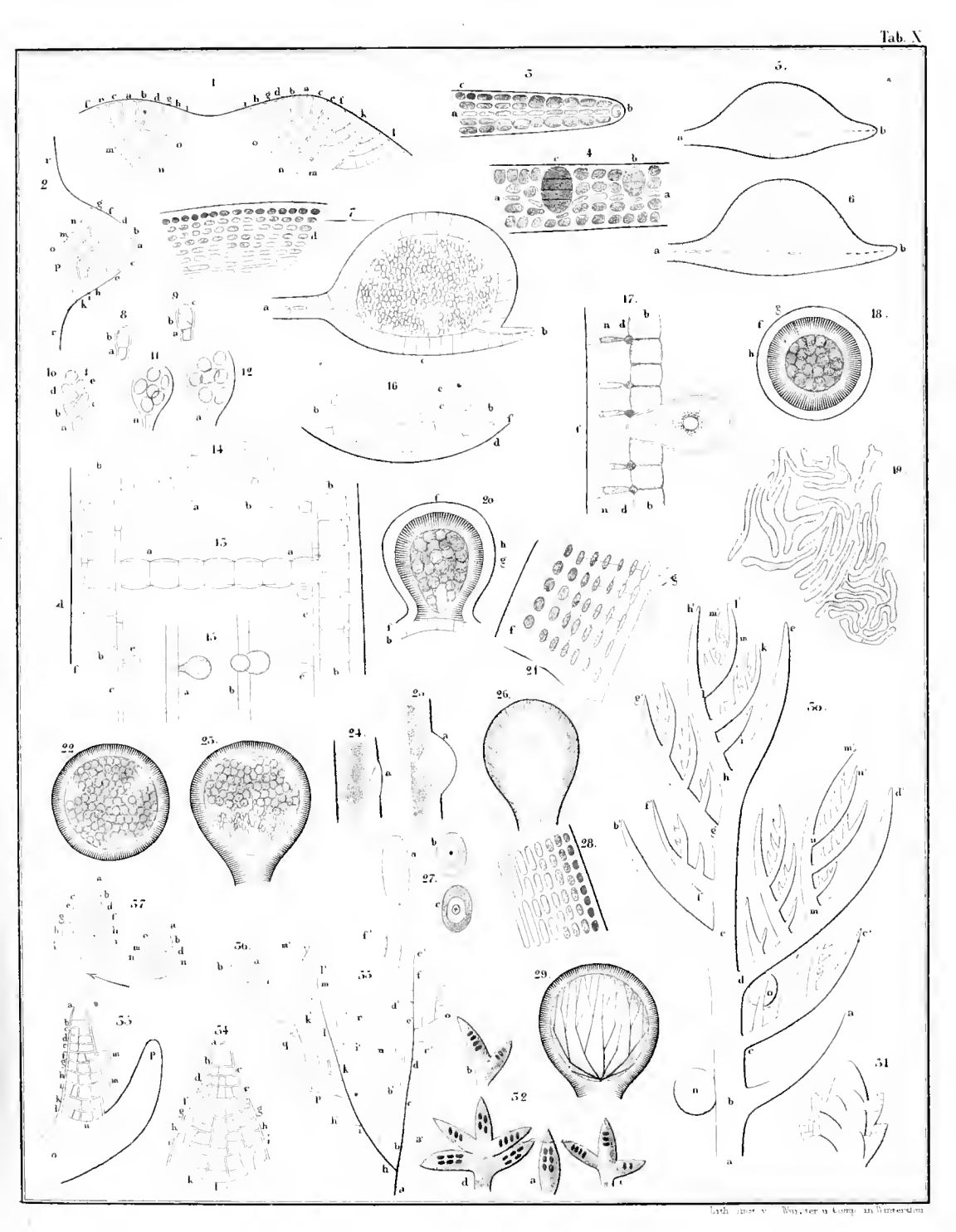

1.
2.
3.
4
5.
6.
7.
8.
9.
10.
12.
14
15
15.
16.
17.
18.
19.
20.
21.
22.
23
24
25
26
27
28.
29.
30.
31.
32
33.
34
35
36.
37
38.
39.
40
41.
42
B


1.
2.
3.
4
5.
6.
7
8.
9.
10.
11
12
13
14.
15
16.
17.
18.
19.
20.
21.
22.
23.
24
25
26.
27.
28.
29.
30.
31.
32.
33.
34.
35.
36.
37
38.
39.
40.
41.


1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.
12
13
14
15
16
17
18.
19.
20
21.
22
23.
24.
25
26.
27.



Lith. Anst. v. Wunster & Comp. in Winterthur.



Lith. inst. v. Buyster u. Comp. in Dordrecht

BEITRÆGE

ZU EINER

MONOGRAPHIE

DER

GALLMÜCKEN, CECIDOMYIA Meigen

VON

J. J. BOREMY in Zürich.

Oefters sind die kleinsten und unbeachtetsten Insekten gerade diejenigen, welche den tiefsten Einfluss auf den Haushalt der Natur ausüben, die merkwürdigsten Erscheinungen in dem Pflanzenreiche hervorrufen, und Räthsel dem Blicke des Forschers vorlegen, deren auch nur theilweise Lösung den Jahre lang angestrengtesten Fleiss erfordert. Und so wie man forscht, mit Ernst und ausharrendem Fleisse in die Tiefen der Natur einzudringen strebt, bei dem zunächst liegenden beginnend und nicht geblendet von dem Vorurtheile, dass das bekannt Geglaubte erschöpft sei: so schärft sich der Blick, so lüftet sich der Schleier und enthüllt in dem für beschränkt gehaltenen Kreise oft unübersehbare Schätze.

Einen erfreulichen Commentar zu dieser Wahrheit liefert die neuere Zeit, und hervorragend unter ihren Leistungen im Gebiete der Entomologie, sind die Erfahrungen von Herrn Forstrath *Hartig* in Braunschweig. Als derselbe im Jahre 1840 das Studium der Gallwespen begann, waren aus dieser merkwürdigen Insektengattung nur 15 Arten, nebst ihren Gallen einigermassen bekannt und einer genauern Beobachtung zugänglich; jetzt aber unterscheidet er deren bereits mehr als 200 Arten, über welche er eine Masse der anziehendsten und merkwürdigsten Entdeckungen, die Lebensweise und Gallenbildung ihrer Larven betreffend, gemacht hat.

Eine den Gallwespen in Beziehung auf die Lebensweise und die Auswüchse, welche durch die Larven an den Pflanzen erregt werden, zur Seite stehende

Insektenart sind die *Gallmücken* (Cecidomyia), welche Meigen in seinem trefflichen Werke über die Dipteren, und zwar in der Familie der *Sipularien*, mit den Gattungen *Lasioptera* und *Campylomyza* in eine besondere Gruppe, die er *Sipularia gallincola* nennt, zusammenstellt und beschreibt; dabei aber bloss erwähnt: « *dass ihre Larven in Gallen leben*, » aber von keiner Art die Lebensweise und Metamorphose näher beschreibt, was um so auffallender ist, da *Meigen* sonst auch da, wo es ihm an eigenen Beobachtungen fehlt, diejenigen anderer Forscher mit Genauigkeit und grossem Fleisse anführt, und *Degeer* die Metamorphosen von 5 Gallmückenarten beschrieben und bildlich dargestellt hat.

Angeregt durch *Hartig*'s Erforschung der Naturgeschichte der Gallwespen, habe ich seit drei Jahren meine besondere Aufmerksamkeit den Gallmücken zugewendet, und einen Theil meiner beschränkten Musse der Beobachtung derselben gewidmet.

Das Resultat ist so reichhaltig, überraschend und anziehend, dass ich mich angeregt fühle, meine bisherigen Beobachtungen dem entomologischen Publikum mitzutheilen und zwar in doppelter Absicht: Einerseits um dadurch wo möglich andere Entomologen zu veranlassen, ebenfalls ihren Fleiss im Beobachten diesen merkwürdigen Erzeugnissen zuzuwenden, wodurch sie der Wissenschaft wesentliche Dienste leisten, und sich selbst eine reiche Quelle von Genuss eröffnen würden; andererseits um anderen Dipterologen die angelegene Bitte vorzulegen, mich in meinem Unternehmen durch Mittheilungen, welche Stoff zu einer gründlichen monographischen Bearbeitung der Gallmücken liefern können, zu unterstützen, und hinwieder denselben Vergleichungspunkte vorzulegen, durch welche ihnen das Studium der Gallmücken erleichtert und gefördert würde.

In keiner Weise wäre es jetzt schon an der Zeit, eine gründliche Monographie der Gallmücken zu geben, denn ihre Arten sind so zahlreich, ihre Verbreitung ist so ausgedehnt, und ihre Naturgeschichte so umfassend, dass dazu die Vereinigung mehrerer Forscher durchaus nothwendig ist. Ueberdiess sind meine eigenen Materialien noch zu beschränkt, da meine Sammlung nur einen kleinen Theil der von *Meigen* beschriebenen Arten besitzt, und die hiesigen, wenn schon reichhaltigen Bibliotheken, nicht die vollständigen, über jene Insekten erschienene Litteratur enthalten; auch sind die bis dahin von den Autoren gegebenen

Beschreibungen von Gallmücken bei den mehrsten Arten zu kurz abgefasst, um eine kritische Vergleichung zuzulassen. Ich kann und will darum vorerst nur einige Beiträge geben, und in denselben

1) das allgemeine naturgeschichtliche, das *Meigen* im 5. Band seiner « Beschreibung europäischer zweiflügeliger Insekten » gegeben, erwähnen, und mit meinen selbst gemachten Beobachtungen weiter ausführen;

2) *Die Erzeugnisse der Gallmücken* an den Pflanzen, als *den wichtigsten und merkwürdigsten Theil ihrer Naturgeschichte*, so weit ich sie beobachtet habe, beschreiben, und

3) die Aufzählung der bis dahin bekannt gewordenen Arten folgen lassen, so wie die von mir beobachteten, noch unbeschriebenen Arten characterisiren.

I.

Gallmücke Cecidomyia. Meigen.

(κηκίς Galle und μυῖα Fliege.)

« Fühler vorgestreckt, perlschnurförmig, vielgliedrig: Glieder abgesondert. » Punktaugen fehlend. Erstes Fussglied sehr kurz. Flügel aufliegend, haarig, » dreinervig. »

« *Kopf* klein, *Netzaugen* mondförmig; *Punktaugen* fehlend. *Fühler* aufwärts » gekrümmt, vielgliedrig; bei dem Männchen so lang als der Leib; Glieder » kugelig eingereiht, mehr oder weniger entfernt, wirtelhaarig; bei den Weib- » chen sind die Fühler kürzer, näher beisammen, mehrentheils länglicht; bei » beiden Geschlechtern sitzen sie auf einer dicken Scheibe: die Anzahl der Glieder » ist schwer zu bestimmen, weil sie wegen ihrer ungemeinen Zartheit bei dem » Einfangen der Insekten sehr leicht beschädigt werden; ich habe indessen bei » dem Männchen gewöhnlich 24, bei dem Weibchen nur 12 gefunden; bei *Cec.* » *Ribesii* hat das Männchen 12 gliedrige Fühler. — *Mittelleib* eirund. — *Hinter-*

» *leib* achtringig: bei dem Männchen walzenförmig, bei dem Weibchen spitz, » mit einem mehr und weniger langen Legebohrer, der aus mehreren Theilen » besteht, die wie die Röhren eines Perspectives in einander stecken. — *Schwin-* » *ger* unbedeckt mit ziemlich langem Stiele. — *Flügel* stumpf, auf der Fläche » behaart, am Rande, besonders am Hinterrande, lange gefranst, dreinervig; » in der Ruhe flach parallel aufliegend. — *Beine* nach Verhältniss des Körpers » lang, dünn haarig; das erste Fussglied sehr kurz. — Die Mundtheile habe ich » nicht beobachtet. — Man findet diese Fliegen vorzüglich im Frühling; sie » sind sehr zart und verlieren nach dem Tode meistens ihre natürliche Farbe. » Die Larven leben auf Pflanzen in gallertartigen Auswüchsen. »

Die Gliederzahl der Fühler fand auch ich, in Beziehung auf den Geschlechtsunterschied bei den meisten untersuchten Arten, mit *Meigen*'s Angabe übereinstimmend, nur bei *C. varicolor* hat das ♂ bestimmt nur 12 gliedrige Fühler; auch Herr *Schmiedberger*, in seiner Monographie der *C. nigra Meig.* fand an dieser das umgekehrte Verhältniss, bei ♂ nur 12, bei ♀ aber 20 — 24 Glieder. Die Form der Fühlerglieder ist nach den Arten verschieden, und ich habe eine solche kennen gelernt, an deren Fühlern die Wirtelhaare fehlen. Die Haltung der Fühler möchte ich nicht « vorgestreckt » sondern vielmehr aufgerichtet und mit der Spitze gegen den Rücken gebogen, nennen. Der Hinterleib der Männchen endiget mit einer Zange, die gegen den Rücken gebogen ist; der des Weibchens dagegen endet in eine Spitze; den Legebohrer selbst fand ich bei den meisten Arten in Ruhezustand gröstentheils eingezogen, nnd nur bei dem Eierlegen tritt er hervor, und zwar zuweilen in einer Länge, welche die des Hinterleibes übertrifft. Die Flügel sind nicht bei allen Arten vollständig mit Haaren gefranst, sondern nur am Vorder- und Aussenrande. Herr *Meigen* hat diess in der Folge auch beobachtet, und davon in seinen Nachträgen zwei Abtheilungen hergeleitet, mit gefranstem und ungefranstem Hinterrande der Flügel, Band VI, pag. 267. a) « Flügel nacktrandig, ohne alle Haarfransen; und b) Flügelrand gefranset. Die Annahme von drei Flügelnerven « als generischer Charakter » ist nicht mehr zureichend: schon vor mehreren Jahren beobachtete Herr Major *Amstein* in Malans an *C. grandis Meig.* ganz bestimmt vier Flügelnerven, T. 1, fig. 3, und ich sehe an meiner *C. formosa* entschieden 5 Längsnerven, T. 1, Fig. 1.

Die Taster T. 1, fig. 5, sind dreigliedrig, die länglichen Glieder fast gleich lang, das zweite scheint mir nur wenig länger zu sein, und das dritte endet in eine freie, nach unten etwas ausgeschnittene Spitze. Alle sind auf der Oberseite mit feinen Härchen besetzt. Die übrigen Mundtheile habe ich mit meinem Apparate nicht untersuchen können; ich bemerkte nur, dass dieselben im Verhältnisse zu dem kleinen Kopfe sehr stark sind und bedeutend hervortreten, was sich schon in der Rüsselscheide der Nymphe ausspricht. Ueber die *Larven* hat Herr Professor *Ratzeburg* seine genauen anatomischen Untersuchungen in *Wiegmann*'s Archiv für Zoologie, im 7. Jahrgang, 1. Band, pag. 233 u. f. bekannt gemacht; ich verweise darauf hin und füge nur noch Folgendes bei:

Was Herr *Ratzeburg* über die auffallende Verschiedenheit der zwei von ihm untersuchten Larven angemerkt hat, das kann ich als Resultat der vergleichenden Betrachtung von 16 Arten nnr bestätigen, und dieses Beispiel steht einstweilen noch als einzig da. Namentlich zeichnet sich die Larve von *C. urticæ* durch ihre spindelförmige Gestalt und das fast borstige Haarkleid, und die von *C. Loti* durch 3 auf dem 13ten Segment hervortretende Tubi und eine Reihe von Spitzen auf dem Rande des 14ten merkwürdig aus.

Herr *Ratzeburg* sagt ferner, Seite 238 a. a. o. « dass er als Mundtheile nur *Lippen* deutlich habe erkennen können, keineswegs aber Mandibeln. » Dieser Deutung der beobachteten Mundtheile stimme ich vollkommen bei, denn es ist nach allen Beobachtungen offenbar, dass diese Larven nur von Säften sich nähren, zu deren Aufnahme sie keiner Mandibeln, sondern nur Lippen bedürfen. Desswegen möchte ich denn auch die Art des Aufnehmens der Speise eher ein « Einschlucken » als Saugen nennen, weil sich der Begriff des Saugens unter den Insekten, mit dem Dasein eines Saugstachels oder Saugrüssels verbindet, von welchem Organe aber keine Spur vorhanden ist. Und dass sich die *C.* Larven nur von Flüssigkeit nähren, wird auch dadurch erwiesen, dass sich keine festen Excremente im Larvenlager finden, ebensowenig als von einem Abgenagtwerden der festen Pflanzentheile die geringste Spur zu entdecken ist.

Die Cecid. Larven besitzen Spinnorgane, wenigstens alle in Gallen lebenden; denn sie umgaben sich vor der Verwandlung mit einem durchsichtigen Gespinnste von sehr feiner weisser Seide; werden sie aber an diesem Akte gestört,

so verwandeln sie sich ohne schützende Umhüllung in eine Puppe, die sich seinerzeit so gut entwickelt als die andere.

Diese Larven, wenigstens alle von mir beobachteten, sind ziemlich lebhaft, ein Umstand, durch welchen die Untersuchung unter dem Mikroskope sehr erschwert wird. Bei dem Fortkriechen drücken sie abwechselnd den Kopf und After an die Grundfläche und krümmen die Extremitäten gegen den Rücken. Füsse, wie *Degeer* im VI. Bande seines Werkes, T. 26, Fig. 13 sie abbildet, habe ich niemals beobachtet; entweder war meine Vergrösserung nicht stark genug, oder *Degeer* wandelte die Randwärzchen zu Füssen um; wie denn auch andere seiner Figuren nicht immer richtig und übereinstimmend zu sein scheinen: so ist z. B. seine Cecidomyien-Larve in Fig. 12 neunringig, in Fig. 13 aber zwölfringig abgebildet. Die Farbe der Gallmückenlarven ist meistentheils blass zinnoberroth, oder orangengelb, selten grünlich oder weisslich; alle aber haben auf dem ersten Segmente hinter dem Kopfe ein durchscheinendes dunkles Fleckchen.

Die *Nymphen* der Gallmücken gleichen vollkommen denjenigen der *Hymenopteren*, indem die Beine und Fühler von durchsichtigen Scheiden umhüllt sind. Das Hinterleibstheil der Nymphe ist achtringelig, mit Börstchen auf den Seiten, und gekörnelt, gleich wie die Larve. Merkwürdig ist bei diesen Nymphen eine hervortretende Scheide am Kopfe, welche an die Saugrüsselscheide von *Sphinx* Ligustri erinnert, aber noch nicht wie diese cylindrisch und aufliegend, sondern spatelförmig und abstehend ist.

Die Mehrzahl der Arten scheint ihre Verwandlung in der Larvenkammer zu bestehen; andere gehen in die Erde, oder hängen sich an die Unterseite von Blättern an. Die Dauer der Puppenruhe habe ich noch bei keiner Art genau beobachten können; jedenfalls ist sie nach den Arten sehr ungleich und währt bei der letzten Generation des Spätjahrs so lange, bis im folgenden Frühjahre die Nahrungspflanze sich wieder entwickelt hat. *Eine* Generation mag nur bei wenigen Arten statt finden, wie z. B. bei *Cec. nigra*, weil es nur einmal im Jahre junge Baumfrüchte gibt; bei der Mehrzahl finden ganz gewiss 2 — 4 Generationen statt, denn man sieht von mehreren Arten die Gallen vom Mai bis in den Oktober immerfort sich entwickeln; ja sogar nimmt man auf derselben Pflanze gleich-

zeitig verschiedene Stadien der Entwicklung wahr. Besonders merkwürdig erscheint mir die Entwicklung bei *C. strobilina*, wo von 16 — 24 Larven, die in derselben Zelle wohnen, unter ausgewachsenen auch ganz kleine, ja oft kaum bemerkbare gefunden werden. Diess scheint mir zu beweisen, dass jene Mücke bald nach dem Ausschlüpfen Eier in ihre eigene Wiege legt. Bei *Cec. Hyperici* habe ich wirklich beobachtet, dass sie 24 Stunden nach ihrem Ausschlüpfen die Legeröhre schon wieder zwischen die Endblättchen derselben Pflanze, welche sie bewohnt hatte, einsenkte.

Meigen sagt, dass man die Gallmücken besonders im Frühjahre finde, eine Beobachtung, mit welcher die meinigen nicht zusammen treffen; vielmehr fand ich, dass sie in den Sommermonaten am häufigsten wahrzunehmen sind, jedoch nur periodisch, wenn eben eine Generation sich entwickelt hat. Man sieht sie dann an windstillen Tagen in Gebüschen und am Fusse der Bäume, nahe an der Erde in der Luft tanzen, wie viele andere Mücken zu thun pflegen; sie sind öfters bei hunderten beisammen, sich ihres kurzen Daseins freuend, das in 3 — 5 Tagen geschlossen ist.

Ich kann nicht umhin, mir hier, mit Rücksicht auf den praktischen Entomologen eine kleine Abschweifung über das Zahlenverhältniss der Individuen mancher Insektenarten zu erlauben. Manchem fleissigen Forscher und Sammler begegnet es, dass er in einer Reihe von Jahren gewisse Arten nur in einzelnen Individuen findet, und dadurch zu dem Wahne verleitet wird, diese Art für selten zu halten, währenddessen sie in der That sehr häufig, ja sogar gemein ist. Es giebt zwar allerdings viele Arten von Insekten, die, wenn auch zahlreich an Individuen, doch eine kurze Lebensdauer besitzen, oder an sehr beschränkte und wenig besuchte Lokalitäten gebunden sind, und bei solchen muss man eben das Glück haben, es zu treffen, wann und wo eine Kolonie sich entwickelt hat. Aber in sehr vielen Fällen ist eine einseitige Manier des Suchens und Sammelns, und Mangel an Aufmerksamkeit schuld. Diese Einseitigkeit im Suchen und Sammeln beschränkt sich nicht nur auf die Art und Weise wie, — sondern auch auf die Tageszeit und den Ort, wann und wo gesammelt wird. Der Sammler, welcher nur da, wo sein Auge wirklich Insekten schaut, sein Schöpfgarn anwendet, kommt dadurch in eben so nachtheiligen Rückstand, wie der, welcher nur blu-

menreiche Matten oder mit üppiger Vegetation besetzte Gestade und Waldschläge zu seinem Jagdbezirke wählt. Auch der würde sich zu seinem grossen Schaden irren, welcher voraussetzte, dass nur während den wärmsten Tagesstunden und im unmittelbaren Sonnenstrahle all das Fliegenvölklein sich herumtreibe. — Keineswegs; in den Mittagsstunden wende man sich dem, dem Sonnenlichte zunächst liegenden Schatten zu; hier schaaret sich das Heer derjenigen Zweiflügler, welche vom Raube oder nur von Feuchtigkeiten sich nähren, während nur diejenigen im Sonnenstrahle Blumen aufsuchen, die ihren Nektar naschen wollen. Auch sind viele Arten der Dipteren, gleich andern Thieren, nur in einigen Morgen- oder Abendstunden rege, und ruhen den übrigen Theil des Tages; dieses verdient stete Berücksichtigung. Für Jeden, der mit Ernst und Eifer die Erkenntniss alles Vorhandenen anstrebt, gilt als erste Regel: niemals das Schöpfgarn ruhen zu lassen, zu welcher Tagesstunde und an welcher Lokalität er auch immer Gelegenheit habe, einige Minuten zum Beobachten und Sammeln zu verwenden; über pflanzenbedeckten Boden schwinge man auch da sein Garn hin und her, wo man *nichts* Herumschwärmendes wahr nimmt. Ich befand mich einst auf hoher Alp am Fusse eines Gletschers, an einer schönen Grasfläche, auf der aber keine Insekten zu sehen waren, gleichwohl strich ich das Schöpfgarn darüber hin, und binnen wenigen Minuten befand sich in demselben eine Masse von mehr als 2000 Insekten, unter welchen 40 Individuen einer *Tipula*, die ich zuvor niemals gesehen hatte. Die fruchtbarste Manier des Sammelns, sowohl um Arten und Individuen für die Sammlung zu erhalten, als Beobachtungen über das Zahlenverhältniss der Arten nach der absoluten Erhebung u. s. w. anzustellen, besteht darin, dass man auf ausgewählten Standpunkten, in bestimmten Höhen und wo möglich an demselben Orte zu verschiedenen Tages- und Jahreszeiten, mit dem Schöpfgarne 8 — 10 mal hin und her streicht, und dann schnell den Gesammtinhalt tödtet. Nachher breitet man das Gesammelte auf weissem Papiere aus, sondert die Individuen nach den Classen, Gattungen und Arten, und zählt sie. Ich muss dieses Verfahren, das auf vieljährige Erfahrung sich stützt, jedem Entomologen dringend empfehlen. Auch Mangel an wachsamer Aufmerksamkeit ist schuld, dass so Vieles unbekannt bleibt. Wenn der Entomologe seine Strasse zieht, um irgendwo für Erweiterung seiner Kenntnisse

oder seiner Sammlung zu sorgen, so vergesse er nicht, dass die Luft über der Strasse öfters mit den Gegenständen seiner Wissbegierde oder Habsucht erfüllt ist, und halte darum sein Netz immer ausgespannt und zugfertig, auf dass, wenn ein geflügeltes Völkchen daher schwebt, er sich dasselbe herunter hole und ausbrüte. Fürwahr diese kleine Mühe ist nie undankbar, und führt oft zu den anziehendsten Beobachtungen.

Die Worte *Meigen*'s: « ihre Larven leben auf Pflanzen in gallenartigen Auswüchsen » führen mich nun zu dem zweiten Abschnitte der

II.

Beschreibung jener Erzeugnisse von Gallmücken an Pflanzen, als dem wichtigsten und merkwürdigsten Theile ihrer Naturgeschichte.

Diese Productionen erscheinen mir weit manigfaltiger als die der Gallwespen, in Rücksicht auf *Oekonomie und Influenz* einer und derselben Insektengattung; während die Produktionen der Gallwespen in Beziehung auf *Architektur* die höchsten und unerklärbarsten Phänomene der Natur darbieten. So verschieden gestaltet auch die Gallen der Gallwespen sind, so halten sie sich doch an einen bestimmten Typus, und nur bei wenigen geht die Form in eine bloss gallenartige Anschwellung verschiedener Pflanzentheile über; dagegen bei den Gallmücken die eigentliche Gallenbildung nicht vorherrscht, und häufig in dem Stadium einer verhärteten Anschwellung stehen bleibt, die sich zuweilen in dem Parenchym der Blätter zu einer einfachen Aushöhlung modifizirt; vielfach aber tauchen merkwürdige Anhäufungen und abnorme Gestaltungen der Terminal-Knospen und Blätter in den Schranken regelmässiger Formen auf. Diese bieten dem Pflanzen-Physiologen Stoff zu wichtigen Beobachtungen über den Einfluss gehemmter Zirkulation der Säfte auf die Zellenbildung dar.

Abnorme Anhäufungen von Blättern werden übrigens auch durch Larven der Rüsselkäfergattung *Apion* erregt; sie unterscheiden sich aber dadurch, dass sie nicht regelmässig, sondern ein blosses Aggregat verkümmerter Knospen-Entwicklung sind.

Es zeigt sich auch zuweilen als einfachste Einwirkung des Zusammenziehens der Pflanzensäfte durch Cecidomyien-Larven nur eine *filzige Anhäufung von Haaren*, bei der die Entwicklung der Terminalblätter normal, nur langsamer fortschreitet.

Es folge nun die Beschreibung der Erzeugnisse von Gallmücken, wobei ich aber noch bemerken muss, dass ich mir erlaube, die Urheber derselben zum Voraus mit einem Namen zu bezeichnen, auch wenn mir das vollkommene Insekt noch nicht bekannt, aber durch Untersuchung der Larve die Gewissheit zu Theil geworden ist, dass sie einer Gallmücke angehöre, damit ich später deren Wohnort mit wenigen Worten bezeichnen könne.

1. Gallenbildungen.

1) Wahre Gallen; *sie werden durch das Insekt erzeugt*, und *ihre Substanz und Bekleidung hat nichts mit dem Organismus der Pflanze, an der sie sich entwickeln, gemein.*

a) *Deckelgallen*, sie haben einen *besondern Deckel*, der seinerzeit sich ablöst, und *fallen bei ihrer Reife aus* dem Blatte, mit Zurücklassung einer Oeffnung im Blatte.

No. 1. Taf. 1, Fig. 12. Auf den Blättern von *Tilia europaea* bildet sich an jeder Blattseite eine halbkugelförmige Erhöhung mit glatter Oberfläche und mit der Epidermis übereinstimmenden Farbe; in der Folge erhebt sich die Galle an der Oberseite des Blattes über den Halbzirkel und wird cylindrisch; da wo die Sehne des Bogens war, entsteht eine Kante, und die Bogenlinie zieht sich gerade, so dass dieser Obertheil die Form eines kurzen spitzen Kegels erhält; dieses ist der Deckel, der sich nach erlangter Ausbildung orangegelb oder braungelb färbt und seinerzeit abspringt. Die Unterseite bleibt sich gleich, und auf dem Boden dieser liegt die kaum 1 ''' lange grünliche Larve. Wenn das Ganze seine Ausbildung erlangt hat, so fällt dieser Körper zur Erde, und hinterlässt ein Loch mit krustigem Rande. Diese merkwürdige Galle ist in den Umgebungen Zürichs von Ende Mai bis in dem Oktober auf niedrigem Lindengebüsche im Waldschatten nicht selten, und zwar meistens

mehrere, bis 10 auf einem Blatte. Es gelang mir noch nicht, die Mücke zu erziehen. *Cecidomia Tiliacea**. *Réaumur* bildete in seinen Mémoires, tome III, pars II, pl. 38, fig. 4, eine ähnliche Galle auf Linden ab, welche auch ausfällt; ob diese aber identisch mit der beschriebenen sei, kann ich zur Zeit nicht entscheiden.

N° 2. Taf. 1, Fig. 13. Auf den Blättern von *Fagus sylvatica* an deren Oberseite, entwickelt sich ein Cylinder, der in seiner Ausbildung bis $2^1/_2$ ''' Höhe bei $^4/_5$ ''' Durchmesser hat, mit einer schärferen Kante und spitzerem Deckel als die vorhergehende; gegen seine Basis ist derselbe leicht eingezogen, und geht durch das Blatt, an dessen Unterseite er in Gestalt einer niedrigen Papille mit bräunlicher Spitze hervortritt; die kleine grünliche Larve liegt im Trichter derselben. Die Farbe der ganzen, ebenfalls ausfallenden Galle, ist blassgrün. *Cec. tornatella**. Ich entdeckte dieses merkwürdige Produkt Ende Juli auf hohen Buchen am Fusse des Montallein bei Chur.

b) *Normalgallen*; diese sind ein gleichförmiges Ganzes, *bleibend festsitzend*, und *mit dem kleinsten Theile ihrer Oberfläche* mit dem nährenden Pflanzentheile zusammenhängend.

N° 3. Auf der Oberseite der Blätter von *Fagus sylvatica* bildet sich eine eikegelförmige, am obern Ende scharf zugespitzte, harte, dickwandige, vollkommen glatte Galle, die eine Grösse von 3 ''' Höhe und $1^3/_4$ ''' Breite erreicht; ihre Farbe ist anfangs saftgrün, bei der Reife, wenn sie im Schatten stehen carmoisinroth, an der Sonne aber gelb mit rothen Backen; ihre Basis geht durch das Parenchym, und tritt an der Unterseite als eine weisslich grüne, stumpfspitzige Pustel hervor, die im Centrum ein braunes Pünktchen zeigt, welches zuweilen ein wenig krustig ist; im Durchschnitte nach der Länge der Galle zeigt sich ein enger Kanal, der gegen die Larvenkammer sich ein wenig erweitert und an der Spitze der Pustel endet, aber keine positive Oeffnung an diesem Punkte zeigt, auch sonst mehr verwachsen erscheint. Die Larve ist weisslich, vom Kopfe bis über die Mitte bleigrau, gläsernglänzend, ganz glatt mit eingezogenem Kopfe; 1 — 4 wohnen beisammen. Merkwürdig ist der Umstand, dass nicht in allen Gallen Larven gefunden werden. Diese Galle scheint die weiteste geographische Verbreitung in Eu-

ropa zu haben und ist auch längst bekannt; schon *Malpighi* gab davon in seinen *Op. om.* (1675) Tab. 8, Fig. 21 ein gutes Bild. Noch gründlicher und fast vollständig beobachtete sie *Reaumur*, und gab davon im Jahre 1738 in seinen Mémoires, tome III, pars II, pl. 38, fig. 7 — 18 Abbildung, und pag. 332 Beschreibung; — (das Bild Fig. 9 gehört nicht dieser Galle als erstes Stadium der Entwicklung zu, sondern der nächt folgenden; und das Bild der Nymphe, Fig. 17 und 18, ist offenbar verfehlt und passt nur auf einen Schmetterling). Erst in neuester Zeit gelang es Herrn Forstrath und Professor *Hartig* in Braunschweig, die Mücke zu erziehen, und somit ihre Naturgeschichte vollständig kennen zu lernen; derselbe gab davon im Jahre 1840 im 4ten Hefte des ersten Bandes seiner *Jahresberichte* eine Beschreibung. Leider kann ich dieses Werk nicht benutzen; aber *Ratzeburg* hat dieses Thierchen in seinen Forstinsekten, III. Band, Seite 163, T. V, in Beziehung auf seine Entwicklung in der Galle beschrieben. *Cec. Fagi* Hart. Merkwürdig ist bei dieser Galle die Verschiedenheit der Entwicklungsform im ersten Stadium. Im Mai, wenn die Buchenblätter noch zart und transparent-hellgrün sind, erscheinen purpurrothe Flecken, in deren Mitte nach oben und unten ein, oft fast stechend-spitziges Wärzchen hervortritt, das sich in 8 — 10 Tagen nach der Oberseite ausdehnt und in die bekannte Form übergeht. Im Sommer dagegen entstehen nur kleine runde, oben concave, unten convexe Pustelchen, von blassgrüner Farbe und ganz glatt; aus der concaven Seite steigt die Galle heraus, die in den ersten 8 Tagen cylindrisch wurmförmig ist. Wie schon oben erwähnt, ist die geographische Verbreitung nach der Länge sehr bedeutend, und wird wahrscheinlich der der Buche selbst gleich kommen; denn diese Galle ist in England, Frankreich und vom nördlichen Deutschland bis in die südliche Schweiz beobachtet; dieses Verhältniss scheint auch nach der Höhe statt zu finden, indem ich sie auf der Nordseite der Alpen bis über 4000′ über der Meeresfläche fand; jedoch dürfte wohl die Colline bis mittlere montane Region die Sphäre ihrer zahlreichsten Entwicklung sein, in wechselndem Mengenverhältnisse nach der Witterung des Jahrganges.

N° 4. Ebenfalls auf den Blättern der Rothbuche *Fag. sylv.* entstehen kreisrunde

Papillen von 1 ''' Durchmesser und kaum mehr als 1/8 ''' Erhöhung; es ist die unveränderte, aber von der Oberseite eingedrückte Epidermis. Dieser Pupille entgegen entsteht auf der Oberseite des Blattes eine entsprechende runde Vertiefung, die mit einem verhältnissmässig breiten, sehr niedern, hellgrünen Wulste umgeben, und mit einer weisslichen Membran, wie mit einem Trommelfelle überspannt ist. Diese Membran besteht nur aus der von der Innenseite abgelösten Epidermis und stellt eine kreisrunde Scheibe von 1/2 ''' Durchmesser und halbdurchsichtigem Centrum vor. (Für dieses Stadium gehört das Bild in *Reaum. Mém.*, t. III, ps. II, fig. 9, pl. 38). Allmälig erhebt sich diese flache Membran zur Halbkugelform, färbt sich braunroth und zerplatzt endlich. (Zuweilen wird auch diese Membran unverletzt wie ein Deckel aufgeschlagen, und dann sieht man deutlich, dass nur der hervordringende Körper braunroth, die Membran aber weiss und durchscheinend ist). Der hervordringende Körper ist mit gerade aufstehender, feiner, brauner Kleie bedeckt und hat vollkommen das Ansehen des Samenbodens vieler Syngenesisten; allmählig erhebt er sich zu einem Cylinder, der an seinem oberen Ende in schmale, lanzettförmige Blättchen zerschlitzt ist, die den sehr convexen Schluss zum Theil wie einen Blumenkelch verhüllen. Länge dieser Galle höchstens 2 '''. Ich habe ihre Entstehung noch niemals früher als von Mitte Juli an wahrgenommen und fand sie bei weitem nicht so gemein und weit verbreitet wie die vorherbeschriebene, wohl aber zuweilen mit derselben auf dem gleichen Baume. Ob ihre Erzeugerin, die ich noch nicht kenne, dieselbe sei, die *Hartig* als zweite Art beschrieben, kann ich in Ermangelung seiner Beschreibung nicht wissen, doch ist diess kaum zweifelhaft, nachdem, was Herr *Ratzeburg* (*Forstins.*, III. Bd., pag. 162) davon schreibt, und Taf. V, Fig. 13 abbildet. *Cec. annulipes Hartig.*

c. *Doppelgallen*; so nenne ich diejenige, welche auf beiden Seiten des Blattes hervortreten, und deren *weiteste Cavität in dem Parenchym* des Blattes liegt. Diese entfernen sich schon von dem Typus einer ächten Galle, sind jedoch noch selbstständig.

N° 5. Taf. 1, Fig. 14. An den Blättern der Zitterpappel, *Populus tremula*, entstehen halbkugelförmige, auf beiden Blattflächen sich entgegengesetzte

Gallen, einkammerig, hart, fast glänzend, von der grünen Farbe des Blattes, und nur bei ihrer Reife an der Sonnenseite carmoisinroth; sie entwickeln sich allermeist nahe an der Basis des Blattes und der Hauptrippe, zuweilen sogar am Blattstiele. Gewöhnlich stehen mehrere auf einem Blatte und öfters so nahe beisammen, dass sie glomerirt scheinen; ja man findet einzelne, sehr grosse bucklichte, die das Ansehen haben, als wären mehrere zusammengewachsen; mittlere Grösse einer Halbkugel $1^1/_2$ ''' Auch diese, wie alle *Cecidomyien-Gallen*, die ich untersuchte, ist *einkammerig*, und die inwohnenden Larven (1 — 3) zinnoberroth; diese bohren sich heraus und fallen auf die Erde, auf der sie sich dann verwandeln. *Cec. polymorpha**. Diese Galle erscheint alljährlich, mehr oder weniger häufig, vom Mai an so lange als jene Gebüsche neue Blätter und Zweige treiben.

N° 6. Taf. 1, Fig. 15. An den Blättern von *Spiraea Ulmaria*: Galle $1^1/_4$ ''' lang; an der Oberseite des Blattes hat sie die Gestalt eines starken Zirkelabschnittes von $^3/_4$ ''' Diameter; diese Convexität ist weissgrün, glatt und glanzlos, mit angehäuften, weissen Härchen umgeben; an der Unterseite des Blattes ist diese Galle kegelförmig, scharf zugespitzt, die Spitze ein wenig hakenförmig gebogen, weisslichgrün; bei ihrer Reife wird die Oberseite carmoisinroth und die Mitte vertieft sich ringförmig, so dass die Gestalt einer Papille entsteht. Die blassgelbe Larve ist $^3/_5$ ''' lang und besteht ihre Verwandlung in der Galle, an deren Spitze die Mücke hervorschlüpft. Dieser Gallen sind zuweilen zu 80 und mehr auf einer Blattfieder und werden vom Mai bis in den Oktober gefunden. *Cec. Ulmaria**.

N° 7. An den Blättern und Stengeln von *Urtica dioica*: Galle unregelmässig, rundlich oval, bald länglicher und flacher, oder rundlicher und höher, weisslichgrün, glatt, gleichförmig auf beiden Seiten und an der Basis mit angehäuften Blatthärchen umgeben. Sie entsteht gewöhnlich an und nächst der Basis des Blattstieles, seltener höher hinauf an der Blattfläche, öfter an den Stengeln bei den Achseln der Blatt- und Blüthenstiele, im Juni, Juli, August. Die blassgrüne Larve ist mit besonders vielen starken Börstchen besetzt. Ihre Erziehung gelang mir noch nicht, weil die eingestellten Zweige bald faul und schwarz werden; aber *Perris* hat sie erzogen und beschrieben,

in den Annales de la société entomologique de France, IX, p. 401. *Cec. Urticæ*, Per.

N° 8. Taf. 1, Fig. 18. Auf den Blättern von *Hieracium pilosella*: Galle spitzigeiförmig, 1½''' lang und 1''' breit und hoch, weissgrün, glatt, ziemlich fest; je 2 und 2 mit den Spitzen zusammenstossend, auf der Mitte des Blattes und der Mittelrippe der, der Erde aufliegenden Blätter, einkammerig. Larve orangengelb. Ich fand erst einmal wenige Exemplare an einer trockenen Anhöhe am Katzensee im Juni. *Cec. gemini.**

2) *Scheingallen*; sie werden NUR *durch das Insekt* ERREGT und sind keine selbstständige Entwicklung, denn ihre Entstehung liegt darin, dass das Insekt seine Eier in das Innere eines Pflanzentheiles legt, und die ausgekommene Larve eine Aushöhlung verursacht, um die sich die Pflanzenzellen anhäufen und zusammendrängen; die Folge davon ist eine härtliche Anschwellung, deren Bekleidung aber die unveränderte Epidermis bleibt.

d) *Knollen*; gänzlich geschlossen, und fest durch eine Schicht verhärteter Zellen.

N° 9. An den einjährigen Zweigen von *Salix purpurea*: länglich-runde, stark hervortretende, bucklichte, den Zweig fast ganz umfassende Anschwellungen, etwas dunkler gefärbt und rauher als gesunde Rinde; Larven rothgelb. Ich fand erst einmal im September in der Gegend von Regenstorf auf vereinzeltem kleinem Gebüsche, längs einer Feldstrasse 15 solcher Gallen, erzog aber nichts daraus, dagegen hat *Degeer* diese vollständig beobachtet, im 6ten Theile seines Werkes, pag. 155 und 156 beschrieben, und Taf. 26, Fig. 7 die Galle abgebildet. *Cec. Degerii.**

N° 10. Taf. 1, Fig. 16. Auf *Medicago ativa*: an dem obern Theile der Stengel derselben, über den Achseln der Blatt- und Blumenstiele, zum Theile noch unter den Deckblättchen derselben, kurz-eiförmige, nicht stark hervortretende Anschwellungen, mit der glatten hellgrünen Epidermis bedeckt, einkammerig, von 2 — 5 orangengelben Larven bewohnt, die ich leider, gleich so vielen andern, noch nicht zur vollständigen Verwandlung brachte. Ich beobachtete dieses Erzeugniss schon mehrmals im Mai längs der obern

Strasse bei Zürich; einst besonders häufig auf einem Getraidefelde an der Westseite der Sihl, im Juni und Juli. *Cec. Medicaginis.* *

N° 11. Taf. 1, Fig. 17. Auf der mittleren Rippe der Fiederblättchen von *Fraxinus excelsior*: Lange, wurstförmige Anschwellungen von 5 — 15 ''' Länge, 1½''' Breite und 1 ''' Höhe, durch eingedrückte Querlinien runzlicht; weisslich grün, zuweilen blass braunroth, wenn sie ausgewachsen; auf der Oberseite des Blattes zeigt sich nur ein, dem Umfange der Galle entsprechender, weisslichgrüner Flecken, und nach seiner Länge eine feine dunkle Ritze in der Blattrippe. Zuweilen zeigen sich zwei und drei solcher Anschwellungen auf der gleichen Rippe, von 2 — 6 weissgrünen Larven bewohnt; Mücke noch nicht erzogen. *Cec. Fraxini.* *

Ich beobachtete diese Galle bisher nur in einigen Gehölzen am Fusse des Uto, an jungen, im Schatten stehenden Eschen. Es setzen sich der Erziehung dieser besondere Schwierigkeiten entgegen, welche aus der Natur jenes Baumes hervorgehen: Setzt man den Blattstiel in Wasser, so fallen die Fiederblättchen bald ab, und legt man diese auf eine feuchte Basis, so faulen sie. Vierzehn Tage bis drei Wochen kann man wohl die Blätter dadurch grün erhalten, wenn man sie in eine reine Schale auf benetzte Leinwand legt und mit einer Glastafel zudeckt, aber täglich lüftet; dieser Zeitraum ist jedoch nicht zureichend.

e) *Blasen*, gänzlich geschlossen und weich; ein linsenförmiges, convexes, beiderseitiges Hervortreten der Epidermis an Blättern, ohne wesentliche Verdichtung derselben.

N° 12. In den Blättern von *Viburnum lantana*: Blasen von 1½ — 2 ''' Durchmesser, unregelmässig-rundlich (durch die stärkeren Seitenrippen beschränkt), auf der Oberseite stark und bleibend convex, auf der Unterseite flacher und bald einfallend; zuerst grün, dann gelblich, zuletzt auch kirsch- oder braunroth. Aus den einsiedlerischen, grünen Larven habe ich die Mücke in Menge gezogen. Die Blasen erscheinen vom Mai bis Oktober in Masse auf den Blättern (ich habe schon in einem Blatte von 8'' Länge 128 Blasen gezählt), es enthalten aber nicht alle Blasen Larven. Die Verwandlung verfolgt in der Erde, und die Larve dringt an der Unterseite der Blase heraus, gewöhnlich

in deren Mittelpunkte oder auch seitlich; ein bräunliches Stigma bezeichnet schon einige Tage vorher diese Stelle. Bemerkenswerth ist der Umstand, dass, mit seltener Ausnahme, nur zwei, — die sich *gegenüberstehenden* Blätter belegt werden, aber mit sehr ungleicher Zahl von Blasen. *Réaumur* hat diese Produktion gekannt, und in den Mémoires, Tom. III, pars II, Taf. 38, N° 1 abgebildet. *Cec. Réaumurii.* *

N° 13. In den Blättern von *Sonchus oleraceus*: Blase 2 — 2½ ''' im Durchmesser, schwach convex, halbdurchsichtig, grünlichweiss, an der Oberseite zuletzt blass carminroth; Blasen öfters zusammengedrängt, 20 — 50 in einem Blatte. Die kleine blassgrüne Larve liegt gekrümmt im Centrum der Blase, in der sie ihre Verwandlung besteht. Die Mücke habe ich zahlreich erzogen und auch *Inquilinen* erhalten. *Cec. Sonchi.* *

N° 14. Taf. 1, Fig. 19. In den Blättern von *Leontodon Taraxacum*: Blase 2 ''' im Durchmesser, oben schwach, unten stark convex und weissgrün, halbdurchsichtig, dagegen an der Oberseite von Anfang an kirschroth, die verhältnissmässig grosse, orangengelbe Larve liegt wie ein Fisch gekrümmt und verwandelt sich in ihrer Wohnung; Mücke erzogen. *Cec. Leontodontis.* *

Sie ist zuweilen sehr gemein, besonders in den Baumgärten bei Hütten, in den kleinen, der Erde aufliegenden Blättern, und dann über die ganze Blattfläche zerstreut, bei 20 und mehr auf einer Fläche; kommen die Blasen auf grossen, tiefgelappten Blättern vor, so stehen sie nur im obern Theile desselben. Es giebt noch eine andere Form an grossen, auf steinigen Boden wachsenden Pflanzen, in der die Blasen merklich kleiner und umgekehrt an der Oberseite hochgewölbt und braunroth, an der Unterseite aber flacher und blassroth sind. Ob die Erzeugerinnen beider identisch seien, habe ich noch nicht ermittelt.

N° 15. In den Wurzelblättern von *Hieracium murorum*: Blase gross bei 3 ''', schwach convex, beiderseits blutroth, in der Mitte am dunkelsten; Larve blassgelb. Diese Blasen, deren ich höchstens sechs auf dem gleichen Blatte fand, kommen an steinigen, warmen Waldsäumen, aber selten vor; Mücke noch unbekannt. *Cec. sanguinea.* *

2. Taschenbildungen.

Unter diesem Namen begreife ich alle jene gallertartigen Formationen, welche *lediglich aus dem* ZUSAMMENZIEHEN ZWEIER PFLANZENTHEILE (zwischen denen die Larve wie in einer Tasche geborgen liegt) *entstehen, wobei* EIN PUNKT OFFEN *bleibt*, durch den das Insekt seinen Ausgang findet.

Alle Erzeugnisse dieser Art, die man freilich im Allgemeinen mit dem Namen « Gallen » bezeichnet und bezeichnen muss, haben mit diesen eine bloss formelle Aehnlichkeit, die noch dazu meistens sehr gering ist. Die mannigfaltigen Gestaltungen unterscheide ich in folgende Grundformen.

a) *Sackform*. Diese kann nur wegen ihrer Oeffnung hieher gezogen werden; in jeder andern Beziehung steht sie ganz vereinzelt.

N° 16. Taf. 1, Fig. 20. An den Blättern von *Glechoma hederacea*: Es bildet sich an der untern Blattfläche ein Cylinder (1½ bis 2 ''' und darüber lang, und ¾ — 1 ''' weit, der nach unten stumpf zugerundet, nach oben aber offen, jedoch mit angehäuften, sich darüber wimperartig hinneigenden Haaren so bedeckt ist, dass kein Wasser eindringt; die Substanz dieses Cylinders und seine Haarbekleidung entspricht derjenigen der Blätter. Auf dem Boden jedes Säckchens liegt eine blassgelbliche Larve; ist diese ausgewachsen, so fällt das Säckchen ab, eine runde Oeffnung mit krustigem Rande zurücklassend, und nach wenigen Tagen erscheint die Mücke, die alsobald wieder Eier ablegt. Ich habe an einer solchen Pflanze während eines Sommers drei Generationen unter der Glassglocke erzogen. *Cec. bursaria.** Die Säckchen sind zuweilen so gehäuft, dass auf einem Blatte von nur 5 ''' Länge neun solcher stehen. Auch beobachtete ich, dass an Blättern, in denen schon Löcher von abgefallenen Säckchen waren, wieder neue entstanden, insofern das Blatt noch im Wachsthume begriffen war. Sie erscheinen an solchen Pflanzen, die in schattigen Wiesen und hinter Scheunen stehen.

b) *Kapselform*; diese scheint dadurch zu entstehen, dass das Insekt seine Eier in den Blumenblätterboden der *Leguminosen* oder in den Fruchtknoten

der *Umbelliferen* legt, wodurch die gepaarten Samen von diesen, oder die 6 Blumenblätter von jenen zusammengezogen und in abnormer Form und Farbe blasenartig aufgetrieben werden; seinerzeit nimmt das Insekt seinen Ausweg durch die obern Berührungspunkte der Blätter oder Samen.

N° 17, Taf. 1, Fig. 21. In den Blüthen von *Lotus corniculatus*: Die zwei Flügel des Schiffchens, und über diese die vier übrigen Blumenblätter werden in eine scharf zugespitzte Eiform dergestalt zusammengezogen, dass sie eine, aus einem Stücke bestehende Nuss zu sein scheinen, die eine blass gelblich-weisse Farbe hat, ist aber diese Kapsel reif, so öffnen sich die Blattränder an der Spitze ein wenig, so dass die Larve herauskann. *Degeer* hat die ganze Entwicklung im VI. Bande, Taf. 27, Fig. 1 — 8 dargestellt und Seite 157 bis 158 zum Theil beschrieben, leider aber nicht die Farbe der Mücke. Nach seiner Beobachtung sind die Larven weissgelblicht, leben zu 9 — 10 in einer Kapsel und gehen zu ihrer Verwandlung in die Erde. *Cec. Loti*, *Degeer*. Ich fand erst einmal diese Produktion am Fusse des Montallein bei Chur, konnte aber nur die beschriebene Construction beobachten. In Zürichs Umgebung entdeckte ich an *Medicago falcata* eben so zusammen gezogene und aufgetriebene Blüthen; die Larven darin waren aber grünlich. — Die Mücke gelang mir noch nicht zu erziehen.

N° 18. Taf. I, Fig. 22. In den Blüthen der wilden *Daucus carota*: Während der Florescenz der Dolde erheben sich hin und wieder aus den kleinen, ganz entfalteten Blümchen in der Scheibe und im Strahle der kleinen Dolden, auf über das doppelte verlängerten Blüthenstielen, kirschrothe Kügelchen von 1 — $1^1/_2$ ''' Durchmesser, mit in Reihen stehenden, kurzen, weissen Börstchen besetzt, bei übrigens glatter und etwas glänzender Oberfläche. Die Consistenz dieser Kügelchen ist ziemlich fleischartig; in ihrem Innern liegen 2 blutrothe Larven, in jeder Samenhälfte eine (Taf. 1, Fig. 10), die, wenn sie ausgewachsen sind, durch eine feine Ritze, welche das Kügelchen in zwei gleiche Hälften trennt, und bei zunehmender Reife allmälig sichtbar wird, herausdringen und zu ihrer Verwandlung in die Erde gehen. Wenn die Kügelchen entleert und ausgetrocknet sind, so erhalten sie vollkommen die Samenform von *Daucus carota*. *Cec. pericarpiicola*.*

Als ich vor einigen Jahren diese Produktion fand und zum Beobachten in Wasser unter der Glassglocke unterhielt, war ich noch unerfahren und die Larven verdarben, weil keine Erde zugegeben war. Die Produktionen werden auch von *Pteromolinen* besetzt; solche Larven bleiben in den Kügelchen zurück, das Insekt aber beisst sich seitlich ein Loch heraus. Blumen mit jenem Produkte fand ich im Juli, August und September auf trockenen Anhöhen um Zürich, und auf dem Uto; Herr Menzel bei Bökten.

c. *Schuppenform*, eine Zusammensetzung, welche vollkommen derjenigen von Tannenzapfen gleicht und nach meiner Ansicht dadurch entsteht, dass die Mücke ihre Eier an die innere Basis der Terminalblättchen (nicht in das Centrum der Knospe) legt; dadurch wird die Entwicklung dieser Blättchen nicht gehemmt, wohl aber ihre normale Ausbildung und die proportionirte Verlängerung ihrer Achse; daher wachsen sie so breit als lang, bleiben zusammengedrängt und legen sich über einander. Zwischen je zwei solchen Blättchen liegen die Larven.

N° 19. Taf. II, Fig. 23. Auf *Salix purpurea*: An den Spitzen der jungen, kräftigsten Triebe entsteht eine Spindel, die anfangs aus 5 — 8 kurzen, lanzettförmigen Blättchen besteht, deren innerste an der Spitze rosenroth gefärbt sind, allmälig häufen sich diese Blättchen und werden immer breiter, bleiben aber kurz und legen sich dergestalt dicht über einander, dass das erste die folgenden zwei von einer Mittelrippe bis zur andern umfasst und seine Spitze auf die Mitte ihrer Divergenzstelle legt, genau wie bei den Schuppen der Tannenzapfen; die Farbe entspricht derjenigen der andern Blätter. An der Basis dieser Schuppen liegen die, in der Jugend weisslichen, im Alter blassröthlichen Larven, 8 — 20 unter einer Schuppe, so dass in einem Zapfen, dessen Gestalt kugelicht-eiförmig ist, mehrere hunderte leben. Die grössten, die ich sah, massen 1 ″ in die Länge und 8 ‴ in die Breite; an ihrem Anfange stehen gewöhnlich noch 2 Blätter von der Normalform, und die ersten auf diese folgenden Zapfenblättchen sind noch ein wenig länger als breit. Ist die Larve ausgewachsen, so verpuppt sie sich in ihrem Hause und die Mücke findet ihren Ausgang bei der Spitze der Schuppen, die sich bei der Reife ein wenig zurückbiegen, ich erzog sie zahlreich. *Cec. strobilina.**

Merkwürdig ist der Umstand, dass sich gleichzeitig in demselben Zapfen Larven des verschiedensten Alters, ausgewachsene und erst dem Ei entschlüpfte finden, was wohl unzweideutig beweist, dass die ausgeschlüpften Mücken sogleich wieder in ihre Geburtsstätte Eier legen. Diese Galle ist vom Mai bis September auf Weiden an der Sihl, besonders hinter dem Sihlhölzchen häufig zu treffen. *Malpighi* hat in seinen *Op. om.*, Taf. 14, Fig. 45 eine dieser ähnliche Galle abgebildet. Diese ist in neuester Zeit von Herrn *Siebold* wieder aufgefunden und Herrn *Hartig* mitgetheilt worden, welcher die sehr grosse Larve nicht für diejenige einer *Cecidomia* erklärte.

N° 20. Taf. II, Fig. 24. An den unfruchtbaren Zweigen der *Euphorbia cyparissias*: Im Juni, Juli und August entwickeln sich an der Spitze jene carmoisinrothen, kugelrunden Köpfe, die aus mehrfachen Reihen übereinander gebogener und aufliegender, schmal ei-lanzettförmiger Blättchen bestehen, wovon die innersten die breitesten sind. Zwischen den breiten, innern Blättchen liegen, je nach der Grösse der Köpfe, 2 — 6 zinnoberrothe Larven, welche daselbst auch ihre Verwandlung bestehen; die Mücke schlüpft oben am Mittelpunkte der Kugel hervor und zieht ihre Nymphe halb mit heraus. *Cec. capitigena.** Ich habe sie erzogen. Die grössten Kugeln messen über 3''' im Diameter und sind nicht selten an solchen Pflanzen, die an Wald säumen auf trockenem Boden stehen; ich fand sie schon an vielen Orten, aber nirgends häufig.

N° 21. Taf. II, Fig. 25. Gleichfalls an *Euph. cypar.* entwickelt sich noch eine zweite ähnliche, aber verschiedene Form. Eine Anzahl von 12 — 16 breitlanzettförmigen Blättchen legen sich in ein länglich-rundes Knöpfchen locker zusammen; um diese herum stehen zunächst noch 10 — 12 Blättchen von der Normalform, schlaff überhängend, ein wenig verbogen und gelblichfleckig; zwischen den breiten Blättchen liegen 4 — 6 grünliche Larven. *Cec. subpatula.** Gewöhnlich sind an einem Stocke alle Seitenäste so besetzt, und dann trägt auch die Spitze des Stengels einen, aber vielmal grösseren Knopf, mit enorm breiten Innenblättchen, die, wenn das Insekt ausgezogen ist, sich wie eine Rose zurück legen; die Seitenäste aber hängen ein wenig über, wie wenn sie von Trockenheit welk wären. Ich fand diese Form an

der Hohenrohne und häufig am Montallein bei Chur, auch auf dem Zürichberge.

d. *Blätterschöpfe*: Diese entstehen, indem das Insekt sein Ei in das Centrum einer Terminalknospe legt, in Folge dessen die zwei innersten Blättchen sich nicht weiter entwickeln, sondern zusammenschiessen und die Larvenkammer bilden; die äusseren aber wachsen fort, obwohl nicht im normalen Ausmaasse und stehen zusammen gedrängt, weil die Zweigspitze nicht fortwachsen kann.

N° 22. Weidenrosen an den Zweigspitzen von *Salix capræa*; allbekannt und längst beobachtet. *Degeer* hat die Entwicklung im VI. Theile, Taf. 26, Fig. 1 — 6 abgebildet und pag. 155 die Larve und ihre Lebensweise beschrieben, die Charaktere der Mücke aber nur vergleichungsweise und in einzelnen Beziehungen unbestimmt angedeutet. *Cec. salicis. Degeer*. Ich beobachtete in Zürich's Umgebungen noch zwei Formen der Weidenrosen, von denen ich noch nicht ermittelt habe, ob die Erzeugerinnen mit denen der Degeerischen identisch sind.

a: auch an *Sal. capræa*, aber nicht an den Spitzen frischer Zweige, sondern an den Seitenknospen einjähriger; die Rose ist kleiner, kurzgestielt und neigt sich seitwärts.

b. Auf den Spitzen junger Zweige von *Salix alba*, sehr gross und schön, aus 24 — 30 Blättern zusammengesetzt, und bis 3 ″ im Durchmesser. Diese Art findet sich häufig auf den Weiden am Seehorn bei Zürich. *Frisch* hat diese im XII. Theile, p. 7 beschrieben, und auf Taf. 2, fig. 1 ihr Bild ganz gut gegeben.

N° 23. *Frisch* beschreibt im 4. Theile, pag. 38 « eine rothe Weidenknospen-Made » und giebt Taf. III, Fig. 25 in 4 Figuren Bilder, die keinen Zweifel zulassen, dass er eine Gallmücke beobachtet habe, und der Umstand, dass die Weidenknospen so frühe schon angestochen werden, und keine Blätter sich weiter entwicklen, deutet entschieden auf eine selbstständige Art. *Cec. Frischii.* *

N° 24. An den Zweigspitzen von *Juniperus communis*: In der Form eines Blumenkelches umschliessen 3 lange Blätter von monströser Breite drei andere,

ganz kleine Knospenblättchen, zwischen denen die lebhaft orangengelbe Larve wohnt. *Degeer* hat sie beobachtet, im VI. Theile, pag. 153 u. f. beschrieben und auf Taf. 25, Fig. 7 — 20 abgebildet. *Cecid. Juniperi Degeer.* Herr *Menzel*, Secundarlehrer in Böckten, ein trefflicher entomologischer Beobachter, entdeckte diese Gallen im Frühjahre daselbst.

Noch muss ich hier einer Produktion erwähnen, die ich schon oft untersucht habe, ohne irgend eine Larve zu finden, gleichwohl aber Ursache habe zu glauben, dass solche noch entdeckt und sich als *Cecidomyien*-Larve ausweisen werde.

An den Zweigspitzen von *Taxus baccata* finden sich häufig Blätterzapfen ähnlich denjenigen von *C. strobulina*, nur ist die Form der Einzelnblättchen nicht abnorm, sondern nur kleiner, auch liegen sie nicht fest, sondern locker auf einander, und die Zapfenspitze ist mehr herausgezogen und ein wenig gewunden.

e) *Taschenform*: Diese scheint mir dadurch erzeugt zu werden, dass die Mücke mehrere Eier an die innere Basis zweier Terminalblätter legt; diese Blätter schliessen sich dann mit den Rändern fest an einander, und die breite Blattfläche dehnt sich gallenartig auf, verdickt sich zuweilen und wird sogar härtlich. Sind die Blätter der betreffenden Pflanze sonst mit Haaren besetzt, so häufen sich diese auf den zusammengezogenen filzartig. Alle Larven solcher Taschen bestehen ihre Verwandlung innerhalb derselben.

N° 25. Taf. II, Fig. 26. An den jungen Trieben von *Galeobdolon luteum* Hud., und zwar nur an solchen noch kurzen, die dicht ob der Erde aus dem Haupt-Stengel hervorgehen. Die zwei zusammengezogenen Blätter werden sehr stark kröpfig angeschwellt und bedeutend härtlich; ihre Behaarung ist kurz, dicht-filzig, gelblicht-grau. Die inwohnenden Larven, bei 20 in einer Tasche, sind blassgelb; die Erziehung derselben gelingt leicht, wenn man den Stengel mit einigen Wurzeln aushebt und in ein Töpfchen pflanzt. *Cecid. strumosa.** Die überwinternden Puppen müssen sich sehr frühzeitig entwickeln, denn man findet ihr Erzeugniss schon in den ersten warmen Tagen, Ende Februar und Anfang März; ich fand dasselbe bisher nur selten und nur bei Hottingen.

N° 26. Taf. II, Fig. 27. An den Seitentrieben von *Stachys sylvatica* im Mai, wenn diese Pflanze stark zur Blüthe treibt. Die Taschen sind rundlich, umgekehrt-birnförmig, nicht filzig, sondern rauchhaarig, an der Spitze die Blättchen etwas abstehend; die unter der Tasche stehenden Blätter verdecken jene zum Theile und werden krankhaft kraus. Die orangengelben Larven leben zu 10 — 18 beisammen; ich erzog sie leicht. *Cec. Stachydis.** Bisher nur im Burghölzchen, aber in Menge gefunden.

N° 27. Taf. II, Fig. 28. Auf den Spitzen der nicht Blüthen tragenden Stengel von *Veronica chamaedrys*: herz-eiförmig, auf den Seiten ein wenig platt, mit weissem Flaume dicht bedeckt, nur die Spitze grün, und zuweilen fort wachsend; im Innern 5 — 8 kleine orangengelbe Larven, aus denen ich die Mücke zahlreich erzog. *Cec. Veronicæ.**

Dieses zierliche Produkt ist an Zäunen und auf schattigen Grashalden vom Frühjahre bis in den Spätherbst überall im Canton Zürich gemein. Bevor im Frühjahre die *V. chamaed.* heranwächst, finden sich diese Taschen auf *Veronica montana* in schattigen Laubwäldern, selbst wenn hin und wieder noch Schnee liegt.

Ich vermuthe noch eine andere Art, die ähnliche Erzeugnisse auf *Thymus chamaedrys* veranlasst, denn ich sah einst bei Kloten Rasen von jener Pflanze mit einer Menge weissgrauer Köpfchen besetzt.

N° 28. Taf. II, Fig. 29. An den Spitzen der Zweige von *Hypericum perforatum*: die innern Endblättchen vom Grund an bis $^2/_3$ ihrer Länge cylindrisch gegen einander gebogen, so dass sie sich nur mit ihren äussersten Rändern berühren; der obere Drittheil der Blättchen ihrer ganzen Breite nach flach aneinander gelegt; die äussern Endblättchen decken die innern in gleicher Form und sind etwas pustelig und blassgelb-fleckig. Die orangengelben Larven liegen zu 3 — 5 an der innern Tasche und verpuppen sich auch da ohne Gespinnst. Ich fand sie im Juli dieses Jahres zum ersten Male in einem trockenen Waldschlage und erzog sie glücklich. *Cec. Hyperici.**

f) *Schotenform.* Diese scheint dadurch zu entstehen, dass eine Mücke ihre Eier auf die mittlere Blattrippe (die Fortsetzung des Blattstiels) legt, und zwar auf die Oberseite, in Folge dessen sich die beiden Blatthälften

genau auf einander legen. Da wo die Larve liegt, wird das Blatt ausgedehnt, während der übrige Theil flach bleibt, so dass das Ganze vollkommen einer Schote gleicht, in welcher die Körner als rundliche Erhabenheiten sichtbar werden. Nur an der Spitze bleiben die Blättchen ein wenig offen, woselbst die Larven den Ausgang finden, um sich an der Erde zu verwandeln.

N° 29, Taf. II, Fig. 30. An *Onobrychis sativa*: die kleinen Fiederblättchen werden vollkommen gefaltet und der aufschwellende Theil nimmt eine gelbe Farbe an, die umgebende Fläche aber wird roth. Von den inwohnenden orangengelben Larven findet man 2 — 5 in einem Schötchen, an dessen Spitze sie herauskommen und auf die Erde fallen. Ich erzog sie zahlreich. *Cec. onobrychidis.**

Gewöhnlich werden die Fiederblättchen nur an der obern Blatthälfte besetzt und meistentheils die gepaarten; ich habe aber auch schon alle Fiedern eines ganzen Blattes gefaltet gefunden. Im Mai, Juni, Juli habe ich diese Produktion schon an mehreren Orten auf trockenen steinigen Aeckern beobachtet, einst bei Dübendorf so häufig, dass ein Kleefeld von ¼ Juchart gänzlich verdorben war.

N° 30. Taf. II, Fig. 31. An *Rosa canina*: die zwei obern gepaarten und das Endblättchen sind scharf gefaltet, und nur gegen das Stielchen ein wenig offen, die Seiten unregelmässig bucklicht, die Buckeln gelblicht oder bräunlicht und steif; in jeder Schote 3 — 5 grosse blassgrüne Larven, die ich noch nicht zur Entwicklung brachte. Im Mai bis Ende August habe ich diese Schoten schon an vielen Orten, aber nur vereinzelt und zerstreut gefunden. *Cec. rosæ.**

Die nun folgenden 2 Formen weichen dadurch von den vorhergehenden ab, dass nicht das ganze Blatt, sondern nur ein Theil der einen Hälfte gefaltet ist, die übrigen Verhältnisse sind sich gleich.

N° 31. Taf. II, Fig. 32. An *Salix viminalis*: ein Dritttheil der einen oder gewöhnlich beider Blatthälften (nach der Breite) ist nach unten umgeschlagen und knappanliegend; die länglicht-runden, kettenartig an einander gereihten Buckeln sind gelb-glänzend, der Zwischenraum kirschroth. Die kleinen

orangengelben Larven, deren nur eine unter jedem Buckel liegt, überspinnen sich zu ihrer Verwandlung mit weisser Seide, und zwar in ihrer Kammer. Doch scheint diess nicht von allen zu geschehen, oder ihnen nicht absolut nothwendig zu sein, da diejenigen, welche ich unter der Glasglocke erzog, grösstentheils aus den Blättern fielen und sich auf dem blossen Glasboden ohne Gespinnst in schwarze Nymphen verwandelten, aus denen sich die Mücken zahlreich entwickelten. *Cec. marginemtorquens.* *

Gewöhnlich findet man beide Blatträndер umgeschlagen, aber selten vom Stiele bis zur Spitze, und auch selten ganz ununterbrochen, mehr nur stellenweise zu 3 — 5 — 8 Larven nach einander, und dann nach ungleichen Zwischenräumen wieder kleine Ketten; wenn auch nur eine Blattseite zur Hälfte besetzt ist, so enthält sie schon 12 — 18 Larven, daraus kann man sich einen Begriff von ihrer Menge machen, zumal da vom Mai an bis in den Oktober immerfort neue Ketten auftauchen.

An einem Waldbache bei Wytikon fand ich auch auf einer *Salix fragilis* solche Schoten, aber sehr spärlich, und nur 2 — 3 Larven nach einander. Auch einmal auf der Forch an *Salix capræa*, nur ein Blatt, aber stark besetzt. An einer gewissen Lokalität bei Hottingen, an der jene Produktionen besonders häufig erscheinen, wird durch ein anderes Insekt auf besondere Weise der allzustarken Vermehrung Schranken gesetzt: eine kleine Blattwespe legt ihre Eier in die Larvenkammern der *Cecidomyia*, die ausgekommenen Räupchen beschädigen die Larven nicht, sondern entziehen ihnen die Nahrung und zerstören die Kammer durch gänzliches Skeletiren des Blattes innerhalb der Schote.

N° 32. Taf. II, Fig. 33. An *Salix alba*: Der Blattrand wird nur sehr schmal und kurz, wulstförmig umgeschlagen, und weil der kleine Wulst an beiden Enden zugespitzt ist, so entsteht eine halbmondförmige Gestalt, deren mehr oder weniger tiefer Ausschnitt sich nach aussen kehrt. Selten stossen 2 — 3 solcher Schötchen zusammen, sondern sie sitzen in ungleichen Distanzen entfernt. Diese Schötchen sind beiderseits gleich erhaben, weissgelb, im Alter bräunlich, jeder wird nun von einer sehr kleinen gelblichen Larve bewohnt, deren Erziehung mir nicht gelang. *Cec. clausilia.* *

Bis dahin nur einmal, aber in erstaunlicher Menge, an den Ufern der Töss bei Dättlikon, Canton Zürich, beobachtet.

g) *Tütchenform*: das ganze Blatt, oder einzelne Theile desselben werden so eingerollt, dass die Rolle nur an dem einen Ende ganz und spitzig geschlossen ist. Die Larven leben frei und zerstreut an den Seiten der Tute.

N° 33. Taf. II, Fig. 35. An *Alnus incana*: die beiden Blattränder der 3 bis 4 obersten Blätter kleiner saftiger Wurzelschosse werden nach der Oberseite fest und etwas gewunden gegen einander gerollt, so dass sie an der Blattspitze sich genau zusammen schliessen und nur gegen den Blattstiel ein wenig offen bleiben; die Oberfläche dieser Tute ist dicht mit silberweiss glänzenden Härchen, welche etwas länger sind als die der gesunden Blätter, bedeckt. In dem schwarzen Innern dieser Tute leben 10 — 15 kleine, orangengelbe, glänzende und sehr lebhafte Larven beisammen. *Cec. tortilis.** In einer Höhe von 2,000′ über der Meeresfläche, auf der Hohenrohne, im Juli, in einer sumpfigen Waldwiese gefunden.

N° 34. An *Ranunculus bulbosus*: die beiderseitigen Ränder eines, oder aller drei Hauptlappen eines Blattes, rollen sich vom Blattstiele an bis zur Hälfte der Blattlänge fest gegeneinander, und die Rolle wird härtlich und braunroth. Die orangengelben kleinen Larven, deren 3 — 5 in einer Tute wohnen, gehen zu ihrer Verwandlung aus derselben und hängen sich an der Unterseite anderer nahe stehender Blätter an, indem sie sich mit einem äusserst feinen durchsichtigen Gewebe umgeben. So verhielten sie sich wenigstens unter der Glasglocke, nach 10 Tagen erschienen die Mücken. *Cec. ranunculi.**

Im Juli an einer Schanze bei Zürich beobachtet.

Taf. II, Fig. 34. An demselben Orte und gleichzeitig mit obiger fand ich auch noch häufiger an den Blättern von *Trifolium pratense* ähnliche Tuten, die aber unregelmässiger waren, denn an einigen Blättern war nur ein Theil gegen die Blattspitze zu eingerollt, an andern wie eine halbe Schote gefaltet, die Färbung aber war gleich. Die Entwicklung ist auf dem Zimmer nach nicht erfolgt, und weil ich Identität mit *C. ranunc.* vermuthe, wegen Uebereinstimmung in Zeit, Ort und Form, so nehme ich diese einstweilen als Varietät der vorigen.

N° 35. Taf. II, Fig. 36. An *Acer pseudoplatanus* fand ich, Mitte Juli, im Burghölzchen bei Zürich an jungen Stammtrieben, den mittleren Blattlappen unregelmässig und krauss eingerollt, die Tute nach beiden Seiten ihrer Länge erweitert, und die Mitte ringsum schwärzlich. In derjenigen, welche untersucht ward, lagen drei weisse Larven, sämmtlich todt; in einer derselben befand sich ein ovales graues Körperchen (wahrscheinlich eine *Inquiline*), die zwei andern waren von einer *Anthocoris sylvestris*, welche noch dabei stand, ausgesogen; *Cec. irregularis.* *

Die Untersuchung unter dem Mikroskope zeigte aber unzweideutig den Charakter von *Cecidomyien*-Larven.

b) *Filzform.* Ihr Charakter besteht in einer enormen Anhäufung von Haaren auf Blättern, welche übrigens selbst nur wenig und unregelmässig verbogen werden. Die Larven stecken vereinzelt im Filze der Einbiegungen.

N° 36. Taf. II, Fig. 37. An *Poterium sanguisorba.* Die Wurzelblätter dieser Pflanze werden an ihrer Unterseite stellenweise oder vollständig mit einem dichten Filze langer, braungreiser Haare bedeckt, und die Blattfläche ein wenig krausfaltig. In den Vertiefungen der Falten, zwischen den Haaren liegen einzelne kleine, gelbe Larven, die sich auch da verpuppen, ich erhielt jedoch die Mücke nicht. *Cec. erianea.* *

An jungen, besonders vollsaftigen Schossen von *Salix capræa* zeigen sich öfters die Terminalknospen und die nächst stehenden Blätter sammt den Stielen, über die Hälfte mit weisser Wolle bedeckt, die sich besonders gegen den Blattstiel verfilzt, und an dieser Stelle finden sich kleine gelbliche Larven, die zwar viele Aehnlichkeit mit denen der *Cecidomyien* haben, daneben aber auch Abweichungen zeigen, so dass, bevor ich das vollendete Insekt kenne, ich sie nicht zu jenen zu ziehen wage, aber um so mehr die Nachforschungen anderer Entomologen darauf zu leiten wünsche.

Ausser den angedeuteten 36 Gallmückenarten, deren Larven besondere Erzeugnisse an Pflanzen hervorbringen, sind auch noch solche bekannt, welche sich ohne besondere Produktivität in verschiedenen Pflanzentheilen von deren Säften ernähren.

a) C. *Pini Degeer*. In einem Harzcocon auf den Blättern der Rothtanne. Derselbe beschrieb im VI. Bande, Seite 157, diese Art und gab einige Bilder davon auf Tab. 26, Fig. 9, 11, 12, 14 und 19. Und *Ratzeburg* hat in seinem Archive (7. Jahrgang, I. Band, Seite 233, T. 10, und in seinen Forstinsekten, III. Band, Seite 159, Tafel X, Fig. 14, auch in *Wiegmann*'s Archiv, 7. Jahrgang, 1. Band, Seite 233, Taf. X, deren Naturgeschichte noch umständlicher beschrieben und dargestellt.

b) C. *brachyptera*, *Schwägr*. Von *Ratzeburg* an eben angegebenem Orte und in seinen Forstinsekten, III. Band, Seite 160, Taf. 10, Fig, 15, beschrieben; diese lebt als Larve an der Wurzel der Kiefernadeln und verpuppt sich an der Erde in der Streu.

c) C. *pilosa*.* Ihren Cocon fand ich im Winter auf Fichtennadeln; er stimmt vollkommen mit dem von *Degeer* im VI. Bande, Seite 157 beschriebenen und Taf. 26, Fig. 8 und 10 abgebildeten überein. Die Beschreibung seiner Mücke folgt weiter unten.

d) C. *Pini maritimæ*, *Leon Dufour*, deren Cocon derselbe auf jenem *Pinus* fand und in den Ann. d. l. Soc. Ent. d. Fr., VII, 292, beschrieb.

e) C. *Populi*, *Leon Dufour*. Von demselben in den faulenden Bastchichten abgestorbener Pappeln entdeckt und in den Ann. d. scienc. nat., XVI, Seite 257 beschrieben.

f) C. *Tritici*, *Henslow*. In Kornähren. Ueber ihre Naturgeschichte schrieb derselbe in dem « Report of the 11 meeting of the british Association for the advanc. of scienc. held at Plymouth in July 1841, Lond. 1842, 5, 72.

g) C. *destructor*, *Say* (Sillim. Am. Journ. of. scienc. XLI. S. 153). Lebt ebenfalls im Getreide.

h) C. *Flava Meigen*. Lebt, nach der Entdeckung des Herrn *v. Roser* in Stuttgart, in Getreidehalmen.

i) C. *scutellata Meigen*. Lebt, nach der Beobachtung des Herrn *Boje* in Kiel, in Rohrstengeln.

k) C. *Verbasci Maquard.* Lebt nach desselben Beobachtungen in den Blüthen des Wollkrautes. *Meigen*, VII. Band, Seite 23.

l) C. *nigra Meigen.* Lebt, nach den Beobachtungen des Herrn *Schmiedberger*, in dem Samenhause junger Birnen. Vide: Verhandlungen der k. k. Landwirthschafts-Gesell. in Wien. Neue Folge, V. Band, Seite 299, Wien 1837.

m) C. *palustris Linn.* Die zinnoberrothe Larve dieser Art fand ich zwischen den Blättchen von *Mnium palustre* stecken.

n) C. *longicornis Linne.* Soll auf der Sumpfdistel *(Cnicus palustris)* leben, nach *Fabricius*'s Angabe.

o) C. *pennicornis Linne.* Wohne auf der Osterluzei *(Aristolochia clematidis)*, schreibt *Linné*.

p) C. *Ribesii Megerle. Meigen*, I. Band, Seite 98, N° 15. Aus dem Namen zu schliessen, lebt diese auf einer Ribes-Art.

Von der Lebensweise und Nahrung der noch übrigen 11 Arten scheint noch nichts bekannt; ohne Zweifel aber erhalten sich auch diese von Pflanzenstoffen, wahrscheinlich einige von faulem Holz-Mulm, andere wohl auch von Schwämmen.

Ueberhaupt muss den *Cecidomyen*-Larven die Nahrung ganz eigentlich vor den Mund gelegt werden, dass sie diese gerade einschlürfen können; denn sie besitzen kein Organ, mittelst dessen sie die Säfte, z. B. aus den Saftröhren einer Pflanze anziehen und einsaugen könnten, noch weniger vermögen sie, feste Theile zu zerkauen, und wenn *Schmiedberger* an oben angeführtem Orte sagt: « die Larven haben die Samen der jungen Birnchen *aufgefressen*, » so ist dieses nur im allgemeinsten Sinne zu verstehen. Mit dem Kopfe zu stossen, und dadurch weiche Substanzen voneinander zu trennen und auszudehnen und den Saft mittelst der Lippen einzuschlürfen, scheint mir ihre ganze mechanische Geschicklichkeit zur Erlangung der Nahrung zu sein, indem aus den eröffneten Pflanzenzellen sich dann der Saft ergiesst, was so fortgeht, so lange die Lebensthätigkeit der Pflanze immer neuen herbeiführt. Darum sind es auch die jungen, saftreichsten Triebe einer Pflanze, die Spitzen der Zweige, ihre Terminalknospen und Blätter, zu denen der Saft am reichlichsten hinströmt und in denen die Zel-

len in allen ihren Combinationen noch am weichsten sind, an welche die Gallmücke ihre Eier anlegt. Ohne Zweifel wird die Mücke ihre Eier in die Poren der Epidermis legen, wo die ausgeschlüpfte kleine Larve schon ihre Wiege findet, in der ihr die nöthige Feuchtigkeit zufliesst, bis sie so erstarkt ist, um mit ihrem Kopfe die nächst liegende Zelle zu öffnen. Nicht nur aber werden die zartesten und saftreichsten Theile zum Anlegen der Eier gewählt, sondern auch der Standpunkt der Pflanze, mindestens der mit Eiern besetzten Theile, ist, in den weitaus mehrsten Fällen ein solcher, an dem durch Schatten und feuchten Humus die Frische und Weichheit der betreffenden Pflanzentheile, so wie ein reichlicher Zufluss von Nahrungsstoff länger erhalten wird. Und wenn auch die Wohnungen von Gallmückenlarven frei in der Luft und der Sonne ausgesetzt stehen, so wird man leicht andere Verhältnisse entdecken, durch welche derselbe Zweck erreicht wird; z. B. von *C. strobilina* findet man die Schuppenzapfen immer nur an solchen Weiden, die unmittelbar an Gewässern stehen, deren aufsteigende Dünste die nöthige Luftfeuchtigkeit erhalten. Unter den 34, bis dahin von mir selbst beobachteten Produktionen von Gallmücken sind nur 5 Arten, meistentheils aus der Schoten- und Kapselform, bei denen die angedeuteten Verhältnisse nicht vorhanden zu sein scheinen, — diess ist aber in der That nur scheinbar, weil, allein durch andere Mittel, derselbe Zweck erreicht wird. *Onobrychis sativa* ist eine härtliche Pflanze, und wächst auf trockenen, steinigen Weiden und Aeckern, aber die Oeffnung der Schötchen nimmt den Thau auf und führt dem Innern die nöthige Feuchtigkeit zu; und so ist es auch bei den übrigen Schoten- und Tütchenformen, wie ich oft beobachtete. Bei *Daucus carota*, die ebenfalls an offenen und trockenen Orten steht, ist der Milchsaft des Samens, welcher in der fest verschlossenen Kapsel von *C. pericarpiicola* nicht verdunsten kann, schon genügend, und bei den wahren, vollkommen verschlossenen Gallen erhalten die zufliessenden Säfte die inneren Wände in der nothwendigen Weichheit. In den Fällen, wo eine Larve in festen Gallen sich ausser denselben verwandeln soll, und also die Wände durchbrechen muss, glaube ich, dass die Larve mittelst eines beizenden Saftes durch den Mund die Wand erweiche, und dann durch Stossen mit dem Kopfe die Oeffnung zu Stande bringe; wenigstens ist an den Gallen an *Populus tremula* auffallend, dass die Stelle der Oeffnung zuvor schwärz-

lich, und diese dann selbst unverhältnissmässig gross wird, während bei allen Insekten, die sich ein Loch ausbeissen können, dieses genau nicht grösser, als absolut nothwendig und kreisrund ist.

Es ist leicht einzusehen, warum die Erziehung der Cecidomyen-Larven mit kaum besiegbaren Schwierigkeiten verbunden ist und so oft misslingt; sobald ein Zweig abgeschnitten wird, hört aller Zufluss des Saftes auf, und der noch vorhandene vertrocknet oder verdirbt. Nur wenn man die ganze Pflanze mit ihrer Wurzel in einen Topf pflanzen kann, und diesen in ein Glashäuschen stellt, gelingt die Erziehung leicht, und gewährt viel Vergnügen. Zu Herstellung solcher Glashäuschen lasse ich mir 4 Glastafeln von 12″ Länge und 4½″ Breite zu schneiden; diese werden an ihren Längskanten mit 3‴ breiten Papierstreifen zusammengeleimt, die quadratische Oeffnung an dem einen Ende des so hergestellten Parallelepipeds mit feinem Flor überzogen, das andere Ende bleibt offen und wird über den Topf gestützt. Diese Vorrichtung ist überhaupt für die Erziehung aller Arten von Insekten die zweckmässigste und bequemste. Nur in dem Falle, wo abgeschnittene Zweige oder einzelne Blätter möglichst lange Zeit frisch erhalten werden sollen, wie neben den Erzeugnissen von Gallmücken auch bei Minirern das erste Erforderniss ist — da sind Glasglocken das Beste.

Ich habe schon früher erwähnt, dass nur eine jährliche Generation bei wenigen, zwei bis vier aber bei der Mehrzahl von Gallmückenarten statt finden möchten. Diese Behauptung muss ich wiederholen, entgegen den Beobachtungen, die Herr *Ratzeburg* über die Buchengallen im 3. Bande seiner Forstinsekten, S. 161 mittheilt, nach welchen auch bei diesen jährlich nur Eine Generation statt finden soll. Wenn dem so wäre, wie erklärte sich dann die stetige Erscheinung neuer Gallen auf den Buchenblättern? Wenn die Buchengallmücke, wie Herr *Ratzeburg* beobachtete, schon im April erscheint, sollten dann diese zarten Thierchen allein eine Lebensdauer von *vier* Monaten haben, und während derselben *von Zeit zu Zeit* wieder Eier legen? Dieses ist eben so unwahrscheinlich, als es unmöglich ist, dass alle diese Gallen von den im Mai gelegten Eiern herkommen sollten; denn diejenigen Blätter, auf denen im August und September Gallen erscheinen, waren ja im Mai und Juni noch nicht einmal als Knospen vorhanden! Man erinnere sich hier an das Vorkommen von Larven verschiedener Altersstufen in den

schuppigen Gallen auf *Salix purpurea*, und das stetige Auftreten neuer Blattumschläge an *Salix viminalis*. Drei Generationen beobachtete ich positiv bei *Cecid. ulmaria*, *bursaria*, *strumosa*, *marginemtorquens* und *veronicæ*, und bei allen diesen ward die Beobachtung *nicht über die ganze Entwicklungszeit* der Pflanzen fortgesetzt! Eben so bestimmt sind von folgenden zwei Generationen beobachtet: *Cecid. Stachydis*, *Rosæ*, *capitigena*, *fenestralis*, *Reaumurii und Hyperici*. Bei diesen letztgenannten machte ich eine merkwürdige Beobachtung über die schnelle Entwicklung ihrer Eier: den 29. Juli Nachmittags kam im Glashäuschen auf *Hypericum perforatum* eine Schaar Mücken zum Vorschein; den 30. Nachmittags nahm ich einen Theil davon in eine Glasröhre und betrachtete sie an diesem und dem folgenden Tage oft mit der Lupe, wie sie beständig mit dem langvorgestreckten Legebohrer das Glas betasteten und in die Poren des Pfropfes eingriffen; den 1. August waren schon alle Mücken todt, und den 4. August waren die Seiten des Glases mit kleinen rothen Larven besäet. Diese Larven hatten eine sehr schmal lanzettförmige Gestalt, wie eine Packnadel.

Die Gallmücken, wenigstens die kleineren Arten, fliegen nicht weit, sondern halten sich immer nächst ihrer Mutterpflanze, daher man sie auch alljährlich wieder an derselben antrifft und ihres Wiederfindens sicher sein kann, wofern keine Standveränderungen mit der betreffenden Pflanze vorgegangen sind. Aus gleichem Grunde zeigen sich aber auch die meisten Arten nur stellenweise gemein oder häufig; eine solche allgemeine Verbreitung, wie *Cecid. Fagi* hat, ist mir von keiner andern Art bekannt. Doch ist auch bei dieser etwa eine Unterbrechung über grössere Landstriche zu bemerken; so fand ich einst im Canton Uri von Flüelen über den Seeboden und bis Amsteg keine; aber dann wieder von dem Maderaner Thal an bis an die Buchen-Gränze. In Waldschlägen wandern diese Mücken mit den Pflanzen ein und wieder aus, gleich andern Insekten.

Die Larven der Gallmücken sind sehr häufig mit *Inquilinen* besetzt, so dass man auch bei diesen dasselbe Verhältniss wieder findet, nach welchem, je stärker die Vermehrungsfähigkeit einer Insektenart ist, um so zahlreicher auch ihre Feinde sind. Ueberall dieselbe weise Vorsorge des erhabenen Schöpfers der Natur! Herr *Ratzeburg* hat schon den merkwürdigen Umstand beobachtet, dass Mückenlarven in Gallen, welche von *Inquilinen* besetzt sind, nicht wie die andern vor der Ver-

wandlung aus der Galle geben. Natürlich, — denn die so besetzten Larven sind keine wahren Mückenlarven mehr, sondern die von Wespen, deren Instinkt sie in der sichern festen Kammer bleiben heisst, aus der die Wespe mit ihren Beisszangen schon die Thüre zu machen die Geschicklickeit und Kraft hat. Auch aus andern Mückenwohnungen, welche schon einen leichten Ausgang haben, wie z. B. die Galle von *C. capitigena*, geht die *Inquiline* nicht durch diesen, sondern macht sich seitlich einen andern. Aus Larven von *C. Hyperici* habe ich *Microgaster* erhalten, die viel grösser sind, als die Mücke.

Für die Landwirthschaft machen sich einige dieser kleinen Thierchen wichtig durch den bedeutenden Schaden, den sie verursachen. Vor allen ist *Cec. destructor Say* (s. *Kollar*'s schädliche Insecken, S. 130) verderblich, welche die Halme oberhalb der Wurzel oder des ersten Knotens in der Höhlung mit Larven besetzt, wodurch das Wachsthum des Halmes und besonders der Aehre ganz verkümmert wird. Sodann auch *C. Tritici Kirby*, welche in den Blüthen des Weizens lebt und die Befruchtung der Körner hindert. Auch *Cec. nigra Meigen* richtet unter den jungen Birnen grosse Verwüstungen an, und *Cec. Onobrychidis*, wenn sie in Massen erscheint, kann eine Kleepflanzung unbrauchbar machen; oder wie *C. brachyntera Schwäg.* die Kiefern im Wachsthume zurücksetzen.

Zur Vertilgung dieser Gäste kann nicht viel gethan werden, am meisten noch bei *Cec. nigra*, dadurch, dass man die jungen Früchte, sobald sie abgefallen sind, sorgfältig einsammelt und zerstört. Dieses sollte aber, beiläufig gesagt, nicht nur mit den ganz kleinen Birnen und um dieser Mücken willen geschehen, sondern mit allen abfallenden Baumfrüchten, weil das Abfallen meistentheils Folge von Insektenfrass ist. Dadurch kann man am leichtesten eine Menge der den Früchten schädlichen Insekten vertilgen, ohne dass dem Baume einiger Schaden zugefügt würde. Bei den andern schädlichen Mücken dürfte kaum ein andres Mittel zu ihrer Vertilgung entdeckt werden, als das sofortige Abschneiden der belegten Pflanzentheile, sobald die Krankheit bemerkt wird.

Von den im Vorhergehenden beschriebenen 36 Produktionen von Gallmücken fand ich nur 10 Arten von Autoren schon erwähnt, die übrigen scheinen noch grösstentheils unbekannt oder unbeschrieben zu sein. Ohne Zweifel könnten in kurzer Zeit noch viele Arten entdeckt werden, wenn mehrere Forscher ihre

Aufmerksamkeit darauf richten würden. Unter den 14 von mir erzogenen Arten fand ich noch keine von Meigen oder anderen Autoren beschriebene, obgleich ich dieselben genau und gewissenhaft verglichen habe; weil ich aber meine Beschreibungen nach lebenden Individuen entworfen habe, und diese zarten, winzigen Thierchen nach dem Tode beim Eintrockenen die Farbe des Hinterleibes manchmal verändern oder doch die Zeichnungen undeutlicher werden, so ist es sehr schwierig, bei der vergleichenden Kritik sich ganz von Irrungen frei zu halten, deren Berichtigung nur durch fortgesetzte Beobachtungen und gegenseitige Mittheilungen verschiedener Beobachter zu Stande kommen kann.

III.

Aufzählung der bis dahin beschriebenen Arten, mit Hinweisung auf ihre Autoren, ihr Vaterland und ihre Nahrungspflanzen; mit besonderer Rücksicht auf ihre Verbreitung in der Schweiz.

Meigen hatte im ersten Bande seiner Beschreibung der bekannten europäischen Zweiflügler, die *Cecidomyien*, 22 Arten, ohne Gruppirung in Sippen beschrieben; in den Nachträgen jedoch (6. Band, S. 267) zwei Abtheilungen, nach der Bekleidung der Flügel, angenommen, nämlich: « a) Flügel nacktrandig, ohne alle Haarfransen, und b) Flügelrand gefranst. » Diese Eintheilung characterisirte er aber in den Nachträgen (7. Band, S. 21) nur nach dem Hinterrande der Flügel: « a) Hinterrand der Flügel nackt; b) Hinterrand der Flügel gefranst. » Ich halte mich einstweilen noch an die erste Eintheilung, weil die äusserst feinen Härchen der Flügelränder leicht abgestossen werden und in Sammlungen abfallen, und also dieser Charakter verloren geht. Ohne Zweifel werden sich bei genauerer Beobachtung dieser Thierchen festere Charaktere zur Begründung der Sippen herausstellen; aus den vorhandenen, grösstentheils allzukurzen und unvollständigen Beschreibungen, können aber diese nicht ermittelt werden. Auch zur Unterscheidung der Arten müssen andere Charaktere als die der Farben hinzugezogen werden, wenn nicht die Färbung des ganzen Thierchens mit Elementar-

Farben, wie roth, gelb und schwarz einen hervorstechenden Unterschied darbieten. Die festesten Kennzeichen der Arten scheinen mir aus der Zahl und Gestalt der Fühlerglieder bei ♂ und ♀, aus der verhältnissmässigen Länge der Fühler zum ganzen Körper, und aus der Sculptur des ganzen Flügels und dem Adernverlaufe entnommen werden zu können. Das mehr oder minder starke Hervortreten des Legebohrers kann nicht wohl zur Unterscheidung der Arten berücksichtigt werden, weil sich dieses Verhältniss nach Umständen verändert, wie z. B. bei *C. Hyperici*, bei der vor dem Eierlegen der Legebohrer ganz eingezogen ist, nach diesem Akte aber ausgestreckt bleibt.

Bei der nachfolgenden Aufzählung mag es genügen, mich allein auf *Meigen* zu berufen, und nur bei dem ihm unbekannt gebliebenen, oder nach ihm gründlicher beschriebenen Arten, den Autor zu citiren. Ohne gründliche vergleichende Kritik, welche zur Zeit wegen den unvollständigen Beschreibungen unmöglich wäre, scheint mir die Synonymie keinen Werth zu haben.

a) Flügel nacktrandig, unbefranst.

1. *Cecidomyia grandis* Meigen. Meig. B. I, S. 41, N° 1.
   Deutschland, Schweiz (in Bündten, Amstein, bei Zürich, Zug.)
2. C. *lateralis* Meig. Mg. I, S. 96, No. 5.
   Deutschland.
3. C. *fuscicollis* Meig. Mg. I, S. 97, No. 12. *Bouché* Naturg. d. Insekten, S. 25, No. 2 (nach dessen Beobachtung lebt die Larve in Hyazinten- und Tulpenzwiebeln).
   Deutschland.
3. C. *lutea* Meig. Mg. I, S. 99, No. 16.
   Frankreich, Deutschland, Schweiz. (In Bündten, Amstein, bei Zürich, Dübendorf, am Katzensee, häufig.)
   Der Aufenthalt ihrer Larve ist noch nicht entdeckt; wahrscheinlich aber lebt dieselbe an der Oberfläche der Erde unter faulendem Holze, denn man findet an Holzstückchen, welche der Erde aufliegen, ihre Nymphen unter einem feinen, aber

doch dichten Gewebe von weisser Seide, zu 30 — 100 nahe beisammen. Herr *Menzel* fand diese Gespinnste besonders häufig auf Corsica, und bei Böckten ähnliche, in dem ausschwitzenden Safte der Spalten von frisch gefälltem Buchenholze.

5. C. *flava* Meig. Mg. I, S. 99, No. 17.
Deutschland, Schweiz (in Bündten, Amstein).

6. C. *albitarsis* Meig. Mg. VI, S. 268, No. 20.
Deutschland.

7. C. *annulipes* Meig. Mg. VI, S. 268, No. 21.
Deutschland.

B) Flügelrand befranst.

* a) *Rückenschild über den Kopf hervortretend* (¹).

8. C. *fasciata* Meig. Mg. I, S. 94, No. 2.
Deutschland, Schweiz (in Bündten, Amstein).

9. C. *cuculata* Meig. Mg. I, S. 96, No. 6.
Deutschland.

10. C. *producta* Meig. Mg. VI, S. 267, No. 18.
Deutschland.

* b) *Vorherrschende Farbe des Mittel- und Hinterleibes dunkel, schwarz oder braun.*

11. C. *Klugii*, Meig. Mg. I, S. 95, No. 5. Macq. dipt. 1, S. 159, No. 2.
Deutschland, Frankreich.

12. C. *nigra* Meig. Mg. I, S. 95, No. 4. Macq. dipt. I, S. 161, No 10. Macq. dipt. du nord, S. 172, No. 4. Lebt, nach der Beobachtung

(¹) Unter diese vorläufig von mir angenommene Abtheilung gehören auch noch *C. grandis* und *cornuta*, also 5 Arten.

des Herrn *Schmiedberger*, in den jungen Birnen, und verursacht deren frühes Abfallen. Deutschland, Frankreich, Schweiz.

13. C. *loti Degeer*. Meig. I, S. 100, lit. c. Macq. dipt. I, S. 161, No. 13 (vide Prod., No. 17). Deutschland, Frankreich, Schweiz (am Montallein bei Chur, und bei Bökten von Menzel beobachtet.

14. C. *pennicornis Linné*. Mg. I, S. 100, lit. c. Macq. dipt. I, S. 162, No. 15. Auf *Aristolochia clematitis*.
Schweden, Deutschland, Frankreich.

15. C. *obscura* Meig. Mg. VII, S. 22, No. 30.
Deutschland (Baiern).

16. C. *tristis* Meig. Mg. VII, S. 22, No 31.
Deutschland (Baiern).

17. C. *Juniperina* Linn. Linn. syst. d. Nat., ed. 12, pag. 977, No. 51.
Degeer, B. VI, S. 153, Tab. 25, Fig. 7 — 21.
In den Terminalknospen des Wachholders, vid. Prod. No. 24.
Schweden, Schweiz (von Herrn *Menzel* bei Böckten gegen den Wysler beobachtet).

18. C. *Fagi* Hartig. Hart. Jahresberichte, I. B., 4. Heft.
In den Gallen auf Buchenblättern, vid. Prod. No. 3.
Frankreich, Deutschland, Schweiz. Ueberall gemein.

19. C. *Pini* Degeer. Mg. I, S. 99, lit. a. *Ratzeb*. Forstinsect., III. B., S. 159. Tab. X, Fig. 14. Macq. dipt. I, Seite 161, No. 12.
Schweden, Frankreich, Deutschland, Schweiz (bei Lindau und Zürich.

20. C. *brachyntera* Schwäg. *Ratzeb*. Forstins., III, S. 160, Taf. 10, Fig. 15.
Pfeil's krit. Blätt., B. IX, Heft 1, S. 163, und B. X, Heft 1, S. 110.
Wiegmann's Archiv, l. c., S. 233.
Bouché, Gartenins. S. 123.
Dessen Gesch. der Ins., S. 26, No. 41.
In den Nadelscheiden der Kiefern von *Zimmer* entdeckt.
Deutschland.

21. C. *nigripennis* Meig. Mg. VI, S. 269, No. 23.
Deutschland.

22. C. *scutellata* Meig. Mg. VI, S. 270, No. 25.
Deutschland.

23. C. *fusca* Meig. Mg. VI, S. 270, No. 26.
Deutschland.

24. C. *leucopeza* Meig. Mg. VI, S. 268, No. 19.
Deutschland.

25, C. *Tritici Kirby*, *Henslow*; vid. *Erichson*, Bericht, 1844, S. 112 (256).
Kollar, schädliche Insekten, S. 134.
England, Deutschland. In den Halmen, gerade oberhalb der Wurzel oder des ersten Knotens.

26. C. *destructor Say*. *Kollar*'s schädl. Insekten, S. 130.
Wiedemann, aussereurop. Zweifl., I, S. 21.
Macq., Dipt., I, S. 159, No. 4.
England, Ungarn, Oesterreich. In Weizenähren.

27. C. *cerealis Suter*. *Kollar*, schädliche Insekten, S. 136.
Germar, Magazin, III, S. 366.
Deutschland (im Grossherzogthum Baden vom Herrn Medizinalrath *Suter* beobachtet). Wahrscheinlich dasselbe Insekt hat auch schon am Hafer in Steyermark und Kärnthen grossen Schaden angerichtet.

28. C. *Verbasci Vallot*. Mg. VII, S. 23, No. 37.
Macq., Dipt. I, S. 160, No. 8.
Frankreich. Die Larve lebt in den Blüthen des Wollkrautes, die sich alsdann nicht öffnen; *Macq.*

* C. Mittelleib, wenigstens der Rückenschild, dunkelfarbig (schwärzlich, bräunlich), Hinterleib in der Grundfarbe hellfarbig (roth oder gelb).

29. C. *nigricollis* Meig. Mg., I, S. 97, No. 7.
Deutschland.

30. C. *griseola* Meig. Mg., I, S. 97, No. 9.
Deutschland.

31. C. *griseicollis* Meig. Mg., I, S. 97, No. 10.
Deutschland.

32. C. *bicolor* Meig. Mg. I, S. 98, No. 12.
Macq. Dipt., I, S. 162, No. 17. Desselben Dipt. du Nord, S. 172, 6. *Bouché*, Gesch. d. Insekt., S. 25., No. 3. Derselbe entdeckte ihre Larve in verfaultem Kuhmiste; Herr *Menzel* und ich zogen dagegen diese Mücke aus Weidenmulm, und Herr *Macquart* fand sie häufig auf Blüthen.
Frankreich, Deutschland, Schweiz.

33. C. *longicornis Linn. Fabr.* Mg., I, S. 100, Lit. d.
Macq., Dipt., I, S. 162, No. 14.
Schweden, Frankreich, Deutschland. Lebt auf Cnicus palustris, Linné.

34. C. *Westermanni* Meig. Mg. VI, S. 269, No. 22.
Deutschland.

35. C. *pratorum* Meig. Mg. VII, S. 21, No. 9.
Deutschland.

36. C. *variegata*. *Macq.* Mg. VII, S. 22, No. 34.
Macq. Dipteren, I, S. 160, N. 6. Dipt. du Nord, S. 171, No. 3.
Frankreich, Deutschland.

37. C. *pygmaea Macq.* Mg. VII, S. 23, No. 36.
Macq., Dipt. I, S. 162, No. 18. Dipt. du Nord, S. 173, No. 7.
Frankreich.

38. C. *Artemisiæ Bouché*. Dessen Naturgeschichte der Insekten, S. 27, No. 6.
Deutschland. In monstrosen Knöpfen der Blüthenstiele von *Artemisia campestris. Bouché.*

39. C. *Salicis Bouché*. Desselben Naturgeschichte der Insekten, I, S. 27, No. 5.

Deutschland. In faulem Weidenholze. Herr *Bouché* äussert Zweifel, ob diese Mücke von der *C. salicina Degeer*'s verschieden sei. Die Beschreibungen beider Autoren sind zu kurz und unvollständig, um nach denselben entscheiden zu können; indessen scheint mir die wahre Artverschiedenheit wegen der ganz ungleichen Lebensart sehr wahrscheinlich.

* d. Mittel- und Hinterleib in der Grundfarbe roth (fleischroth, zinnoberroth, carminroth).

40. C. *palustris Linné*. Mg. I, S. 96, No. 7.
Macq., Dipt., I, S. 160, No. 5. Dipt. du Nord, S. 171, No. 2.
Frankreich, Deutschland, Schweiz. Herr *Macquart* beobachtete diese Mücke in Menge auf Grasähren sitzend, wie sie ihre Eier zwischen die Schuppen der Glumen legte.

41. C. *carnea* Meig. Mg. I, S. 98, No. 13.
Deutschland, Schweiz (in Bündten, Amstein; bei Zürich und Dübendorf).

42. C. *fuscipennis* Meig. Mg. I, S. 98, No. 14.
Oestreich.

43. C. *nervosa* Meig. Mg. VII, S. 21, No. 28.
Deutschland (Baiern).

44. C. *vittata* Meig. Mg. 7, S. 22, No. 32.
Deutschland.

Sollen zu der Abtheilung A gehören.

45. C. *albipalpis* Meig. Mg. VII, S. 22, No. 33.
Deutschland.

* Mittel- und Hinterleib ganz gelb.

46. C. *Ribesii Megerle*. Meig. I, S. 98, No. 15. *Macq.* Dipt. I, S. 162, No. 16.
Oestreich.

47. C. *pallida* Meig. Mg. VI, S. 270, No. 24.
Deutschland.

48. C. *pictipennis* Meig. Mg. VI, S. 270, No. 27. *Macq.*, Dipt. I, S. 160, No 7.
Deutschland, Frankreich, Schweiz. Ich erhielt einst in einem,

mit Ahorn-Gallen aus der Umgebung Zürichs (es waren die Gallen von *Cynips Acerina**) gefülltem Glase einige Individuen dieser Mücke; dadurch wird es wahrscheinlich, dass die Larve dieser auf Ahornblättern lebe.

49. C. *aurantiaca Macq.* Mg. VII, S. 23, No. 35. *Macq.*, Dipt., I, S. 161, No. 11. Dipt. du Nord, S. 172, No. 5.
Frankreich (bei Lille).

Von den nachfolgenden Arten sind theils die Beschreibungen, welche mir vorliegen, zu unvollständig, um daraus erkennen zu können, unter welche Abtheilung die Mücken gehören, theils habe ich die Werke, in welchen ihre Monographie niedergelegt ist, nicht erlangen können.

50. C. *Salicina Degeer.* Mg., I. B., S. 100, Lit. b.
Degeer, VI, S. 155, Tab. 26, Fig. 1 — 7.
Frisch, 12. Th., S. 7, Tab. II, Fig. 1.
Bouché, Garteninsekten, S. 124.
Macq., Dipt., S. 159, No. 3. Dipt. du Nord, S. 171, No. 1.
Frankreich, Deutschland, Schweiz.

Obgleich von mehreren Arten, welche ich oben unter bestimmten Abtheilungen eingereiht habe, keine vollständigere Beschreibung vorliegt, als von dieser C. *Salicina*, nach welcher sie unter die Abth. B, b einzureihen wäre, so veranlasst mich der Umstand, dass von dieser Art so verschiedene Produktionen beobachtet worden, deren Identität aber noch zweifelhaft ist, diese Art unter die nach ihrer Persönlichkeit mir noch unbekannten einzuschalten. Nachfolgende Formen der *Weidenrose* habe ich bisher beobachtet:

1) Die Normalform (vid. Produkt. No. 22) von *Reaumur*, *Degeer* und *Frisch* etc. abgebildet, auf *Salix capræa*, kommt überall vor, sowohl in Waldungen, als auf frei stehenden Gebüschen, aber nicht häufig.
2) Die Form, welche ich oben unter N° 22 a schon beschrieb.

3) Diejenige, in derselben No. unter Lit. b erwähnte, auf *Sal. alba.*

4) Ebenfalls auf *Salix alba* von 2'' Durchmesser, und dadurch ausgezeichnet, dass sie eine Höhe von 1½'' hat, und die Blätter, mit Ausnahme derer im Mittelpunkte, alle ungefähr gleich lang und breit sind, aber alle horizontal von der Achse abstehend. Diese Form beobachtete ich erst einmal auf dem Scheiterberge bei Andelfingen.

5) Auf *Salix purpurea,* nur kleine, 6 — 8''' im Durchmesser und halb so hoch; die Blättchen sind eben so gestellt wie bei der vorigen, meistens fast so breit als lang, und beiderseits stark weissfilzig. Nicht selten am Seehorn bei Zürich.

Ich zweifle, dass alle diese Formen von derselben Mückenart erzeugt werden, doch immerhin noch wahrscheinlicher, als dass die *C. Salicis Bouché* mit dieser *C. Salicina Degeer* identisch sei, da ihre Lebensweise so verschieden ist.

51. C. *annulipes Hartig. Ratzeburg*'s Forstinsekten, III, S. 162, Taf. V, Fig. 15.
Deutschland, Schweiz (im Canton Zürich häufig, jedoch bei weitem nicht so gemein, wie *C. Fagi*).

Ob diese *C. annulipes Hartig*'s mit der *C. annulipes Meigen*'s identisch sei oder nicht, ist mir noch ungewiss, weil ich leider, wie schon erwähnt, *Hartig*'s Beschreibung nicht vergleichen kann. Ich zweifle jedoch an der Identität, weil ich voraussetzen zu müssen glaube, Herr *Hartig* habe diese Mücke mit der Meigen'schen Beschreibung verglichen, und die Gleichnamigkeit sei nur durch einen Irrthum entstanden.

52. *Degeerii* Degeer*, VI, S. 156, Taf. 26, Fig. 7.
Schweden, Schweiz (bei Dällikon, C. Zürich, fand ich einmal eine Anzahl solcher Gallen, es gelang mir aber die Erziehung nicht). *Meigen*, und wie es scheint, auch *Ratzeburg*, in seinen Forstinsekten, III, S. 163, ziehen die Erzeugerin der Holz-

gallen mit der der Weidenrosen unter eine Art zusammen. Die Lebensart ist aber so verschieden, dass ich, auf meine Beobachtungen gestützt, dreist wage, diese als eigene Art aufzuführen, und nicht zweifle, dass, wenn es einem Beobachter gelingt, beide Arten zu erziehen und zu vergleichen, meine Voraussetzung gerechtfertiget werde. Nach *Bouché* (Gartenins., S. 124) soll diese Mücke zuweilen den Bindeweiden sehr verderblich werden.

53. C. *Pini-maritimæ Leon Dufour*. Annal. d. l. Soc. Ent. d. Fr., VII, S. 293.
Frankreich. Auf den Nadeln der *Pinus maritima*. L. D.

54. C. *Populi*, *Leon Duf*. Ann. d. scienc. nat., XVI, S. 257.
Frankreich. In faulenden Bastschichten der Pappeln. L. Df.

55. C. *Pyri*, *Bouché* in seinen Garteninsekten.
Norddeutschland. Dreht die Blättchen der Zweigspitzen an Birnbäumen zusammen.

56. C. *Bromi Hammersch*. Isis, 1834. S. 719.
Oestreich. Von Herrn Dr. *Hammerschmidt* beobachtet.

57. C. *poæ*, *Palisot de Beauvais*. Isis, 1834. S. 719.
Frankreich. Von *Pal. d. B.* in *Poa trivialis* beobachtet.
Da ich leider das Werk von Hr. Dr. *Hammerschmidt* in Wien, in dem eine Monographie der *Cec.* niedergelegt ist, nur dem Namen nach kenne, so zähle ich diese beiden Arten, der Vollständigkeit wegen, nur dem Namen nach auf.

Arten, welche ich noch nicht beschrieben finde, aber aus ihren Produktionen aufgesogen habe.

A. Flügel nacktrandig, viernervig.

1. C. *grossa**. Mit C. *grandis Meig*. nahe verwandt, unterscheidet sie sich durch die geringere Grösse von nur 2‴ gegen 3‴; ferner ist der Rückenschild tiefschwarz, nicht bloss schwarzbraun, und

unter den Flügeln steht eine grosse blutrothe Beule; die Schenkel sind blassgrau mit brauner Spitze. Im Mai in der Umgebung Zürich's, selten.

2. C. *formosa* *. ♂ $1^1/_2$''' lang. Kopf: Augen glänzend schwarz; Vorderkopf bis an den Scheitel zinnoberroth, Scheitel tiefschwarz; Hinterkopf röthlich. Fühler, Taf. 1, Fig. 6, $^2/_3$ der Leibeslänge lang, borstenförmig, achtgliedrig, die Knöpfchen kugelrund, glänzend schwarz, unbehaart, die Stielchen dazwischen schneeweiss. (Das achte Glied endigt mit einem Stielchen, desswegen ich glaube, dass einige Glieder möchten abgebrochen sein.) Mittelleib: Rückenschild und Schildchen braun; 3 dunklere Streifen auf ersterem sind nicht deutlich erkennbar; Seiten und Brust blass zinnoberroth, Schwinger weiss. Flügel, Taf. 1, Fig. 1, glasshell, kaum etwas graulich, durchaus glatt, ohne alle Härchen und Fransen. Der Adern Verlauf ist ausgezeichnet: die erste Längsader läuft nahe am Vorderrande, parallel, und vereinigt sich in einem sehr spitzen Winkel nach einem Drittheile seiner Länge mit demselben; die zweite, von der Wurzel ausgehend, ist ausserhalb der Mitte der ersten ein wenig gebrochen; von diesem Punkte geht ein rücklaufender Ast nach der ersten, und die Stammader läuft gebogen bis an die Spitze des Aussenrandes; der dritte (sehr feine) entspringt bei der Gabel des zweiten und geht durch die Mitte des Flügels zum Aussenrande; die vierte (so stark wie die erste) geht gerade bis zur Mitte der Flügellänge und krümmt sich dann schnell nach dem Innenrande; beim Anfange des Bogens entspringt ein Ast, der sich, parallel mit der dritten Längsader und sehr genähert, bis an den Rand fortsetzt, so dass man den Flügel auch fünfnervig nennen könnte. Beine: Schenkel und Schienen blassbräunlich mit dem gewöhnlichen Schiller; Fussglieder gelblich weiss, Klauen schwarz. Hinterleib blass bräunlich-grau, erster Ring oben geschwärzt, Saum des

sechsten und siebenten schmal schwarz, des achten rostgelb gleich wie die Zange.

Ende August ein ♂ im Hottingerberg-Walde gefangen.

3. C. *cornuta**. ♀ 2¼‴ lang. Kopf: fahlgelb; Augen glänzend schwarz; Fühler so lang als Kopf und Halsschild, braun, elfgliedrig, nach Zeichnung Taf. 1, Fig. 6, b. Mittelleib: röthlichgelb; Rückenschild weit über den Kopf hinaus verlängert, und in Form eines kurzen, stumpfen, ein wenig an der Spitze nach dem Kopfe geneigten Hörnchens ausgeschnitten (Taf. 1, Fig. 6, c), mit bräunlichrothen Flecken, von denen der mittlere, im Leben an der Basis blutrothe, nur bis zu der Flügelwurzel reicht, die Seitenflecken aber in der Mitte nach vorn abgebrochen sind; Schildchen röthlich, glatt, stumpf gerundet; Schwinger röthlich, mit dunkelm Köpfchen; Flügel wenig graulich, ganz glatt, mit 4 gelblichen Nerven, die in Form und Verhältniss denen von *C. grandis* gleichen; Beine: röthlichgelb, die Schienen an der Spitze rothbraun, die Fussglieder schwärzlich. Hinterleib bluthroth, nach Verhältniss ungewöhnlich dick, mit wenig vorstehendem spitzen Legebohrer. Den 9. Mai in einer sumpfigen Wiese gefangen.

B. Flügelrand befranst.

4. C. *limbitorquens** ♂ ¾‴ lang. Kopf durchaus schwärzlich; Stirn in eine kegelförmige behaarte Spitze erhoben; Fühler vierzehngliedrig, Glieder entfernt, länglich rund, mit wenigen, aber starken, grauen Härchen besetzt. Mittelleib schwärzlich, Rückenschild tiefschwarz, langhaarig, Brustseiten grau, unter den Flügeln röthlich, Schildchen schwarz, behaart; Schwinger grau, mit dickem länglichem Köpfchen; Beine schwärzlich, Schenkel und Schienen unten weisslich, ohne Schiller; Flügel blass

schwärzlich, gläsern-glänzend, aber nicht irisirend, Adernverlauf wie bei *C. grandis*, Innenwand bis zur Bogenader langhaarig. Hinterleib mattschwarz, ebenso die kleine dicke Zange, sehr dünn behaart, Bauch blässer mit grünlichem Anfluge.

5. C. *grisea**. 1½''' lang, Kopf und Fühler schwärzlich. Mittelleib aschgrau, Rückenschild fast schwarz; Schildchen und Schwinger grau; Flügel schwärzlich, an der Einlenkung rothgelb, zweiter und dritter Nerv sehr entfernt, mit einem Seitenaste gegen den Innenrand; Beine grau, Schenkel und Schienen weissschillernd. Hinterleib grünlich schwärzlich, das letzte Glied gelblich, alle breit weisslich-grün gesäumt, mit wenig kurzen, aber starken grauen Härchen besetzt, Afterzange schwarz. In der Mitte Mai's im botanischen Garten in Zürich gefunden.

c. Mittelleib, wenigstens der Rückenschild, dunkelfarbig (schwarz oder braun); Hinterleib hellfarbig (roth oder gelb).

6. C. *Veronicæ**. 1''' lang. Kopf und Fühler schwärzlich, diese bei ♂ länger als der Leib, mit kugelichten, sehr entfernten Gliedern. Mittelleib: Rückenschild vom Kopf bis hinter die Flügelwurzel dunkelbraun, so auch das Schildchen; Hinterrücken fleischroth, Seiten und Brust mehr gelblich-roth, eben so die Schwinger; Flügel sehr blass graulich, Vorderrand bis zur Mündung der ersten Längsader auffallend stark und tiefschwarz, so wie die erste Längsader, die zweite und dritte dagegen sehr fein und blass. Beine: Schenkel gelblich, Schienen und die ersten Fussglieder dunkelgrau, mit gelblichweissem Schiller, die übrigen Fussglieder schwarz; Hinterleib einfarbig fleischroth; Legebohrer halb so lang wie der Leib, überall gleich dick, blassroth mit schwarzer Spitze.
Vid. Produktion No. 27. Sehr gemein um Zürich, auch bei Bökten, *Menzel*.

7. C. *Capitigena**. 1 1/5 ''' lang. Kopf rundlich, ganz schwarz; Fühler bei ♂ halb so lang als der Leib, Glieder länglich mit starken, schwarzen Haaren; bei ♂ so lang als der Mittelleib, zwölfgliedrig, schwachbehaart. Mittelleib schwarz, auf dem Rückenschilde mit streifenförmigem, grauem Schiller. Brustseiten unter den Flügeln röthlich; Schildchen schwarz, haarig; Schwinger gelblich, schlank; Flügel schwärzlich, ohne allen Schiller, ringsum mit kurzen, starken Fransen, Vorderrand dick und schwarz. Beine bei ♂ bedeutend länger als bei ♀, oben ganz schwärzlich, unten die Schenkel und Schienen gelblich weiss. Hinterleib bei ♂ schlank-cylindrisch, rostgelblich, die Segmente in der Mitte dunkler, Zange klein, gelblich; bei ♂ lebhaft carmoisinroth, kurz, dick, schnell zugespitzt, die Oberränder der 3 — 8 Ringel mit einem breiten, schwarzen Bändchen, Bauch einfarbig (vide Product. No. 20).

8. C. *subpatula**. ♂ 1 ''', ♀ 1 1/2 ''' lang. Kopf in allen Theilen schwarz, über dem Munde und der Stirne mit borstigen Härchen besetzt; Fühler so lang als Kopf und Mittelleib, sechzehngliedrig, wenig behaart, Glieder stark und länglich; Hals roth. Mittelleib: Rückenschild schwärzlich, grau schillernd; Brustseiten röthlich; Schildchen rundlich erhaben, glatt, schwärzlich, zuweilen röthlich braun; Schwinger kurz mit rundlichem Köpfchen, trüb-weisslich. Flügel schwärzlich, bläulich und röthlich irisirend, Härchen auf der Fläche stark und krumm, Innenrand nur an der Wurzel lang und stark behaart, und die halbe Länge des Vorderrandes mit kurzen Börstchen besetzt. Hinterleib ganz carmoisinroth, mit schwarzen Bändchen, die vom ersten bis zweiten Segmente in der Breite zunehmen und auf dem ersten, zweiten und dritten unterbrochen sind; letzte Segmente langsam zugespitzt mit glattem, pfriemförmigem Bohrer; Beine stark, oben schwärzlich ohne Schiller, unten aber lebhaft silbergrau schillernd (vid. Prod. No. 21).

Vergleicht man diese 2 Mückenarten, die auf der gleichen Pflanzenart und an denselben Pflanzentheilen dem Typus nach gleiche, der Form nach aber verschiedene Auswüchse hervorbringen, so stellt sich folgendes heraus:

C. capitigena ♀.	*C. subpatula* ♀.
Flügel.	Flügel.
Sehr stumpf gerundet, kurz.	Weniger stumpf gerundet, länglicher.
Schwärzlich, ohne Schiller.	Schwärzlich, blau und roth irisirend.
Ringsum befranst.	Nur am Winkel des Innenrandes gefranst.
Die erste Längsader ist sanft gebogen, und mündet dicht über der Flügelspitze.	Erste Längsader ganz gerade, und mündet in einiger Entfernung über der Flügelspitze.
Hinterleib.	Hinterleib.
Aftersegment kurz und stumpf zugerundet.	Aftersegment lang und spitz auslaufend.
Legebohrer kurz, stumpf, an der Spitze stark behärelt.	Legebohrer kurz, spitz, an der Spitze schwach behärelt.
Schwarze Gürtel auf Segment 3 — 8, alle gleich breit.	Schwarze Gürtel auf Segment 2 — 8, auf 2 am schmälsten, auf 8 am breitesten; auf 2, 3 und 4 unterbrochen.
Beine.	Beine.
Schenkel und Schienen oben schwarz, unten gelblich-weiss.	Oben schwarz, unten silbergrau schillernd.
Larve.	Larve.
Orangengelb.	Gelblich-grün.

9. C. *Ulmaria**. $^3/_4$ ''' lang. Untergesicht und Hinterkopf gelb; Scheitel, Augen und Fühler schwärzlich; Fühler bei ♂ und ♀ sechzehngliedrig. Glieder länglicht, spärlich behaart. Mittelleib: Schildchen, Seiten und Brust gelblich; Rückenschild schwarzbraun, durch ein gelbliches Streifchen vom Schildchen her gablicht getrennt, unter dem Schildchen ein schwarzes Querstrichlein. Flügel: Nerven fein, der erste am stärksten; Fläche blass graulich, wenig bläulich irisirend, nur der Innenrand befranst. Beine schwärzlich, nach unten die Schenkel gelblich. Schienen lebhaft weiss. Hinterleib bei ♂ sehr schmächtig, einfarbig röthlich gelb, Afterzange sehr klein, grau; bei ♀ hell blutroth, Unterrand der Ringe schmal schwärzlich gesäumt; Legebohrer roth, wenig vorstehend.

Auf *Spiræa Ulmaria*, erzeugt die Gallen, vid. Prod. No. 6.

10. C. *Bursaria**. 1 ''' lang. Kopf sehr klein, schwarz, der Scheitel spitz-kegelförmig erhöht, mit starken Borsten besetzt (Tab. I, Fig. 9). Fühler bei ♂ und ♀ sechzehngliedrig, Glieder länglicht, auch bei ♀ nicht so dicht wie gewöhnlich aufeinander folgend. Mittelleib lebhaft zinnoberroth, ebenso das Schildchen; dieses, so wie der bei ♂ fast schwarze, bei ♀ dunkelgraue Rückenschild mit starken Haaren besetzt; Schwinger dunkelgrau; Flügel nervig, grau, dicht behärelt doch glänzend, mit gelblichem Tone, aber nicht irisirend, ringsum stark befranst, Randader sehr stark und schwarz, die übrigen sehr fein; Beine oben schwärzlich, unten Schenkel und Schienen röthlich gelb. Hinterleib dick, lebhaft zinnoberroth, die Ringränder auf dem Rücken etwas schwärzlich, und besonders bei ♂ lang, aber nicht dicht behaart; Legebohrer in der Länge eines Segmentes vorstehend, spitz.

Erzeugt die Gallen, v. Produkt. No. 16; von einer den 17. September ausgekommenen Generation waren die wiedererzeugten Gallen Ende Oktobers im Glashäuschen beinahe ausgewachsen.

11. C. *Onobrychidis**. Länge 1 ‴. Kopf: ganz schwarz, auch die Fühler, die bei beiden Geschlechtern stark borstig sind, bei ♂ vierzehngliedrig, so lang als der Leib, Glieder rundlich und entfernt, bei ♀ nur halb so lang, aus 12 länglichen, dicht auf einander folgenden Gliedern bestehend. Mittelleib glänzend schwarz auf dem Rückenschilde, so wie das Schildchen, Hinterrücken, Seiten und Brust carminroth; Schwinger röthlich weiss; Flügel mattschwarz, die Nerven tiefschwarz, erste und zweite besonders stark, alle drei Seiten gefranst, Haare des Innenrandes am längsten. Beine: Schenkel mattschwarz, Schienen so roth wie der Leib, Fussglieder blasser. Hinterleib beim ♀ nach Verhältniss sehr dick, carminroth, jeder Ring am Oberrande mit einem schwarzen Bändchen, Legebohrer lang und pfriemförmig; bei ♂ dagegen sehr schmächtig, fast schwarz scheinend, weil die schwarzen Bändchen viel breiter sind als die rothe Grundfarbe; der Bauch bei beiden Geschlechtern einfarbig roth.

Vid. Prod. No. 29. Zeitweise sehr häufig auf trocknen Aeckern und Weiden in den Cantonen Zürich und Aargau beobachtet.

12. C. *Hyperici**. 1 ‴. Kopf ganz schwarz, auch die grau behaarten Fühler; Glieder länglicht rund, letztes umgekehrt birnförmig, bei ♂ und ♀ zwölfgliedrig, bei ♀ nur halb so lang als der Leib. Mittelleib schwarz, über den Rückenschild bis zum Schildchen, und vom Kopfe bis zur Flügeleinlenkung eine weissschillernde Linie; Schildchen schwarz; Schwinger weiss; Flügel schwärzlich, blauröthlich schillernd, Vorderrand und erster Nerv schwarz und auffallend stark, zweiter blass, fein, an der Mündung am stärksten, dritter undeutlich, wie verwischt; Beine schwarz, Schenkel und Schienen lebhaft silberweiss schillernd. Hinterleib bei dem ♂ oben schwarz, mit schmalem rothem Unterrande der Ringe, Bauch carminroth, Zange klein und schwarz; bei ♀ der ganze Hinterleib carminroth mit schwar-

zen Bändchen auf jedem Ringe, aber in umgekehrtem Verhältnisse. Oben ist dies Bändchen auf dem ersten Ringe am breitesten, auf dem achten kaum noch sichtbar, welcher dagegen unten ganz schwarz ist, der erste aber nur noch einen solchen Punkt trägt.

In Waldschlägen auf dem Hottingerberge und im Burghölzli sehr häufig; vid. Product. No. 28.

13. C. *Ranunculi**. ♂ 3/4 ''', ♀ 1 ''' lang. Kopf: Untergesicht, Mundtheile und Kehle gelblich; Augen, Scheitel, Hinterkopf und Fühler schwärzlich, diese bei ♂ dreizehngliedrig: Glieder unförmlich rund, grau, haarig. Mittelleib: Rückenschild bräunlich-roth, welches von der Mitte zum Hinterkopfe in's Schwarze übergeht; Seiten und Brust gelblich; Schildchen gelbbraun; Schwinger-Stiel graulich, das sehr längliche Köpfchen schwärzlich; Flügel grau, ohne Farbenspiel, Aussen- und Hinterrand gefranst, Adernverlauf wie bei *C. Hyperici*; Beine: Schenkel der hintern ganz, an den mittlern und vordern nur unten blassgelb, alles Uebrige schwarz mit weisslichem Schiller. Hinterleib gelbroth, über den Rücken mit schwarzen Bändchen am Oberrande der Ringe, auf dem ersten am schmälsten, auf dem achten am breitesten.

In Menge im Grase der Schanzen an der untern Promenade in Zürich, vid. Prod. No. 34.

14. C. *bicolor**. 1 ''' lang. ♀ Kopf schwarz, Fühler blass gelblicht, mit länglichten, gedrängt stehenden Gliedern. Mittelleib: Rückenschild tiefschwarz, glänzend; Hinterrücken, Seiten und Brust röthlich; Schildchen grauröthlich; Schwinger gelblich; Flügel grau, glanzlos, Nervenverlauf wie gewöhnlich; Beine röthlich, Schienen hell-, Fussglieder dunkelgrau schillernd. Hinterleib fleischroth; Legebohrer weiss, spitzig. ♂ Mittelleib überall schwarz; Hinterleib grau, mit feinen hellen Ringrändern. Beine blassgelblich, Füsse dunkler.

Aus Mücken von *Carpinus betulus* erhalten.

15. C. *varicolor**. ♂ 1 ‴, ♀ 1½ ‴ lang. Kopf an allen Theilen schwarz, Fühler bei ♂ zwölfgliedrig. Glieder sehr länglicht, stark genähert und behaart. Mittelleib mattschwarz, über den Rückenschilde eine weissliche, und neben dieser beiderseits eine deutliche schwarze Linie; unter den Flügeln eine rothe Schwiele; Schildchen grau; Schwinger weiss; Flügel schwärzlich, stark stahlblau und roth irisirend, mit starkem schwarzem Randnerv und Behaarung; Beine blass-schwarz, lebhaft silbergrau schillernd. Hinterleib bei ♂ schwärzlich, greis behärelt, Bauch röthlich; bei ♀ dunkel carminroth, jederseits mit einer Reihe schwarzer Fleckchen. Beide Geschlechter aus feuchter Erde erhalten.

16. C. *Stachydis**. 1 ‴ lang. Kopf schwarz, auch die Fühler, deren längliche Glieder sehr entfernt stehen. Mittelleib röthlich gelb, vom Halse an bis zur Mitte bräunlich; Schildchen und Schwinger bräunlich gelb; Flügel rauch-grau, schwach röthlich irisirend, mit starkem schwarzem Randnerv; Beine schwarz, Schenkel gelblich und die Schienen seitlich hellweiss schillernd. Hinterleib blass orangengelb.

Im Burghölzli bei Zürich beobachtet, vid. Prod. No. 26.

*d. Mittel- und Hinterleib hellfarbig, roth oder gelb.

17. C. *Fenestralis**. 1½ ‴ lang. Kopf: die grossen Augen sind tiefschwarz, die übrigen Kopftheile und Fühler mattschwarz, diese dicht mit starken, weissgrauen Härchen besetzt, Glieder kugelicht und entfernt stehend. Mittelleib rosenroth, unter den Flügeln am lebhaftesten, nur der Rückenschild bis zur Flügeleinlenkung braun, auf der Mitte am dunkelsten. Schildchen auch braun; Schwinger gelblich weiss; Flügel mattschwarz starkviolet irisirend, stark gerundet, breit, und auf allen 3 Seiten befranst; Nerven stark, schwarz, die erste unfern der Flügelspitze ein wenig gegen die zweite geschwungen, und zwischen beiden am Aussenrande ein Strichelchen, wie die Mündung eines

Nerv's. Beine röthlich gelb, Schenkel an der Einlenkung lebhaft roth, die Schienen weiss, die Füsse schwärzlich schillernd. Hinterleib einfarbig rosenroth, sehr dicht mit feinen weissen Härchen bekleidet; die Genitalien beider Geschlechter gegen den Rücken gekrümmt und sehr klein.
Im Frühjahre und Herbste nicht selten an den Fenstern von Dachboden in Zürich.

Die nachfolgenden Arten hatte ich vor einigen Jahren schon aus ihren Erzeugnissen gezogen, aber damals keine Beschreibung entworfen; ihrer Artverschiedenheit gewiss, führe ich diese hier noch dem Namen nach auf, und hoffe die Beschreibung späterhin in meinem Verzeichnisse der schweizerischen Dipteren nachtragen zu können.

18. C. *Réaumurii**. Aus dem Erzeugnisse No. 12.
19. C. *Sonchi**. Aus dem Erzeugnisse No. 13.
20. C. *Leototondis**. Aus dem Erzeugnisse No. 14.
21. C. *Strobilina**. Aus dem Erzeugnisse No. 19.
22. C. *Strumosa**. Aus dem Erzeugnisse No. 25. In den Gallen, welche ich dieses Jahr Ende Februar's fand, und welche vorzüglich gross und ganz frisch waren, beobachtete ich die Larven bereits eingesponnen, aber noch nicht in Nymphen verwandelt.

IV.

Cecidomyien-Arten, welche nur nach ihren verschiedenen Erzeugnissen bekannt sind.

Dass diese alle unter sich wirklich verschiedene Arten sein werden, darüber herrscht bei mir nicht der geringste Zweifel, denn das ist durch hundertfache Beobachtungen erwiesen, dass *so wie das Erzeugniss, so auch das erzeugende Insekt verschieden ist*, und zwar gilt diess nicht nur von den Erzeugnissen der Aktivität der Insekten, wie z. B. von den Gespinnsten der Raupen; den Minen der Minirer; dem Zellenbaue von Bienen und den Röhren von Phryganeen:

sondern eben sowohl von den Erzeugnissen ihrer Passivität, wozu man die Gallen der Gall- und Blattwespen, vieler Käfer und Mücken, und die sonstigen Auswüchse aller Arten von Pflanzen rechnen kann, zu deren Bildung die erregende und bewohnende *Larve* eigentlich ganz und gar nichts beiträgt, sondern nur das vollendete Insekt, indem es den Pflanzentheil ansticht und mit seinen Eiern belegt. Dass die Pflanze nach den individuellen Gesetzen ihrer Entwicklung keinen Antheil an der subjectiven Form einer Galle habe, geht schon daraus klar hervor, dass auf dem gleichen Punkte eines Pflanzentheiles derselben Pflanze und im gleichen Zeitpunkte die verschiedenartigsten Auswüchse, und sogar zuweilen auf dem gleichen Blatte verschiedene Gallen entstehen. Nach meinen bisherigen Erfahrungen scheint es auch, dass die Pantophagie der Dipterenlarven bei den Gallen und andere concrete Auswüchse Erzeugenden, ihre Gränze erreicht habe; denn mir ist noch niemals vorgekommen, dass die gleiche Gallmückenart auf ganz verschiedenen Pflanzen Auswüchse erzeugt habe, höchstens auf Pflanzenarten der gleichen Gattung, wie diess z. B. für *C. salicis* Degeer der Fall zu sein scheint, die auf *Salix capræa* und *alba* Rosen erzeugt. Selbst diess ist aber noch keineswegs erwiesen, indem die Mücken noch nicht aus beiden Rosenarten erzogen und mit einander verglichen worden sind. So einfach auch die Form einer Blattblase ist, wie C. *Leotodontis* und *sonchii* dieselben erzeugen, und so nahe *Leontodon Taraxacum* und *Sonchus oleraceus* verwandt sind, so können dennoch beide Mückenarten, und zwar schon als Larven, nicht verwechselt werden. Anders scheint mir das Verhältniss in den Fällen, in welchen die Gallmücke ihre Eier nur an die Halme von verschiedenen Getreidearten legt, ohne irgend eine Art von Auswüchsen zu veranlassen. So ist es wohl gedenkbar, dass C. *destructor* und *Tritici* bei genauer Vergleichung sich als identisch herausstellen werden. Gestützt auf diese Ansichten und Beobachtungen über die Erzeugnisse führe ich noch folgende Arten auf, deren Artenrecht nur insofern in Frage stehen kann, als es wohl möglich ist, dass einige derselben von andern Entomologen schon benannt und beschrieben worden sind, welche die ersten Stände noch nicht kannten, während bei mir der entgegengesetzte Fall eintrittt.

1. *Cecidomyia tiliacea*. Vid. Product. No. 1. Die ausgezeichnete Form ihrer Galle lässt an einer besondern Mückenart gar nicht zweifeln,

und ich finde nnter den beschriebenen *Cecidomyen* keine, die ich, nach Analogie zu schliessen, für die Erzeugerin halten kann.

2. C. *tornatella*. Vid. Product. No. 2. Ebenfalls sehr ausgezeichnet und verschieden von den zwei schon bekannten Gallen auf Buchen.

3. C. *polymorpha*. Vid. Product. No. 5. Diese Galle scheint ausserhalb der Schweiz noch nicht bekannt zu sein.

4. C. *gemini*. Vid. Prod. No. 8.

5. C. *Medicagines*. V. Product. No. 10.

6. C. *Fraxini*. V. Product. No. 11. Eine, schon durch ihre Basis, die Blattrippe, ausgezeichnete Form.

7. C. *sanguinea*. V. Product. No. 15. Von den verwandten Arten schon durch die Farbe und den Umfang der Blase auffallend verschieden. Man muss sich aber hüten, nicht ähnlich gefärbte, runde Flecken auf den Blättern des *Hierac. murorum*, die einen andern Ursprung haben, damit zu verwechseln.

8. C. *pericarpiicola*. V. Product. No. 18. Herr *Menzel* beobachtete sie bei Böckten auch auf einer andern Doldenpflanzenart. Diese *Cecid.* gehört zu denjenigen Arten, welche alljährlich nur in einer Generation auftreten.

9. C. *Rosæ*. V. Product. No. 30. Es ist merkwürdig, wie zerstreut und vereinzelt, und doch häufig diese Mücke auftritt.

10. C. *clausilia*. V. Product. No. 32. Die Seltenheit ihrer Erscheinung, und in diesem Falle die ausserordentliche Menge, sind sehr auffallend.

11. C. *tortilis*. V. Product. No. 33. Obgleich erst einmal beobachtet, so bin ich doch durch die Untersuchung der Larve und ihres Erzeugnisses von ihrem Artenrechte versichert.

12. C. *irregularis*. V. Product. No. 35. Da die von der beschriebenen Larve erregte Faltung der Ahornblätter so durchaus irregulär ist, so bin ich geneigt, anzunehmen, diese Art möchte auf verschiedenen Pflanzen herumschweifen, um so mehr, weil ich auch

von ganz andern Insekten, namentlich Schmetterlingsarten, ähnlich gefaltete und gerollte Blätter beobachtete.

13. C. *erianea*. V. Product. No. 36. Ich habe solche mit Filz bedeckte auch wieder noch im Oktober des letzt verflossenen Jahres gefunden; aller Sorgfalt ungeachtet gelang mir aber die Erziehung wieder nicht.

14. C. *Frischii*. V. Prod. No. 23. Es ist nach den im 4. Abschnitte angeführten Grundsätzen, keinem Zweifel bei mir unterworfen, dass die Erzeugerin solcher Knospen eigne Art und nicht mit C. *salicina* Degeer identisch sei.

Indem ich zum Schlusse noch die ausführlichere Beschreibung einiger schon bekannten Arten anschliesse, theile ich auch noch ein Resultat meiner fortgesetzten Untersuchungen mit, nach welchem die Flügel der *Cecidomyien* in der Mehrzahl mehr als viernervig bezeichnet werden müssen; wobei aber der erste Längsnerv gewöhnlich der Vorderrandader so genähert ist, dass beide nur Eins zu sein scheinen.

Herr Major *Amstein* in Malans hat von C. *grandis*, *carnea* und *fasciata* Meig. genaue Beschreibungen entworfen. und mir gütigst mitgetheilt; er schreibt davon:

« C. *grandis*: Sie ist nicht ganz 3 ''' lang, von der Stirne bis an die Spitze der » Geschlechtstheile gemessen. Der Kopf ist so unter sich gebogen, und der stark » gekrümmte Mittelleib tritt so über jenen hervor, dass man ihn nicht bemerkte, » wenn nicht die Fühler darauf hinwiesen. Diese haben wenigstens 24 Glieder. » Der Mittelleib hat vorn einen deutlichen Halskragen (von dem Meigen nichts » sagt); der Rückenschild ist glänzend *schwarz* (*nicht* braun), in seiner hintern » Hälfte liegt in einer Vertiefung eine erhöhte Linie, die uber dem Schildchen am » stärksten hervortritt; auch dieses ist schwarz, der stark erhobene Hinterrücken » aber braun; Brustseiten vor der Flügelwurzel braun, hinter dieser aber schwarz. » Hinterleib lang, walzenförmig, mit gegliederter Zange, dunkelbrann, jeder

» Ring heller gerandet, mit einem hellbraunen Punkte auf jeder Seite, an der
» man hellbraune oder fuchsrothe Haare sieht; auch die Zange. Die Beine, so
» wie die langen Schwinger scheinen mir mehr gelblich als ziegelbraun zu sein.
» Die Flügel sind schwärzlich getrübt und ich sehe daran ganz deutlich 4 Längs-
» nerven, von denen der dritte fast durchsichtig, aber gleichwohl leicht erkenn-
» bar ist; der erste und zweite, so wie der Vorderrand sind roth, und dieser mit
» gerade ausstehenden Börstchen besetzt (¹).

» C. *carnea*. ♂ 1 ''' (franz. Maass) lang. Fühler vierundzwanziggliederig, braun-
» roth; Untergesicht, so weit es erkennbar ist, röthlich; die schwarzen Netz-
» augen stossen zusammen. Rückenschild röthlich, mit zwei bräunlichen Längs-
» linien. Schildchen hell fleischroth, der Rand dunkler; Schwinger sehr gross,
» weiss. Hinterleib lebhaft fleischroth, walzenförmig, doch von oben und unten
» ein wenig zusammengedrückt. Beine gelblich grau; die hintersten Schenkel so
» lang als der Hinterleib, Schienen und Füsse damit verhältnissmässig; die Flügel
» ziemlich abgerundet, von den vielen Härchen graulich; die 3 Adern verhalten
» sich, wie sie *Meigen* gezeichnet hat (²). »

C. *fasciata* Meig. Die Flügel sind schwärzlich trüb, *durch die Härchen*; die Fransenhaare am Aussen- und Innenrande lang; die zweite und dritte Ader laufen dicht neben einander bis sie sich plötzlich trennen, hier ist aber kein Verbindungsnerv erkennbar. Die Fühler sind 1 ''' lang, von der Form wie Fig. 12, Taf. III, Meig. I. Band, neunzehn bis zwanziggliedrig. Das ganze Thierchen 3 ''' (franz. Maass) lang; der Kopf hellröthlich; die Augen länglicht, schwarz. Der Kopf unter einen Buckel des sehr gewölbten Mittelleibes versteckt; dieser röthlich oder fahl mit 3 bräunlichen Streifen, der mittlere geht vom Kopfe bis auf die Mitte des Rückenschildes, und am Ende von diesem fangen die Seitenstreifen an, die sich am Schildchen vereinigen; dieses ist blasenartig-kugelicht, fahl. Hinter-

(¹) Wenn die Zahl der Flügelnerven nicht mit *Meigen*'s Originalexemplar übereinstimmt, so dürfte diese Art verschieden sein.

(²) Wie Herr *Amstein* richtig bemerkt, so ist der Unterschied zwischen Meigen's *carnea* und *fuscipennis* durch: « fleischroth » und « fleischfarbig »; Flügel « gelblichgrau » und « braunhaarig » nicht scharf. Könnte man von beiden Arten das Gliederverhältniss der Hinterbeine vergleichen, so wäre sicherer über die Artverschiedenheit zu entscheiden.

leib achtringelig ohne den After, mit 2 stumpfen Spitzen (*Meigen* sagt bei C. *fasciata*: « After ohne vorstehende Legeröhre, nur 2 kleine, walzenförmige Körper stehen vor »), der erste Ring hat oben in der Mitte einen schwarzen Fleck (*Meigen*: « Hinterrücken mit einem schwarzen Flecken am Hinterrande »); etwas schwärzliche Punkte glaube ich auch am Hinterrücken bemerkt zu haben, dieser Flecken aber ist bestimmt auf dem ersten Ringe; die 6 folgenden sind zur Hälfte dunkelröthlich, die Ränder hellroth, in dem dunkeln Bande erkennt man mit der Loupe deutlich 4 helle Punkte neben einander; letzter Ring und After hellröthlich, ebenso der Bauch, an dem alle Ringe bis an den letzten 2 Längsstrichelchen haben, welche den Rand nicht erreichen und ein wenig divergiren. Die Beine sind fahl, nur die Gelenke rosenroth; von der ganz gleichen Farbe auch die Schwinger und Fühler; von schwärlicher Brust kann ich nichts sehen (1).

Ich hatte oben bei Aufzählung *der* Arten, welche sich ohne besondere Productivität von Pflanzen nähren, vorläufig unter Lit. c einer C. *pilosa* gedacht, die ich *vor* Erscheinung des Werkes von *Ratzeburg* gefunden und beschrieben hatte, weil ich in Meigen keine damit übereinstimmende Art finden konnte. Gegenwärtig aber glaube ich, durch Vergleichung mit *Ratzeburg*'s Beschreibung und Abbildung, meine C. *pilosa* als identisch mit C. *Pini* annehmen zu sollen, und unterlege darum die Prüfung solchen, welche die von *Ratzeburg* beschriebene C. *Pini* in der Natur vergleichen können.

C. *pilosa** 4''' lang. Kopf, Augen und Fühler schwarz, letztere haben die Glieder paarweise genähert und dann wieder stark entfernt; Hals blass röthlich; Rückenschild grauschwärzlich, mit 3 sehr feinen schwarzen Linien, die bis zum

(1) Die von Herrn *Amstein* beschriebene *Cecidomyia* war ein ♂, *Meigen* dagegen hat nur Weibchen gekannt; wahrscheinlich beruht also die Differenz auf dem Geschlechtsunterschiede. Durch die oben gegebene genaue Untersuchung von Herrn *Amstein* ist nun erwiesen, dass die C. *grandis* nicht, wie *Meigen* vermuthete, zu *fasciata* als ♂ gehöre, sondern eine selbstständige Art sei, welches sich, ebenfalls durch Herrn *Amstein*'s genaue Beschreibung der C. *grandis*, noch klarer herausstellt. Zugleich wird dadurch auch wahrscheinlicher, dass meine, oben unter No. 61, als C. *grossa* aufgestellte Art wirklich selbstständig sei, und sich durch die blutrothen Schwielen unter den Flügeln besonders auszeichne.

Merkwürdig sind bei dieser C. *fasciata* Meig. die zwei walzenförmigen Körperchen am After *bei beiden* Geschlechtern und dürften wohl eine Untergattung begründen.

Schildchen reichen, oberhalb der Flügelwurzel, und von da nach der Brust hin röthlich; oben mit weissen Härchen besetzt. Hinterleib trüb zinnoberroth, letztes Glied gelblich; über den Rücken ein schwärzlicher Streif, der den ersten Ring ganz deckt, auf den folgenden aber so verschmälert, dass er auf dem fünften kaum noch erkannt wird; die Einschnitte mit starken weissen Härchen gefranst. Beine schwärzlich, nur die Schenkel vom Grunde an bis über die Mitte weisslich, und die Fussglieder der Hinterbeine gelbweiss. Flügel schwärzlich durch die starke Behaarung derselben; Einlenkung röthlich, der Schiller rosenroth. Schwinger röthlichweiss, unter dem Knöpfchen oben ein brauner Punkt.

Uebersicht der Pflanzenarten, die mir als Nahrungsstoffe von Cecidomyien bekannt wurden.

I. Acotyledones.	C. 4. Musci.	Ord. Bryaceæ.	Mnium palustre.
II. Monocotyledones.	C. 1. Glumaceæ.	O. 1. Gramineæ.	Phragmites communis.
			Avena sativa.
			Hordeum (vulgare?)
			Secale cereale.
			Poa trivialis.
			Triticum Spelta.
			Triticum vulgare.
			Bromus.
	C. 4. Liliaceæ.	O. 6. Coronariæ.	Tulipa gesneriana.
			Hyacinthus orientalis.
III. Dicotyledones.	C. 3. Coniferæ.	O. 19. Abietinæ.	Pinus Abies.
			Pinus maritima.
		O. 20. Cupressineæ.	Juniperus communis.
			Taxus baccata.
	C. 9. Salicineæ.	O. 21. Salicinæ.	Salix alba.
			Salix capræa.
			Salix purpurea.
			Salix fragilis.
			Salix vitellina.
			Populus tremula.
			Populus nigra.

2. Dicotyledones.	C. 10. Amentaceæ.	O. 22. Betulinæ.	Alnus incana.
		O. 23. Cupuliferæ.	Fagus sylvatica.
	C. 11. Urticinæ.	O. 26. Urticeæ.	Urtica dioica.
	C. 14. Aristolochiæ.	O. 31. Asarinæ.	Aristolochia clematitis.
	C 16. Compositæ.	O. 36. Synanthereæ.	Artemisia campestris.
			Cirsium palustre.
			Sonchus oleraceus.
			Leontodon Taraxacum.
			Hieracium pilosella.
			Hieracium murorum.
	C. 20. Labiatifloræ.	O. 43. Labiatæ.	Teucrium chamaedrys.
			Glechoma hederacea
			Lamium purpureum.
			Stachys sylvatica.
		O. 45. Scrophularinæ.	Veronica chamaedrys.
			Veronica montana.
			Verbascum Thapsus.
	C. 24. Rubiacinæ.	O. 55. Viburneæ.	Viburnum Lantana.
	C. 25. Ligustrinæ.	O. 56. Oleaceæ.	Fraxinus excelsior.
	C. 27. Umbelliferæ.	O. 58. Umbelliferæ.	Daucus carota.
	C. 30. Polycarpineæ.	O. 62. Ranunculaceæ.	Ranunculus bulbosus.
	C. 33. Peponiferæ.	O. 69. Grossularieæ.	Ribes (grossularia?)
	C. 34. Guttiferæ.	O. 74. Hypericineæ.	Hypericum perforatum.
	C. 38. Columniferæ.	O. 76 Tiliaceæ.	Tilia europæa.
	C. 40. Malpigineæ.	O. 92. Acerineæ.	Acer pseudoplatanus.
	C. 41. Tricoccæ.	O. 93. Euphorbiaceæ.	Euphorbia cyparissias.
	C. 42. Calophytæ.	O. 98. Pomaceæ.	Pyrus malus.
			Pyrus communis.
		O. 99. Rosaceæ.	Rosa canina.
		O. 100. Dryadeæ.	Poterium sanguisorba.
		O. 101. Spiræaceæ.	Spiræa Ulmaria.
		O. 102. Papilionaceæ.	Medicago sativa.
			Medicago falcata.
			Trifolium pratense.
			Lotus corniculatus.
			Onobrychis vulgaris.

Von diesen 56 Pflanzenarten sind also unter den

Acotyledones 1,
Monocotyledones 8,
Dicotyledones 48

Arten Futterpflanzen für *Cecidomyien*, von denen sich die *Monocotyledonen* verhalten zu den *Dicotyledonen* in dieser Beziehung wie 1 zu 6.

Am meisten Arten ernähren

die *Calophytæ*	8	Mückenarten auf	8	Pflanzenarten,
die *Salicinea*	8	id.	8	id.
die *Labiatifloræ*	7	id.	7	id.
die *Compositæ*	6	id.	6	id.
die *Gramineæ*	6	id.	6	id.

Bemerkenswerth ist der Umstand, dass die so zahlreichen Arten der Gallwespen so wenige Pflanzen mit den Gallmücken theilen, nämlich von 46 nur vier Pflanzen, und sogar unter diesen erzeugen auf keiner beide Insektenarten wahre Gallen, doch findet man sie gleichzeitig auf demselben Individuum der betreffenden Pflanze.

Auf *Acer pseudoplatanus.*

Gallmuecken.	Gallwespen.
Cecidomyia irregularis, lebt in den eingerollten Blattspitzen.	*Cynips Acerinæ*, lebt in erbsengrossen, kugelrunden Gallen, die zahlreich an der untern Blattfläche sitzen.

Auf *Glechoma hederacea.*

Cecidomyia bursaria, in cylindrischen, oben offenen Säckchen an der Unterseite der Blätter.	*Aylax Glechomæ*, in erbsen-, bis haselnussgrossen, haarigen, runden Gallen an der Unterseite der Blätter.

Gallmuecken.	Gallwespen.
Auf *Hieracium murorum.*	
Cecidomyia sanguinea, lebt in runden blutrothen Blasen an den Wurzelblättern.	*Aylax hieracii,* lebt in birnförmigen Gallen, die den Stengel dieser Pflanze, unmittelbar über dem Boden, ganz umfassen.
Auf *Rosa canina.*	
Cecidomyia Rosæ, lebt in den schotenartig gefalteten Endblättchen.	*Rhodites Eglanteriæ,* lebt in kugelrunden, glatten Gallen an der Unterseite der Blätter.

Diejenige Pflanzenart, welche die meisten Gallwespen ernährt, nämlich die Eiche, scheint von den Gallmücken gar nicht angegangen zu werden. Und umgekehrt, die den Gallmücken beliebtesten Pflanzen, Weiden und Buchen, ernähren keine Gallwespen.

Das sind nun die Grundzüge meiner bisherigen Beobachtungen und ihre Resultate. Dass fortgesetzten Nachforschungen noch ein weites Feld offen bleibe, sieht man schon bei dem Hinblick auf 34 Gallmückenarten, deren Lebensweise noch ganz unbekannt ist. Gelingt es mir, durch diese Mittheilungen auch andere Entomologen für das Studium der Gallmücken anzuregen und dasselbe zu erleichtern, so wäre ich reichlich belohnt.

Verzeichniss der Werke, welche von mir benutzt worden.

1. *Meigen,* systematische Beschreibung der bekannten europäischen, zweiflügeligen Insekten, VII Bände.
2. *Ratzeburg,* die Forstinsekten, III Bände. Berlin 1844.
3. *Bouché,* Naturgeschichte der Insekten, 1. Lieferung. Berlin, 1834.

4. *Bouché,* Naturgeschichte der Garteninsekten. Berlin, 1833.
5. *Wiegmann,* Archiv für Naturgeschichte, 7. Jahrgang, I. Band. Berlin, 1841.
6. *Germar,* Zeitschrift der Entomologie, V Bände. Leipzig, 1839—1845.
7. *Germar,* Magazin der Entomologie, IV Bände. Halle, 1815—1821.
8. *Erichson,* Bericht über die wissenschaftlichen Leistungen im Gebiete der Entomologie, während der Jahre 1838, 1840, 1841, 1842, Berlin.
9. *Kollar,* schädliche Insekten, oder Verhandlungen der k. k. Landwirthsschafts-Gesellschaft in Wien, und Aufsätze vermischten, ökonomischen Inhaltes. Neue Folge, V. Band. Wien, 1837.
10. *Macquart,* histoire naturelle des insectes diptères. Paris, 1834.
11. Isis von *Oken,* Jahrgang 1834, Leipzig.
12. *Wiedemann's* aussereuropäische, zweiflügelichte Insekten, II Bände. Hamm, 1828.
13. *Macquart,* histoire naturelle des insectes diptères du nord de la France. Lille, 1823.
14. *Degeer,* Abhandlungen zur Geschichte der Insekten, VI. Band. Nürnberg, 1782.
15. *Schwammerdamm,* Bibel der Natur. Leipzig, 1752.
16. *Réaumur,* mémoires pour servir à l'histoire des insectes, XII Bände. Amsterdam, 1737.
17. *Frisch,* Beschreibung von allerlei Insekten, in 13 Theilen. Berlin, 1720.
18. *Malpighii* anatome plantarum. London, 1675.

NACHTRÆGE.

Noch habe ich einer merkwürdigen Produktion zu erwähnen, die ich schon lange kenne, von der mir aber erst nach dem Zusammenschreiben des Vorhergehenden eine Beobachtung zu Theil ward, aus der ich die Vermuthung schöpfte, dass auch diese gallenartigen Auswüchse von Gallmücken erzeugt werden.

Fig. 38, Taf. II, gibt das Bild dieses Produktes eines Insektes. Es zeigt sich als eine halbkugelförmige Erhabenheit an der untern Blattfläche von *Salix capræa*: dieses Halbkügelchen, von höchstens $^3/_4'''$ Durchmesser, ist jedoch an seinem höchsten Punkte flach und mit einer glatten, glänzenden, weisslichgrünen und halbdurchsichtigen Membran wie mit einem Trommelfelle überzogen, während die übrige Aussenseite die unveränderte Epidermis des Blattes zu sein scheint. Diese Papillen sitzen über die ganze Blattfläche zerstreut, gewöhnlich isolirt, öfters auch zu 2 — 6 dicht neben einander, immer aber unmittelbar an den Blattrippen, manchmal auch auf denselben; zuweilen häufen sie sich auch an der Mittel- oder einer starken Seitenrippe, und in diesem Falle wird ihre Grundfläche gallenartig und härtlich aufgetrieben, stellenweise sogar ohne Pupillenentwicklung. Die Oberfläche des Blattes zeigt sich an den besagten Punkten leicht vertieft und gelblich entfärbt, welche Farbe, sammt einer glatten Oberfläche auch die Papillen bei ihrer Reife erhalten, die Membran aber verschwindet, und die kreisrunde Oeffnung ist die Thüre für das ausschlüpfende Insekt.

Die innwohnende Larve ist überaus klein, und hat die Farbe der Blattsubstanz, wesswegen sie schwer zu entdecken ist. Nur mit vielem Zeitaufwande und

vieler Anstrengung gelang es mir, unter Mitwirkung von Herrn Menzel, diese Larve zu finden; derselbe zeichnete sie auch sogleich nach einem Compositum unte 120maliger Vergrösserung mit möglichster Genauigkeit, die unter meinem Apparate möglich war. Dieses Bild ist Taf. I, Fig. 11 dargestellt.

Auffallend an dieser Larve ist die sehr platte und kurzovale Gestalt, so wie die Bildung der durchscheinenden Interaneen; in diesen zwei Beziehungen gleicht sie keiner von den mir durch einege Anschauung bekannten (16 Arten) *Cecidomyien*-Larven, mit denen sie übrigens in Kopf- und Fühlergestalt ganz übereinstimmt. Es ist auch möglich, dass das zarte Körperchen bei dem Herausheben mittelst einer Nadelspitze, verletzt ward, und in Folge dessen sich so zusammenzog. Auf die angedeutete Uebereinstimmung, in Verbindung mit dem stetigen Erscheinen der Gallen vom Mai an so lange, als neue Blätter an jenen Weiden sich entwickeln, gründe ich die Vermuthung, dass die Erzeugerin eine *Cecidomyia* sei. Ich erschöpfte mich bis dahin ohne Erfolg mit Versuchen, die Mücke aus diesen Gallen zu erziehen; die Blätter vertrockneten, fielen ab oder faulten, bei allen angewandten Conservationsmitteln.

Meigen sagt bei der Charakteristik der Gattung *Lasioptera*, Saugmücke, I. B., S. 88: « Vermuthlich leben die Larven in Pflanzengallen. » Bei der grossen Aehnlichkeit, welche die *Lasiopteren* mit den *Cecidomyien* in der Bildung aller äusseren Körpertheile zeigen, liegt *Meigen*'s Vermuthung allerdings nahe, und so auch der Gedanke, dass das so eben beschriebene Erzeugniss von einer *Lasioptera* herkommen könnte, der Verschiedenheit der Larve wegen.

Es mag Manchen befremden, dass ich in dem monographischen Theile dieser Mittheilungen und Beiträge, die Larven dieser Mücken nicht mit beschreiben habe, da doch die Larven die sichersten Kennzeichen zu Unterscheidung der Arten darbieten. Ich habe diess unterlassen, weil ich aus Mangel an Musse bisher nicht alle habe zeichnen und beschreiben können, und mich bemühe, durch fortgesetzte Beobachtungen, Untersuchungen und Vergleichungen zu einer gründlicheren Kenntniss derselben zu gelangen; eben desswegen habe ich auch die

Diagnosen der Arten noch nicht gegeben, hoffe aber in einem Verzeichnisse schweizerischer Dipteren Beides nachtragen zu können.

Erst nachdem diese Abhandlung geschrieben war, fand ich in der Isis, Jahrgang 1834, S. 721, den Prostectus der Classification von Pflanzenauswüchsen durch Insekten, von Herrn Dr *Hammerschmidt* in Wien. Ob alle von mir beschreibenen Pflanzenauswüchse, auch schon von dem genannten Naturforscher beobachtet worden, kann ich aus dem Prospectus freilich nicht mit Sicherheit entnehmen, da in solchem keine Beschreibungen gegeben, noch weniger die erzeugenden Insekten genannt sind; jedenfalls aber bestimmt mich jener Prospectus, meine Angabe, « dass ich von den 36 beschriebenen Pflanzenauswüchsen, 26 von andern Autoren nicht angedeutet finde, » zurück zu ziehen..

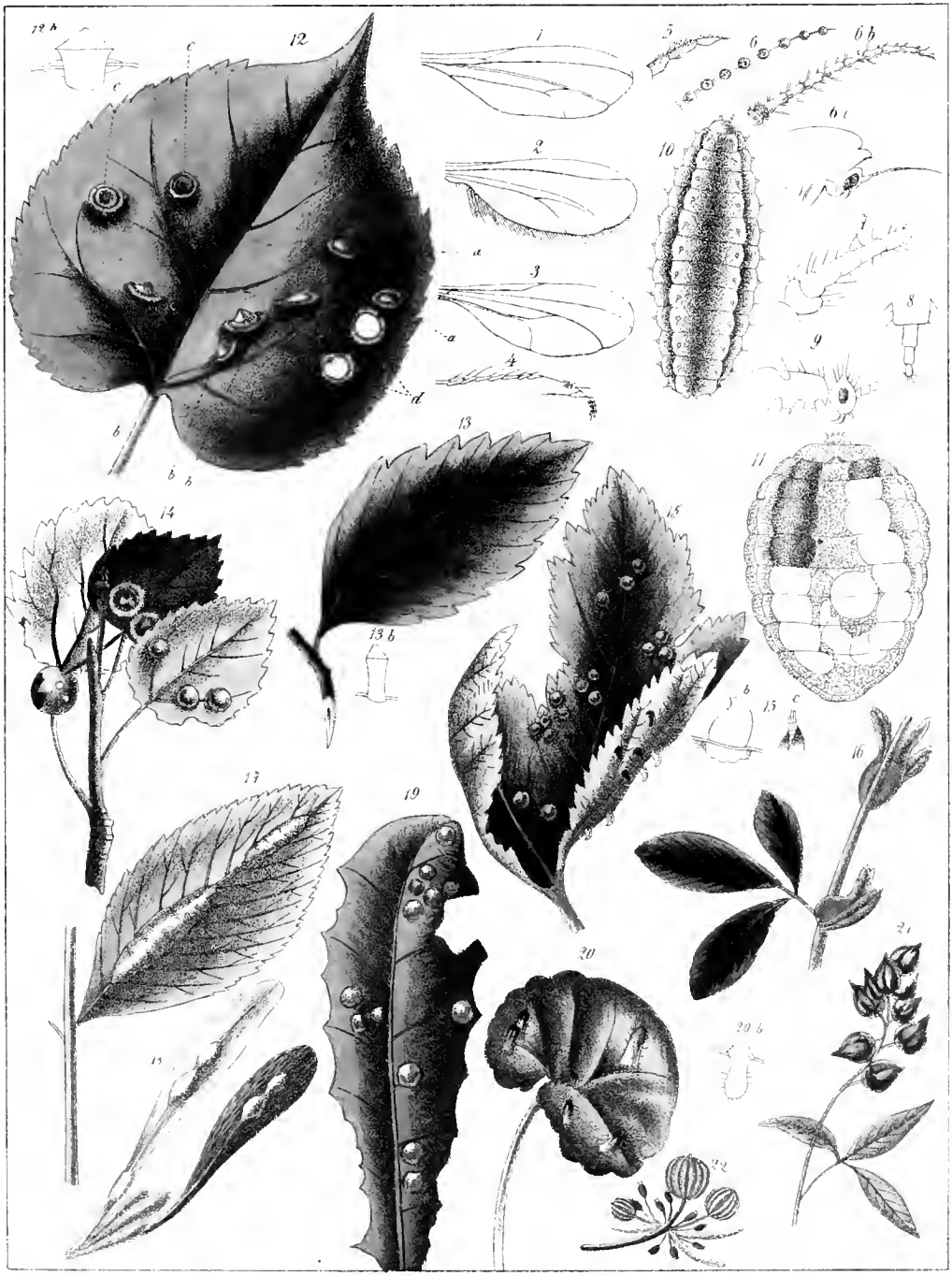
Léon Dufour beschreibt in den Annales des Sciences naturelles, Januarheft von 1846, S. 15, eine *Cecid. Verbasci* Vallot, von der mir zweifelhaft scheint, ob sie mit der C. *Verb.* Vall. in *Meigen*'s und *Macquart*'s Beschreibungen identisch sei, denn *Meigen* beschreibt nach *Macquart* ihre Lebensweise nur einfach so: « Sie lebt in den Blüthen des Wollkrautes, die sich alsdann *nicht öffnen.* » *Léon Dufour* aber zeichnet und beschreibt die Produktion als « *Galle* ». Ferner beschreibt *Macquart* die Mücke nur ganz kurz mit « grisâtre, balanciers grands. » (*Macq. Dipteren*, S. 160, No. 8.) *Léon Dufour* aber an angeführtem Orte: « *Nigra*, antennis 14articulis; oculis in utroque sexu coadunatis; thorace cinereo-» plumbeo; *collo*, *thoracis lateribus*, *alarumque basi* RUBESCENTIBUS; abdomine » pubescente squamoso, lateribus pedibusque lividis; alis diaphanis. » Ferner ist auch die Verschiedenheit der Einwirkung auf die gleiche Pflanze, kaum mit Identität der Art vereinbar.

ERKLÆRUNG DER ABBILDUNGEN.

Taf. 1. Fig. 1. Flügel der *Cecidomyia formosa.*
Fig. 2. Flügel der *C. subpatula.*
Fig. 3. Flügel der *C. grandis.*
Fig. 4. Verbindung der Vorderrandader mit der ersten, ganzen Längsader in den *Cecidomyien*-Flügeln.
Fig. 5. Taster der *C. subpatula.*
Fig. 6. Fühlhorn der *C. formosa.*
b. Fühlhorn der *C. cornuta.*
c. Brustschild derselben.
Fig. 7. Wurzelglieder der Fühler von *C. subpatula.*
Fig. 8. Legebohrer derselben.
Fig. 9. Kopf mit dem Scheitelhorne der *C. limbitorquens.*
Fig. 10. Larve der *C. Dauci*, stark vergrössert.
Fig. 11. Larve aus den Papillen auf den Blättern von Salix capræa, Taf. II, Fig. 38.
Fig. 12. Blatt von *Tilia europæa* mit Gallen von *C. tiliacea.*
a. Halb ausgebildete Gallen mit noch rundem, grünem Deckel.
b. Ganz ausgebildete mit konischem, rothgelbem Deckel.
c. Dieselben von der untern Blattfläche.
d. Löcher der ausgefallenen Gallen.
e. Diese Galle im Durchschnitte vergrössert.
Fig. 13. Blatt von Fagus sylvatica mit Gallen von *C. tornatella.*
b. Diese Galle im Durchschnitte vergrössert.
Fig. 14. Blätter von Populus tremula mit Gallen von *C. polymorpha.*
Fig. 15. Blatt von Spiræa Ulmaria mit Gallen von *C. ulmaria.*
b. die vergrösserte Spitze einer solchen Galle mit der halb herausgezogenen Nymphe.
c. Dieselbe im Durchschnitte vergrössert.

Taf. I. Fig. 16. Ein Zweig von Medicago sativa mit Gallen von *C. Medicaginis*.
Fig. 17. Blatt von Fraxinus excelsior mit Gallen von *C. Fraxini*.
Fig. 18. Blätter von Hieracium pilosella mit Gallen von *C. gemini*.
Fig. 19. Blatt von Leotodon taraxacum mit Blasen von *C. Leotodontis*.
b. Eine solche Blase im Durchschnitte vergrössert.
Fig. 20. Blatt von Glechoma hederacea mit Gallen von *C. bursaria*.
b. Diese Galle im Durchschnitte vergrössert.
Fig. 21. Blüthentraube von *Medicago falcata*, mit durch die Larven von *C. loti* (?) gallenartig aufgetriebenen Blüthen.
Fig. 22. Samendöldchen von *Daucus carota* mit 3, durch die Larven von *C. Dauci* aufgetriebenen Samen.

Taf. II. Fig. 23. Ein Zweig von Salix purpurea, mit dem Schuppenzapfen von *C. strobilina*.
Fig. 24. Stengelspitze von Euphorbia cyparissias mit Blätterknopfevo n *C. capitigena*.
Fig. 25. Dieselbe Pflanze mit Blätterschopfe von *Subpatula*.
Fig. 26. Wurzeltrieb von Lamium purpureum, mit einer Galle von *C. strumosa*.
Fig. 27. Seitenzweig von Stachys sylvatica mit Blätterzapfen, durch *C. stachydis* erregt.
Fig. 28. Zweig von Veronica chamaedrys mit weissfilziger Blättertasche, von *C. Veronicæ* erregt.
Fig. 29. Zweig von Hypericum perforatum, mit 2 hängenden Blättertaschen von *C. hyperici*.
Fig. 30. Fiederblättchen von Onobrychis sativa, schotenartig gefaltet und gefärbt von *C. Onobrychidis*-Larven.
Fig. 31. Blatt von Rosa canina, ebenso von C. Rosæ.
Fig. 32. Blatt von Salix viminalis, mit eingerolltem und gefärbtem Saume, durch Larven von *C. marginemtorquens*.
Fig. 33. Idem von Salix alba, ebenso von C. Clausilia.
Fig. 34. Blatt von Trifolium pratense, tütchenförmig gerollt, und entfärbt von *C. ranunculi*.
Fig. 35. Terminalblätter von Alnus incana, spiralig gewunden durch *C. tortilis*.
Fig. 36. Blatt von Acer pseudo-platanus gewickelt und schwarzfleckig von *C. irregularis*.
Fig. 37. Blatt von Poterium sanguisorba, mit bräunlichem Filze bekleidet, erregt von *C. erianea*-Larven.
Fig. 38. Blatt von Salix capræa mit Papillen der Larve N° 11 auf Taf. I. Vide Nachträge.




23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
b

Ueber

Lokomotiven für geneigte Bahnen.

Von

J. W. v. DESCHWANDEN.

Einleitung.

In der folgenden Abhandlung soll versucht werden die mechanischen Bedingungen festzustellen, welche erfüllt sein müssen, wenn sich eine Lokomotive mit einem Wagenzuge über eine geneigte Bahn hinauf bewegen soll. Zu diesem Zwecke ist nöthig, durch Anwendung der allgemein gültigen Gesetze der Mechanik, das Verhältniss zu bestimmen, in welchem bei einer solchen Bewegung die verschiedenen Kräfte, die auf die bewegten Körper wirken, diese Körper selbst und ihre Bewegungen zu einander stehen. So wie diese Verhältnisse durch Gleichungen bestimmt sein werden, ergeben sich unmittelbar aus ihnen jene Bedingungen.

Da bei der Bewegung eines Wagenzuges durch eine Lokomotive über eine schiefe Bahn hinauf mehrere verschiedene Fälle vorkommen können, in welchen jene Verhältnisse und Bedingungen verschieden sind, ist es nothwendig zuerst den Fall näher zu bezeichnen, der hier behandelt werden soll. Es können nämlich, entweder die Neigung dieser Bahn, die Last des Wagenzuges, die mechanische Wirkung der Lokomotivmaschine und die Bewegungen sämmtlicher Theile des Wagenzuges, während der Fahrt über das Stück der Bahn, welches berücksichtigt werden soll, unveränderlich sein; oder aber ein oder mehrere von diesen Grössen sich während dieser Fahrt verändern. Der erste Fall, in welchem die Bewegung in den Beharrungszustand gelangt, tritt dann nahezu ein, wenn der Wagenzug, ohne dass an der Lokomotive etwas geändert wird, eine ziemlich lange, überall gleich geneigte Bahnstrecke ohne Aufenthalt und mit gleichbleibender Belastung der Wagen zu durchlaufen hat; während der zweite Fall auf Bahnen vorkommen würde, die aus kurzen Stücken verschiedener Neigung bestehen. Da nun der letz-

tere Fall viel zusammengesetztere und desshalb in der Anwendung weniger brauchbare Ergebnisse liefern würde, und auch meistens der erste in der Wirklichkeit ziemlich annähernd eintritt, soll hier nur der erste berücksichtigt werden. Es wird mithin bei allen künftigen Untersuchungen stets vorausgesetzt werden, der Wagenzug sei im Beharrungszustande seiner Bewegung, und die verschiedenen auf ihn einwirkenden Kräfte, sowie die bewegten Körper bleiben zu diesem Ende unverändert.

Sollte man dennoch auch die Bewegung eines Wagenzuges auf Bahnen mit verschiedener Neigung berechnen wollen, so könnten die Gleichungen, welche durch die folgenden Untersuchungen erhalten werden, auf jedes einzelne Bahnstück angewendet werden, das eine gleichförmige Neigung besitzt, mit der Vorsicht aber stets zu bedenken, dass die so erhaltenen Ergebnisse niemals gleich für die Anfangspunkte jedes Bahnstückes von gleichförmiger Neigung, sondern nur für solche Punkte mit der Wirklichkeit übereinstimmen werden, die in einiger Entfernung vom Anfange gelegen sind. Denn bei verschiedenen Neigungen ist die Bewegung des Wagenzuges im Beharrungszustande im Allgemeinen verschieden. Um aber den Wagenzug von dem einen dieser Bewegungszustände in den andern überzuführen, ist, wegen der Trägheit seiner Masse, eine gewisse Zeit nöthig, die im Allgemeinen um so grösser ist, je grösser die Verschiedenheit der beiden Zustände ist. Daher wird der Wagenzug im Anfangspunkte jedes anders geneigten Bahnstückes noch die Bewegung besitzen, die dem Beharrungszustande auf dem eben verlassenen Bahnstücke entspricht, und muss dann eine gewisse Strecke durchlaufen, auf welcher er seine Bewegung allmälig verändert, bis sie endlich dem Beharrungszustande für die neue Neigung der Bahn entspricht; erst von diesem Punkte der Bahn an wird nun die Bewegung gleichförmig bleiben.

Gleichung der Bewegung

für einen

über eine schiefe Bahn hinaufgezogenen Wagenzug.

Es ist zuerst nöthig die Grösse der verschiedenen bewegten Massen, ihre Bewegungen selbst und die Kräfte, durch welche dieselben hervorgebracht werden, möglichst vollständig anzugeben, um alsdann das gegenseitige Verhältniss, in welchem sie zu einander stehen, bestimmen zu können.

Zu den bewegten Massen gehört vorerst der Wagenzug selbst, dessen Gewicht mit Q bezeichnet werden soll, und dann die Lokomotive, deren Gewicht q sei. Beide haben parallel mit der Bahn die gleiche fortschreitende Bewegung, deren Geschwindigkeit mit v bezeichnet werden mag. Einige Theile der ganzen Vorrichtung, wie z. B. manche Bestandtheile der Lokomotive, die Räder etc. besitzen allerdings nicht die gleiche fortschreitende Bewegung, haben aber theils ein so unbedeutendes Gewicht im Verhältniss zu dem Gewichte der übrigen bewegten Körper, dass sie gegen diese völlig vernachlässigt werden können; theils ist ihre Bewegung immer eine periodische, so dass ihre Lage, sowie auch der Einfluss, den sie ihres Gewichtes wegen während einer Periode auf die Bewegung des Wagenzuges ausgeübt haben mögen, am Ende dieser Periode genau eben so ist, wie wenn sie während der gleichen Zeit dieselbe fortschreitende Bewegung besessen hätten, welche die übrigen Theile des Wagenzuges haben. Es kann mithin angenommen werden, alle Punkte der Lasten Q und q besitzen in irgend einem gegebenen Zeitpunkte die gleich grosse und parallel mit der Bahn gerichtete Geschwindigkeit v.

Unter den auf diese bewegten Körper einwirkenden Kräften ist vor Allen das Gewicht Q und q des Wagenzuges und der Lokomotive selbst ins Auge zu fassen. Ihre Angriffspunkte können beziehungsweise in den Schwerpunkten des Wagenzuges und der Lokomotive angenommen werden; sie wirken beide senkrecht, und werden desshalb zum Theil von dem Widerstande der Bahnschienen aufgehoben. Neigt sich nämlich in dem Punkte, in welchem sich der Wagenzug eben befindet, die Bahn auf ein Längenstück

L um die Höhe H, und zerlegt man nun die vertikal wirkende Kraft $Q + q$ in zwei andere, von denen die eine senkrecht auf die Bahn, die andere parallel zu ihr wirkt, so wird die erstere von dem Widerstande der Schienen aufgehoben, die letztere aber ist gleich

$$(Q + q)\frac{H}{L}$$

Ihre Richtung geht nach abwärts und ist mithin der hier angenommenen aufwärtsgehenden Bewegung entgegengesetzt. Da nun der Angriffspunkt dieser Kraft in jeder Sekunde einen parallel zur Bahn gehenden Weg zurücklegt, dessen Länge gleich v ist, so ist die mechanische Wirkung aber Arbeit der Kraft $(Q + q)\frac{H}{L}$ in einer Sekunde gleich:

1) . . . . . $- v\,(Q + q)\frac{H}{L}$

Ausser dieser gegen die Bewegung des Wagenzuges wirkenden Kraft gibt es noch zwei andere, durch welche die Bewegung ebenfalls verzögert wird, nämlich die Reibung der Transportwagen- und Lokomotivenräder auf den Bahnschienen und an den Wagenachsen, und der Luftwiderstand gegen den sich bewegenden Wagenzug. Um die erste Kraft zu überwinden müsste man am Wagenzuge eine parallel zur Bahn gerichtete Kraft anbringen, die gleich

$$m\,Q + m,\,q$$

wäre, wo m und m, durch die Erfahrung zu bestimmende, für alle Bahnen nahezu constante Coeffizienten bedeuten. Diese Reibungen selbst können also wie Kräfte angesehen werden, die am Wagenzuge parallel mit der Bahn, aber gegen dessen Bewegung ziehen, und deren mechanische Wirkung in jeder Sekunde daher gleich:

2) . . . . . $- v\,(m\,Q + m,\,q)$

ist.

Der Luftwiderstand ist bekanntlich den Erfahrungen zufolge nahezu proportional mit dem Quadrate der Geschwindigkeit v und mit der Grösse der Fläche, die bei der Bewegung des Wagenzuges senkrecht gegen die Luft anstösst. Nimmt man n als einen Coeffizienten an, der gleich dem Produkte jener Fläche mit einer durch die Erfahrung zu bestimmenden Grösse ist, so kann mithin die Grösse des Luftwiderstandes ausgedrückt werden durch:

$$n\,v^2$$

Da derselbe ebenfalls parallel mit der Bahn und gegen die Bewegung wirkt, ist seine mechanische Wirkung während einer Sekunde gleich:

3) . . . . . $- v \cdot n\,v^2 = - n\,v^3$

Ausser diesen die Bewegung hemmenden Kräften und ihren Wirkungen gibt es nur eine einzige, welche die Bewegung befördert, nämlich die Kraft des Dampfes, der auf den Mechanismus der Lokomotive wirkt. Es darf nun nicht ausser Acht gelassen werden, dass Alles, was von dieser Wirkung gesagt wird, für alle Arten von Lokomotiven gilt, mögen es gewöhnliche sein, die durch ihre Treibräder, oder solche, die, wie kürzlich vorgeschlagen wurde, durch eine Schraube *), oder durch irgend eine andere Vorrichtung auf der Bahn fortbewegt werden; denn es kömmt hier nur auf die Grösse der ausgeübten Wirkung an, nicht auf die Art und Weise wie diess geschieht. Bei allen diesen Lokomotiven befindet sich nun immer ein Theil des Mechanismus, der unmittelbar mit der Bahn in Berührung kömmt, und also unmittelbar den zur Bewegung nöthigen Druck auf dieselbe ausübt, wie z. B. bei den gewöhnlichen Lokomotiven die Treibräder, bei denen mit Schrauben diese Schrauben selbst u. s. w. Zwischen dieser Treibvorrichtung und demjenigen Maschinentheile, auf welchen die treibende Kraft, der Dampf, seine unmittelbare Wirkung ausübt, befindet sich ein Zwischenmechanismus, durch welchen die Bewegung des zuletzt genannten Maschinentheiles in die des Treibapparates verwandelt wird. Ein Theil der ganzen vom Dampfe ausgeübten Wirkung wird nun durch die schädlichen Widerstände jenes Zwischenmechanismus aufgehoben, und trägt daher unmittelbar nichts zur Bewegung des Wagenzuges bei; der grössere Theil dieser Wirkung aber wird auf die Treibvorrichtung fortgepflanzt und zur Beförderung des Wagenzuges verwendet. Diese Wirkung mag mit

$$W$$

bezeichnet werden. Auch von dieser Wirkung aber geht wiederum oft ein Theil für die Bewegung des Wagenzuges verloren, wenn nämlich bei den Berührungspunkten der Treibvorrichtung mit der Bahn schädliche Widerstände entstehen, die durch einen Theil von W überwunden werden müssen, wie z. B. wenn bei der gewöhnlichen Lokomotive die Treibräder auf der Bahn nicht nur rollen sondern theilweise gleiten, oder die Reibungen, welche die Schraubenwindungen an den Zähnen der Zahnstange zu überwinden haben u. dgl. Werden solche schädliche Widerstände mit

$$w$$

bezeichnet, so ist daher die ganze, von dem Dampfe zur Beförderung des Wagenzuges in jeder Sekunde ausgeübte mechanische Wirkung gleich

4) . . . . . $W - w$

*) Vorgeschlagen von F. Busse.

Nachdem nun in 1, 2, 3 und 4 sämmtliche Kräfte mit ihren auf den sich bewegenden Wagenzug einwirkenden mechanischen Arbeiten angegeben sind, ist es leicht die Gleichung der Bewegung für denselben aufzustellen. Denn da bei jedem Systeme von Körpern, das sich im Beharrungszustande der Bewegung befindet, die während einer gewissen Zeit für Beförderung der Bewegung ausgeübten Wirkungen gleich den zu ihrer Verzögerung ausgeübten sind, so ist die Gleichung der Bewegung eines durch eine beliebige Lokomotive über eine schiefe Bahn hinaufgezogenen Wagenzuges:

$$5) \quad . \quad . \quad v \left\{ (Q + q) \frac{H}{L} + m\,Q + m,\, q + n\,v^2 \right\} = W - w$$

Diese Gleichung drückt daher die Abhängigkeit aus, die nothwendig zwischen der Geschwindigkeit, Last, Neigung der Bahn und Wirkung des Dampfes stattfindet, wenn der Wagenzug sich über eine schiefe Bahn hinaufbewegt, und bestimmt daher auch die Bedingungen, die erfüllt sein müssen, um eine solche Bewegung möglich zu machen.

Sie bestimmt zunächst die Grösse der nützlichen mechanischen Wirkung $W - w$ des Dampfes, die nothwendig ist, wenn ein Wagenzug von gegebenem Gewichte, mit gegebener Geschwindigkeit über eine Bahn mit gegebener Neigung bewegt werden soll. Man sieht, dass diese Wirkung mit der Last und Neigung zunimmt, und zwar bei kleinen Geschwindigkeiten fast proportional mit der erstern, und dass sie ebenfalls mit der geforderten Geschwindigkeit wächst. Da n keine sehr grosse Zahl ist, muss zwar die nützliche Wirkung $W - w$ bei kleinen Geschwindigkeiten nahezu proportional mit denselben zu- und abnehmen; bei grossen Geschwindigkeiten aber nimmt der Einfluss des Gliedes $n\,v^2$ zu und die nützliche Wirkung wächst dann in grösserem Verhältnisse als die Geschwindigkeit v. Wenn daher die Neigung der Bahn zunehmen soll, oder die Last des Wagenzuges oder dessen Geschwindigkeit, so muss auch die nützliche Wirkung des Dampfes, und zwar fast in gleichem Verhältnisse wie jede dieser Grössen, gesteigert werden.

Zur Bestimmung der Geschwindigkeit v kann man aus Gl. 5 am bequemsten folgende Gleichung ableiten:

$$6) \quad . \quad . \quad v = \frac{W - w}{(Q + q) \frac{H}{L} + m\,Q + m,\, q + n\,v^2}$$

Sind Q, q und $\frac{H}{L}$ gross, $W - w$ aber nicht sehr bedeutend, so kann das im Nenner befindliche Glied $n\,v^2$ gegen die übrigen vernachlässigt werden, in welchem Falle dann v sehr leicht mit hinreichender Annäherung berechnet werden kann. Treffen aber

diese Bedingungen nicht ein, so kann v entweder durch Versuche gefunden werden, indem man nach und nach verschiedene Werthe in obige Gleichung hineinsetzt, bis man endlich einen gefunden hat, welcher derselben ziemlich nahe entspricht, oder man wendet überhaupt irgend eine der bekannten Methoden für Auflösung numerischer Gleichungen des dritten und höherer Grade an.

Aus Gl. 6 zeigt sich, dass die Geschwindigkeit des Wagenzuges v nahezu proportional ist mit der nützlichen vom Dampfe ausgeübten Wirkung W — w, namentlich wenn v selbst nicht gross ist. Ferner zeigt sich, dass v wesentlich abhängig ist von der Last Q + q, und der Neigung der Bahn $\frac{H}{L}$. Sowie diese beiden Grössen steigen, W — w aber gleich bleibt, sinkt v. Wenn Q + q nicht sehr klein ist, ist v nahe verkehrt proportional mit dieser Grösse, mag nun die Neigung der Bahn gross oder klein sein, um so genauer aber dennoch, je grösser die Neigung der Bahn, $\frac{H}{L}$, ist. Auch mit dieser letztern Grösse wird v nahezu verkehrt proportional, wenn sie sehr bedeutend wird; bei den gewöhnlich vorkommenden Neigungen aber, auch bei den grössten, ist $\frac{H}{L}$ noch nicht so bedeutend dass m und m_1 dagegen vernachlässigt werden könnten, wie später gezeigt werden wird. Daher verändert sich v bei gleichbleibender Wirkung der Dampfmaschine in der Wirklichkeit immer in etwas kleinerem Verhältnisse als die Neigung der Bahn. Immerhin aber ist diese Veränderung noch bedeutend genug, so dass ein für allemal zu bemerken ist, dass bei gleichbleibender mechanischer Wirkung der auf der Lokomotive befindlichen Dampfmaschine eine stärker geneigte Bahn von einem gleich belasteten Wagenzuge nur dadurch erstiegen werden kann, dass seine Geschwindigkeit vermindert wird. Sollte die Geschwindigkeit gleich bleiben, so müsste entweder die Last vermindert oder die nützliche Wirkung der Dampfmaschine vermehrt werden.

Wenn es sich um sehr grosse Geschwindigkeiten handelte, würde auch die Grösse n einen bedeutenden Einfluss auf v ausüben, indem durch möglichste Verminderung dieses Coeffizienten diese Geschwindigkeit v erhöht würde; da aber diese beim Aufwärtsfahren über eine geneigte Bahn wohl niemals sehr bedeutend werden wird, hat auch der Werth von n niemals einen sehr bemerkenswerthen Einfluss auf v.

Als Ausdruck für die Last Q erhält man aus obigen Gleichungen:

$$7) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad Q = \frac{W - w - v\left\{ q\left(\frac{H}{L} + m_1\right) + n\,v^2\right\}}{v\left(\frac{H}{L} + m\right)}$$

Wie die Geschwindigkeit v, so wächst auch die Last Q wenn die nützliche Wirkung W — w der Lokomotive zunimmt, und zwar wegen des negativen Gliedes im Zähler in noch grösserem Verhältnisse als v. Ferner nimmt diese Last auch zu oder ab wenn das Gewicht der Lokomotive ab- oder zunimmt, und zwar, da m und m_1 jedenfalls wenig von einander verschieden sind, nimmt die eine der beiden Lasten Q und q nahezu um ebensoviel zu, als die andere abnimmt. Um daher eine möglichst grosse nützliche Last fortzuschaffen ist nöthig, dass die Lokomotivmaschine eine viel grössere Wirkung ausübe, als blos zur Fortbewegung der Lokomotive selbst nöthig ist. Schwere Lokomotiven sind also, von diesem Gesichtspunkte aus betrachtet (ohne darauf Rücksicht zu nehmen, dass durch sie die Adhäsion der Räder auf den Schienen vermehrt wird), für geneigte Bahnen nur dann vortheilhaft, wenn die nützliche mechanische Wirkung, welche sie hervorzubringen vermögen, in grösserem Verhältnisse gesteigert wird als ihr Gewicht. Das Wesentlichste worauf zur Fortschaffung grosser Lasten hingearbeitet werden müsste, wäre demnach, Lokomotiven anzuwenden, deren Treibkraft zu ihrem Gewichte in einem möglichst grossen Verhältniss stünde. Dasselbe lässt sich auch von der Vermehrung der Geschwindigkeit sagen, indem oben bereits angegeben wurde, dass v zunehme, wenn W — w vermehrt und Q + q, oder also auch q allein vermindert werde.

Endlich hängt Q auch noch von v und $\frac{H}{L}$ in sehr grossem Masse ab. Wird eine von diesen beiden Grössen so sehr gesteigert, dass

$$8) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad W - w - v \left\{ q \left(\frac{H}{L} + m_1 \right) + n v^2 \right\} = 0$$

wird, so kann gar keine nützliche Last mehr bewegt werden. In diesem Falle könnte sich also nur noch die Lokomotive allein, ohne angehängten Wagenzug mit der gegebenen Geschwindigkeit v über die Bahn mit der Steigung $\frac{H}{L}$ hinaufbewegen. Durch fortgesetzte Abnahme von $\frac{H}{L}$ wird dagegen Q immer grösser, und für $\frac{H}{L} = 0$, d. h. für eine horizontale Bahn hat man aus Gl. 7:

$$9) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad Q = \frac{W - w - v (q m_1 + n v^2)}{v m}$$

Man sieht, dass auch in diesem Falle noch Q gleich Null werden kann, wenn v zu sehr gesteigert wird. Wenn aber in Gl. 7 die Geschwindigkeit v fortwährend abnimmt, nähert sich Q nicht wie bei der Abnahme von $\frac{H}{L}$ einem endlichen Gränzwerthe, sondern

wird für $v = 0$ unendlich gross. Es ist leicht einzusehen, dass dieser Fall in der Wirklichkeit nicht eintreten kann, auch nicht einmal sehr angenähert, da, wie später noch einlässlicher gezeigt werden soll, mit einer sehr bedeutenden Abnahme der Geschwindigkeit v auch nothwendig die Wirkung W abnimmt, obige Resultate aber immer unter der Voraussetzung erhalten wurden, dass W unverändert bleibe.

Als Ausdruck für $\frac{H}{L}$ erhält man aus Gl. 5 oder 6:

$$10) \quad \ldots\ldots \quad \frac{H}{L} = \frac{W - w - v\,(m\,Q + m_1\,q + n\,v^2)}{v\,(Q + q)}$$

Da die Grössen W und v in dieser Formel ganz dieselbe Stellung haben wie in Gl. 7, so ist auch die Abhängigkeit der Neigung $\frac{H}{L}$ von der Wirkung W und der Geschwindigkeit v ganz gleich wie die Abhängigkeit der Last Q von denselben Grössen. Es nimmt mithin $\frac{H}{L}$ bei der Zunahme von $W - w$ ebenfalls immer zu, mit derjenigen von v aber immer ab und wird gleich Null, oder die Bahn kann nur noch horizontal sein, wenn die Gleichung:

$$11) \quad \ldots\ldots \quad W - w - v\,(m\,Q + m_1\,q + n\,v^2) = 0$$

besteht, eine Gleichung, die der in Nr. 8 angegebenen entspricht. Aus dieser Gleichung 11 ergiebt sich auch sehr leicht der Werth von Q, für welchen die Bahn horizontal sein muss und welcher bereits in Nr. 9 angegeben wurde.

Der grösste Werth, den $\frac{H}{L}$ als geometrische Grösse betrachtet, erhalten kann, ist Eins, nämlich dann, wenn die Bahn senkrecht in die Höhe ginge. Nun ist aber einleuchtend, dass, zufolge der Gleichung 10, der dort für $\frac{H}{L}$ angegebene Ausdruck auch noch einen viel höhern Werth erhalten kann, wenn v klein genug gemacht wird. Um diesen Widerspruch zu lösen, muss bedacht werden, dass Gleichung 10 nur unter der Voraussetzung richtig ist, dass der Wagenzug im Beharrungszustande der Bewegung sei. Sobald daher jener Gleichung zufolge $\frac{H}{L}$ grösser als Eins werden sollte, was der Natur dieser Grösse zuwider ist, ist ein solcher Beharrungszustand ohne Veränderung der übrigen Grössen gar nicht mehr möglich. In der Wirklichkeit wird die oberste Gränze von $\frac{H}{L}$ noch viel kleiner, und daher tritt die Unmöglichkeit eines solchen Beharrungszustandes

noch viel früher ein. Es muss sich daher in allen Fällen, in denen durch Gleichung 10 für $\frac{H}{L}$ eine über jenem Gränzwerth liegende Grösse erhalten wird, mindestens eine der übrigen Grössen so verändern, dass $\frac{H}{L}$ unter den Gränzwerth hinabsinkt; ohne diess könnte ein Beharrungszustand in der Bewegung nicht eintreten. Durch die Gleichungen 5, 6 oder 7 kann der hierzu nöthige Werth einer der andern Grössen berechnet werden, wenn man in jenen Formeln für $\frac{H}{L}$ den Gränzwerth oder einen kleineren hineinsetzt.

Aus den Gleichungen 5 bis 11 ergiebt sich nun das Verhältniss, in welchem die von der Lokomotive ausgeübte mechanische Wirkung W, die nützliche Last Q, das Gewicht der Lokomotive q, die Geschwindigkeit v des Wagenzuges und die Neigung $\frac{H}{L}$ der Bahn zu einander stehen, so dass man eine von diesen Grössen, wenn sie unbekannt ist, durch die andere berechnen kann. Mehrere von diesen Verhältnissen werden sich unten bei den Betrachtungen über die Einrichtung der Lokomotiven noch deutlicher und überzeugender herausstellen.

Zur numerischen Berechnung dieser Formeln kann namentlich für bedeutendere Neigungen und nicht sehr grosse Geschwindigkeiten mit hinreichender Genauigkeit angenommen werden, es sei

$$m = m_1 = 0{,}0033$$
$$n = 0{,}75$$

Setzt man diese Zahlwerthe in Gleichung 5, 6, 7 und 10 hinein, und nimmt an, dass $W_p - w_p$ die nützliche Wirkung der Lokomotivmaschine in Pferdekräften bedeute, so erhalten jene Gleichungen folgende Gestalt:

$$12.\quad \left\{\begin{aligned}
W_p - w_p &= \frac{v}{75}\left\{\left(0{,}0033 + \frac{H}{L}\right)(Q + q) + 0{,}75 \,.\, v^2\right\} \\
v &= \frac{75(W_p - w_p)}{\left(0{,}0033 + \frac{H}{L}\right)(Q + q) + 0{,}75 \,.\, v^2} \\
Q &= \frac{75(W_p - w_p) - v\left\{\left(0{,}0033 + \frac{H}{L}\right)q + 0{,}75 \,.\, v^2\right\}}{v\left(0{,}0033 + \frac{H}{L}\right)} \\
\frac{H}{L} &= \frac{75(W_p - w_p) - v\left\{0{,}0033(Q + q) + 0{,}75 \,.\, v^2\right\}}{v(Q + q)}
\end{aligned}\right.$$

Am deutlichsten ergeben sich aus den Gleichungen für $W_p - w_p$ und v die numerischen Veränderungen der Bewegung, die durch eine Zunahme der Neigung $\frac{H}{L}$ der Bahn bewirkt werden, wenn die übrigen Grössen unverändert bleiben. Wenn Q etwas gross, z. B. nicht unter 100 Tonnen ist, so wird bei mässigen und kleinen Geschwindigkeiten das Glied $0{,}75\,v^2$ unbedeutend im Vergleich mit $\left(0{,}0033 + \frac{H}{L}\right)(Q + p)$. Angenommen nun die Wirkung der Lokomotive $W_p - w_p$, sowie Q und q bleiben unverändert, so ergibt sich aus obigem Ausdrucke für die Geschwindigkeit v des Wagenzuges, dass:

auf einer	Bahn	die		1/3 %	steigt	v	nur	1/2	mal	so	gross	ist	wie	auf	der	Ebene;
»	»	»	»	2/3 %	»	v	»	1/3	»	»	»	»	»	»	»	»
»	»	»	»	1 %	»	v	»	1/4	»	»	»	»	»	»	»	»
»	»	»	»	2 %	»	v	»	1/7	»	»	»	»	»	»	»	»
»	»	»	»	3 %	»	v	»	1/10	»	»	»	»	»	»	»	»

Sollte die Geschwindigkeit gleich bleiben, so müsste für die verschiedenen Neigungen die Wirkung $W_p - w_p$ in demselben Verhältnisse vermehrt werden, wie in obiger Zusammenstellung v abnimmt, oder die Grösse $Q + q$ in demselben Verhältnisse abnehmen. Eine Veränderung der Wirkung kann z. B. innerhalb gewisser Gränzen mittelst der veränderlichen Expansion bewirkt werden.

Diese Formeln zeigen auch die vortheilhafteste Anlage einer Bahn (in mechanischer Beziehung), die zwei ungleich hoch gelegene Punkte, oder zwei Punkte verbinden soll, die zwar gleich hoch liegen, aber durch eine Erhabenheit oder Vertiefung des Terrains getrennt sind. Im ersten Falle kann man nämlich entweder die Bahn ohne beträchtliche Krümmungen möglichst gerade von einem Punkte bis zum andern hinaufführen, wodurch sie die grösste mittlere Neigung und die kleinste Länge bekömmt, die für den gegebenen Fall möglich ist; oder man kann sie durch Umwege und daraus sich ergebende Verlängerung von einem Punkte zum andern führen, wobei die mittlere Neigung in demselben Verhältnisse abnimmt, wie die Länge der Bahn zunimmt. Nun zeigen obige Gleichungen 12, dass die Geschwindigkeit v in etwas kleinerem Verhältnisse abnimmt als $\frac{H}{L}$ zunimmt und umgekehrt, und zwar namentlich so lange $\frac{H}{L}$ nur klein ist; daher wird auf der verlängerten weniger steilen Bahn die Geschwindigkeit in kleinerem Verhältnisse zunehmen als die Länge der Bahn, und der Wagenzug also auf der steileren aber kürzeren Bahn,

bei gleicher mechanischer Wirkung der Lokomotive, schneller an seinem Ziele ankommen als auf der weniger steilen, aber längeren Bahn.

Wohl zu beachten ist auch die Veränderung, die durch eine Vermehrung der nützlichen mechanischen Wirkung W_p — w_p der Lokomotive hervorgebracht wird. Wie schon bemerkt, nimmt also die Geschwindigkeit v, namentlich auf steilen Bahnen, wo sie ohnediess klein ist, beinahe proportional mit jener Wirkung zu und ab. Der Zeitaufwand, der zum Befahren einer gegebenen Bahnstrecke nöthig ist, wird daher beinahe in demselben Verhältnisse kleiner sein, wie die Wirkung der Lokomotive pr. Sekunde grösser wird. Desshalb aber bleibt der Gesammtaufwand von mechanischer Arbeit, der zum Befahren eines gegebenen Bahnstückes nöthig ist, beinahe gleich, mag eine mehr oder weniger kräftige Lokomotive angewendet werden; immer in der Voraussetzung, dass Q + q unverändert bleibe. Es müsste also vortheilhafter sein, mit einer kräftigeren Lokomotive zu fahren, als mit einer weniger kräftigen, indem man, ohne mehr Kraftaufwand im Ganzen zu haben, an Zeit gewinnen würde.

Liegen die beiden Endpunkte der Bahn zwar in gleicher Höhe, sind aber durch eine Vertiefung oder Erhöhung des Bodens von einander getrennt, so kann diese entweder von der Bahn erstiegen, oder in vielen Fällen statt dessen auf einem ebenen Wege umgangen werden. Durch Anwendung obiger Formeln kann beurtheilt werden, in welchem Falle das eine oder das andere vortheilhafter ist. Es ist nämlich, vorausgesetzt, dass in beiden Fällen Lokomotiven von gleicher Stärke und Wagenzüge von gleichem Gewichte angewendet werden, nur mittelst des Ausdruckes für v die Zeit zu berechnen, die auf der unebenen und diejenige, die auf der ebenen Bahn nöthig ist, um von einem Endpunkte derselben nach dem andern zu gelangen; diejenige, für welche diese Zeit kürzer ausfällt, ist in mechanischer Beziehung für die vortheilhaftere zu halten. Es ist dabei zu berücksichtigen, dass eine Verzögerung der Geschwindigkeit bei der unebenen Bahn nur auf ihrem aufwärtsgehenden Theile eintritt, auf dem abwärtsgehenden dagegen etwa die gleiche Geschwindigkeit wie auf ebener Bahn bleibt. Nimmt man z. B. den höchsten Punkt der Bahn in der Mitte derselben an, so ist für eine Neigung von 1 % die Zeit zum Zurücklegen der ersten Bahnhälfte, wie oben angeführt wurde, 4 Mal so gross, als wenn sie horizontal wäre; die Zeit zum Zurücklegen der zweiten, absteigenden Hälfte etwa eben so gross, wie auf einer gleich langen wagrechten Bahn; mithin die Zeit zum Befahren der ganzen Bahn 2 1/2 Mal so gross, wie für den Fall, da sie bei gleicher Länge wagrecht wäre. Mithin ist jede wagrechte Bahn, welche die gleichen Endpunkte auf einem Umwege verbindet, der weniger als 2 1/2 Mal so lang ist als die um 1 % steigende und

fallende Bahn, noch vortheilhafter als diese letztere. Bei Neigungen von 2 % sind wagrechte Bahnen, die weniger als 4 Mal, bei Neigungen von 3 % wagrechte Bahnen, die weniger als 5 ½ Mal so gross sind als die unebenen Bahnen, welche die gleichen Endpunkte verbinden, noch vortheilhafter als diese letzteren. Nimmt man an, die Bewegung auf dem abwärtsgehenden Theile der Bahn erfordere keine Wirkung durch Dampf, so wird die vortheilhafteste Anwendbarkeit wagrechter Bahnen in engere Gränzen eingeschränkt, weil alsdann ohne Aenderung der Geschwindigkeit auf der unebenen Bahn der gesammte Kraftaufwand auf derselben vermindert wird. Zu einer genauen Vergleichung der beiden Bahnen in diesem Falle müsste man das Verhältniss des Werthes der Geschwindigkeit zur angewendeten Kraft kennen.

Auch durch Anwendung stärkerer Lokomotiven auf der unebenen Bahn wird die Vortheilhaftigkeit dieser letztern gesteigert, denn die zum Ersteigen des aufwärtsgehenden Theiles der Bahn nöthige Zeit nimmt, wie oben gezeigt worden, fast in demselben Verhältnisse ab, wie die Kraft der Lokomotive zunimmt, ohne dass der Gesammtaufwand von Kraft wesentlich vermehrt wird. Mit einer Lokomotive von doppelter Wirkung könnte man z. B. auf einer um 3 % steigenden Bahn eine nahezu nur ⅕ so grosse Geschwindigkeit erreichen, wie auf einer ebenen Bahn mit einer Lokomotive von einfacher Wirkung. Ist die Geschwindigkeit auf dem absteigenden Theile der Bahn wieder wie auf einer ebenen, so ist daher die ganze Dauer der Fahrt auf der steigenden und fallenden Bahn mit der Lokomotive von doppelter Wirkung eben so gross, wie auf einer dreimal so langen wagrechten Bahn mit einer Lokomotive von einfacher Wirkung. Bei einer um 2 % steigenden und fallenden Bahn wäre die Dauer der Fahrt mit einer Lokomotive von doppelter Wirkung eben so gross, wie auf einer 2 ¼ Mal so langen wagrechten Bahnstrecke mit einer Lokomotive von einfacher Wirkung; auf einer um 1 % steigenden und fallenden Bahn unter den gleichen Bedingungen gleich gross, wie auf einer 1 ½ Mal so langen wagrechten Bahnstrecke. In allen diesen Fällen wäre der Gesammtaufwand an Kraft auf der steigenden und fallenden Bahn nahe eben so gross, wie bei Benutzung einer, im übrigen ähnlich construirten, Lokomotive mit nur einfacher Wirkung, wesshalb auch auf solchen Bahnen durch kräftigere Lokomotiven an Zeit gewonnen wird, ohne mehr Gesammtaufwand von mechanischer Kraft.

Würde man durch fortwährende Verstärkung der Lokomotive die Geschwindigkeit auf der steigenden Bahn endlich der auf wagrechten Bahnen üblichen Geschwindigkeit nähern, so würde freilich auch der Gesammtaufwand von mechanischer Arbeit, die zum Befahren eines unebenen Bahnstückes nöthig ist, etwas vermehrt werden müssen, weil,

wie oben gezeigt worden, die Geschwindigkeit, wenn sie eine bedeutende Grösse erreicht hat, in kleinerem Verhältnisse wächst als die mechanische Wirkung; und weil sehr viel stärkere Lokomotiven auch ein viel grösseres Gewicht haben müssten, wodurch die Gesammtlast des Wagenzuges vermehrt würde, sofern man die nützliche Last Q nicht um etwas vermindern wollte.

Der Vorzug stärkerer Lokomotive vor schwächern auf unebenen Bahnen ist daher einleuchtend, namentlich so lange die Geschwindigkeiten beim Aufwärtsfahren nicht sehr gross werden, indem man mit beiden zum Befahren des gleichen Bahnstückes nahe denselben Gesammtkraftaufwand machen muss, mit den ersteren aber an Zeit gewinnt.

Einrichtung der Lokomotiven

zur Bewegung von Wagenzügen über geneigte Bahnen hinauf.

Im vorigen Abschnitte wurde die Abhängigkeit untersucht, die nothwendig zwischen den verschiedenen Grössen stattfinden muss, die bei der Bewegung eines Wagenzuges über eine geneigte Bahn hinauf betheiligt sind. Sind die dort angegebenen Bedingungen nicht erfüllt, so ist eine solche Bewegung gar nicht möglich. Nun hängen aber einige von jenen Grössen wieder in hohem Maasse von der Einrichtung der bewegenden Vorrichtung der Lokomotive ab; daher ist nothwendig zu untersuchen, wie diese Einrichtung ihren wesentlichen Theilen nach beschaffen sein müsse, damit jene Bewegung möglich werde.

Mag man nun als bewegende Vorrichtung die gewöhnliche Lokomotive oder irgend einen der andern für Bergfahrten vorgeschlagenen Mechanismus annehmen, so sind immer zwei der oben erwähnten Grössen unmittelbar von dieser bewegenden Vorrichtung abhängig, nämlich die mechanische nützliche Wirkung W — w und die Geschwindigkeit v. Denn wenn vorausgesetzt wird, die bewegende Kraft sei Dampf, so ist bekanntlich die Wirkung W vorzüglich von der Grösse und Construktion des Dampfkessels und von der Construktion der Dampfmaschine abhängig. Die Geschwindigkeit v aber ist unter sonst gleichen Umständen immer proportional mit der Geschwindigkeit der Dampfkolben in den Dampfcylindern. Ausserdem findet auch noch eine Abhängigkeit zwischen W und v selbst statt, indem sich die Wirkung W unter sonst gleichen Umständen mit der Geschwindigkeit der Dampfkolben ändert, und zwar so, dass sie ihren Maximumwerth nur bei einer

einzigen gewissen Geschwindigkeit diesen Kolben erreicht. Da nun, wie im vorigen Abschnitte gezeigt worden; sowohl die Geschwindigkeit v als die Steigung der Bahn $\frac{H}{L}$, jede dieser Grössen für sich betrachtet, mit W unbedingt zunehmen, ein möglichst hoher Werth aller dieser Grössen aber in allen Fällen sehr wünschenswerth ist, so muss vor Allem die Einrichtung der Lokomotive so getroffen werden, dass bei ihren Fahrten die Geschwindigkeit der Dampfkolben dem grössten Werthe von W entspricht. Nennt man diese vortheilhafteste Geschwindigkeit der Dampfkolben v_1, so ist nach de Pambour's »neuer Theorie der Dampfmaschinen« deutsch v. Schnuse, 5te Aufl.:

$$13) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad v_1 = \frac{l}{l_1 + c} \; \frac{S}{2a\,(n + qP)}$$

worin: l = Höhe des Kolbenhubes,

l_1 = Höhe des Kolbenhubes bis zur Absperrung,

S = Wassermenge in Cubikmetern, die während einer Sekunde verdampft,

a = Querschnitt eines Dampfkolbens in Quadratmetern,

P = Druck des Dampfes im Kessel auf 1 Quadratmeter, in Kilogrammen ausgedrückt,

$c = 0{,}051$,

$n = 0{,}0001421$,

$q = 0{,}0000000471$.

(Statt $\frac{l}{l + c}$ in der auf S. 116 angegebenen Gleichung des benannten Buches wurde der Expansion wegen $\frac{l}{l_1 + c}$ gesetzt.)

Man sieht aus dieser Gleichung, dass v_1 ausser von der Verdampfungskraft des Kessels und dem Drucke des Dampfes in demselben, auch vorzüglich von den Abmessungen der Dampfcylinder abhängt, indem v_1 verkehrt proportional mit dem Querschnitte derselben ist. Die grösste Wirkung W selbst wird ausgedrückt durch die Gleichung:

$$14) \quad . \quad . \quad W = \frac{2av_1}{1 + \delta} \left\{ \frac{l_1 + c}{l} \, k(799 + P) - (799 + p + p^1 v_1 + f) \right\}$$

$$\text{worin: } \delta = 0{,}14, \quad p = 10330, \quad p^1 = 692, \quad f = 880$$

$$k = \frac{l_1}{l_1 + c} + \log n. \frac{l + c}{l_1 + c}$$

p bedeutet den Druck der athmosphärischen Luft und p^1 den Gegendruck des Dampfes auf den Kolben wegen dem Ausblasen durch das Blaserohr, beide Pressungen auf einen

Quadratmeter bezogen; p^1 nimmt seiner Natur nach verschiedene Werthe an, der oben angegebene ist ein mittlerer.

Man erhält diesen Werth von W aus dem Ausdrucke für ar^1 auf S. 149 des benannten Buches, indem nur anstatt p, $p + p^1 v_1$ gesetzt und p gleich dem Athmosphärendrucke angenommen wird. Die in dem Ausdrucke für ar, S. 116 angegebenen Grössen ϱ und gv^2 fallen hier weg, da sie als äussere Kräfte betrachtet werden, die von der Lokomotivmaschine überwunden werden müssen. Um das absolute Maximum der Wirkung zu erhalten, muss ausser diesen Gleichungen noch die Gleichung:

$$15) \quad \ldots\ldots \quad \frac{l_1}{l} = \frac{799 + p + p^1 v_1 + f}{799 + P}$$

realisirt sein. De Pamb. S. 149.

Es ist noch zu bemerken, dass obiger in Gl. 14 angegebene Werth von W nur dann richtig ist, wenn der zwischen dem Dampfkolben und der Treibvorrichtung der Lokomotive befindliche Mechanismus nicht mehr schädliche Widerstände darbietet als etwa bei einer gewöhnlichen Lokomotive, und dass daher der durch allfällig vorhandene Zahnräder u. dgl. hervorgebrachte Widerstand noch von obigem Ausdrucke für W abgezogen werden müsste.

Aus diesem Werthe aber ergibt sich nun, dass bei einer Veränderung des Cylinderquerschnittes und einer gleichzeitigen Veränderung von v_1 in demselben Verhältnisse aber in umgekehrtem Sinne, W selbst unverändert bleibt. Eine Veränderung von v_1 ist also ohne Nachtheil für die Grösse der Wirkung zulässig, sobald auch die Cylinderquerschnitte zweckmässig abgeändert werden. W kann also für eine Lokomotive mit gegebener Verdampfungskraft als eine nahezu constante Grösse angesehen werden, vorausgesetzt, dass v_1 in dem durch Gleichung 13 angegebenen Verhältnisse zu den Querschnitten der Dampfcylinder stehe. Da nun für eine Bahn mit gegebener Neigung und einen Wagenzug von gegebenem Gewichte wegen Gleichung 5 auch v als eine gegebene Grösse angesehen werden muss, so kann nun mit Berücksichtigung der geometrischen Verbindungsart der Dampfkolben mit der Treibvorrichtung der Lokomotive eine Gleichung unter den Dimensionen des ganzen Zwischenmechanismus aufgestellt werden, worin v als eine durch Gleichung 5 zu berechnende und v_1 als eine innerhalb gewisser Gränzen beliebige Grösse vorkömmt. Wird dieses v_1 aber eine von jenen Dimensionen als unbekannt angenommen, so kann sie aus dieser Gleichung berechnet werden. — Es erhellt daraus, dass eine grosse Menge verschiedener Mechanismen zur Bewegung der Wagenzüge auf schiefen Bahnen, von diesem Standpunkte aus

betrachtet, gleich gut eingerichtet werden können, indem nichts anderes gefordert wird, als eine solche Einrichtung, bei welcher, bei der passendsten Geschwindigkeit v_1 der Dampfkolben, der Wagenzug auch genau mit der durch Gleichung 5 gegebenen Geschwindigkeit v bewegt werde, eine Forderung, die durch passende Verhältnisse der einzelnen Dimensionen der Maschinentheile auch bei sehr verschiedenen Mechanismen leicht zu erfüllen ist. Da aber bei Beurtheilung der praktischen Brauchbarkeit solcher Mechanismen nicht nur die jetzt aufgestellten, freilich vor allen andern wichtigen Punkte berücksichtigt werden müssen, sondern namentlich auch die Zusammengesetztheit oder Einfachheit, die Grösse und Menge der Reibungen und schädlichen Widerstände, die Dauerhaftigkeit und dgl., so muss unter den verschiedenen Mechanismen, welche jenen Hauptbedingungen entsprechen, der vorzüglichste durch Beachtung dieser Punkte gefunden werden. Da in dieser letztern Beziehung die gewöhnliche Lokomotive, ohne alle andern künstlichen Zugaben, gewiss vor allen übrigen bisher vorgeschlagenen Mechanismen einen hohen Rang einnimmt, möge sie zunächst betrachtet werden; nachher aber soll Einiges über Lokomotiven mit Schrauben zugefügt werden.

a. Gewöhnliche Lokomotive.

Es ist zunächst zu untersuchen, was für eine Gestalt die oben aufgestellten allgemeinen Gleichungen für diese Lokomotive annehmen, und zu diesem Zwecke ein Ausdruck für w aufzusuchen.

Wenn die Treibräder auf der Bahn nicht gleiten, sondern nur rollen, hat der Wagenzug die Geschwindigkeit, mit der sich der Umfang der Treibräder dreht, und w ist alsdann gleich Null, da am Berührungspunkte der Treibräder mit den Schienen kein schädlicher Widerstand entsteht, der nicht schon berücksichtigt wäre. Wenn sie aber auf den Schienen theilweise gleiten, ist die Geschwindigkeit des Wagenzuges kleiner, als die drehende Geschwindigkeit des Umfanges der Treibräder, und alsdann findet zwischen Treibrädern und Schienen eine schädliche Reibung Statt, deren Wirkung an die Stelle von w gesetzt werden muss. Ist die Drehungsgeschwindigkeit des Umfanges der Treibräder gleich v_2, so gleiten sie in jeder Sekunde um das Stück $v_2 - v$ auf den Bahnschienen fort. Ist ferner der Druck, mit welchem die Treibräder senkrecht gegen die Bahnschienen gedrückt werden, gleich q_1 und der Reibungscoefficient gleich f, so ist die Intensität der beim Gleiten stattfindenden Reibung gleich fq_1; ihre Wirkung in einer Sekunde aber gleich

$$w = (v_2 - v) fq_1$$

Man erhält daher als allgemeine Gleichung der Bewegung eines Wagenzuges durch eine gewöhnliche Lokomotive aus Gl. 5 oder 6:

$$16a) \quad . \quad . \quad v = \frac{W - v_2 f q_1}{\left\{(Q + q)\frac{H}{L} + mQ + m_1 q + nv^2\right\}(1 - f q_1)}$$

Wird aber $v_2 = v$, d. h. bewegt sich der Wagenzug mit der gleichen Geschwindigkeit wie sich der Umfang der Treibräder dreht, so findet keine schädliche Reibung statt und man hat dann:

$$16b) \quad . \quad . \quad . \quad v = \frac{W}{(Q + q)\frac{H}{L} + mQ + m_1 q + nv^2}$$

Wenn nun, wie vorläufig angenommen wird, kein Gleiten stattfindet, mithin $v_2 = v$ ist, so findet zwischen der drehenden Umfangsgeschwindigkeit v der Treibräder und der Geschwindigkeit v_1 der Dampfkolben ein Zusammenhang statt, der sich aus Folgendem ergibt. Bei jedem vollständigen Kolbenhube, d. h. bei einem Hin- und Hergange eines Kolbens drehen sich die Treibräder einmal herum. Da nun die Höhe des Kolbenhubes gleich der doppelten Länge der Kurbel r, Fig. 1, ist, durch welche die Achse der Treibräder bewegt wird und die von der Schubstange l getrieben wird, kann der Weg des Kolbens während einem vollständigen Kolbenhube mit 4r bezeichnet werden, wo r die Länge jener Kurbel bedeutet. Da ferner der Weg des Kolbens in einer Sekunde im Mittel genommen gleich v_1 sein soll, so ist die Zahl der vollständigen Kolbenhübe in jeder Sekunde gleich:

$$\frac{v_1}{4p}$$

Also drehen sich auch die Treibräder in jeder Sekunde so oft herum, wie diese Zahl Einheiten enthält. Setzt man nun den Halbmesser der Treibräder gleich R, so legen dieselben bei jeder Umdrehung den Weg $2R\pi$ auf der Bahn zurück und ziehen also den Wagenzug durch denselben Weg mit sich. Daher ist der ganze Weg, den der Wagenzug in einer Sekunde zurücklegt gleich $\frac{v_1}{4p} . 2R\pi$, und man hat daher die Gleichung:

$$17a) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad v = \frac{v_1 R\pi}{2r}$$

welche die Abhängigkeit der Geschwindigkeiten v und v_1 und des Halbmessers der Treibräder und der Kurbeln R und r von einander angibt. Führt man in diese Gleichung den durch Gl. 13 angegebenen Werth von v_1 ein, so erhält man:

$$17_b) \quad \ldots\ldots\ldots \quad v = \frac{lS\pi}{(l_1 + c)(n + qP)} \cdot \frac{R}{4ar}$$

Aus dieser Gleichung in Verbindung mit Gl. 16_b ergibt sich nun der Unterschied, der zwischen einer Lokomotive für wagrechte und einer solchen für ansteigende Bahnen bestehen muss. Lässt man die Neigung der Bahn grösser werden, so nimmt nach Gl. 16_b entweder v ab, wenn weder W noch Q + q verändert wird, oder v kann unverändert bleiben, wenn W zu- oder Q + q abnimmt; eine Lokomotive, die für eine geneigte Bahn bestimmt ist, kann also nur dann einen Wagenzug auf derselben bewegen, wenn man ihr entweder eine kräftigere Dampfmaschine gibt, oder sie so einrichtet, dass sie bei der vortheilhaftesten Geschwindigkeit der Dampfkolben langsamer geht. Diess aber kann nach Gl. 17_b dadurch geschehen, dass man entweder

die Wirkung W grösser, oder

den Halbmesser R der Treibräder kleiner, oder

die Länge r der Kurbel grösser, oder

den Querschnitt a der Dampfcylinder grösser

macht, oder mehrere dieser Veränderungen zugleich vornimmt*). Die Wirkung W kann nun, ohne Veränderung von v_1 und v auf verschiedene Weise vermehrt werden. Aus Gl. 14 ergibt sich nämlich, dass diess geschehen kann entweder durch Vermehrung der Spannung P des Dampfes im Kessel, oder durch Vermehrung von l_1, indem man die Absperrung erst später eintreten lässt. In diesen beiden Fällen bleiben die Dimensionen der Dampfcylinder unverändert. Die Wirkung kann aber auch nach Gl. 14 vermehrt werden durch Vergrösserung des Querschnittes a der Cylinder ohne Veränderung von v_1, oder durch Vermehrung der Geschwindigkeit v_1 ohne zugleich v zu vermehren, was durch Verlängerung der Cylinder oder der Hubhöhe l und der Kurbeln r oder auch durch Verkleinerung von r geschehen kann. In allen diesen Fällen muss, wie aus Gl. 14 und 13 hervorgeht, S oder die in der Sekunde verdampfte Wassermenge vermehrt werden.

---

*) Seit der Abfassung dieses Aufsatzes ist das Lokomotivensystem von Joufroy bekannt geworden, in welchem die verschiedenen Werthe, die v bei verschiedenen Neigungen der Bahn annehmen muss, dadurch erreicht werden, dass die Bewegung durch verschiedene Uebersetzungen von den Kolben auf die Treibräder übergetragen wird. Man hat alsdann statt der Gleichung 17_a die Gleichung $v = m \frac{v_1 R\pi}{2r}$ anzuwenden, wo m das Verhältniss bedeutet, in welchem durch die Uebersetzung die Winkelgeschwindigkeit der Treibräder vermindert wird. Statt der Gleichung 17_b erhält man dann:

$$v = \frac{lS\pi}{(l_1 + c)(n + qP)} \cdot \frac{mR}{8ar}$$

woraus m berechnet werden kann

Es ist daher jetzt klar, dass bei einer Lokomotive, die eine gegebene Last über eine stärker geneigte Bahn hinaufziehen soll als eine andere, welche die gleiche Last über eine mehr wagrechte Bahn zu bewegen hat, jedenfalls entweder r oder a grösser oder aber R kleiner gemacht werden muss, damit die Bewegung möglich sei, sobald man weder die Spannung des Dampfes im Kessel vermehren, noch den Grad der Absperrung vermindern will. Wird alsdann in der Sekunde mehr Wasser verdampft, so vermehrt sich auch die Wirkung der Lokomotive und die Geschwindigkeit des mehr ansteigenden Wagenzuges kann jener des weniger ansteigenden gleich kommen; bleibt jene Wassermenge und damit auch die mechanische Wirkung der Lokomotive unverändert, so wird die Geschwindigkeit des Wagenzuges kleiner. Man könnte also auch sagen, dass eine Lokomotive dann eine gegebene Last über eine steilere Bahn hinaufbewegen kann, wenn:

Die Wirkung W durch Vermehrung von P oder von $\frac{l_1 + c}{l}$ vergrössert

oder der Halbmesser R verkleinert
oder die Kurbel l vergrössert
oder die Querschnitte a vergrössert werden

} Wobei $Pv \frac{l_1 + c}{l}$ unverändert bleiben, die Wirkung W aber verändert werden kann oder nicht.

In den drei letzten Fällen wird v, wie Gl. 16b zeigt, im gleichen Verhältnisse wie W sinken und steigen, und man kann mit der gleichen Lokomotive, deren Dimensionen einmal richtig geordnet sind, eine gegebene Last mit mehr oder minder Geschwindigkeit über eine gegebene schiefe Bahn hinaufziehen, je nachdem man ihren Cylindern in der Sekunde eine grössere oder kleinere Menge Dampf von gegebener Spannung und unter einem gegebenen Absperrungsverhältnisse zuführt.

Wollte man keine von allen diesen Veränderungen vornehmen, so könnte nur noch durch eine Verminderung der Last Q eine Bewegung möglich gemacht werden, und zwar nur dann, wenn die Neigung der Bahn eine gewisse Gränze nicht überschritte. Je nachdem man nun R, r oder a als die veränderliche Grösse ansehen will, kann dieselbe ausgedrückt werden durch die Gleichungen:

$$18) \quad R = \frac{4arv(n + qP)}{S\pi} \cdot \frac{l_1 + c}{l}$$

$$19) \quad r = \frac{RS\pi}{4av(n + qP)} \cdot \frac{l}{l_1 + c}$$

$$20) \quad a = \frac{RS\pi}{4rv(n + qP)} \cdot \frac{l}{l_1 + c}$$

In allen diesen Gleichungen ist nach Gl. 13 und 14

$$\frac{l}{l_1 + c} \cdot \frac{S}{2a(n + qP)} = \frac{W(1 + S)}{2a\left\{\frac{l_1 + c}{l} k(799 + P) - (799 + p + p^1 v_1 + f)\right\}}$$

wodurch die Grösse S durch W eliminirt werden kann. Wollte man diesen Ausdruck in obige Gleichungen einführen, so müsste das in demselben vorkommende v_1 angenähert durch Gl. 17a berechnet werden, indem man der als unbekannt angenommenen Grösse R, r oder a einen dem richtigen muthmasslich möglichst nahe kommenden Werth beilegte.

Noch bequemer zur Bestimmung von R, r und a für eine zu Bergfahrten bestimmte Lokomotive ist die unmittelbare Ableitung derselben aus den entsprechenden Dimensionen einer als bekannt angenommenen, für wagrechte oder weniger geneigte Bahnen eingerichteten Lokomotive. Bezeichnen nämlich W^1, R^1, r^1, a^1, v^1 die Wirkung, den Halbmesser der Treibräder und der Kurbeln, den Querschnitt der Dampfcylinder und die Geschwindigkeit mit der eine gegebene Last fortbewegt wird, so gelten die Gleichungen 16b, 18, 19 und 20 für dieselbe ebenfalls, wenn für W, R, r, a und v die eben angegebenen Grössen eingeführt werden. Setzt man ferner die Last des Wagenzuges bei der bekannten Lokomotive gleich $Q^1 + q^1$, die Neigung der Bahn auf der sie geht gleich $\frac{H^1}{L^1}$, so erhält man als Verhältniss der Geschwindigkeiten beider Wagenzüge, $v : v^1$, durch Gl, 16b

$$21) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad \frac{v}{v^1} = \frac{W\left\{\left(m + \frac{H^1}{L^1}\right)(Q^1 + q^1) + nv'^2\right\}}{W'\left\{\left(m + \frac{H}{L}\right)(Q + q) + nv^2\right\}}$$

wobei, was fast immer geschehen kann, $m = m_1$ angenommen wurde. Wird die Wirkung der beiden Lokomotiven und die Last des Wagenzuges gleich angenommen, so hat man:

$$\frac{v}{v^1} = \frac{m + \frac{H^1}{L^1} + nv'^2}{m + \frac{H}{L} + nv^2}$$

Aus den Gleichungen 18, 19 oder 20 aber erhält man, wenn der oben bemerkte Ausdruck für $\frac{l}{l_1 + c} \cdot \frac{S}{2a(n + qP)}$ berücksichtigt und angenommen wird, der Druck des Dampfes im Kessel bei den Lokomotiven sei gleich:

$$22) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad \frac{RWa'r'}{R'W'ar} = \frac{v}{v'}$$

woraus namentlich die Gleichungen:

$$23) \quad \ldots \quad R = R'\frac{v}{v'} \cdot \frac{W'ar}{Wa'r'}, \quad r = r'\frac{v'}{v} \cdot \frac{Wa'R}{W'aR'}, \quad a = a'\frac{v'}{v} \cdot \frac{WRr'}{W'R'r}$$

abgeleitet werden können, die den Gleichungen 18, 19 und 20 entsprechen. Um mittelst dieser Gleichungen eine zu steigenden Bahnen bestimmte Lokomotive zu berechnen, muss also vorerst nach Gl. 21 das Verhältniss $\frac{v}{v^1}$ berechnet werden, wozu die Wirkung der neuen Lokomotive bekannt sein muss, und alsdann wird der Werth dieses Verhältnisses in diejenige von den Gleichungen 23 eingeführt, welche die gesuchte Dimension angibt; die übrigen Dimensionen können beliebig angenommen werden. — Bei kleinen Geschwindigkeiten und grossen Lasten kann in Gleichung 21 die Grösse nv^2 und nv'^2 vernachlässigt werden. Führt man dann den Werth von $\frac{v}{v'}$ in die Gleichungen 23 ein, so erhält man:

$$24. \quad \left\{ \begin{aligned} R &= \frac{R'ar\left(m + \frac{H'}{L'}\right)(Q' + q')}{a'r'\left(m + \frac{H}{L}\right)(Q + q)}, \\ r &= \frac{r'a'R\left(m + \frac{H}{L}\right)(Q + q)}{aR'\left(m + \frac{H'}{L'}\right)(Q' + q')}, \\ a &= \frac{a'r'R\left(m + \frac{H}{L}\right)(Q + q)}{rR'\left(m + \frac{H'}{L'}\right)(Q' + q')}, \end{aligned} \right.$$

und aus Gleichung 21 selbst:

$$\frac{v}{v'} = \frac{W\left(m + \frac{H'}{L'}\right)(Q' + q')}{W'\left(m + \frac{H}{L}\right)(Q + q)}$$

In diesen Gleichungen scheint auf den ersten Anblick desshalb etwas Ungereimtes zu liegen, weil sie von den Wirkungen W und W' der beiden Lokomotiven ganz unabhängig sind. Diess kömmt aber daher, weil die Geschwindigkeit v_1 der Dampfkolben nach Glei-

chung 14, bei gleichen Pressungen des Dampfes im Kessel mit der Wirkung der Dampfmaschine proportional ist, und desshalb auch v proportional mit dieser Wirkung zu- und abnimmt, ohne dass dazu eine Veränderung der Maschinentheile nöthig wäre. Es müssen daher alle oben in die Rechnung eingeführte Dimensionen für alle Lokomotiven, die für gleich schwere Wagenzüge und Bahnen von gleicher Neigung bestimmt sind und mit Dampf von gleicher Spannung arbeiten, nahe gleich sein, mögen sie eine grössere oder kleinere Wirkung hervorbringen. Der Unterschied zwischen ihnen wird vorzüglich nur darin bestehen, dass die Geschwindigkeit, mit der sie den Wagenzug bewegen, proportional mit ihren Wirkungen zu- und abnimmt, was aus diesen Gleichungen nur noch deutlicher hervorgeht als aus dem, was oben gesagt wurde. Im Uebrigen ergeben sich aus diesen Gleichungen folgende Eigenschaften der Grössen R, r und a.

R nimmt, wie aus Gleichung 16 hervorgeht, ab, wenn v kleiner, d. h. wenn bei gleich bleibender Wirkung die Last Q oder die Neigung $\frac{H}{L}$ grösser wird. Ferner kann R unter sonst gleich bleibenden Umständen in dem gleichen Verhältnisse zu- oder abnehmen, wie r oder a, ohne dass dadurch eine Veränderung in der Bewegung des Wagenzuges bewirkt wird, so dass für gleiche Wirkungen einer Lokomotive, gleiche fortzuschaffende Lasten und Neigungen der Bahn eines von den Verhältnissen

$$\frac{R}{r} \text{ und } \frac{R}{a}$$

unverändert den gleichen Werth beibehalten muss. Wird also die Kurbel oder der Querschnitt des Cylinders vergrössert oder verkleinert, so muss im gleichen Verhältnisse auch der Halbmesser des Treibrades vergrössert oder verkleinert werden; will man umgekehrt die Treibräder verändern, so muss entweder die Kurbel r oder der Querschnitt der Cylinder a im gleichen Sinne und im gleichen Verhältnisse verändert werden. Dass die Geschwindigkeit v dabei unverändert bleibt, geht auch daraus hervor, dass grössere Treibräder sich um so langsamer drehen werden, kleinere aber um so schneller, je kleiner sie sind. — So wenig eine Aenderung der mechanischen Wirkung der Lokomotive bei gleichbleibendem Drucke des Dampfes im Kessel eine Veränderung in den Verhältnissen $\frac{R}{a}$ und $\frac{R}{r}$ hervorbringt, so sehr geschieht diess dagegen, wie aus den Gleichungen 18, 19 und 20 hervorgeht, durch eine Aenderung dieses Druckes. Diese Gleichungen zeigen nämlich, dass bei unveränderter Wirkung W, und daher bei gleichbleibender Wassermenge S entweder das Verhältniss $\frac{R}{r}$ oder $\frac{R}{a}$ im gleichen Sinne, obgleich nicht

so stark, geändert werden muss, wie P. Der Grund davon ergibt sich aus Gleichung 13 und 14. Soll nämlich bei zunehmendem Drucke P die Wirkung W unverändert bleiben, so muss entweder v_1 oder a abnehmen. Da aber wegen der gleichbleibenden Wirkung W auch v gleich bleiben muss, so muss im ersten dieser beiden Fälle nach Gleichung 17 das Verhältniss $\frac{R}{r}$ zunehmen, im zweiten aber nimmt von selbst das Verhältniss $\frac{R}{a}$ zu.

Auch die Grösse $\frac{l_1}{l}$ hat einen Einfluss auf das Verhältniss $\frac{R}{r}$ oder $\frac{R}{a}$. Nach Gleichung 15 ist der Ausdruck $\frac{l_1 + c}{c} \cdot k$ am grössten, wenn

$$\frac{l_1}{l} = \frac{799 + p + p'v_1 + f}{799 + P}$$

Da derselbe Ausdruck auch als Factor eines Theiles des Werthes von R vorkömmt, den man erhält, wenn in Gleichung 18 die Grösse S durch W eliminirt wird, so ist auch R oder das Verhältniss $\frac{R}{r}$ oder $\frac{R}{a}$ dann am grössten, wenn jene Gleichung 15 stattfindet. Führt man den dort angegebenen Ausdruck in Gleichung 18 ein, nachdem man jene Elimination vorgenommen, so erhält man

$$R = \frac{4arv\{799 + p + p'v_1 + f\}\left(K\left(1 + \frac{l}{l_1'}\right) - 1\right)}{\pi(1 + S)W}$$

Hieraus ergibt sich, dass R oder das Verhältniss $\frac{R}{r}$ oder $\frac{R}{a}$ um so grösser werden muss, je früher die Absperrung eintritt. Da diess aber um so mehr der Fall ist, je grösser die Spannung des Dampfes im Kessel ist, so wird hierdurch nur das oben schon ausgesprochene Ergebniss bestätigt, dass für Dampf von höherer Spannung auch das Verhältniss $\frac{R}{r}$ oder $\frac{R}{a}$ grösser sein muss; Alles unter der Voraussetzung, dass die mechanische Wirkung W unverändert bleibe.

Fasst man alles Vorstehende zusammen, so ergibt sich, dass der Halbmesser R der Treibräder im Verhältnisse zur Kurbel r oder dem Querschnitte der Dampfcylinder vergrössert, oder eine der beiden letzten Grössen im Verhältniss zur ersteren verkleinert werden muss, wenn:

die Last des Wagenzuges vermindert,
die Neigung der Bahn vermindert,
die Spannung des Dampfes vermehrt.

Dagegen muss R kleiner, oder eine der Grössen r oder a grösser werden, wenn die entgegengesetzten Veränderungen eintreten. Dagegen brauchen die Verhältnisse $\frac{R}{r}$ oder $\frac{R}{a}$ nicht verändert zu werden, wenn nur die Wirkung der Lokomotive ohne Aenderung des Dampfdruckes im Kessel geändert wird und die Geschwindigkeit v nur klein ist.

Hierbei ist nun noch auf die übrigen Veränderungen aufmerksam zu machen, die mit einer Vergrösserung der Grösse r verbunden sind. Es ist nämlich oben schon bemerkt worden, dass die Höhe l eines Kurbelhubes doppelt so gross als die Länge r der Kurbel sein müsse. Mithin muss l um doppelt so viel zunehmen als die Kurbel r und daher auch die ganze Cylinderhöhe um doppelt so viel grösser werden als die Kurbel. Will man daher für grössere Lasten und Neigungen und eine gleich bleibende Spannung des Dampfes die Grösse der Treibräder nicht verkleinern, so müssen nothwendig die Dampfcylinder entweder länger oder weiter gemacht, oder ihre beiden Dimensionen zugleich vergrössert werden.

Alle oben ausgesprochenen Ergebnisse stützen sich auf die bisdahin abgeleiteten Gleichungen; da die Ueberzeugung von ihrer Richtigkeit aber wichtig ist, mögen die wichtigsten derselben hier auch noch kurz auf eine andere, in einigen Beziehungen klarere Weise, bewiesen werden.

Ist die Bahn geneigt, so sucht die Last des Wagenzuges die Lokomotive rückwärts die Bahn hinunter zu bewegen, und zwar mit um so grösserer Kraft, je grösser die Last selbst und die Neigung der Bahn ist, wie aus dem Ausdrucke vor Nro. 1 hervorgeht. Bei dieser Bewegung werden die Treibräder R genöthigt rückwärts zu gehen, und zwar durch eine Kraft, deren Angriffspunkt an der Stelle b, Fig. 1, des Radumfanges ist, wo das Rad die Schiene berührt, und deren Richtung parallel mit der Bahnschiene geht, und mithin etwa durch die Linie bB angegeben werden kann. Diese Kraft wirkt also zur rückgängigen Drehung der Treibräder an einem Hebelarme, der gleich R ist. Ihre Grösse nimmt zu und ab, wenn die Last des Wagenzuges und die Neigung der Bahn zu- oder abnimmt. Dieser Kraft wirkt entgegen der Druck des Dampfes in den Cylindern, der mittelst der Schubstange L das Rad an dem Hebelarme r nach der entgegengesetzten Seite zu drehen sucht, und etwa mit der Linie cC bezeichnet werden kann. Soll nun wirklich eine Drehung im Sinne dieser letztern Kraft erfolgen, so muss dieselbe der erstern nicht nur das

Gleichgewicht halten, sondern selbst noch etwas grösser sein als blos dazu nothwendig wäre. Nennt man die erste dieser Kräfte bB, die letzte cC, so würde Gleichgewicht zwischen ihnen sein, wenn die Gleichung:

$$cC \cdot r = bB \cdot R$$

bestände. Mithin muss für den Fall einer aufwärtsgehenden Bewegung cC noch etwas grösser sein als diese Gleichung angibt. Man sieht daher was geschehen muss, wenn die Neigung der Bahn und in Folge dessen die Kraft bB zunimmt. Bleiben die Kraft cC und die Kurbel r unverändert, so muss alsdann nothwendig R, der Halbmesser der Treibräder kleiner werden. Soll diess nicht geschehen, so muss entweder r, die Kurbel, an welcher die Schubstange wirkt, oder die Kraft cC selbst grösser werden. Da diese Kraft nun aber gleich dem Produkte der Oberfläche des Kolbens in dem mittleren Druck ist, den der Dampf auf jeden Quadratmeter der Kolbenfläche ausübt, so kann sie nur vermehrt werden, entweder durch eine Erhöhung jener Spannung des Dampfes oder eine Vergrösserung des Cylinderquerschnittes, indem dadurch die Fläche zunimmt, auf welche der Dampf einen nützlichen Druck ausübt. Damit aber sind die oben angegebenen vier Arten, wie eine Lokomotive fähig gemacht werden kann eine gegebene Last über eine steilere Bahn hinaufzuziehen, wieder gefunden, nämlich Vermehrung der Spannung des Dampfes, Vergrösserung von r oder a oder Verkleinerung von R; mit der ersten Veränderung ist immer eine Vermehrung der mechanischen Wirkung der Lokomotive verbunden, mit den drei letzten kann diess nach Belieben geschehen oder nicht. — Auch auf diesem Wege also, auf welchem nur die einfachsten Gesetze der Statik angewendet wurden, gelangt man zu den gleichen Hauptergebnissen, die oben auf einem andern Wege erhalten wurden.

Zum Schlusse dessen, was hier im Allgemeinen über die gewöhnlichen Lokomotiven gesagt werden soll, sei noch eine Bemerkung über die Einrichtung der Treibräder erlaubt*). — Es ist oben schon bemerkt worden, dass bei zu grosser Neigung der Bahn die Reibung der Treibräder auf den Schienen nicht mehr im Stande sei dem Zuge der Last an der Lokomotive und dem Widerstande der Luft gegen ihre Bewegung das Gleichgewicht zu halten, und dass die Treibräder alsdann auf den Schienen gleiten, anstatt auf denselben zu rollen. Soll es nun möglich sein, Bahnen mit grösseren Neigungen zu befahren, so darf diess, wie auch in allen bisher geführten Rechnungen angenommen wurde,

*) Als dieser Aufsatz schon unter der Presse war, erhielt ich dasjenige Heft von Crelle's Baujournal, in welchem Hr. Crelle selbst die gleiche, hier folgende Construktion der Treibräder vorschlägt.

nicht eintreten. Um diesen Zweck zu erreichen, ist bisher mit dem meisten Erfolge die Kuppelung der übrigen Lokomotivräder mit den Treibrädern und die Vermehrung des Gewichtes der Lokomotiven angewendet worden. Es möge hier nur noch auf einen andern Gedanken aufmerksam gemacht werden, der vielleicht in vielen Fällen mit Vortheil zur Ausführung gebracht werden könnte. Eine grössere Anpressung der Treibräder an die Eisenbahnschienen und mithin eine grössere Reibung derselben auf ihnen kann nämlich auch einfach dadurch erreicht werden, dass man die Treibräder, da wo sie sich auf die Schienen stützen, rinnenförmig aushöhlt, so dass sie die Schienen nicht mit einer Cylinderfläche auf dem mittleren und obersten Punkte ihres Querschnittes berühren, wie es bei den gewöhnlichen Rädern nahezu der Fall ist, sondern mit zwei Kegelflächen an zwei seitwärts liegenden Punkten des Schienenquerschnittes. Denkt man sich einen Durchschnitt durch die Achse des Rades und dessen Berührungspunkte mit der Schiene gemacht, so würde derselbe bei der Schiene etwa die Gestalt in Fig. 2 haben, während die Radfelge selbst von aussen in senkrechter Richtung auf die Radachse angesehen etwa wie in Fig. 3 aussehen würde. Ist nun q_1 die Kraft, mit welcher das Rad A in lothrechter Richtung gegen die Schiene B gedrückt wird, so müssen die beiden senkrecht auf die Linien ab und bc gerichteten Pressungen p_1, mit welchen die Radfelge auf die Schienen drückt, Theilkräfte jener resultirenden Kraft q_1 sein. Bezeichnet man den Winkel abc mit α, so ist daher:

$$2 \cdot \frac{1}{2} \cdot p_1 \sin \frac{\alpha}{2} = q_1$$

woraus

$$p_1 = \frac{q_1}{\sin \frac{\alpha}{2}}$$

Hieraus ergibt sich, dass p_1 nur dann gleich q_1 ist, wenn $\alpha = 180°$, wenn die Radfelge, die gewöhnliche, nahezu cylindrische Gestalt hat, dass aber p_1 in allen andern Fällen grösser als q_1 ist, und durch hinreichende Verkleinerung des Winkels α beliebig gesteigert werden kann. In demselben Verhältnisse wächst nun aber auch die Reibung der Radfelge auf der Bahnschiene, die das Gleiten des Rades verhindert. Da sich nun die Grösse, welche diese Reibung besitzen muss, nach der Grösse der fortzuschaffenden Last, der Neigung der Bahn und theilweise auch nach der verlangten Geschwindigkeit richtet, muss der Winkel α durch diese Grössen bestimmt werden können.

Ist f der Reibungscoefficient für die Reibung der Schienen und Radfelgen auf einander, so ist:

$$fp_1 = f \frac{q_1}{\sin \frac{\alpha}{2}}$$

die Kraft, welche nothwendig wäre, um die Räder auf den Schienen gleiten zu machen. Die Kraft aber, welche trotz der Bewegung der Treibräder den Wagen zurückzuhalten sucht, ist zufolge den Ausdrücken 1, 2 und 3 gleich:

$$(Q + q) \frac{H}{L} + mQ + m_1 q + nv^2$$

Da nun die Reibung der Radfelgen auf den Schienen mindestens gleich dieser Grösse sein muss, so bestimmt die Gleichung:

$$25) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad f \frac{q_1}{\sin \frac{\alpha}{2}} = (Q + q) \frac{H}{L} + mQ + m_1 q + nv^2$$

den grössten Werth den α haben darf, wenn die Räder nicht auf den Schienen gleiten sollen. Um nun α wirklich zu berechnen, kann man zwei verschiedene Wege einschlagen. Entweder kann man f als bekannt annehmen, und erhält alsdann aus Gleichung 25 einfach:

$$26) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad \sin \frac{\alpha}{2} = \frac{fq_1}{(Q + q) \frac{H}{L} + mQ + m_1 q + nv^2}$$

oder man kann annehmen, dass die Reibung bei einer gewissen Neigung der Bahn, z. B. $\frac{H'}{L'}$ noch eben hinreichend sei zum Gebrauch cylindrischer Räder, und kann nun für eine grössere Neigung α so einrichten, dass die Reibung in eben dem Verhältnisse grösser wird als beim cylindrischen Rade, in welchem die Kraft grösser geworden ist, welche die Lokomotive zurückzuhalten sucht. Man bekömmt daher die Proportion:

$$\frac{fq_1}{\sin \frac{\alpha}{2}} : fq_1 = \left\{(Q + q) \frac{H}{L} + mQ + m_1 q + nv^2\right\} : \left\{(Q + q) \frac{H'}{L'} + mQ + m_1 p + nv'^2\right\}$$

woraus

$$27) \quad . \quad . \quad . \quad \sin \frac{\alpha}{2} = \frac{(Q + q) \frac{H'}{L'} + mQ + m_1 q + nv'^2}{(Q + q) \frac{H}{L} + mQ + m_1 q + nv^2}$$

Mittelst einer der beiden Gleichungen 26 und 27 kann also der $\angle\ \alpha$ berechnet werden. Die Grössen v und v' in diesen Gleichungen müssen nach Gleichung 6 berechnet werden.

Diese Gleichung würde für gewöhnliche Räder die Gestalt von Gleichung 16b annehmen, bei den gekehlten Rädern aber bleibt die Grösse w nicht gleich Null, sondern erhält einen Werth, der nun näher untersucht werden muss.

Würde nämlich die Schiene von der Radfelge nur in zwei Punkten berührt, so wäre für die Bewegung des Wagenzuges auf der Bahn nur die Ueberwindung der Last, des Luftwiderstandes und der rollenden Reibung $mQ + m_1q$ nöthig. Die Berührung wird aber im Allgemeinen immer längs einer kleinen Fläche geschehen, die in Fig. 4 wie eine kleine gerade Linie de erscheint, und mit F bezeichnet werden soll. Sie ist um so kleiner, je vollkommener der Umfang des Schienenquerschnittes in der Gegend von F eine stetig gekrümmte Linie ist; um so grösser, je mehr die Schienen an jenen Stellen durch Abreiben nach der Richtung der Radkehlen abgeplattet sind. Stellt man sich nun genau die Bewegung vor, welche die auf der kleinen Linie F gelegenen Punkte gegen die Schiene machen, wenn das Rad über diese hinrollt, so ergibt sich sogleich, dass nur ein Punkt dieser Linie eine rollende Bewegung auf der Schiene macht, alle andern aber auf ihr theilweise gleiten, und zwar mit um so grösserer Geschwindigkeit, je weiter sie von jenem rollenden Punkte entfernt sind. Nimmt man an, dass irgend ein Punkt g der Linie de oder F die rollende Bewegung mache, so wird jeder andere Punkt h dieser Linie theilweise auf den Schienen gleiten. Bewegt sich z. B. der Berührungspunkt g um ϑx auf der Schiene vorwärts, so muss auch jeder andere Punkt h des Rades um eben so viel auf der Schiene forthewegt werden. Ist nun der Halbmesser des Rades bei g gleich R, so ist er bei h um das Stück hh_1 kleiner, wenn gh_1 eine Parallele und hh_1 eine Senkrechte zur Achse des Rades ist. Da nun aber $hh_1 = gh \cdot \cos\frac{\alpha}{2}$, so ist also der Halbmesser des Rades bei h gleich $R - gh \cdot \cos\frac{\alpha}{2}$, oder wenn man gh einfach mit y bezeichnet, $R = y - \cos\frac{\alpha}{2}$. Durch die gleiche Drehung aber, welche das Rad macht, während der Punkt g um ϑx fortbewegt wird, würde nun allerdings auch h ein Stück weit fortbewegt werden, wenn das Rad nur auf dem Punkt h rollte, nämlich um ein Bogenstück, dessen Winkel ebenfalls derjenige wäre, um den sich das Rad bei der genannten Bewegung gedreht hat, dessen Halbmesser aber nur gleich $R - y \cos\frac{\alpha}{2}$ wäre. Nennt man dieses Bogenstück ϑx_1, so hat man daher:

$$\vartheta x_1 : \vartheta x = R - \cos\frac{\alpha}{2} : R$$

woraus:

$$\vartheta x_1 = \vartheta x \,.\, \frac{R - \cos\frac{\alpha}{2}}{R}$$

Da nun aber der Punkt h gleichwohl genöthigt wird nicht nur den Weg ϑx_1, sondern den ganzen Weg ϑx zurückzulegen, während die besprochene Drehung des Rades stattfindet, so muss er um das Stück $\vartheta x - \vartheta x_1 = y \,.\, \frac{\cos\frac{\alpha}{2}}{R}$ auf der Schiene gleiten. Um die dadurch entstehende Reibung aller Punkte der Linie F zu überwinden, ist die Wirkung w nothwendig. Der ganze auf die Linie F (auf beiden Seiten beider Schienen zusammengenommen) ausgeübte Druck ist, wie oben gezeigt wurde, gleich $\frac{q_1}{\sin\frac{\alpha}{2}}$. Vertheilt sich derselbe gleichmässig auf die ganze Linie F, so ist der Theil desselben, der auf ein ganz kleines Stückchen ϑy dieser Linie fällt, gleich $\frac{\vartheta y}{F} \,.\, \frac{q_1}{\sin\frac{\alpha}{2}}$. Die Stärke der Reibung auf einem solchen Stückchen ist daher gleich $f \,.\, \frac{\vartheta y q_1}{F \sin\frac{\alpha}{2}}$. Nimmt man ein solches Stückchen im Punkte h an, so ist daher die mechanische Wirkung, die bei der Bewegung ϑx des Wagenzuges zur Ueberwindung dieser Reibung verwendet werden muss, gleich $\frac{f \,.\, \vartheta y q_1}{F \sin\frac{\alpha}{2}} (\vartheta x - \vartheta x_1) = \frac{f \vartheta y q_1 \left(R - y \cos\frac{\alpha}{2}\right)}{FR \sin\frac{\alpha}{2}} \vartheta x$. Zählt man nun durch Integration diese Wirkungen für alle über und unter g liegenden Punkte der Linie F zusammen, so erhält man die ganze Wirkung, die während der Zeit von dieser Reibung ausgeübt wird, da der Wagen durch den Weg ϑx geht. Berechnet man ferner diese Wirkung für eine ganze Sekunde, so muss nur für ϑx v gesetzt werden; nimmt man endlich an, dass g in der Mitte der Linie F liege, so dass gd = ge = ½ F, so erhält man:

$$28) \quad \ldots \quad w = \frac{v f F q_1 \cos\frac{\alpha}{2}}{4R \sin\frac{\alpha}{2}} = \frac{v f F q_1}{4R \operatorname{tg}\frac{\alpha}{2}}$$

Führt man nun diesen Werth von w in Gleichung 6 ein, so erhält man:

$$29) \quad . \quad . \quad . \quad v = \frac{W}{(Q + q)\frac{H}{L} + mQ + m_1 q + nv^2 + \frac{fFp_1}{4R \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}}}$$

woraus sich ergibt, dass unter sonst gleich bleibenden Umständen v mit gekehlten Rädern etwas kleiner wird als mit cylindrischen.

Berücksichtigt man diese Gleichungen, so erhalten auch einige der oben für cylindrische Räder aufgestellte Gleichungen eine etwas veränderte Gestalt. Die Gleichungen 17a bis 20 bleiben unverändert. Für Gleichung 21 erhält man dagegen:

$$\frac{v}{v'} = \frac{W\left\{\left(\frac{H'}{L'} + m\right)(Q' + q') + nv'^2 + \frac{fF'q_1'}{4R' \operatorname{tg} \alpha'}\right\}}{W'\left\{\left(\frac{H}{L} + m\right)(Q' + q') + nv^2 + \frac{fFq_1}{4R \operatorname{tg} \alpha}\right\}}$$

Da nun Gleichung 22 ebenfalls unverändert bleibt, erhalten die Gleichungen 24 für kleine Geschwindigkeiten v und v' die Gestalt:

$$30. \quad \begin{cases} R = \dfrac{R'ar\left\{\left(m + \frac{H'}{L'}\right)(Q' + q') + \frac{fF'q_1'}{4R' \operatorname{tg} \alpha'}\right\}}{a'r'\left\{\left(m + \frac{H}{L}\right)(Q + q) + \frac{fFq_1}{4R \operatorname{tg} \alpha}\right\}} \\ \text{u. s. w.} \\ \dfrac{v}{v_1} = \dfrac{W\left\{\left(m + \frac{H'}{L'}\right)(Q' + q') + \frac{fF'q_1'}{4R' \operatorname{tg} \alpha'}\right\}}{W'\left\{\left(m + \frac{H}{L}\right)(Q + q) + \frac{fFq_1}{4R \operatorname{tg} \alpha}\right\}} \end{cases}$$

Das in den Gliedern $\frac{fFq_1}{4R \operatorname{tg} \alpha}$ vorkommende R könnte hier, um eine quadratische Gleichung zu vermeiden, am besten nur ungefähr so angenommen werden, wie R durch die Berechnung werden mag, weil diese Glieder ohne diess verhältnissmässig immer nur klein sein werden.

Es ist nun, was die Anwendung gekehlter Räder betrifft, keinem Zweifel unterworfen, dass durch dieselben eine hinreichend starke Reibung gegen das Gleiten auf den Schienen erlangt werden kann, wie die Gleichungen 26 und 27 deutlich zeigen; auch in Beziehung auf Einfachheit möchte diese Anordnung den meisten andern an die Seite gestellt werden können, die zu diesem Zwecke vorgeschlagen wurden; ob sich aber sowohl

die Schienen als die Räder wegen den Seitenreibungen nicht zu schnell abnutzen, ob sich nicht vielleicht eine Neigung zum Abspringen von den Schienen, oder irgend ein anderer praktischer Uebelstand herausstellen würde, müsste von praktischen Ingenieuren beurtheilt oder durch die Erfahrung bestimmt werden.

Führt man in die zur Berechnung der gewöhnlichen Lokomotive erhaltenen Schlussgleichungen die zum Voraus bekannten Zahlenwerthe ein, wie sie oben schon angegeben wurden, so erhält man für die Geschwindigkeit aus 16b:

$$31a) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad v = \frac{75 \, . \, W_p}{(Q + q)\left(\frac{H}{L} + 0{,}0033\right) + 0{,}75 \, . \, v^2}$$

Die Reibung f der Räder auf den Schienen wechselt nach dem Zustande, in welchem sich diese beiden Maschinentheile befinden, nach angestellten Versuchen zwischen 0,125 und 0,0833, wobei der erste Coefficient bei trockenem warmen Wetter, der letzte wenn die Schienen mit einer dünnen Eisschicht überzogen sind, angewendet werden muss. Setzt man in Gleichung 29 zur Berechnung der Geschwindigkeit für gekehlte Räder den grösseren Coefficienten, so erhält man:

$$31b) \quad . \quad . \quad v = \frac{75 \, . \, W_p}{(Q + q)\left(\frac{H}{L} + 0{,}0033\right) + 0{,}75 \, . \, v^2 + 0{,}031 \, . \, \frac{F q_1}{R \, \mathrm{tg} \, \frac{\alpha}{2}}}$$

Dass aber das mit F multiplizirte Glied oft ohne Nachtheil weggelassen werden kann, ergibt sich aus Folgendem. F selbst dürfte bei gut im Stande gehaltenen Rädern wohl kaum die Grösse $\overset{m}{0{,}01}$ überschreiten; R könnte, auch bei verkleinerten Treibrädern wohl kaum unter $\overset{m}{0{,}5}$ hinabsinken. Gibt man nun noch der $\mathrm{tg} \, \frac{\alpha}{2}$ die kleine Grösse 0,5 und macht $q_1 = 15$ Tonnen oder 15000 Kl., ein für diesen Fall ziemlich grosser Werth, so erhält jenes Glied den Werth 18,4. Setzt man aber $Q = 150000$ Kil., $q = 15000$, $H = 0$, so wird $(Q + q)\left(\frac{H}{L} + 0{,}0033\right) = 550$. Nimmt H einen grössern Werth an, so wird diese Ziffer schnell noch grösser, oder bleibt gleich, wenn Q gleichzeitig angemessen vermindert wird. Das mit F multiplizirte Glied ist also höchstens $\frac{18}{550} = 0{,}03$

vom grössten Gliede des Nenners in Gleichung 31b, wird aber meistens unter diesen Werth hinuntersinken. Begnügt man sich nun ohne Berücksichtigung dieses Gliedes zu rechnen, so fällt Gleichung 31b mit 31a vollständig zusammen, d. h. die Geschwindigkeit für eine Lokomotive mit gekehlten Rädern ist dann gleich gross, wie die einer sonst gleichen, die mit cylindrischen Rädern versehen ist; vorausgesetzt, dass diese letztern auf der Bahn nicht gleiten.

Für Gleichung 18 erhält man:

$$32) \quad \ldots\ldots \quad R = \frac{1{,}273\,\mathrm{arv}\,(1{,}421 + 0{,}000471\,P)}{10000\,S}\;\frac{l_1 + 0{,}05}{l}$$

woraus auch a und r zu berechnen ist. Darin kann auch gesetzt werden

$$\frac{(1{,}421 + 0{,}000471\,P)}{10000\,S} \cdot \frac{l_1 + 0{,}05}{l} = \frac{\frac{l_1 + 0{,}05}{l}\,K\,(799 + P) - (12009 + 692\,v_1 + P)}{1{,}14\,.\,W}$$

Die Gleichungen 24 erhalten die Gestalt:

$$33\,a. \quad \begin{cases} R = \dfrac{R'ar\left(0{,}0033 + \dfrac{H'}{L'}\right)(Q' + q')}{a'r'\left(0{,}0033 + \dfrac{H}{L}\right)(Q + q)} \\ \text{u. s. w.} \\ \dfrac{v}{v'} = \dfrac{W_p\left(0{,}0033 + \dfrac{H'}{L'}\right)(Q' + q')}{W'_p\left(0{,}0033 + \dfrac{H}{L}\right)(Q + q)} \end{cases}$$

Für gekehlte Räder erhält man aus Gleichung 30:

$$33\,b. \quad \begin{cases} R = \dfrac{R'ar\left(0{,}0033 + \dfrac{H'}{L'}\right)(Q' + q') + 0{,}031\,\dfrac{F'q_1'}{R\,\mathrm{tg}\,\dfrac{\alpha'}{2}}}{a'r'\left(0{,}0033 + \dfrac{H}{L}\right)(Q + q) + 0{,}031\,\dfrac{Fq_1}{R\,\mathrm{tg}\,\dfrac{\alpha}{2}}} \\ \dfrac{v}{v_1} = \dfrac{W_p\left(0{,}0033 + \dfrac{H'}{L'}\right)(Q' + q') + 0{,}031\,\dfrac{F'q_1'}{R'\,\mathrm{tg}\,\dfrac{\alpha'}{2}}}{W'_p\left(0{,}0033 + \dfrac{H}{L}\right)(Q + q) + 0{,}031\,\dfrac{Fq_1}{R\,\mathrm{tg}\,\dfrac{\alpha}{2}}} \end{cases}$$

Das genaue Verhältniss $\frac{v}{v_1}$ aus Gleichung 21 gibt:

$$34) \quad . \quad . \quad . \quad \frac{v}{v'} = \frac{W_p \left(0{,}0033 + \frac{H'}{L'}\right)(Q' + q') + 0{,}01\, v'^2}{W'_p \left(0{,}0033 + \frac{H}{L}\right)(Q + q) + 0{,}01\, v^2}$$

Die vollständige Formel für $\frac{v}{v'}$ und für gekehlte Räder ergibt sich von selbst. Bei Benutzung der Formeln 33b wird das R in dem mit F multiplizirten Gliede so angenommen, wie man glaubt, dass es ungefähr durch die Berechnung sich herausstellen werde.

Hat man z. B. eine Lokomotive, die bei ihrer grössten Kraftentwicklung noch im Stande ist eine Last von 200 Tonnen über eine Neigung von 1 % mit einer Geschwindigkeit von 8^m per Sekunde hinaufzuziehen, und soll eine andere mit derselben Wirkungsfähigkeit bei gleicher Dampfspannung, gleichen Cylindern gebaut werden, welche dieselbe Last über eine um 3 % geneigte Bahn hinaufführen soll, so hat man nach Gleichung 34:

$$\frac{v}{v'} = \frac{0{,}0133 \,.\, 200000 + 0{,}75 \,.\, 64}{0{,}0333 \,.\, 200000 + 0{,}75 \,.\, v'^2} = \text{nahe } 0{,}395$$

und nach 33a

$$R = 0{,}395 \,.\, R'$$

Ist nun der Halbmesser R′ der Treibräder für die gegebene Lokomotive z. B. gleich $0{,}762^m$, so ist daher:

$$R = 0{,}301^m$$

Wünscht man anstatt eines so kleinen Treibrades lieber zugleich auch die Cylinder weiter zu machen, so dass z. B. der Querschnitt derselben in demselben Verhältnisse grösser sei als der Querschnitt der Cylinder an der gegebenen Lokomotive, wie die Treibräder der gegebenen grösser sind als die der zu bauenden, so ist also:

$$a' : a = R : R'$$

woraus:

$$\frac{a}{a'} = \frac{R'}{R}$$

Diess in Gleichung 33a eingeführt gibt:

$$R = R' \sqrt{0{,}395}$$

daher für $R' = 0{,}762^m$

$$R = \overset{m}{0{,}479}$$

Ist ferner $a' = \overset{m\square}{0{,}0606}$, oder der Durchmesser der gegebenen Lokomotivencylinder gleich $\overset{m}{0{,}279}$, so ist

$$a = \frac{0{,}0606}{\sqrt{0{,}395}} = \overset{m\square}{0{,}0965}$$

oder der Durchmesser d der neuen Cylinder gleich $\overset{m}{0{,}350}$.

Vermindert man für die neue Lokomotive zugleich die Last $Q + q$ um $1/3$, so dass $Q + q = 2/3\,(Q' + q')$ ist, so hat man bei blosser Aenderung von R nach Nro. 33_a unter sonst gleichen Voraussetzungen:

$$R = 0{,}592 \,.\, R' = \overset{m}{0{,}451}$$

$$\frac{v}{v'} = 0{,}592$$

Oder bei gleichmässiger Veränderung von R und a:

$$R = R' \sqrt{0{,}592} = \overset{m}{0{,}586}$$

$$a = \frac{a'}{\sqrt{0{,}592}} = \overset{m\square}{0{,}0788}$$

$$d = 2\sqrt{\frac{a}{\pi}} = \overset{m}{0{,}316}$$

Statt des Cylinderquerschnittes könnte man im ganz gleichen Verhältnisse die Länge der Cylinder und mithin auch die Länge der Kurbeln vergrössern, oder diese beiden Dimensionen zugleich und in gleichen Verhältnissen, so dass beide in dem Verhältnisse $\frac{1}{\sqrt[4]{0{,}593}}$ grösser würden als die entsprechenden Dimensionen der gegebenen Lokomotive. Auf diese Weise sind zur Erleichterung der Uebersicht über die zu erhaltenden Resultate folgende Tafeln berechnet worden, welche die Dimensionen R, r und d, nämlich den Halbmesser der Treibräder, den der Kurbel oder die halbe Höhe des Kolbenhubes und den Durchmesser der Cylinder für eine Lokomotive auf steigenden Bahnen durch die entsprechenden Dimensionen einer Lokomotive angibt, die noch eine Bahn von 1 % ersteigen kann, die Lasten und Spannungen des Dampfes im Kessel bei beiden Lokomotiven gleich angenommen.

Wenn nur eine von den Grössen R, r oder d einen andern Werth haben soll als die entsprechende R′, r′, d′ bei einer Lokomotive, die eine Neigung von 1 % überwinden kann, so erhält man für verschiedene Neigungen $\frac{H}{L}$ folgende Werthe für jene Grössen:

$\frac{H}{L}$	R	r	d	Bemerkungen.
1 %	R′	r′	d′	Wenn also die Neigung der Bahn gleich $\frac{H}{L}$ ist, muss entweder r den in dieser Tafel angegebenen Werth haben und r = r′, d = d′ sein; oder es muss r den in der Tafel angegebenen Werth haben und R = R′, d = d′ sein; oder es muss endlich nur d den in der Tafel angegebenen Werth haben und R = R′, r = r′ sein. So müsste also z. B. wenn $\frac{H}{L}$ = 2 % R = 0,57 R′, r = r′, d = d′ oder R = R′, r = 1,75 r′, d = d′ oder R = R′, r = r′, d = 1,32 d′.
1,5 %	0,72 R′	1,39 r′	1,18 d′	
2 %	0,57 R′	1,75 r′	1,32 d′	
2,5 %	0,47 R′	2,13 r′	1,46 d′	
3 %	0,40 R′	2,50 r′	1,58 d′	
3,5 %	0,34 R′	2,94 r′	1,71 d′	
4 %	0,31 R′	3,22 r′	1,79 d′	

Wenn sich dagegen alle drei Grössen R, r und d zugleich und zwar in gleichen Verhältnissen ändern sollen, hat man, da $a = d^2 \frac{\pi}{4}$ und

$$d : d' = r : r' = R' : R$$

sein soll, nach Gleichung 33a

$$R = R' \sqrt[4]{\frac{\left(0{,}0033 + \frac{H'}{L'}\right)}{0{,}0033 + \frac{H}{L}}}$$

Mittelst dieser Formel ist folgende Tafel berechnet worden, in welcher die Werthe R, r und d durch die entsprechenden R′, r′, und d′, die einer Lokomotive für 1 % Neigung angehören, ausgedrückt werden, mit der Voraussetzung, dass sich alle drei Grössen gleichzeitig und in gleichen Verhältnissen ändern.

$\frac{H}{L}$	R	r	d	Bemerkungen.
1 %	R′	r′	d′	Wenn also die Neigung der Bahn gleich $\frac{H}{L}$ ist,
1,5 %	0,92 R′	1,085 r′	1,085 d′	
2 %	0,87 R′	1,150 r′	1,150 d′	müssen alle Grössen R, r und d zugleich die in die-
2,5 %	0,83 R′	1,208 r′	1,208 d′	ser Tafel angebenen Werthe haben. Wenn z. B.
3 %	0,79 R′	1,257 r′	1,257 d′	$\frac{H}{L} = 2\,\%$, so muss
3,5 %	0,77 R′	1,310 r′	1,310 d′	
4 %	0,75 R′	1,339 r′	1,339 d′	R = 0,87 R′, r = 1,150 r′ d = 1,150 d′ sein

Man sieht aus dieser Tafel, wie mit der Neigung der Bahn die Halbmesser der Treibräder ab- und Durchmesser und Länge der Cylinder oder Kurbeln zunehmen, so dass bei 4 % Neigung der Halbmesser der Treibräder um ¼ kleiner und die Länge und der Durchmesser der Cylinder um ⅓ des Werthes grösser werden müssen als der, den sie bei einer Lokomotive haben müssen, welche die gleiche Last, bei gleicher Spannung des Dampfes noch durch eine um 1 % geneigte Bahn hinaufziehen kann.

Werden die Lasten auf den beiden Lokomotiven ungleich angenommen, so dass z. B. $\frac{Q + q}{Q' + q'} = \frac{1}{n}$, so sind die in obigen Tafeln enthaltenen Werthe von R, r und d nahe für n Mal grössere Neigungen passend als die in der ersten Vertikalspalte der Tafel angegebenen sind, wie sich sogleich aus den Formeln 33a ergibt. Nimmt man z. B. die Lokomotive für Bergfahrten habe nur 100 anstatt 200 Tonnen fortzubewegen, die von der auf einer Bahn mit 1 % Neigung gezogen werden sollen, so muss R = 0,79 R′, r = 1,257 r′ und d = 1,257 d′ sein, wenn die Neigung jener Bahn 6 % beträgt, weil diese Werthe in der letzten Tafel für eine Neigung von 3 % angegeben sind.

Führt man in die Gleichungen 26 und 27, die zur Berechnung des ∠ α bei gekehlten Rädern dienen, die Werthe f = 0,125 bis 0,0833, m = m_1 = 0,0033, n = 0,75 ein, so erhalten sie die Gestalt:

$$34) \quad . \quad . \quad . \quad \sin\frac{\alpha}{2} = \frac{0{,}125 \,.\, q_1}{\left(0{,}0033 + \frac{H}{L}\right)(Q + q) + 0{,}75\, v^2} \text{ bis}$$

$$= \frac{0{,}0833\, q_1}{\left(0{,}0033 + \frac{H}{L}\right)(Q + q) + 0{,}75\, v^2}$$

$$35) \quad . \quad . \quad . \quad \sin\frac{\alpha}{2} = \frac{\left(0{,}0033 + \frac{H'}{L'}\right)(Q' + q') + 0{,}75\, v'^2}{\left(0{,}0033 + \frac{H}{L}\right)(Q + q) + 0{,}75\, v^2}$$

Nimmt man, um ein Beispiel zur Berechnung am $\sin\frac{\alpha}{2}$ bei gekehlten Rädern zu haben, wieder $Q + q = 200$ Tonnen an, setzt $q_1 = \frac{2}{3}\, q = \frac{2}{3} \,.\, 15$ Tonnen $= 10$ Tonnen, und vernachlässigt man, was alsdann jedenfalls ohne Nachtheil geschehen kann, das Glied $0{,}75\, v^2$ in der Gleichung 35, so bekömmt man für verschiedene Werthe von $\frac{H}{L}$ folgende Werthe für $\sin\frac{\alpha}{2}$

$\frac{H}{L}$	$\sin\frac{\alpha}{2}$ wenn $f = 0{,}0833$	$\sin\frac{\alpha}{2}$ wenn $f = 0{,}125$
0,086 %	1	
0,295 %		1
0,5 %	0,502	0,753
1,0 %	0,313	0,469
1,5 %	0,228	0,342
2,0 %	0,179	0,268
2,5 %	0,147	0,220
3,0 %	0,125	0,187
4,0 %	0,096	0,144

Wenn Q abnimmt, q aber unverändert bleibt, wachsen obige Zahlen für $\sin\frac{\alpha}{2}$ in demselben Verhältnisse wie $Q + q$ abnimmt, ausgenommen die bei den für die Neigungen 0,086 % und 0,295 % angegebenen Werthe, bei welchen aber diese Werthe von $\frac{H}{L}$ selbst zunehmen. Wird z. B. $Q + q = 100$ Tonnen, so werden die Werthe für $\sin\frac{\alpha}{2}$ doppelt so gross als sie in dieser Tafel angegeben sind, und nähert sich also der $\angle\, \alpha$ mehr dem gestreckten Winkel oder der geraden Linie. Verzeichnet man sich die

Querschnitte der Radkehlen für die Neigungen von 1, 2 und 4 %, so erhalten sie etwa die in Fig. 5, 6 und 7 angegebene Gestalt. Die punktirten Linien beziehen sich auf den Fall, da $Q + q = 200$ Tonnen beträgt, die ausgezogenen auf den, da $Q + q = 100$ Tonnen ist; ferner die mit a bezeichneten Figuren auf den Fall, da $f = 0{,}0833$, die mit b bezeichneten, da $f = 0{,}125$ ist. Man sieht aus diesen Figuren, dass die Kehle bei 4 % Neigung auch für 100 Tonnen schon so steil werden müsste, dass wegen den starken Seitenreibungen der Räder an den Schienen ein solches Rad in der Anwendung kaum noch mit Vortheil angewendet werden könnte, wenn die Last nicht etwa in bedeutendem Masse vermindert würde, wogegen aber die Kehlen für kleinere Neigungen oder leichtere Wagenzüge noch anwendbar sein möchten. Auch durch Vermehrung von q_1, namentlich wenn diess ohne eine gleich grosse Vermehrung von q geschehen kann, z. B. durch Kuppelung mehrerer Lokomotivräder, würde die Steilheit der Kehle ebenfalls und zwar beinahe in demselben Verhältnisse abnehmen, wie q_1 zunimmt, so dass unter etwas günstigeren Umständen also wohl auch Räder für 4 % Neigung herstellbar wären.

Um die Berührungsfläche F und dadurch die schädliche Reibung möglichst zu verkleinern, könnte man vielleicht mit Vortheil die Wände der Kehlen etwas nach einwärts biegen, wie in Fig. 8.

b. Lokomotiven mit Schrauben.

Es ist zum Ersteigen schiefer Ebenen mit Lokomotiven mehrfach die Anwendung einer an derselben angebrachten, von der Lokomotivdampfmaschine bewegten Schraube ohne Ende vorgeschlagen worden, welche in die Zähne einer zwischen den Schienen liegenden Zahnstange oder in Friktionsrollen eingreifen soll, die auf einer solchen Stange an der Stelle der Zähne horizontal drehbar befestigt werden müssen. Indem sich die Schraube dadurch auf jener Zahnstange oder jenen Friktionsrollen vorwärts schiebt, zieht sie die ganze Lokomotive und den Wagenzug mit sich fort. Da die beabsichtigte Einrichtung dieser Lokomotiven im Einzelnen noch nicht bekannt ist, kann hier nur eine kurze Betrachtung ihrer Haupttheile mit Beziehung auf den zu erreichenden Zweck angestellt werden.

Da namentlich der Zusammenhang der Schraube mit den Kolben der Dampfmaschine nicht als bekannt angenommen werden kann, so kann nur von den Dimensionen und Bewegungen der Schraube selbst gesprochen werden.

Zunächst muss bemerkt werden, dass die Gleichung 6, welche die Geschwindigkeit v des Wagenzuges angibt, auch bei dieser Lokomotive Anwendung findet, indem sie von

der speziellen Einrichtung der Lokomotive selbst ganz unabhängig ist. Es muss dabei nur bedacht werden, dass nun w jedenfalls einen nicht unbedeutenden Werth annehmen wird, indem diese Grösse nun gleich der Wirkung ist, welche von der Reibung der Schraube an ihren Achsen und an den Zähnen der Zahnstange oder an den Friktionsrollen verbraucht wird. Bezeichnet man nun die Höhe der Schraubengänge mit h_2, den mittleren Durchmesser der Schraubenwindungen mit d_2, die Zahl der Umdrehungen der Schraube in jeder Sekunde mit n_2, so ist der Weg, um den die Schraube sich selbst und daher auch die Lokomotive und den Wagenzug in einer Sekunde vorwärtsschraubt, gleich n_2h_2; man hat daher die Gleichung:

36) . . . . . $n_2h_2 = v$

worin v den in Gleichung 6 angegebenen Werth haben muss. Wenn also zur Berechnung von v die Grössen W — n, Q, q und $\frac{H}{L}$ bekannt sind, kann nach dieser Gleichung n_2 oder h_2 berechnet werden. Es muss daher zu diesem Zwecke noch w durch die übrigen Grössen, die in dem Ausdrucke für v und in Gleichung 36 vorkommen, ausgedrückt werden.

Man denke sich zu diesem Zwecke die Kraft p_2, Fig. 9, welche die Schraube um ihre Achse dreht und sie in der Mitte ihrer Schraubenwindungen angreift. Die Richtung von p_2 ist tangential an den Cylinder, der durch die mittlere Schraubenlinie gelegt werden kann und senkrecht zur Achse der Schraube. Diese Kraft ist es, welche in jeder Sekunde die Wirkung W hervorbringt, denn wenn die Schraube von demjenigen Maschinentheile, der sie dreht, auch nicht unmittelbar an den Schraubenwindungen angefasst wird, sondern etwa an einer Kurbel oder einem Zahnrade, die auf der Schraubenspindel festgemacht sind, so kann man sich eine solche Kraft immer sehr leicht auf die Mitte der Schraubenwindungen reduziren. Da nun die Geschwindigkeit ihres Angriffspunktes nach der Richtung der Kraft gleich $n_2d_2\pi$ ist, so hat man:

$$n_2d_2\pi \,.\, p_2 = W, \quad p_2 = \frac{W}{n_2d_2\pi}$$

Nach rückwärts wird die Schraube von einer Kraft gezogen, die gleich

$$p = (Q + q)\left(\frac{H}{L} + m\right) + nv^2$$

ist. Der Winkel α, den die mittlere Schraubenlinie mit der Achse der Spindel und daher auch mit der Richtung von p bildet, wird durch die Gleichung:

$$d_2\pi \operatorname{cotg} \alpha = h_2$$

bestimmt, woraus:

$$\cos\alpha = \frac{h_2}{\sqrt{d_2^2\pi^2 + h_2^2}}$$

$$\sin\alpha = \frac{d_2\pi}{\sqrt{d_2^2\pi^2 + h^2}}$$

Daher werden die Windungen der Schraube mit folgenden Kräften senkrecht auf ihre Unterlage angedrückt:

durch p mit einer Kraft die gleich $p\,\frac{d_2\pi}{\sqrt{d_2^2\pi^2 + h^2}}$

durch p_2 mit einer Kraft die gleich $p_2\,\frac{h^2}{\sqrt{d_2^2\pi + h_2^2}}$ ist.

Liegen nun die Windungen unmittelbar auf Zähnen einer Zahnstange auf, so ist daher die Intensität der Reibung, die auf ihnen stattfindet, gleich:

$$f\,.\,\frac{pd_2\pi + p_2h_2}{\sqrt{d_2^2\pi^2 + h_2^2}}$$

Der Weg, den der Angriffspunkt dieser Reibung bei jeder Umdrehung der Schraube nach der Richtung der Reibung selbst zurücklegt, ist gleich der Länge einer Schraubenwindung, also gleich

$$\sqrt{d_2^2\pi^2 + h_2^2}$$

und daher die Wirkung der Reibung während jeder Umdrehung gleich:

$$f\,(pd_2\pi + p_2h_2)$$

nämlich gleich dem Produkte der beiden zuletzt abgeleiteten Grössen. Berücksichtigt man die Reibung der Schraubenspindel in ihren Lagern nicht, oder nimmt vielmehr an, sie sei bei der Bestimmung von W schon berücksichtigt worden, so erhält man daher nun:

$$W = f\,(pd_2\pi + p_2h_2)\,n_2$$

Da sich nun auch noch diejenigen Kräfte im Gleichgewichte halten, die an den Schraubenwindungen parallel mit den Flächen derselben wirken, und von denen, die von der Reibung p herkommende gleich

$$p\,\frac{h_2}{\sqrt{d_2^2\pi^2 + h_2^2}} + f\,.\,\frac{pd_2\pi + p_2h_2}{\sqrt{d_2^2\pi^2 + h_2^2}}$$

und die von p_2 herkommende gleich:

$$p_2 \frac{d_2\pi}{\sqrt{d_2^2\pi^2 + h_2^2}}$$

ist, so hat man, da die erste gegen, die zweite für die Bewegung der Schraube wirkt:

$$p_2 \frac{d_2\pi}{\sqrt{d_2^2\pi^2 + h_2^2}} = \frac{ph_2 + f(pd_2\pi + p_2h_2)}{\sqrt{d_2^2\pi^2 + h^2}}$$

woraus:

$$p_2 = p \cdot \frac{h_2 + f\pi d_2}{d_2\pi - fh_2}$$

Führt man diesen Ausdruck in obigen Werth für w ein, setzt für p den Werth $(Q + q)\left(\frac{H}{L} + m\right) + nv^2$, für n_2 den aus Gleichung 36 und für v den aus Gleichung 6 sich ergebenden Werth ein, so erhält man:

$$37) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad w = W\left(1 - \frac{1}{1 + f\left(\frac{d_2^2\pi^2 + h_2^2}{h_2(d_2\pi - fh_2)}\right)}\right)$$

Dieser Ausdruck wird am kleinsten, wenn:

$$38) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad d = \frac{h_2}{\pi}\left(f + \sqrt{1 + f^2}\right)$$

und alsdann ist w gleich:

$$39) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad w = W\left(1 - \frac{1}{1 + 2f(f + \sqrt{1 + f^2})}\right)$$

Wenn die Windungen der Schraube auf einer Friktionsrolle aufliegen anstatt auf einem Zahne, so findet nun der grösste Theil der Reibung an dem Zapfen dieser Rolle statt. Da der Druck, mit welchem die Windungen auf die Rolle gedrückt werden, gleich dem ist, mit dem sie auf den Zahn angedrückt werden, so ist die Intensität der Reibung gleich gross wie in dem so eben behandelten Falle. Die Kraft aber, welche am Umfange der Rolle zur Ueberwindung dieser Reibung nöthig ist, ist in demselben Verhältnisse kleiner als im vorigen Falle, wie der Durchmesser jenes Zapfens d_3 kleiner ist als derjenige der Rolle d_4 selbst. Der gegenwärtige Fall kann daher sogleich auf den vorigen zurückgeführt werden, wenn man statt f die Grösse $f\frac{d_2}{d_3}$ setzt. Man erhält alsdann für den allgemeinen Fall aus Gleichung 37:

$$40) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad w = W\left(1 - \frac{1}{1 + f \cdot \frac{d_3}{d_4}\left(\frac{d_2^2\pi^2 + h_2^2}{h\left(d_2\pi - fh_2\frac{d_3}{d_4}\right)}\right)}\right)$$

Für das Minimum der schädlichen Wirkung der Reibung die Bedingungsgleichung aus Gleichung 38

$$41) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad d_2 = \frac{h_2}{\pi}\left(\frac{d_3}{d_4} f + \sqrt{1 + \frac{d_3^2}{d_4^2} f_2}\right)$$

und für die entsprechende kleinste schädliche Wirkung selbst, aus Gleichung 39

$$42) \quad . \quad . \quad . \quad w = W\left(1 - \frac{1}{1 + 2f\frac{d_3}{d_4}\left(f\frac{d_3}{d_4} + \sqrt{1 + f^2\frac{d_3^2}{d_4^2}}\right)}\right)$$

Mittelst der Formeln 37 und 40 kann man also die Wirkung berechnen, welche bei der Bewegung der Schraube von der Reibung absorbirt und dadurch für die Bewegung des Wagenzuges unnütz gemacht wird. Man sieht aus diesen Formeln, dass diese Wirkung um so grösser ist, je grösser namentlich der Reibungscoeffizient f ist, und dass sie allerdings durch die Zugabe von Friktionsrollen bedeutend vermindert werden kann. Ferner zeigt sich aber auch, dass die Grösse dieses schädlichen Aufwandes von mechanischer Wirkung von dem Verhältnisse des Schraubendurchmessers zur Höhe der Schraubengänge abhängig ist. Gleichung 38 und 41 geben an, wie dieses Verhältniss beschaffen sein müsse, damit w möglichst klein werde. Multiplizirt man beide Gleichungen mit π, so erhält man auf der linken Seite $d_2\pi$, was den Umfang des mittleren Schraubencylinders bedeutet, auf der rechten h_2 multiplizirt mit einem Coeffizienten, der um etwas grösser ist als Eins und zwar um so viel mehr, je grösser f ist; woraus also folgt, dass der Umfang des Schraubencylinders etwas grösser sein muss als die Höhe eines Schraubenganges, und zwar um so viel mehr, je grösser die Reibung an den Schraubenwindungen ist. Die Neigung der Schraubenwindungen zu der Achse der Schraubenspindel wird desshalb etwas weniger als 45° betragen. Die Gleichungen 39 und 42 geben an, wie gross alsdann noch die Wirkung dieser schädlichen Reibung sei. Durch Anwendung der durch diese Formeln erhaltenen Werthe von w kann nun auch nach Gleichung 6 die Geschwindigkeit o berechnet werden.

Die wichtigsten Dimensionen und Grössen einer neu zu erbauenden Lokomotive mit Schraube, deren Dampfmaschine eine gegebene Wirkung auszuüben im Stande wäre, könnten demnach etwa auf folgende Weise bestimmt werden. Man bestimme zuerst möglichst genau die Grösse W, indem man diese Wirkung gleich der gegebenen Wirkung der Dampfmaschine setzt mit Abzug der schädlichen Widerstände, die etwa in dem Mechanismus zwischen den Kolbenstangen der Dampfcylinder und der Schraube angebracht sind. Alsdann berechne man nach Gleichung 39 oder 42 die Grösse w, um mittelst dieser Grösse aus Gleichung 6 die Geschwindigkeit v zu berechnen. Nun lassen sich die Dimensionen der Schraube auf folgende Weise bestimmen. Entweder der mittlere Durchmesser der Schraube, oder die Höhe der Schraubengänge, oder die Anzahl der Umdrehungen der Schraube in einer Sekunde kann beliebig angenommen werden; die beiden übrigen von diesen drei Grössen aber müssen nun durch die Gleichungen 36 und 38 oder 36 und 41 bestimmt werden. Wird z. B. die Zahl der Umdrehungen n_2 angenommen, so muss zuerst h_2 durch Gleichung 36 und dann d_2 durch 38 oder 41 bestimmt werden.

Zur Bestimmung des numerischen Ausdruckes obiger Formeln kann nur noch der Werth von f und π eingeführt werden. f ist der Reibungscoeffizient für Eisen auf Eisen, und kann, da keine Schmiere angenommen werden kann, etwa gleich 0,15 gesetzt werden. Setzt man ferner für π die bekannte Zahl, so erhält man aus den Formeln 37, 38 und 39 und aus Gleichung 6:

$$43.\quad \begin{cases} w = W\left(1 - \dfrac{1}{1 + 0,15\,\dfrac{9,869\,d_2^2 + h_2^2}{h_2\,(3,142\,d_2 - 0,15\,h_2)}}\right) \\[2ex] \dfrac{d_2}{h_2} = 0,369 \\[2ex] w = 0,2581\ .\ W \\[2ex] v = \dfrac{0,7419\ .\ W}{\left(0,0033 + \dfrac{H}{L}\right)(Q + q) + 0,75\ .\ v^2} \end{cases}$$

Nimmt man auch für den Fall, da Friktionsrollen angewendet werden, den gleichen Reibungscoefficienten an, obschon derselbe vielleicht etwas kleiner gemacht werden dürfte, so erhält man aus den Gleichungen 40, 41 und 42 und aus Gleichung 6:

$$44.\quad \begin{cases} w = W\left(1 - \dfrac{1}{1 + 0,15\,\dfrac{d_3}{d_4}\cdot\dfrac{9,869\,d_2^2 + h_2^2}{h_2\left(3,142\,d_2 - 0,15\,\dfrac{d_3}{d_4}\,h_2\right)}}\right) \\[2ex] d_2 = \dfrac{h_2}{3,142}\left(0,15\,\dfrac{d_3}{d_4} + \sqrt{1 + 0,0225\,\dfrac{d_3^2}{d_4^2}}\right) \\[2ex] w = W\left(1 - \dfrac{1}{1 + 0,3\,\dfrac{d_3}{d_4}\left(0,15\,\dfrac{d_3}{d_4} + \sqrt{1 + 0,0225\,\dfrac{d_3^2}{d_4^2}}\right)}\right) \\[2ex] v = \dfrac{W - w}{\left(0,0033 + \dfrac{H}{L}\right)(Q + q) + 0,75\,v^2} \end{cases}$$

Die letzten drei Gleichungen unter Nro. 43 und die zweite und dritte unter Nro. 44 beziehen sich nur auf das vortheilhafteste Verhältniss der Höhe h_2 des Schraubenganges zum Durchmesser d_2 der Schraube. Man sieht aus den obigen Werthen von w, dass im günstigsten Falle die Reibung der Schraube an den Zähnen der Zahnstange $1/4$ der nützlichen Arbeit oder $1/5$ der ganzen Arbeit beträgt, welche die Dampfmaschine ausüben muss, um den Wagenzug in Bewegung zu setzen. Da auch ausserdem jedenfalls noch mehr schädliche Widerstände vorkommen werden als bei der gewöhnlichen Lokomotive, indem wahrscheinlich einige Uebersetzungen der Bewegung zwischen der Kolbenstange und der Schraube nöthig sein werden, die bei der gewöhnlichen Lokomotive fehlen, ist diese Einrichtung in Beziehung auf Sparsamkeit in Verwendung der mechanischen Arbeit jedenfalls hinter die gewöhnliche Lokomotive zurückzustellen, so ferne bei jener die Treibräder auf der Bahn nicht gleiten, sondern nur rollen. Diese Reibung kann nun freilich, wie bemerkt worden, durch Anwendung der Friktionsrollen vermindert werden. Ob aber nicht etwa durch die hieraus entstehende grössere Zusammengesetztheit der Vorrichtung jener Vortheil wieder aufgehoben werde, müsste die Erfahrung entscheiden.

Beispielsweise möge noch folgende Tafel angegeben werden, welche die vortheilhaftesten Dimensionen der Schraube enthält für verschiedene Geschwindigkeiten des Wagenzuges, und bei der Annahme, dass die Schraube in jeder Sekunde 4 Umdrehungen mache. Die Werthe von d_2 und h_2 sind mittelst Gleichung 43 und 36 berechnet.

v	h_2	d_2
10^m	2,5	0,923
8	2	0,738
6	1,5	0,553
4	1	0,369
2	0,5	0,184

Im gleichen Verhältnisse, in welchem man die Zahl der Umdrehungen in der Sekunde vergrössert, werden die Dimensionen für h_2 und d_2 kleiner, und umgekehrt.

Fig 1

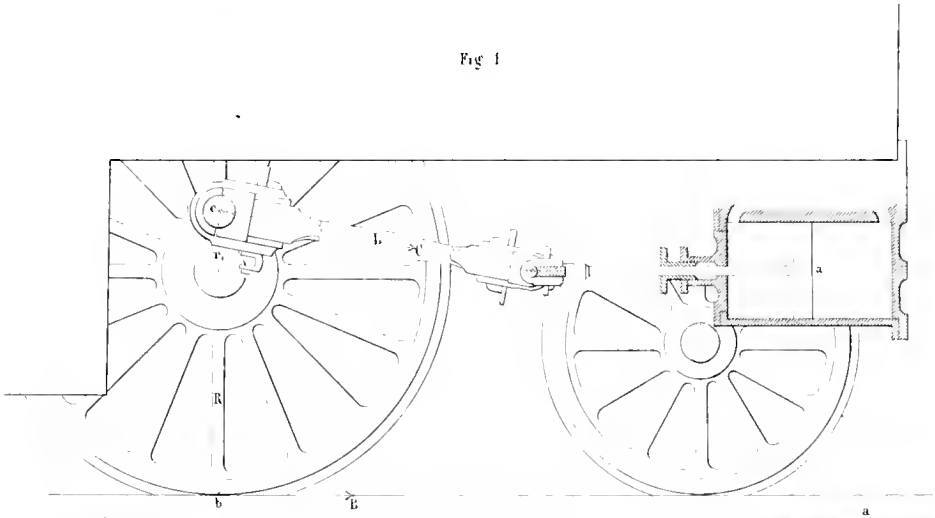


Fig 2

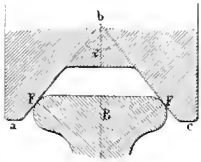


Fig 3.

Fig 4

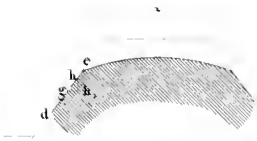


Fig 5 1%.

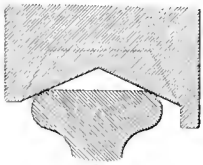


Fig 6. 2 %

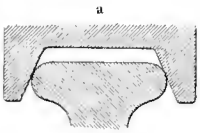


Fig 8.

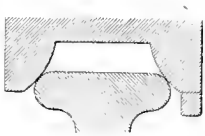


Fig 9

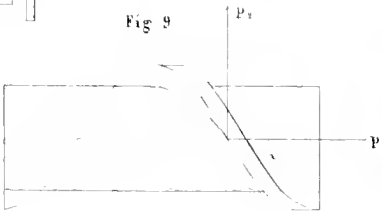
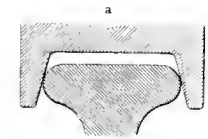
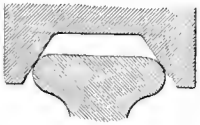
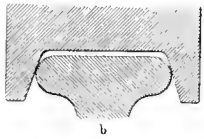


Fig. 7. 4 %







Lith. Anst. v. J. Wurster u. Comp. in Winterthur

NEUE DENKSCHRIFTEN

DER

ALLG. SCHWEIZERISCHEN GESELLSCHAFT

FÜR DIE

gesammten Naturwissenschaften.

NOUVEAUX MÉMOIRES

DE LA

SOCIÉTÉ HELVÉTIQUE

DES

SCIENCES NATURELLES.

Band X, mit XIII Tafeln.

NEUCHATEL,

Auf Kosten der Gesellschaft.

IN DER BUCHDRUCKEREI VON H. WOLFRATH.

1849.

NEUE DENKSCHRIFTEN

DER

ALLG. SCHWEIZERISCHEN GESELLSCHAFT

FUR DIE

gesammten Naturwissenschaften.

NOUVEAUX MÉMOIRES

DE LA

SOCIÉTÉ HELVÉTIQUE

DES

SCIENCES NATURELLES.

Band X, mit XIII Tafeln.

NEUCHATEL,

Auf Kosten der Gesellschaft.

IN DER BUCHDRUCKEREI VON H. WOLFRATH.

1849.

REGISTRE.

Zur Theorie

der

Vertheilung des Magnetismus

im weichen Eisen.

Von

JACOB AMSLER.

Einleitung.

Die analytische Behandlung einer Reihe von Aufgaben aus der Theorie der Vertheilung des Magnetismus im weichen Eisen führt darauf hinaus, ein Potential zu finden, welches gewissen Bedingungen genügt, die genau dieselben sind, wie sie sich in der Theorie der Anziehung, der Wärme, der Electricität wieder finden, so dass sich diese Disciplinen bis auf einen gewissen Punkt vereint behandeln lassen. Dagegen scheint folgendes Hauptproblem aus der Theorie der magnetischen Vertheilung dieser eigenthümlich auch in seiner analytischen Lösung anzugehören:

»Es ist ein weicher Eisenkörper von bestimmter Form und Dichtigkeit gegeben, auf »welchen beliebige innere oder äussere magnetische Kräfte vertheilend wirken. »Man soll angeben:

»1) Die Vertheilung der freigewordenen magnetischen Flüssigkeit im Innern »des Körpers, und die Dichtigkeit der magnetischen Flüssigkeitsschichte, »welche auf anzugebende Weise auf der Oberfläche des Körpers vertheilt, »statt der wirklichen Vertheilung im Innern substituirt werden kann.

»2) Das Potential der freigewordenen Flüssigkeit auf einen äussern oder in»nern Punkt.«

Poisson zeigte, dass sich diese Aufgabe folgender Massen analytisch aussprechen lasse:

Es sei V das Potential der inducirenden magnetischen Kräfte, Q das Potential der durch die Induction freigewordenen magnetischen Flüssigkeit, r die Entfernung des Elementes dxdydz vom angezogenen Punkt, φ eine unbekannte Function, welche durch die Gleichung definirt wird

$$V + Q + \varphi = 0$$

so hat man die Gleichung zu lösen

$$Q = \int k\left(\frac{\partial\frac{1}{r}}{\partial x}\cdot\frac{\partial\varphi}{\partial x} + \frac{\partial\frac{1}{r}}{\partial y}\cdot\frac{\partial\varphi}{\partial y} + \frac{\partial\frac{1}{r}}{\partial z}\cdot\frac{\partial\varphi}{\partial z}\right)dx\,dy\,dz$$

Die Integration ist auszudehnen über den ganzen Eisenkörper. Die Grösse k hängt von der Beschaffenheit des Eisens ab, und ändert sich mit derselben. Ist das Eisen homogen, also k constant, so lässt sich vorstehendes Integral in ein Doppelintegral nach der Oberfläche transformiren. Nämlich, bezeichne $\frac{\partial \varphi}{\partial n}$ den Differentialquotienten von φ nach der Normalen der Oberfläche des Eisenkörpers, $d\omega$ das Element der Oberfläche, so ist

$$Q = k \int \frac{d\omega}{r} \cdot \frac{\partial \varphi}{\partial n}$$

Die Integration ist über die ganze Oberfläche auszudehnen.

Ist statt eines Eisenkörpers ein ganzes System gegeben, so enthält der Ausdruck für Q eine Summe von so vielen Integralen, als Körper vorhanden sind.

Allgemein ist die Lösung der aufgestellten Gleichungen nicht möglich. In einigen wenigen Fällen gelangte man dazu mit Hülfe der Laplace'schen Y's, nämlich dann, wenn ein einzelner homogener Eisenkörper gegeben ist, der von einer Kugel, oder einer ellipsoidischen Oberfläche, oder von zwei confocalen Ellipsoiden begränzt wird.

Die auf eine strenge Theorie gebaute Behandlung mancher practischer Fragen erfordert indess eine viel allgemeinere Lösung der Inductionsaufgabe, als die Analyse je wird geben können, so wenigstens verstanden, dass wenn die Struktur eines Eisenkörpers bekannt ist, sich unmittelbar auch die Vertheilung der freien magnetischen Flüssigkeit und deren Potential bei gegebenen vertheilenden Kräften soll analytisch darstellen lassen.

Neumann traf wohl zuerst einen Ausweg, bei Anlass der Entwicklung einer Methode zur Bestimmung der Inclination, die Aehnlichkeit mit der bekannten Lloyd'schen hat, aber sich von dieser durch vollkommen strenge theoretische Begründung unterscheidet. Er zeigte, dass wenn eine magnetische Parallelkraft auf einen homogenen, von einer Rotationsoberfläche begränzten Eisenkörper wirkt, das Potential der inducirten freien Flüssigkeit sich darstellen lässt, in so weit es von der Richtung der Parallelkraft abhängt. Die Formel für das Potential enthält einige unbestimmte Coefficienten, welche Funktionen der Dimensionen des Körpers und der Coordinaten des angezogenen Punktes sind. Für den Fall der von Neumann gemachten Anwendung kömmt es darauf an, diese Coefficienten durch Zuhülfenahme einiger Beobachtungen mehr zu eliminiren. Ich werde in einer andern Untersuchung auf seine eben so einfache als interessante Herleitung zurückkommen.

Indem ich auf dem von Neumann angedeuteten Wege weiter ging, kam ich zu einigen Sätzen, die ich im Folgenden darlegen werde, und wodurch es ganz allgemein

möglich wird, das Potential eines unter Einfluss eines Magnetpoles befindlichen Eisenkörpers von beliebiger Struktur zu entwickeln als Funktion der Coordinaten des inducirenden und angezogenen Punktes, so dass also die unbestimmt bleibenden Coefficienten nur noch von den Strukturselementen des Körpers abhängen.

Diese Lösung der Aufgabe scheint mir für die meisten Anwendungen zu genügen. Denn die hiebei analytisch unbestimmt gebliebenen Grössen können in der Anwendung ebenfalls nicht wirklich bestimmt werden; wenigstens dürften die Fehler, die aus unmittelbaren Abmessungen der Form und der Voraussetzung der Homogeneität entspringen, im Allgemeinen nicht kleiner sein als die, welche bei einer sorgfältigen Behandlung aus der zur Elimination der unbestimmten Coefficienten nothwendigen Vermehrung der Beobachtungen hervorgehen.

Kennt man die vollständigen analytischen Formeln für einen homogenen Körper, so kann man bei der Anwendung auf das Experiment die sich daraus ergebenden Resultate, wenn es auf äusserste Genauigkeit ankommt, als erste Annäherung betrachten, und die im Folgenden zu entwickelnden allgemeinen Formeln zur Correktion benutzen. Ein Beispiel hiezu werde ich bei Gelegenheit der Entwicklung der Neumann'schen Methode die Inclination zu bestimmen, geben.

Im Verlauf der nachfolgenden Entwicklungen werde ich mich öfters folgenden Neumann'schen Satzes bedienen, den ich, um spätere Untersuchungen zu vermeiden, hier voranschicke:

Seien U und U_1 zwei beliebige stetige Functionen der rechtwinkligen Coordinaten x, y, z, die beide die Eigenschaft haben, zu verschwinden, wenn eine der Grössen x, y, z unendlich wird, so gelten folgende Gleichungen:

$$\int U\delta U_1 dv - \int U\left(\frac{\partial U_1}{\partial n}\right)d\omega = \int U_1\delta U dv - \int U_1\left(\frac{\partial U}{\partial n}\right)d\omega =$$

$$-\int\left\{\left(\frac{\partial U}{\partial x}\right)\left(\frac{\partial U_1}{\partial x}\right) + \left(\frac{\partial U}{\partial y}\right)\left(\frac{\partial U_1}{\partial y}\right) + \left(\frac{\partial U}{\partial z}\right)\left(\frac{\partial U_1}{\partial z}\right)\right\}dv \quad \text{(A)}$$

$$\int U\delta U_1 dv + \int U\left(\frac{\partial U_1}{\partial n}\right)d\omega = \int U_1\delta U dv + \int U_1\left(\frac{\partial U}{\partial n}\right)d\omega =$$

$$-\int\left\{\left(\frac{\partial U}{\partial x}\right)\left(\frac{\partial U_1}{\partial x}\right) + \left(\frac{\partial U}{\partial y}\right)\left(\frac{\partial U_1}{\partial y}\right) + \left(\frac{\partial U}{\partial z}\right)\left(\frac{\partial U_1}{\partial z}\right)\right\}dv \quad \text{(B)}$$

Hierin ist zur Abkürzung gesetzt

$$\delta U = \frac{\partial^2 U}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial z^2}$$

Diese Bedeutung soll in der Folge die Charakteristik δ immer haben. — dv bezeichnet das Element des Raumes, $d\omega$ der Oberfläche, $\left(\frac{\partial U}{\partial n}\right)$ den Differentialquotienten der Function U nach der auswärtsgerichteten Normalen der Oberfläche. In der Gleichung (A) sind die Integrationen respective nach der ganzen Oberfläche und dem Raume innerhalb einer beliebigen geschlossenen Oberfläche auszuführen. In der Gleichung (B) nach der Oberfläche und dem unendlichen Raume ausserhalb.

1.

Wirken auf einen weichen Eisenkörper keine festen magnetischen Kräfte vertheilend, so ist die freie magnetische Flüssigkeit in jedem Punkte desselben Null.

Die magnetischen Momente eines Elementes sind

$$(1) \quad \alpha = k \frac{\partial \varphi}{\partial x} \quad \beta = k \frac{\partial \varphi}{\partial y} \quad \gamma = k \frac{\partial \varphi}{\partial z}$$

φ bestimmt sich aus den Gleichungen

$$\varphi + V + Q = 0$$

$$(2) \quad Q = \int k_1 \left(\frac{\partial \frac{1}{r_1}}{\partial x_1} \cdot \frac{\partial \varphi_1}{\partial x_1} + \frac{\partial \frac{1}{r_1}}{\partial y_1} \cdot \frac{\partial \varphi_1}{\partial y_1} + \frac{\partial \frac{1}{r_1}}{\partial z_1} \cdot \frac{\partial \varphi_1}{\partial z_1} \right) dv_1$$

Hierin ist $r_1 = \sqrt{(x - x_1)^2 + (y - y_1)^2 + (z - z_1)^2}$; φ_1 und k_1 sind Functionen von x_1, y_1, z_1 allein.

Sind keine festen magnetischen Kräfte vorhanden, so ist $V = 0$. Unser Satz erfordert, dass in diesem Fall $\alpha = 0$, $\beta = 0$, $\gamma = 0$, d. h. $\frac{\partial \varphi}{\partial x} = 0$, $\frac{\partial \varphi}{\partial y} = 0$, $\frac{\partial \varphi}{\partial z} = 0$, also

$\varphi = -Q$ für jeden Punkt im Innern des Eisenkörpers eine constante Grösse sei. Wir haben also zu zeigen, dass aus der Gleichung

$$(3) \qquad -Q = \int k_1 \left(\frac{\partial \frac{1}{r_1}}{\partial x_1} \cdot \frac{\partial Q_1}{\partial x_1} + \frac{\partial \frac{1}{r_1}}{\partial y_1} \cdot \frac{\partial Q_1}{\partial y_1} + \frac{\partial \frac{1}{r_1}}{\partial z_1} \cdot \frac{\partial Q_1}{\partial z_1} \right) dv_1$$

folgt

$$Q = \text{Const.}$$

Ersetzen wir in dem Integral der Gleichung (3) die Variabeln x_1, y_1, z_1 durch x_2, y_2, z_2, und bezeichnen die Funktionen von x_2, y_2, z_2 durch den Index (2), so wird

$$(4) \qquad -Q = \int k_2 \left(\frac{\partial \frac{1}{r_2}}{\partial x_2} \cdot \frac{\partial Q_2}{\partial x_2} + \frac{\partial \frac{1}{r_2}}{\partial y_2} \cdot \frac{\partial Q_2}{\partial y_2} + \frac{\partial \frac{1}{r_2}}{\partial z_2} \cdot \frac{\partial Q_2}{\partial z_2} \right) dv_2$$

$$\text{wo } r_2 = \sqrt{(x - x_2)^2 + (y - y_2)^2 + (z - z_2)^2}$$

Differentiirt man die beiden Ausdrücke für Q, (3) und (4), nach x, und multiplicirt die Resultate mit einander, so folgt, da man Differentiation und Multiplication unter dem Integralzeichen ausführen kann,

$$\left(\frac{\partial Q}{\partial x}\right)^2 = \int\int k_1 k_2 \left(\frac{\partial^2 \frac{1}{r_1}}{\partial x_1 \partial x} \cdot \frac{\partial Q_1}{\partial x_1} + \ldots\ldots \right) \left(\frac{\partial^2 \frac{1}{r_2}}{\partial x_2 \partial x} \cdot \frac{\partial Q_2}{\partial x_2} + \ldots \right) dv_1 dv_2$$

Auf dieselbe Weise bildet man die Werthe für $\left(\frac{\partial Q}{\partial y}\right)^2$ und $\left(\frac{\partial Q}{\partial z}\right)^2$ und setzt dieselben in den Ausdruck

$$(5) \qquad P = \int \left\{ \left(\frac{\partial Q}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial Q}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial Q}{\partial z}\right)^2 \right\} dv$$

Die Integration ist auszudehnen über den ganzen unendlichen Raum. — Führt man die Multiplicationen unter dem Integralzeichen aus, so wird in dem Ausdruck für $\int \left(\frac{\partial Q}{\partial x}\right)^2 dv$ das erste Glied

$$\iiint k_1 k_2 \frac{\partial^2 \frac{1}{r_1}}{\partial x_1 \partial x} \cdot \frac{\partial Q_1}{\partial x_1} \cdot \frac{\partial^2 \frac{1}{r_2}}{\partial x_2 \partial x} \cdot \frac{\partial Q_2}{\partial x_2} dv\, dv_1 dv_2 = \iint k_1 k_2 \frac{\partial Q}{\partial x_1} \cdot \frac{\partial Q_2}{\partial x_2} \cdot \frac{\partial^2}{\partial x_1 \partial x_2} \left(\int \frac{\partial \frac{1}{r_1}}{\partial x} \cdot \frac{\partial \frac{1}{r_2}}{\partial x} dv \right) dv_1 dv_2$$

Behandelt man alle Glieder im Ausdrucke für P auf diese Weise, und setzt zur Abkürzung

$$(6) \qquad f = \int \left(\frac{\partial \frac{1}{r_1}}{\partial x} \cdot \frac{\partial \frac{1}{r_2}}{\partial x} + \frac{\partial \frac{1}{r_1}}{\partial y} \cdot \frac{\partial \frac{1}{r_2}}{\partial y} + \frac{\partial \frac{1}{r_1}}{\partial z} \cdot \frac{\partial \frac{1}{r_2}}{\partial z} \right) dv$$

$$(7) \qquad F = \int k_2 \left(\frac{\partial f}{\partial x_2} \cdot \frac{\partial Q_2}{\partial x_2} + \frac{\partial f}{\partial y_2} \cdot \frac{\partial Q_2}{\partial y_2} + \frac{\partial f}{\partial z_2} \cdot \frac{\partial Q_2}{\partial z_2} \right) dv_2$$

so wird

$$(8) \qquad P = \int k_1 \left(\frac{\partial Q_1}{\partial x_1} \cdot \frac{\partial F}{\partial x_1} + \frac{\partial Q_1}{\partial y_1} \cdot \frac{\partial F}{\partial y_1} + \frac{\partial Q_1}{\partial z_1} \cdot \frac{\partial F}{\partial z_1} \right) dv_1$$

Die Integration in (6) lässt sich leicht mit Hülfe der Gleichung (A) ausführen. Setzt man nämlich in derselben $U = \frac{1}{r_2}$ und für U_1 das Potential einer unendlich kleinen Kugel vom Volumen u_1 und der Dichtigkeit 1, also $U_1 = \frac{u_1}{r_1}$, so erhält man

$$(9) \qquad u_1 \int \left(\frac{\partial \frac{1}{r_1}}{\partial x} \cdot \frac{\partial \frac{1}{r_2}}{\partial x} + \frac{\partial \frac{1}{r_1}}{\partial y} \cdot \frac{\partial \frac{1}{r_2}}{\partial y} + \frac{\partial \frac{1}{r_1}}{\partial z} \cdot \frac{\partial \frac{1}{r_2}}{\partial z} \right) dv = u_1 \int \frac{1}{r_2} \frac{\partial \frac{1}{r_1}}{\partial n} d\omega - \int \frac{1}{r_2} \delta \left(\frac{u_1}{r_1} \right) dv \, .$$

Die Integrationen führen wir aus über die Oberfläche und den Raum einer unendlich grossen Kugel, deren Mittelpunkt innerhalb des Eisenkörpers liegt. — Da an der Oberfläche dieser Kugel $\frac{1}{r_1}$ und $\frac{1}{r_2}$ verschwinden, so wird offenbar

$$\int \frac{1}{r_2} \frac{\partial \frac{1}{r_1}}{\partial n} d\omega = - \int \frac{\partial \omega}{r_2 r_1^2} \frac{\partial r_1}{\partial n} = 0$$

Nach einem bekannten Satze ist $\delta \frac{u_1}{r_1} = 0$ für alle Punkte ausserhalb der Kugel u_1; dagegen $= - 4\pi$ für jeden Punkt innerhalb derselben. Innerhalb dieses kleinen Raumes können wir $\frac{1}{r_2}$ constant setzen $= \frac{1}{r_{1,2}}$, wenn man durch $r_{1,2}$ den Werth bezeichnet, den r_2 annimmt, wenn man darin x_1, y_1, z_1, statt $x\,y\,z$ schreibt. Hienach wird

$$- \int \frac{1}{r_2} \delta \left(\frac{u_1}{r_1} \right) dv = \frac{4\pi}{r_{1,2}} \int dv = \frac{4\pi u_1}{r_{1,2}}$$

Setzt man diese Werthe in die Gleichung (9) ein, und nimmt Rücksicht auf Gleichung (6), so folgt

$$f = \frac{4\pi}{r_{1,2}}$$

Setzt man diese Werthe in (7) ein, so wird

$$F = 4\pi \int k_2 \left(\frac{\partial \frac{1}{r_{1,2}}}{\partial x_2} \cdot \frac{\partial Q_2}{\partial x_2} + \frac{\partial \frac{1}{r_{1,2}}}{\partial y_2} \cdot \frac{\partial Q_2}{\partial y_2} + \frac{\partial \frac{1}{r_{1,2}}}{\partial z_2} \cdot \frac{\partial Q_2}{\partial z_2} \right) dv_2$$

Nach (4) ist dieses Integral aber offenbar $= - Q_1$, folglich

$$F = - 4\pi Q_1$$

und hiemit gibt die Gleichung (8)

$$(10) \qquad P = - 4\pi \int k_1 \left\{ \left(\frac{\partial Q_1}{\partial x_1}\right)^2 + \left(\frac{\partial Q_1}{\partial y_1}\right)^2 + \left(\frac{\partial Q_1}{\partial z_1}\right)^2 \right\} dv_1$$

Setzt man die beiden Ausdrücke für P, nämlich (5) und (10) einander gleich, so erhält man, da man die Indices fortlassen kann,

$$0 = \int \left\{ \left(\frac{\partial Q}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial Q}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial Q}{\partial z}\right)^2 \right\} dv + 4\pi \int k \left\{ \left(\frac{\partial Q}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial Q}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial Q}{\partial z}\right)^2 \right\} dv$$

k ist immer in der Theorie des Magnetismus eine positive Grösse. Wir haben also eine Summe von lauter positiven Grössen, die verschwinden soll. Dies ist nur möglich, wenn jedes einzelne Glied verschwindet. Also muss sein

$$\frac{\partial Q}{\partial x} = 0 \qquad \frac{\partial Q}{\partial y} = 0 \qquad \frac{\partial Q}{\partial z} = 0$$

für jeden Punkt innerhalb und ausserhalb des Körpers; was zu erweisen war.

Die Richtigkeit dieses Beweises erfordert wesentlich, dass k immer positiv sei. Indess giebt die Gleichung (3) auch dann noch $Q =$ const. für jeden innern und äussern Punkt, wenn k negative Werthe haben könnte, was sich auf einem dem eingeschlagenen ähnlichen Wege, allerdings mit einiger Umständlichkeit, beweisen lässt.

Wegen der Wichtigkeit des Satzes will ich noch andeuten, wie man zu verfahren hat in dem Fall, dass k constant, positiv oder negativ ist. — In diesem Fall lassen sich die Gleichungen (3) und (4) in folgende einfachere transformiren:

$$- Q = k \int \frac{d\omega_1}{r_1} \cdot \frac{\partial Q_1}{\partial n_1}$$

$$- Q = k \int \frac{d\omega_2}{r_2} \cdot \frac{\partial Q_2}{\partial n_2}$$

woraus

$$P = \int \left\{ \left(\frac{\partial Q}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial Q}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial Q}{\partial z}\right)^2 \right\} dv = k^2 \int\int d\omega_1 \, d\omega_2 \, \frac{\partial Q_1}{\partial n_1} \cdot \frac{\partial Q_2}{\partial n_2} \, f$$

wo

$$f = \int \left(\frac{\partial \frac{1}{r_1}}{\partial x} \cdot \frac{\partial \frac{1}{r_2}}{\partial x} + \frac{\partial \frac{1}{r_1}}{\partial y} \cdot \frac{\partial \frac{1}{r_2}}{\partial y} + \frac{\partial \frac{1}{r_1}}{\partial z} \cdot \frac{\partial \frac{1}{r_2}}{\partial z} \right) dv$$

Diese Integration soll jetzt nicht über den ganzen unendlichen Raum ausgedehnt werden, sondern über den unendlichen Raum ausserhalb einer Kugel, die mit einem solchen Radius $r_{o,2}$ um den Punkt (x_2, y_2, z_2) als Mittelpunkt beschrieben ist, dass der ganze Eisenkörper in sie hineinfällt. Für diesen Fall giebt die Gleichung (B) für f den Werth

$$u_1 f = - u_1 \int \frac{1}{r_2} \frac{\partial \frac{1}{r_1}}{\partial n} d\omega - \int \frac{1}{r_2} \delta \left(\frac{u_1}{r_1} \right) dv$$

Das letzte Integral verschwindet. Im ersten können wir $\frac{1}{r_2}$ als an der ganzen Oberfläche constant $= \frac{1}{r_{o,2}}$ vorziehen, und es wird, da $\int \frac{\partial \frac{1}{r_1}}{\partial n} d\omega = - 4\pi$

$$f = \frac{4\pi}{r_{o,2}}$$

Dies in den Integralausdruck für P substituirt, giebt

$$P = 4\pi k^2 \int\int \frac{d\omega_1 \, d\omega_2}{r_{o,2}} \frac{\partial Q_1}{\partial n_1} \cdot \frac{\partial Q_2}{\partial n_2} = 4\pi k^2 \int \frac{d\omega_2}{r_{o,2}} \frac{\partial Q_2}{\partial n_2} \int d\omega_1 \frac{\partial Q_1}{\partial n_1}$$

Nun ist aber $\int d\omega_1 \frac{\partial Q_1}{\partial n_1} = 0$, (wie aus (B) folgt, wenn man $Q = U$, $U_1 = \text{const.}$ setzt), folglich

$$P = 0$$

P ist aber eine Summe von Quadraten, kann also nur verschwinden, wenn jedes einzelne Glied Null ist. Also wird

$$\frac{\partial Q}{\partial x} = 0 \qquad \frac{\partial Q}{\partial y} = 0 \qquad \frac{\partial Q}{\partial z} = 0$$

für jeden Punkt ausserhalb einer aus dem Punkt (x_2, y_2, z_2) mit dem Radius $r_{o,2}$ beschriebenen Kugel. Es gilt aber folgender Satz:

»Das Potential Q von Massen, die sämmtlich ausserhalb eines zusammenhängen-
»den Raumes liegen, kann nicht in einem Theile dieses Raumes einen constanten

»Werth, und zugleich in einem andern Theile desselben einen verschiedenen Werth »haben.«

Also ist unser Q nicht bloss in dem beschriebenen Raume, sondern für jeden Punkt ausserhalb des Eisenkörpers konstant. — Das Potential und seine Differentialquotienten ändern sich aber beim Durchgang des angezogenen Punktes durch die Oberfläche des stetig mit Masse erfüllten Körpers ebenfalls stetig. Also ist auch in der Oberfläche $\frac{\partial Q}{\partial x} = 0$, $\frac{\partial Q}{\partial y} = 0$, $\frac{\partial Q}{\partial z} = 0$, und also auch $\frac{\partial Q}{\partial n} = 0$, d. h.

$$Q = k \int \frac{d\omega}{r_1} \left(\frac{\partial Q_1}{\partial n_1}\right) = 0$$

mag der angezogene Punkt innerhalb oder ausserhalb des Eisenkörpers liegen, und k positiv oder negativ sein.

2.

Wirken auf einen Eisenkörper beliebige feste magnetische Kräfte vertheilend, so ist nur Ein Gleichgewicht für die freigewordene Flüssigkeit möglich.

Wir zeigen, dass die Gleichungen

$$\varphi + V + Q = 0$$

$$Q = \int k_1 \left(\frac{\partial \frac{1}{r_1}}{\partial x_1} \cdot \frac{\partial \varphi_1}{\partial x_1} + \frac{\partial \frac{1}{r_1}}{\partial y_1} \cdot \frac{\partial \varphi_1}{\partial y_1} + \frac{\partial \frac{1}{r_1}}{\partial z_1} \cdot \frac{\partial \varphi_1}{\partial z_1}\right) dv_1$$

um eine Lösung zu lassen. Wäre φ' eine zweite, so hätte man

$$\varphi' + V + Q' = 0$$

$$Q' = \int k_1 \left(\frac{\partial \frac{1}{r_1}}{\partial x_1} \cdot \frac{\partial \varphi_1'}{\partial x_1} + \frac{\partial \frac{1}{r_1}}{\partial y_1} \cdot \frac{\partial \varphi_1'}{\partial y_1} + \frac{\partial \frac{1}{r_1}}{\partial z_1} \cdot \frac{\partial \varphi_1'}{\partial z_1}\right) dv_1$$

Subtrahirt man diese Gleichungen von den vorhergehenden, und setzt zur Abkürzung

$$Q'' = Q - Q' = -(\varphi - \varphi')$$

so folgt

$$-Q'' = \int k_1 \left(\frac{\partial \frac{1}{r_1}}{\partial x_1} \cdot \frac{\partial Q_1''}{\partial x_1} + \frac{\partial \frac{1}{r_2}}{\partial y_1} \cdot \frac{\partial Q_1''}{\partial y_1} + \frac{\partial \frac{1}{r_2}}{\partial z_1} \cdot \frac{\partial Q_1''}{\partial z_1} \right) \partial v_1$$

Diese Gleichung giebt aber nach Satz (1)

$$Q'' = 0$$

d. h. $\varphi = \varphi'$, und es giebt nur eine Lösung.

Beim Beweise der folgenden beiden Sätze betrachte ich k der Einfachheit halber als constant. Ist k variabel, so bleibt die Methode des Beweises genau dieselbe.

3.

Wirkt ein magnetischer Pol vertheilend auf einen Eisenkörper, so ist die Dichtigkeit der freigewordenen magnetischen Flüssigkeit in jedem Punkte innerhalb proportional der Intensität des inducirenden Poles. Aendert sich diese, so ändert sich nur die Stärke, nicht die Richtung der inducirten Momente.

Sei k constant, so bestimmt sich das magnetische Gleichgewicht aus den Gleichungen:

$$\varphi + V + Q = 0 \quad .$$

$$Q = k \int \frac{d\omega}{r} \cdot \frac{\partial \varphi}{\partial n}$$

Sei $\varphi = \varphi_0$ die Lösung dieser Gleichungen, so ist offenbar $\varphi' = \lambda \varphi_0$ eine Lösung der folgenden

$$\varphi' + \lambda V + Q' = 0$$

$$Q' = k \int \frac{d\omega}{r} \cdot \frac{\partial \varphi'}{\partial n}$$

Denn substituirt man $\varphi' = \lambda\varphi_0$ in die letzte Gleichung, so kommt

$$Q' = k\lambda \int \frac{d\omega}{r} \cdot \frac{\partial\varphi_0}{dn} = \lambda Q$$

und diese Werthe in die Gleichung

$$\varphi' + \lambda V + Q' = 0$$

gesetzt, geben

$$\lambda(\varphi_0 + V + Q) = 0$$

eine Gleichung, die nach Voraussetzung erfüllt wird. Die Lösung $\varphi' = \lambda\varphi_0$ ist aber nach Satz (2) die einzig mögliche. — Dies ist der erste Theil unsers Satzes. Der zweite ergiebt sich aus folgendem:

Die Componenten des magnetischen Momentes eines Elementes des Körpers nach den Coordinatenaxen sind

$$\alpha = k\frac{\partial\varphi}{\partial x} \quad \beta = k\frac{\partial\varphi}{\partial y} \quad \gamma = k\frac{\partial\varphi}{\partial z}$$

Die Cosinusse der Winkel, welche ihre Resultante mit den Coordinatenaxen bildet, verhalten sich, wie

$$\alpha : \beta : \gamma$$

d. h. wie

$$\frac{\partial\varphi}{\partial x} : \frac{\partial\varphi}{\partial y} : \frac{\partial\varphi}{\partial z}$$

Diese Verhältnisse bleiben aber offenbar ungeändert, wenn man $\lambda\varphi$ statt φ setzt.

4.

Wirken auf einen Eisenkörper mehrere magnetische Pole vertheilend, so ist der resultirende magnetische Zustand so, als hätten sich die Flüssigkeitsschichten übereinander gelagert, welche frei geworden wären, wenn jeder Punkt für sich einzeln gewirkt hätte. Das Potential der ganzen Wirkung ist die Summe der durch die einzelnen Pole inducirten Potentiale.

Die Potentiale der von den inducirenden Polen herrührenden Wirkungen seien V_1, V_2 . . . V_m, so bestimmen sich die magnetischen Zustände, die durch jeden von ihnen einzeln inducirt werden, aus den Gleichungen

$$\varphi_1 + V_1 + Q_1 = 0, \quad Q_1 = k \int \frac{d\omega}{r} \frac{\partial \varphi_1}{\partial n}$$

$$\varphi_1 + V_2 + Q_2 = 0, \quad Q_2 = k \int \frac{d\omega}{r} \frac{\partial \varphi_2}{\partial n}$$

$$\cdots\cdots \qquad \cdots\cdots$$

$$\varphi_m + V_m + Q_m = 0, \quad Q_m = k \int \frac{d\omega}{r} \frac{\partial \varphi_m}{\partial n}$$

Setzt man das Potential der gesammten inducirenden Kräfte $= V$, also

$$V = V_1 + V_2 + \ldots + V_m$$

so bestimmt sich der magnetische Zustand des Körpers, der aus der gleichzeitigen Induction aller Pole entspringt, aus den Gleichungen

$$\varphi + V + Q = 0, \quad Q = k \int \frac{d\omega}{r} \frac{\partial \varphi}{\partial n}$$

oder aus

$$\varphi + V + k \int \frac{d\omega}{r} \frac{\partial \varphi}{\partial n} = 0$$

Eine Lösung dieser Gleichung, und zwar die einzige, da (nach 2) überhaupt nur eine möglich ist, erhält man offenbar, wenn man setzt

$$\varphi = \varphi_1 + \varphi_2 + \ldots \varphi_m$$

woraus, wie zu beweisen war, folgt

$$Q = Q_1 + Q_2 + \ldots + Q_m$$

Anmerkung. Man könnte von dem Satze (4), wovon (3), genau genommen, nur ein specieller Fall ist, als Hypothese über die Natur der magnetischen Induction ausgehen, und die nachfolgenden Sätze darauf gründen, ohne sich auf eine weitere Voraussetzung zu stützen, als die durch Erfahrung hinreichend bestätigte, dass die Wirkung zweier magnetischer Flüssigkeitstheilchen auf einander dem umgekehrten Quadrat der Entfernung proportional ist. Es schien mir aber vorzuziehen, alle Voraussetzungen auf die einmal als richtig angenommene Theorie zurückzuführen. Die unten aufgestellten Formeln bieten die Mittel, die Richtigkeit des Satzes (4) und damit zugleich die Richtigkeit der ganzen Theorie experimentell zu prüfen.

5.

Auf einen Eisenkörper wirke vertheilend eine magnetische Parallelkraft i, die mit den Coordinatenaxen die Winkel α, β, γ bilde. Man soll das Potential des inducirten Magnetismus für den Punkt x, y, z als Funktion von α, β, γ angeben.

Wir zerlegen die Kraft i nach den Coordinatenaxen. Ihre Componenten nach denselben sind

$$A = i \cos \alpha \qquad B = i \cos \beta \qquad C = i \cos \gamma$$

Die Componente A würde, allein wirkend, einen bestimmten magnetischen Zustand des Körpers induciren, in Folge dessen er anziehend auf den Punkt x, y, z wirkt. Diese Anziehung ist proportional mit A, und behält für jeden Werth von A immer dieselbe Richtung (nach 3). Ihre Componenten nach den Coordinatenrichtungen sind

$$aA, \quad a_1A, \quad a_2A$$

wo a, a_1, a_2 bestimmte, von der Construction des Körpers und der relativen Lage des Punktes x, y, z abhängige Grössen sind. Behandelt man ebenso die Componenten B und C, und wendet den Satz (4) an, so erhält man als Componenten der Gesammtwirkung des inducirten Magnetismus

$$X = aA + bB + cC$$

$$Y = a_1A + b_1B + c_1C$$

$$Z = a_2A + b_2B + c_2C$$

Das Potential hat also die Form

$$V\ ii'(u \cos \alpha + v \cos \beta + w \cos \gamma)$$

wo i' die Intensität des angezogenen Punktes bezeichnet, und die Grössen u, v, w nicht mehr von α, β, γ abhängen. — Ist der Eisenkörper homogen, und von einer irgendwie regelmässigen Gestalt, so finden zwischen den 9 Coefficienten, welche die Componenten der Anziehung enthalten, gewisse angebbare Relationen statt.

6.

Auf den Körper A wirke vertheilend ein Pol B mit der Intensität i. Man soll das Potential der freigewordenen Flüssigkeit für einen Punkt C, der so weit entfernt liegt, dass man nur die niedrigste Potenz seiner reciproken Entfernung $\frac{1}{R}$ berücksichtigen darf, entwickeln als Funktion der Winkel α', β', γ', welche R mit den Coordinatenaxen bildet.

Der Punkt B inducirt im Körper A ein gewisses magnetisches Moment. Seien u', v', w' die Componenten desselben, i' die freie magnetische Flüssigkeit im Punkte x', y', z': so ist, wie sich leicht zeigen lässt, und anderweitig bekannt ist, das Potential nach C

$$V' = \frac{ii'}{R^3}(u' \cos \alpha' + v' \cos \beta' + w' \cos \gamma')$$

u', v', w' hängen von der Construction des Körpers und der Lage des Punktes B ab.

7.

Auf den Körper A wirke ein Punkt (x, y, z) mit der Intensität i vertheilend; man soll das Potential der freigewordenen magnetischen Flüssigkeit für den Punkt (x', y', z'), dessen Intensität i' sei, entwickeln als Funktion der Coordinaten (x, y, z).

Irgend ein Element des Körpers habe die Coordinaten x'', y'', z'', die freie magnetische Flüssigkeit i'', so ist das Potential des vertheilenden Punktes (x, y, z) für denselben

$$u = \frac{ii''}{R''}$$

wo

$$R'' = \sqrt{(x - x'')^2 + (y - y'')^2 + (z - z'')^2}$$

Führen wir neue Coordinaten ein durch die Gleichungen

$$x = r\mu \qquad x'' = r''\mu''$$

$$y = r\sqrt{1-\mu^2}\cos\omega \qquad y'' = r''\sqrt{1-\mu''^2}\cos\omega''$$

$$z = r\sqrt{1+\mu^2}\sin\omega \qquad z'' = r''\sqrt{1-\mu''^2}\sin\omega''$$

so wird

$$u = \frac{\ddot{u}''}{\sqrt{[r^2 + r''^2 - 2rr''(\mu\mu'' + \sqrt{1-\mu^2}\sqrt{1-\mu''^2}\cos(\omega-\omega''))]}}$$

Der Punkt (x, y, z) liege ausserhalb des Körpers A, auf welchen Fall sich diese ganze Betrachtung nur bezieht, und der allein experimental verfolgt werden kann. Den Anfangspunkt der Coordinaten p wähle man so, dass sich aus demselben als Anfangspunkt eine Kugel mit einem solchen Radius r^0 construiren lässt, die ganz ausserhalb des Körpers zu liegen kommt, und zugleich den Punkt (x, y, z) umschliesst, was immer möglich ist. — Alsdann können wir u in eine Reihe nach steigenden Potenzen von r entwickeln, die für alle Punkte des Körpers A convergirt. Es sei dieselbe

$$u = \frac{\ddot{u}''}{R''} = \ddot{u}'' \sum_0^\infty n \sum_0^n m \frac{r^n t_{nm}}{r''(n+1)} \chi_{nm} \chi''_{nm} \cos(\omega - \omega'')$$

so ist, wie aus der Theorie der Laplace'schen Funktionen bekannt ist,

$$\chi_{nm} = (\sqrt{1-\mu^2})^m \cdot \frac{d^m}{d\mu^m}\left(\mu^n - \frac{n \cdot n-1}{2 \cdot 2n-1}\mu^{n-2} + \ldots\right)$$

und

$$t_{nm} = \left(\frac{1 \cdot 3 \ldots 2n-1}{1 \cdot 2 \ldots n}\right)^2 \frac{2}{(n-m+1)(n-m+2)\ldots(n+m)}$$

Für m = 0 hat man die Hälfte dieses Ausdruckes zu nehmen. χ''_{nm} ist dieselbe Funktion von μ''.

Bequemlichkeit halber setze man

$$Q''_n = \sum_0^n m\, \chi_{nm} \chi''_{nm} \cos m(\omega - \omega'')$$

$$r^n \chi_{nm} \cos m\omega = C_{nm} \qquad r^n \chi_{nm} \sin m\omega = D_{nm}$$

$$\frac{\chi_{nm}}{r^{n+1}} \cos m\omega = \mathfrak{C}_{nm} \qquad \frac{\chi_{nm}}{r^{n+1}} \sin m\omega = \mathfrak{D}_{nm}$$

so wird

$$u = ii'' \sum_{0}^{\infty} n \frac{r^n Q''_n}{r''^{n+1}} = ii'' \sum_{0}^{\infty} n \sum_{0}^{n} m \left(C_{nm} \mathfrak{I}''_{nm} + D_{nm} \mathfrak{G}_{nm}\right)$$

u genügt der Differentialgleichung

$$\delta u = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} = 0$$

so lange, als der Punkt (x, y, z) ausserhalb des Eisenkörpers liegt; und es genügt ihr auch jedes Glied der Entwicklung für u, einzeln genommen. — Sei nun Y_n eine beliebige Funktion von μ und ω, welche der Differentialgleichung genügt,

$$\frac{\partial(1-\mu^2)\frac{\partial Y_n}{\partial \mu}}{d\mu} + \frac{1}{1-\mu^2}\frac{\partial^2 Y_n}{\partial \omega^2} + n(n+1)Y_n = 0$$

oder, was dasselbe heisst, der folgenden

$$\delta\left(\frac{Y_n}{r^{n+1}}\right) = 0$$

Setzt man in der Gleichung (B) $U = \frac{i''u''}{R''}$, wo u'' das Volumen einer unendlich kleinen, um den Punkt x'', y'', z'' beschriebenen Kugel sei, $U_1 = \frac{Y_n}{r^{n+1}}$, und integrirt nach der Oberfläche und dem Raum ausserhalb der um den Coordinatenanfang mit dem Radius r^0 beschriebenen Kugel, so folgt

$$u''i''\int \frac{dv}{R''}\,\delta\left(\frac{Y_n}{r^{n+1}}\right) + u''i''\int \frac{d\omega}{R''}\,\frac{\partial\left(\frac{Y_n}{r^{n+1}}\right)}{\partial r} = \int \frac{dv}{r^{n+1}}\,Y_n\,\delta\left(\frac{u''i''}{R''}\right) + u''i''\int \frac{d\omega}{r^{n+1}}\,Y_n\,\frac{\partial \frac{1}{R''}}{dr}$$

Wiederholt man die im früheren mehrfach angewendeten Schlüsse, so giebt diese Gleichung

$$\int \frac{d\omega}{R''}\,\frac{\partial\left(\frac{Y_n}{r^{n+1}}\right)}{\partial r} = \int \frac{d\omega Y_n}{r^{n+1}}\,\frac{\partial \frac{1}{R''}}{\partial r} - 4\pi\,\frac{Y''_n}{r''^{n+1}}$$

Setzt man für $\frac{1}{R''}$ die oben angegebene Reihenentwicklung, führt die Differentiationen unter dem Integralzeichen aus, und bemerkt, dass überall r = constans $= r^0$ ist, so folgt

$$\sum_{0}^{\infty} n' \frac{(n+n'+1)}{r^{0(n-n''+2)}\,r''^{(n'+1)}} \int Y_n Q''_{n'} = 4\pi\,\frac{Y''_n}{r''^{(n+1)}}$$

Diese Gleichung muss gelten für alle Werthe von r'', die grösser als r^o sind; was nur möglich ist, wenn

$$\int Y_n Q''_{n'} \, d\omega = 0 \qquad \text{wenn } \begin{matrix} n > n' \\ n < n' \end{matrix}$$

und

$$(2n + 1) \int Y_n Q''_n \frac{d\omega}{r^{o\,2}} = 4\pi Y''_n$$

diess sind die beiden Fundamentalsätze der Theorie des Laplace'schen Y's, ihr hier gegebener Beweis scheint wegen seiner Einfachheit bemerkenswerth. — Hieraus folgt unmittelbar

$$\frac{Y''_n}{r''^{(n+1)}} = \frac{(2n+1)}{r^{o(n+2)}} \int \frac{Y_n}{R''} \, d\omega$$

oder, wenn Y^o_n und $R^{o,''}$ die Werthe sind, welche Y_n und R''_n annehmen, wenn man darin μ^o, ω^o, r^o statt μ, ω, r schreibt,

$$\frac{Y''_n}{r''^{n+1}} = \frac{2n+1}{r^{on+2}} \int \frac{Y^o_n d\omega}{R^{o\,''}}$$

Bemerkt man, dass $\chi_{nm} \cos \omega$ und $\chi_{nm} \sin \omega$ Funktionen von der Natur, wie Y_n sind, so ergiebt sich aus vorstehender Gleichung

$$\mathfrak{C}''_{nm} = \frac{2n+1}{r^o} \int \frac{\mathfrak{C}^o_{nm}}{R^{o\,''}} \, d\omega \,, \quad \mathfrak{A}''_{nm} = \frac{2n+1}{r^o} \int \frac{\mathfrak{A}^o_{nm}}{R^{o\,''}} \, d\omega$$

Diese Integralausdrücke stellen aber offenbar Potentiale von Massen dar, die auf der um den Punkt p mit dem Radius r^o beschriebenen Kugel so vertheilt sind, dass ihre Dichtigkeit im Punkte (μ^o, ω^o, r^o) respective $\frac{2n+1}{r^o} \mathfrak{C}^o_{nm}$ oder $\frac{2n+1}{r^o} \mathfrak{A}^o_{nm}$ ist.

Auf dieselbe Weise kann man

$$v_{nm} = iC_{nm} \mathfrak{C}''_{nm} = i \frac{2n+1}{r_o} C_{nm} \int \frac{\mathfrak{C}^o_{nm} d\omega}{R^{o\,''}} \,, \quad \omega_{nm} = iD_{nm} \mathfrak{A}''_{nm} = i \frac{2n+1}{r_o} D_{nm} \int \frac{\mathfrak{A}^o_{nm} d\omega}{R^{o\,''}}$$

als Potentiale von Massen betrachten, die so auf der angegebenen Kugel vertheilt sind, dass die im Elemente $d\omega$ enthaltene Masse respective $i \frac{2n+1}{r_o} C_{nm} \mathfrak{C}^o_{nm}$ oder $i \frac{2n+1}{r_o} D_{nm} \mathfrak{A}^o_{nm}$ ist.

Die Massenvertheilung, deren Potential $i\mathfrak{D}''_{nm}$ ist, inducirt im Körper A einen gewissen magnetischen Zustand, in Folge dessen er auf den Punkt (x', y', z') anziehend wirkt. Die Componenten dieser Anziehung nach der Richtung der Coordinatenaxen seien resp.

$$ii'\alpha_{nm}, \qquad ii'\beta_{nm}, \qquad ii'\gamma_{nm}$$

Sei die Dichtigkeit der Masse der vertheilenden Oberfläche jetzt in jedem Punkte das C_{nm}fache der vorherangenommenen, so werden (nach 3) auch die Componenten der Anziehung, welche der Punkt (x', y', z') in Folge der Induction erleidet, in's C_{nm}fache über gehn; d. h. sie werden

$$ii'\alpha_{nm}C_{nm}, \qquad ii'\beta_{nm}C_{nm}, \qquad ii'\gamma_{nm}C_{nm}$$

und folglich hat das inducirte Potential die Form

$$ii'c_{nm}C_{nm}$$

wo c_{nm} eine von der Beschaffenheit des Körpers und der Lage des angezogenen Punktes abhängige Grösse ist, unabhängig von x, y, z.

Ganz ebenso findet man, dass die Massenvertheilung, deren Potential w_{nm} ist, einen magnetischen Zustand im Körper A inducirt, dessen Wirkung auf den Punkt x', y', z' durch ein Potential von der Form

$$ii'd_{nm}D_{nm}$$

dargestellt wird. — Wirken alle Massen, deren Potentiale die Form v_{nm} und w_{nm} haben, gleichzeitig, so ist (nach 4) das Potential der gesammten inducirten Wirkung = der Summe aller Einzelwirkungen, d. h.

$$= \sum_{0}^{\infty} n \sum_{0}^{n} m \, (c_{nm}C_{nm} + d_{nm}D_{nm})$$

Nun ist aber die Summe aller inducirenden Potentiale, zufolge der Reihenentwicklung für das Potential u, diesem gleich, und es ist vorstehender Ausdruck das durch den Punkt x, y, z inducirte Potential, d. h. es ist

$$V = ii'' \sum_{0}^{\infty} n \sum_{0}^{n} m \, (c_{nm}C_{nm} + d_{nm}D_{nm})$$

Hieraus folgt unmittelbar die merkwürdige Gleichung

$$\frac{\partial^2 V}{\partial x^2} + \frac{\partial_2 V}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial z^2} = 0$$

Denn jedes einzelne Glied in der Entwicklung für V genügt dieser Gleichung. Dieselbe gilt, wie aus dem Gange unsrer Betrachtung folgt, so lange, als der inducirende Punkt ausserhalb des Eisenkörpers liegt (oder auch innerhalb desselben an einer Stelle, an welcher sich keine Eisentheile befinden, oder k Null ist).

8.

Bei Anwendungen kann es vortheilhaft sein, den Coordinatenanfang innerhalb des Eisenkörpers anzunehmen. Für diesen Fall gilt die für V gefundene Reihe nicht mehr. Es lässt sich aber eine andere Entwicklung dafür aufstellen, vorausgesetzt, dass der inducirende Punkt ausserhalb einer aus dem Anfangspunkt der Coordinaten als Mittelpunkt beschriebenen, den Eisenkörper ganz enthaltenden Kugel liegt. In diesem Fall erhält man nämlich für u die Reihe

$$u = ii'' \sum_{0}^{\infty} n \sum_{0}^{n} m \left(\mathfrak{C}_{nm} C''_{nm} + \mathfrak{d}_{nm} D''_{nm} \right)$$

woraus man durch dasselbe Verfahren, wie im vorigen Paragraphen, ableitet

$$V = ii'' \sum_{0}^{\infty} n \sum_{0}^{n} m \left(c_{nm} \mathfrak{C}_{nm} + d_{nm} \mathfrak{d}_{nm} \right)$$

Indess lässt sich dieser Werth einfach aus der Differentialgleichung

$$\frac{\partial^2 V}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial z^2} = 0$$

ableiten, deren allgemeinstes Integral er für diesen Fall ist. — Bemerkt man, dass dieser Werth von V für $r = \infty$ mit der Formel des §. 5 übereinstimmen muss, so schliesst man leicht, dass immer $c_{00} = 0$, $d_{00} = 0$ zu setzen ist.

9.

Das Potential der im Körper A inducirten magnetischen Wirkung als Funktion der Coordinaten des angezogenen Punktes x' y' z' findet man leicht aus seiner bekannten Eigenschaft, der Gleichung zu genügen

$$\frac{\partial^2 V}{\partial x'^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial y'^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial z'^2} = 0$$

Beschreibt man aus dem Coordinatenanfang als Mittelpunkt eine Kugel mit einem beliebigen Radius, und liegt der angezogene Punkt innerhalb dieser Kugel, der Eisenkörper ganz ausserhalb, so ist bekanntlich

$$V = ii'' \sum_{0}^{\infty} n \sum_{0}^{n} m \left(c'_{nm} C'_{nm} + d'_{nm} D'_{nm}\right)$$

Liegt dagegen der angezogene Punkt ausserhalb, der Eisenkörper ganz innerhalb derselben, so ist

$$V = ii'' \sum_{0}^{\infty} n \sum_{0}^{n} m \left(c'_{nm} \mathfrak{D}'_{nm} + d'_{nm} \mathfrak{C}_{nm}\right)$$

Die Vergleichung dieser Ausdrücke mit der Formel des §. 6 zeigt, dass auch hier $c_{00} = 0$, $d'_{00} = 0$.

10.

Die Combination der Formeln der drei letzten §§. giebt die allgemeinste Form des Potentials als Funktion der Coordinaten des inducirenden und angezogenen Punktes. Ist der Körper in Bezug auf irgend eine Ebene oder Gerade symmetrisch, so finden zwischen den unbestimmt bleibenden Coefficienten angebbare Relationen statt. Ein Haupterforderniss der angegebenen Entwicklungen, wenn dieselben anwendbar sein sollen, ist rasche Convergenz, damit es ausreicht, wenige Glieder derselben zu berücksichtigen. Nun sind aber die Verhältnisse, wovon dieselbe abhängt, namentlich dann sehr ungünstig, wenn der Eisenkörper im Verhältniss zu seiner Dicke sehr lang ist, und die Umstände es erfordern, dass man den Coordinatenanfang innerhalb des Körpers selbst annimmt. Denn in diesem Fall giebt es einen sehr grossen Raum ausserhalb des Körpers, für dessen Punkte alle die Entwicklungen gar nicht convergiren.

Allein es lässt sich leicht einsehen, dass es ausser den angegebenen, noch unendlich viele andere Entwicklungen für V giebt, deren einige rascher convergiren, als die übrigen, nach Umständen einige, auch in dem zuletzt bemerkten Falle, für alle Punkte ausserhalb des Eisenkörpers.

Transformirt man nämlich die Differentialgleichung

$$\frac{\partial^2 V}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial z^2} = 0$$

in beliebige neue Variabeln, und gelingt es, das allgemeinste Integral in derselben in eine convergente Reihe entwickelt darzustellen, so ist diess eine der gesuchten Entwicklungen. Ist eine der neuen Variabeln ein passend gewählter Parameter der Oberfläche des Eisenkörpers, so convergirt die Entwicklung für alle äussern Punkte.

Bei einer andern Gelegenheit werde ich nachweisen, dass sich in diesem letztern Falle, wenn k constant angenommen wird, der vollständige analytische Ausdruck für das Potential aufstellen lässt.

Da die Aufstellung solcher Entwicklungen mit ausserordentlichen Schwierigkeiten verbunden ist, und die Resultate bald sehr verwickelt werden, hat man für die Anwendung von dieser Seite wohl wenig zu erwarten. —

Bis jetzt hat man dieselben ausser für die Kugel, noch für das Rotations- und dreiaxige Ellipsoid aufgestellt. Da die auf das Rotationsellipsoid bezüglichen Formeln auf die vorliegende Frage vortheilhafte Anwendungen haben können, so schreibe ich sie hier noch an, wie sie Heine und Neumann gegeben haben.

Sei

$$x = \sqrt{r^2 - \lambda^2}\,\mu$$

$$y = r\sqrt{1 - \mu^2}\cos\omega$$

$$z = r\sqrt{1 - \mu^2}\sin\omega$$

so erfüllen die neuen Variabeln r, μ, ω die Gleichung des abgeplatteten Rotationsellipsoides

$$\frac{x^2}{r^2 - \lambda^2} + \frac{y^2 + z^2}{r^2} = 1$$

identisch. Setzt man ferner

$$\varrho = \frac{r}{\lambda} \qquad \sigma = \sqrt{1 - \varrho^2}$$

$$S_{nm} = \varrho^n - \frac{n + m \cdot n - m}{2 \cdot 2n - 1}\varrho^{n-2} + \frac{n + m \cdot n - m \cdot n + m - 2 \cdot n - m - 2}{2 \cdot 4 \cdot 2n - 1 \cdot 2n - 3}\varrho^{n-4} - \ldots$$

$$S_{nm} = \varrho^{-(n+1)} + \frac{n + m + 1 \cdot n - m + 1}{2 \cdot 2n + 3}\varrho^{-(n+3)}$$

$$+ \frac{n + m + 1 \cdot n - m + 1 \cdot n + m + 3 \cdot n - m + 3}{2 \cdot 4 \cdot 2n + 3 \cdot 2n + 5}\varrho^{-(n+5)} + \ldots$$

und hat χ_{nm} dieselbe Bedeutung wie oben, so hat man in der Entwicklung von V zu setzen

$$C_{nm} = S_{nm}\chi_{nm} \cos m\omega \qquad D_{nm} = S_{nm}\chi_{nm} \sin m\omega$$

$$\mathfrak{C}_{nm} = S_{nm}\chi_{nm} \cos m\omega \qquad \mathfrak{D}_{nm} = S_{nm}\chi_{nm} \sin m\omega$$

Für das verlängerte Rotationsellipsoid setze man hierin

$$S_{nm} = (\sqrt{1-\sigma^2})^m \left\{ \sigma^{n-m} - \frac{n-m \cdot n-m-1}{2 \cdot 2n-1} \sigma^{n-m-2} \right.$$

$$\left. + \frac{n-m \cdot n-m-1 \cdot n-m-2 \cdot n-m-3}{2 \cdot 4 \cdot 2n-1 \cdot 2n-3} \sigma^{n-m-4} - \ldots \right\}$$

$$S_{nm} = (\sqrt{1-\sigma^2})^m \left\{ \sigma^{-(n+m+1)} + \frac{n+m+1 \cdot n+m+2}{2 \cdot 2n+3} \sigma^{-(n+m+3)} \right.$$

$$\left. + \frac{n+m+1 \cdot n+m+2 \cdot n+m+3 \cdot n+m+4}{2 \cdot 4+2n+3 \cdot 2n+5} \sigma^{-(n+m+5)} + \ldots \right.$$

$$= (1-\sigma^2)^{\frac{m}{2}} \frac{d^m}{d\sigma^m} \int_0^1 \frac{\chi_{n0} d\mu}{\sigma - \mu}$$

Die Fälle, in welchen die durch direkte und verkehrte Buchstaben bezeichneten Grössen zu setzen sind, sind dieselben, wie oben.

Die Lage der Rotationsaxe und den Werth der Excentricität suche man auf die für die Convergenz günstigste Weise zu bestimmen, was in den meisten Fällen leicht geschehen wird. Liege z. B. der Anfangspunkt der Coordinaten innerhalb des Körpers, so muss sich das seiner Oberfläche nächste Ellipsoid, welches für ein variables r durch die Gleichung

$$\frac{x^2}{r^2 \pm \lambda^2} + \frac{y^2 + z^2}{r^2} = 1$$

dargestellt wird, so innig als möglich an dieselbe anschliessen. —

11.

Wiewohl sich gegen die Richtigkeit der von Poisson gegebenen Herleitung der Gleichung

$$Q = \int k \left(\frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial x''} \cdot \frac{\partial \varphi}{\partial x''} + \frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial y''} \cdot \frac{\partial \varphi}{\partial y''} + \frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial z''} \cdot \frac{\partial \varphi}{\partial z''} \right) dv$$

keine Zweifel erheben lassen, so lange k innerhalb des Eisenkörpers constant ist, oder sich von einem Punkte zum andern nach der Stetigkeit ändert, so lassen sich doch Fälle denken, (wie sie gerade in der Wirklichkeit vorkommen können), wo k auf eine solche Weise springt, dass jene Herleitung nicht mehr gilt. Wollte man auch für diesen Fall die in §. 7 bewiesene Gleichung

$$\delta Q = \frac{\partial^2 Q}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 Q}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 Q}{\partial z^2} = 0$$

auf den analytischen Ausdruck des inducirten Potentials gründen, so würde man sich in sehr subtile, kaum durchzuführende Betrachtungen verwickeln. Der oben gegebene Beweis ist davon ganz unabhängig, die Richtigkeit des Satzes (4) vorausgesetzt, der, wie bemerkt wurde, der einzige ist, den man direkt durch das Experiment verfolgen kann.

Für diejenigen Fälle, wofür der Poisson'sche Ausdruck für das Potential gilt, lässt sich indess aus demselben die Gleichung

$$\delta Q = 0$$

viel einfacher ableiten. Es ist nämlich

$$\delta Q = \int k \left(\frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial x''} \cdot \frac{\partial \delta \varphi}{\partial x''} + \frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial y''} \cdot \frac{\partial \delta \varphi}{\partial y''} + \frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial z''} \cdot \frac{\partial \delta \varphi}{\partial z''} \right) dv$$

wo

$$\delta \varphi = - \delta Q - \delta V$$

Liegt der Punkt (x, y, z) ausserhalb des Eisenkörpers, so ist immer $\delta V = 0$, also

$$\delta \varphi = - \delta Q$$

folglich

$$- \delta Q = \int k \left(\frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial x''} \cdot \frac{\partial Q}{\partial x''} + \frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial y''} \cdot \frac{\partial Q}{\partial y''} + \frac{\partial \frac{1}{r}}{\partial z''} \cdot \frac{\partial Q}{\partial z''} \right) dv$$

Nach (1) folgt aus dieser Gleichung

$$\delta Q = 0$$

so lange der inducirende Punkt ausserhalb liegt, wie zu beweisen war.

Es ist bemerkenswerth, dass diese Gleichung auch noch für einen innern Punkt gilt, wenn k constant ist. Denn für diesen Fall hat man

$$Q = k \int \frac{d\omega}{r} \cdot \frac{\partial \varphi}{\partial n}$$

$$\delta Q = k \int \frac{d\omega}{r} \cdot \frac{\partial \delta \varphi}{\partial n}$$

$$\delta \varphi = - \delta Q - \delta V$$

und da im Integralausdruck nur der Werth von δV an der Oberfläche vorkommt, so ist $\delta V = 0$, so lange der inducirende Punkt nicht in der Oberfläche selbst liegt, also

$$\delta Q = k \int \frac{d\omega}{r} \cdot \frac{\partial \delta Q}{\partial n}$$

woraus nach §. 1

$$\delta Q = 0$$

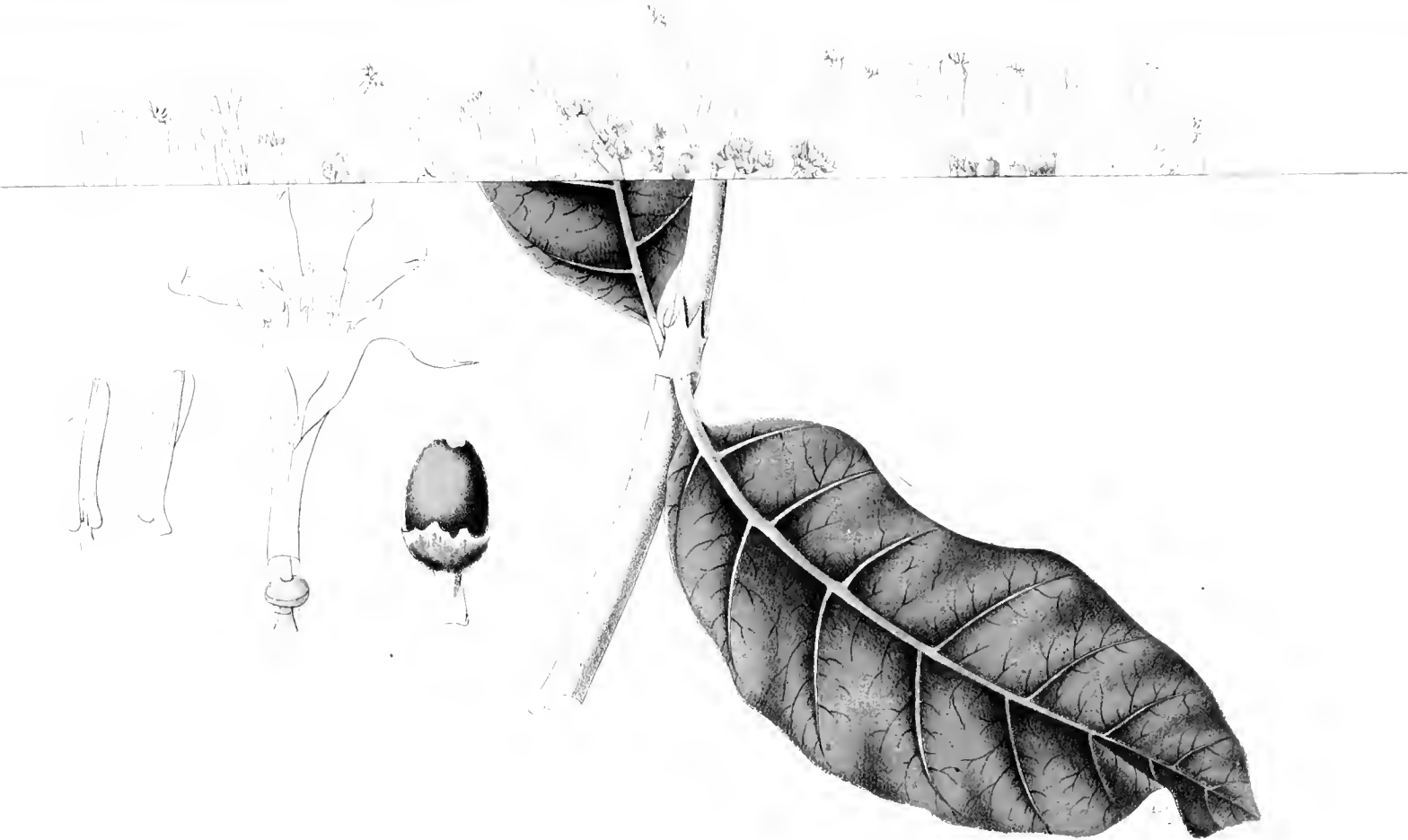
für jeden Punkt.

Planches relatives au genre Gærtnera *Lam. par* M. Bojer, *professeur à Port-Louis, île Maurice.*

Les botanistes qui ont consulté le neuvième volume du Prodromus (pag. 32) auront remarqué combien le genre Gærtnera, autrefois peu nombreux et peu connu, a été augmenté quant au chiffre des espèces et surtout éclairci quant à sa structure anatomique et à sa distinction d'avec le genre Chazalia. Nous le devons en grande partie aux excellents dessins et aux échantillons que M. Bojer a bien voulu nous communiquer. Les descriptions du Prodromus sont assez développées pour que l'on puisse déterminer les espèces, cependant elles gagneront à être complétées par la publication des deux planches de M. Bojer. En voyant la figure du Gærtnera bipida planche 1, on sera frappé de la ressemblance de ce genre de Loganiacées avec un grand nombre de Rubiacées, en particulier avec les Chazalia, et les détails anatomiques des autres espèces dans la planche 2, ne feront que confirmer cette affinité. Toutefois les ovaires sont libres, sans aucun doute, tandis que ceux des Rubiacées sont plus ou moins adhérents avec le calice.

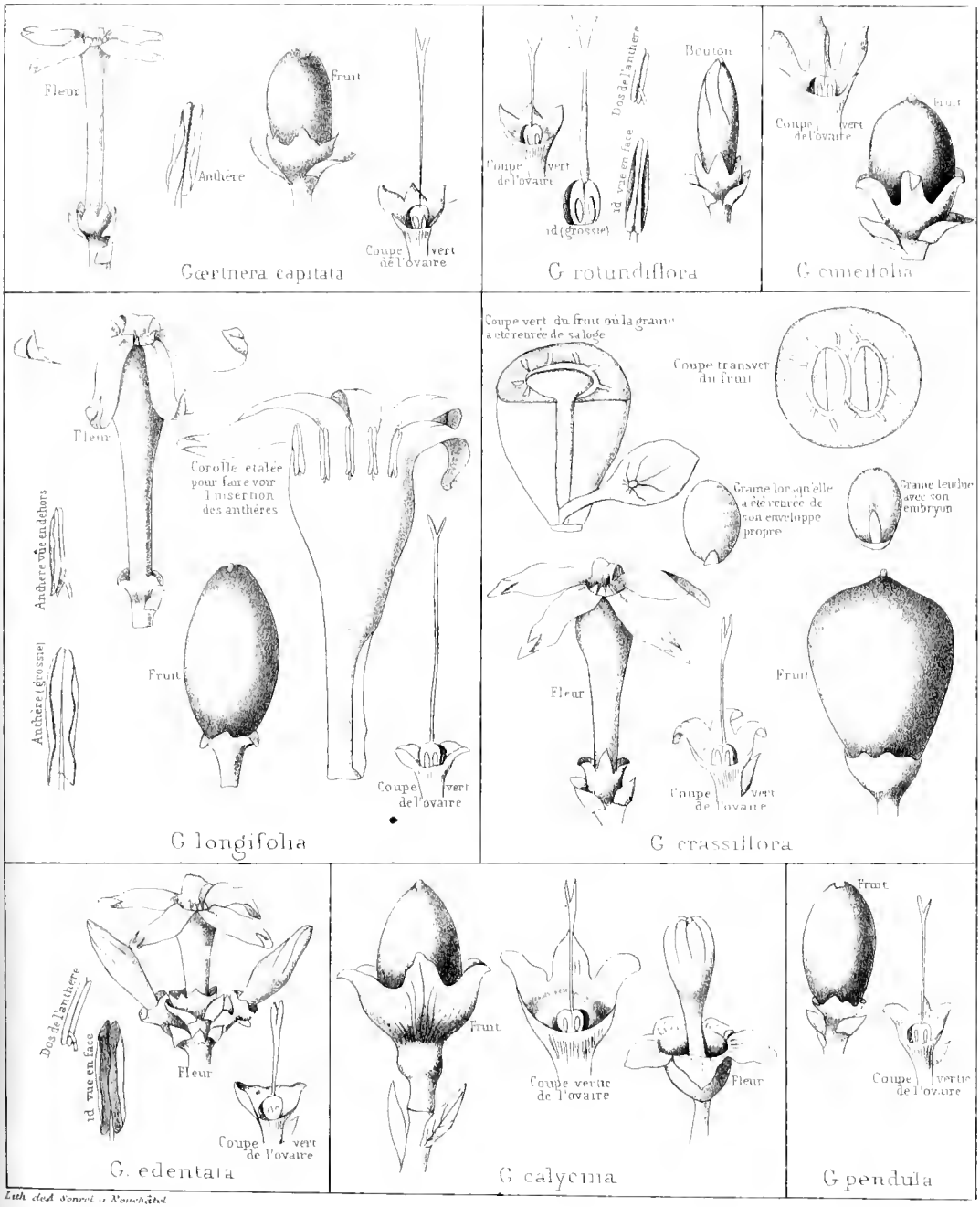
La nature des détails et les lettres mises sur l'une des planches, nous dispensent de donner une explication des figures. Quant au texte, il se trouve dans le Prodromus vol. IX, pag. 32 à 35.

Alph. de CANDOLLE.



GERTNERA BIFIDA Boj.

GERTRERA BIFIDA Boj.



Lith. des Sonrel à Neuchâtel

MÉMOIRE

SUR LES PHÉNOMÈNES CHIMIQUES ET PHYSIOLOGIQUES

QUE PRÉSENTENT

LES POULES NOURRIES AVEC DE L'ORGE.

PAR

F. SACC.

PHÉNOMÈNES

CHIMIQUES ET PHYSIOLOGIQUES

QUE PRÉSENTENT LES POULES NOURRIES AVEC DE L'ORGE (*).

Il y a longtemps déjà, que de toutes parts on expérimente sur les animaux, dans le but de découvrir comment les aliments entretiennent la vie. Les belles recherches des chimistes les plus célèbres de notre époque ont déjà jeté beaucoup de jour sur cette question, qu'ils continuent à étudier avec tant de zèle, qu'ils finiront sans aucun doute par arriver à sa solution.

Entraîné par tout l'intérêt qu'offre cette question, nous avons voulu, nous aussi, faire quelque chose pour cette branche de la science. Nous nous garderons de vouloir donner nos expériences, comme des faits acquis à la science ; bien loin de là, nous sommes trop convaincu de toute l'imperfection de notre travail, pour ne pas faire dès l'abord un sincère appel à toute l'indulgence de nos lecteurs, qui voudront bien tenir compte sans doute de la bonne volonté d'un jeune débutant dans la carrière chimique.

Nous donnerons d'abord les faits, tels que nous les avons observés, nous réservant d'en tirer quelques conclusions dans la dernière partie de ce petit mémoire.

Pour connaître d'une manière aussi absolument vraie que possible, l'influence qu'exerce la nourriture sur les phénomènes de la vie, il fallait poursuivre une

(*) Ce travail a reçu en avril 1847, à l'Académie royale des Sciences de France, une mention honorable pour le concours relatif à l'étude du développement de l'œuf de poule et des batraciens.

expérience pendant des mois, des années, sur les mêmes individus. Il fallait les voir vivre et se reproduire sous l'influence d'une alimentation et de conditions toujours identiques. Ces conditions là n'ont jamais été complètement remplies. Nous voulions combler cette vaste lacune de la chimie physiologique ; mais nous n'avons pas tardé à voir que ce que nous avions cru à notre portée était bien au-dessus de nos forces, et que la solution de cette question toute palpitante d'intérêt ne pouvait être donnée que par un de ces maîtres pour lesquels la nature n'a pour ainsi dire plus de secrets. Sans nous dissimuler combien nos recherches sont faibles et incomplètes à tous égards, nous avons cru cependant pouvoir oser les livrer à la publicité, afin de faire connaître quelques résultats intéressants, et d'épargner de la peine aux chimistes qui voudront bien leur donner suite et les contrôler.

De la nutrition des poules adultes avec de l'orge.

Le 13 novembre 1843, nous nous procurâmes un coq et une poule adultes, de la variété naine dite *pattue anglaise*. Ils étaient nés des mêmes parents et de la même couvée, au mois de mai de la même année. Tous les deux étaient vigoureux, bien portants et privés au point qu'ils se laissaient prendre sans faire de résistance.

Le coq était d'un beau fauve rougeâtre avec quelques teintes noir verdâtre à la queue et au bord des ailes. Sa crête était grande et bien découpée ; il n'avait pas trace de huppe, non plus que la poule, dont le plumage était du blanc le plus pur. Tous les deux avaient les pieds garnis de plumes jusqu'au bout des doigts, qui étaient parfaitement bien conformés. Qu'on me passe tous ces détails, ainsi que ceux qui vont suivre, parce que minutieux en apparence, ils trouveront une application importante dans les conclusions.

Dès leur arrivée, ces poules furent enfermées dans une cage très-spacieuse en fil de fer, munie d'un double fond : le premier en treillis à larges mailles ; le second, placé au-dessous de lui, en zinc. Ce dernier un peu plus grand que le premier, était destiné à recevoir tout ce que les poules laissaient tomber.

On plaça la cage fermée à clé, dans la chambre d'un cabinet situé au milieu

d'un grand jardin, dans lequel nous pouvions seul entrer. La cage s'y trouvait au midi, devant une fenêtre qui restait constamment fermée ; tandis qu'une autre, tournée à l'est et à deux pas de la première, servait à donner de l'air matin et soir, pendant une heure. En hiver on maintenait la température de l'appartement entre 15° et 20° C. ; en été, son exposition en plein midi forçait à baisser les rideaux lorsque le soleil était dans toute sa force, parce qu'il produisait une chaleur assez forte pour incommoder les animaux en expérience.

Les auges à nourriture étaient des boîtes rondes en zinc, comme nous en donnons ici une coupe verticale par le milieu, pour montrer que leur couvercle

étant creusé en cône renversé, les poules ne pouvaient pas jeter au dehors la moindre parcelle de nourriture. Dans la cage, se trouvaient trois de ces boîtes, placées chacune dans un des coins. L'une contenait la nourriture ; l'autre, le calcaire en petits morceaux, et la troisième, du gravier quartzeux bien pur, lavé et tamisé avec soin. On renouvelait le contenu des auges chaque semaine, ou plus souvent, lorsque cela était nécessaire.

On avait placé dans un autre coin de la cage, une grande jatte de porcelaine contenant l'eau qu'on changeait tous les jours. Cette eau qui venait d'un puits très-profond, contenait des sels calcaires qu'on n'a pas déterminés. Nous n'avons pas tenu compte de l'eau bue par les poules, parce qu'il est impossible de le faire avec l'exactitude nécessaire, à cause de la grande quantité qu'elles en perdent, en secouant leur bec avec force chaque fois qu'elles ont bu.

Ces poules nourries d'abord et pendant plusieurs jours alternativement avec du froment, de l'avoine, des pommes de terre cuites et de l'orge, ne reçurent, à dater du 21 novembre 1843, absolument plus que de l'orge, outre l'eau, le calcaire et le gravier.

Nous aurions beaucoup désiré mettre tout de suite ces animaux en expérience;

mais nous en fûmes empêché par des obstacles de toute nature, dont le plus grave était l'état maladif de la poule, qui fut prise d'une diarrhée opiniâtre, qui ne se dissipa qu'avec la plus grande lenteur. Le coq en échange, n'a jamais été malade un seul instant.

Malgré son état maladif, la poule n'en restait pas moins très-vive et mangeait beaucoup.

Pendant la journée du 13 janvier, la poule parut souffrir de coliques si violentes, qu'on la plongea le soir à 8 heures, pendant dix minutes, dans un bain d'eau tiède. Quoique ce bain parût l'avoir un peu soulagée, elle n'en resta pas moins indisposée jusqu'à neuf heures et demie du soir, où elle pondit, une heure et demie après son bain, un œuf sans coquille enveloppé seulement dans une forte membrane, et bien conformé du reste. Immédiatement après s'être déchargée de ce fardeau, elle parut tout-à-fait remise et s'endormit.

Dès-lors, la poule se guérit, et il y avait déjà quelques jours que toutes ses fonctions avaient repris leur état normal, lorsqu'elle fut mise en expérience, avec le coq, le 14 janvier.

Nous voulions savoir quelle était la quantité et la nature de l'orge consommée par ces deux oiseaux, ainsi que la composition de leurs excréments, afin de pouvoir déterminer, par différence, quelle est la part de la nourriture qui alimente les sécrétions pulmonaire et cutanée. On trouvait ensuite directement, par l'augmentation du poids des poules, la quantité de nourriture qu'elles s'étaient assimilée.

Pour donner à cette expérience une base solide, il fallait partir d'un point fixe bien déterminé, afin de pouvoir l'achever dans les mêmes conditions, que celles où on l'avait commencée. Nous eûmes le bonheur de trouver ce point de départ, aussi fixe qu'il était possible de le désirer pour des êtres vivants; c'est-à-dire, pour des êtres mus par une force, la vie, dont nous ne connaissons pas encore assez bien les effets, pour pouvoir toujours les prévoir, et surtout les mesurer avec la même facilité que ceux d'une machine.

Nous avions remarqué que les poules ne laissent tomber leurs excréments que pendant les premières heures de la nuit, et qu'elles n'en rendent jamais le matin, avant d'avoir mangé. Il était facile de conclure de cette simple observation,

que ce n'est qu'à ce moment là, que les matières contenues dans le canal intestinal, se trouvent avec lui dans un rapport tel, qu'il faut une ingestion de nourriture pour décider leur expulsion; ou, en d'autres termes, qu'elles sont alors en équilibre avec la force qui tend à les en chasser. Ce n'était donc que le matin, et avant leur premier repas, qu'on pouvait rationnellement peser ces poules, et les mettre en expérience, puisque ce n'est qu'alors qu'on peut espérer que leurs intestins contiennent un poids de substance restant sensiblement le même.

En conséquence des raisons que nous venons de passer en revue, on enleva le 13 janvier 1843, à neuf heures du soir, tous les auges de la cage. Le 14, à sept heures du matin, on pesa les poules

Le coq pesait alors	gr. 772	» 220
La poule »	» 626	» 160
On leur donna :		
Gravier	» 689	» 865
Craie	» 89	» 228
Orge	» 600	» 961

Le sable a été séché au rouge. Le poids de la craie, ainsi, que celui de l'orge est calculé d'après un échantillon séché à 100° C., dans un courant d'air sec, jusqu'à ce que son poids ne variât plus. C'est de cette manière, que, pendant toute la durée de cette expérience, nous avons déterminé le poids de l'orge, de la craie et du gravier donnés à nos poules.

Quoiqu'à cette époque la poule fût parfaitement bien portante, son ventre n'en restait pas moins très-fortement tendu; aussi pondit-elle de nouveau pendant la nuit du 17 au 18 janvier. Cet œuf n'était, comme le premier, enveloppé que dans une membrane, et non pas dans une coquille.

Cet œuf pesait frais	gr. 22	» 660
et desséché, à 100° C.	» 7	» 897

Les poules continuèrent à être bien portantes pendant tout le reste de cette expérience, à laquelle on mit fin le 21 janvier à 7 heures du matin, après avoir eu soin d'enlever, dès la veille, tous les auges de la cage.

Le coq pesait alors	gr. 790	» 725
La poule . . . . , ...	» 604	» 175

Il restait dans les auges :

Gravier	»	584	» 350
Craie	»	81	» 856
Orge . . . , ...	»	135	» 712

Chaque jour, à neuf heures du matin, on avait enlevé avec soin jusqu'à la dernière trace des excréments du double fond en zinc. On se servait pour cela d'une lame de platine afin de ne pas enlever de zinc. La matière détachée était immédiatement portée dans un vaste bain d'eau à courant d'air sec, où on la laissait jusqu'à ce qu'elle ne perdît plus en poids. Ce bain d'eau a été chauffé à 100°, et nous regrettons d'avoir autant élevé sa température, parce qu'il se dégage évidemment alors une quantité sensible de vapeurs ammoniacales. Desséchés de cette manière, les excréments pesaient, pris ensemble gr. 229 » 0707.

Nos poules avaient donc consommé en une semaine :

Gravier	gr.	105	» 515
Craie	»	7	» 372
Orge	»	465	» 249
Le poids du coq a augmenté de	»	18	» 505
Celui de la poule a diminué de.	»	21	» 985
Mais en tenant compte de l'œuf pondu, qui pesait	»	22	» 660
On voit que son poids a effectivement augmenté de	»	0	» 675.

Une fois en possession de ces nombres bruts, il ne restait plus qu'à recourir à l'analyse élémentaire pour savoir quelles étaient les parties constituantes de la nourriture et des excréments.

Telle que les poules l'ont reçue, l'orge contenait 13 » 370 d'eau pour cent.

Incinérée, elle laissait en moyenne 3,3259 de cendres, pour 100 d'orge sèche, ou 113 » 370 d'orge à l'état normal. L'analyse décèle en moyenne 0,0028 de soufre pour cent de ces cendres bien blanches. Il est probable que ce métalloïde y existe sous forme de sulfate.

L'orge entière et sèche, brûlée par l'acide nitrique en présence du nitrate potassique, donne en moyenne

0,14090 de soufre pour cent, d'où soustrayant la quantité de soufre qui doit se trouver dans les cendres ; soit :
0,00009, il reste :

0,14081 de soufre qui doit provenir essentiellement des matières azotées contenues dans la graine. Il est possible cependant que les cendres contiennent plus de soufre que la quantité qu'on y a trouvée, et cela, parce que les cendres contenant de l'acide phosphorique, il peut arriver qu'il déplace au rouge l'acide sulfurique sur certains points, quoique cela soit peu probable, vu que ces cendres renferment toujours une forte proportion de carbonate calcique.

Nous avons regardé ce dosage du soufre comme nécessaire, parce que nous voulions être bien sûr que sa quantité était trop faible pour exercer une influence fâcheuse sur les résultats de l'analyse élémentaire.

Deux dosages de l'azote de l'orge, par le procédé de MM. Will et Varrentrapp, donnèrent pour :

I

0,7095 d'orge sèche
0,1110 de platine métallique équivalant à
0,0157 d'azote ; ce qui correspond, abstraction faite des cendres de la graine, à 2,288 d'azote pour cent.

II

0,3320 d'orge sèche
0,0514 de platine métallique équivalant à
0,0073 d'azote ; ce qui correspond, abstraction faite des cendres de la graine, à 2,274 d'azote pour cent de grain.

La graine d'orge bien desséchée contient donc, en moyenne, 2,281 d'azote. Nos analyses y ont donc décelé un peu plus de ce principe, que celles de M. Boussingault, ce dont il ne faut pas s'étonner, puisque lui-même admet que la quantité des principes constituants contenus dans les plantes peut varier avec les terrains où elles croissent et avec le mode de culture auquel on les soumet. Deux combustions faites avec le chrômate plombique donnèrent :

I

0,4204 d'orge sèche
0,7032 d'acide carbonique
0,2437 d'eau ;

II

0,3937 d'orge sèche
0,6547 d'acide carbonique
0,2266 d'eau ;

valant en centièmes et correction faite des cendres :

	I	II	Moyenne,
Carbone	45 » 599	45 » 339	45 » 469
Hydrogène	6 » 422	6 » 375	6 » 399
Azote	2 » 281	2 » 281	2 » 281
Oxigène	45 » 698	46 » 005	45 » 851
	100 » 000	100 » 000	100 » 100

A l'aide de ces données, il est facile de voir comment est composée l'orge qui a cru, en 1843, sur les terres basaltiques du bassin de Giessen. Après avoir été desséché à 100° C, ce grain renferme :

Carbone	43 » 9568
Hydrogène	6 » 1862
Azote	2 » 2051
Oxigène	44 » 3260
Cendres	3 » 3259
	100 » 0000

Les excréments desséchés à 100° dans un courant d'air sec pesaient gr. 229 » 0707

Cent de ces excréments laissent en moyenne, lorsqu'on les brûle, gr. 22 » 9821 de cendres auxquelles il faut ajouter le gravier avalé par les poules, et qu'on a dosé séparément ; il s'élevait à . . . . . gr. 68 » 9676,
qui, ajoutés aux cendres contenues dans la totalité des excréments. . . . . gr. 52 » 6452
produisent . . . . . gr. 121 » 6128
qui, soustraits des nombres ci-haut, laissent . . . . . gr. 107 » 4579

Pour exprimer la quantité des matières organiques contenues dans les excréments.

100 de ces excréments bien secs sont donc composés de :

Gravier.	30 » 1075	
Cendres	22 » 9821, soit :	
Substances inorganiques		53 » 0896
et de substances organiques		46 » 9104
		100 » 0000

Cent parties de cendres d'excréments débarrassées de gravier contiennent 0 » 000013 de soufre. Les excréments bien secs, oxidés par l'acide nitrique, en présence du nitrate potassique donnent 0 » 000008 de soufre pour cent; donc bien peu de soufre de plus, que la quantité contenue dans les cendres elles-mêmes. Le soufre ne se trouvant, dans les excréments, comme dans l'orge, qu'en quantité infiniment petite, et incapable d'influencer l'analyse élémentaire, nous ne nous en occuperons point lors de son calcul.

Si l'analyse de l'orge offre des chances d'erreur, parce que ce grain contient des quantités très-variables de cendres, l'analyse des excréments en offre d'analogues, mais bien autrement graves; car non-seulement ils ne renferment pas toujours la même quantité de substances inorganiques provenant de l'orge; mais on y trouve encore, en assez forte proportion, les plus petits grains du gravier qu'avalent les poules, quoiqu'on fasse pour les en séparer aussi complètement que possible. Une dernière cause d'erreurs gît dans l'inégale répétition du biurate ammonique, à la surface des excréments. Ces trois causes réunies font que nos analyses, quoique conduites avec toutes les précautions possibles, ne concordent pas bien entre elles.

Deux dosage d'azote ont fourni :

I

0 » 6555 d'excréments bien secs,

0 » 3210 de chloroplatinate ammonique correspondant, déduction faite des cendres, à 3 » 980 d'azote pour cent.

II

0 » 5796 d'excréments,

0 » 3516 de chloroplatinate ammonique correspondant à 4 » 121 d'azote.

Donc 100 parties d'excréments bien secs contiennent, en moyenne, 4 » 050 d'azote.

Trois combustions avec le chrômate plombique donnèrent :

I

0 » 2921 d'excréments,
0 » 4050 d'acide carbonique,
0 » 1347 d'eau.

II

0 » 2969 d'excréments,
0 » 3930 d'acide carbonique,
0 » 1294 d'eau.

III

0 » 7098 d'excréments,
0 » 8983 d'acide carbonique,
0 » 2915 d'eau,

valant en centièmes, et correction faite des cendres :

	I	II	III	Moyenne,
Carbone	49 » 066	46 » 829	44 » 796	46 » 8970
Hydrogène	6 » 622	6 » 252	5 » 908	6 » 2607
Azote	4 » 050	4 » 050	4 » 050	4 » 0500
Oxigène	40 » 262	42 » 869	45 » 246	42 » 7923
	100 » 000	100 » 000	100 » 000	100 » 0000

De ces nombres, nous concluons que cent parties d'excréments desséchés à 100°, sont formées de :

Carbone	21 » 9995
Hydrogène	2 » 9370
Azote	1 » 8999
Oxigène	20 » 0740
Cendres et gravier	53 » 0896
	100 » 0000

Formation et ponte des œufs chez les poules nourries avec de l'orge.

Les poules continuèrent après l'expérience en question à être soumises tout-à-fait au même régime. Nous eûmes encore de la poule, trois œufs sans coquille, qu'elle pondit à des intervalles de temps fort inégaux. Ayant observé que les poules semblaient avoir du dégoût pour la craie, il nous vint l'idée que c'était peut-être ce dégoût qui était la cause de l'absence de coquille des œufs. Pour nous convaincre de la vérité de cette supposition, nous enlevâmes la craie à laquelle nous substituâmes du roc calcaire brisé en petits morceaux. Cette pierre était de la plus grande pureté et ne contenait, outre le carbonate calcique, que des traces d'alcalis et de manganèse. La poule se jeta avec avidité sur ce calcaire; aussi, comme on devait s'y attendre, son sixième œuf eut-il une coquille parfaitement bien conformée, ainsi que celle des vingt-cinq autres qu'elle pondit après lui; à l'exception de ceux qu'on la força de pondre avant terme, ainsi qu'on va le voir.

Un fait bien connu, c'est que le vitellus, ou jaune de l'œuf se trouve tout formé dans l'ovaire, longtemps avant le moment où l'œuf doit être pondu; à-peu-près trois semaines auparavant déjà, dans beaucoup d'exemples. Mais on ne connaît pas plus l'âge auquel il se détache de l'ovaire, que le temps qu'il lui faut pour se couvrir d'albumine dans les oviductes, et celui qui est nécessaire à la formation de sa coquille. Si nos expériences n'ont pu jeter du jour sur les deux premières de ces questions, qui sont du ressort des anatomistes, elles ont en échange donné à la troisième, une solution complète.

Avec un peu d'habitude, il est facile de percevoir avec la main dans l'abdomen d'une poule l'œuf qu'elle pondra le lendemain. Il est alors encore tout-à-fait mou. Ayant remarqué comme nous l'avons dit plus haut, qu'en baignant la poule on facilitait et accélérait beaucoup la sortie de ses œufs, nous pensâmes pouvoir apprendre de cette manière, en combien de temps se forme la coquille de l'œuf. Pour être bien sûr que les effets obtenus n'étaient pas dûs au hasard, on baigna la poule à huit heures du soir, toujours dans les mêmes conditions, et à trois reprises différentes assez éloignées entr'elles, pour qu'elle eût le temps de pondre

pendant cet intervalle de temps, un ou deux œufs normaux. Chaque fois l'œuf fut pondu entre neuf et onze heures du soir. Or, comme la poule faisait ses œufs entre huit et neuf heures du matin, il est donc clair qu'il ne faut à la coquille que dix à douze heures pour se déposer toute entière à la surface de l'œuf.

Constitution anatomique, formation et composition chimique de l'œuf.

Passons maintenant à quelques détails sur l'anatomie de l'œuf et sur la manière dont il se forme. Ces deux articles sont empruntés au *Lehrbuch der speciellen Physiologie*, de M. Rod. Wagner. Nous n'avons changé que fort peu de chose aux descriptions du savant professeur de Gœttingen.

L'œuf de poule est enveloppé dans une croûte calcaire et dure (testâ) formée presque en entier de carbonate calcique ; ainsi que le prouve l'analyse de Prout.

97	carbonate calcique,
1	phosphate calcique,
2	matière organique.
100	

La coquille est perméable aux gaz, ainsi qu'à la vapeur d'eau. La circulation de ces principes est même tellement indispensable au développement du poulet, que les œufs couverts d'un vernis n'éclosent jamais. La face interne de la coquille est criblée de petits trous, dans lesquels se fixent des prolongements excessivement déliés de la membrane coquillière (membrana testæ). Cette membrane est formée par la réunion de deux autres, dont l'extérieure est rendue rugueuse par les prolongements qui s'attachent à la coquille, tandis que la membrane intérieure qui la double et qui s'applique sur le blanc, est parfaitement lisse. Ce n'est qu'au gros bout de l'œuf que ces pellicules se dédoublent, en laissant entr'elles un espace rempli d'air atmosphérique presque pur. Ce réservoir d'air est d'autant plus grand, que l'œuf est plus âgé.

La membrane coquillière est un tissu formé de fibres très-solides et doué de toutes les propriétés de l'albumine coagulée.

Entre la membrane coquillière et le vitellus ou jaune d'œuf, se trouve l'albumine (albumen) ou blanc d'œuf dont les couches extérieures sont beaucoup plus

fluides, que celles qui s'appliquent autour du sac vitellin. Il y a même une adhérence si complète des cordons du sac vitellin avec les premières couches compactes du blanc, qu'il est presque toujours impossible de séparer la totalité de ces dernières sans déchirer les cordons. Ces cordons sont les *chalazes;* ils sont formés de fibres délicates d'albumine coagulée contournées sur elles-mêmes. Ces chalazes sont les deux bouts de la membrane dite chalazifère, qui enveloppe le globe vitellin et qui se ferme sur lui en se tordant sur elle-même et s'allonge à ses deux pôles, probablement sous l'influence du mouvement péristaltique de l'oviducte.

La pellicule vitelline (cuticula vitelli) placée au-dessous de la membrane chalazifère est tout-à-fait simple, transparente et si mince, qu'elle en est chatoyante. Elle s'applique directement sur le vitellus. C'est au-dessous d'elle, et toujours à la partie de l'œuf tournée en haut, qu'on remarque la cicatricule dans laquelle se développe le poulet; elle est presque toujours légèrement adhérente à la pellicule vitelline. Si la cicatricule est toujours tournée vers la partie supérieure de l'œuf, cela tient à ce que cette partie du vitellus étant la plus légère, elle obéit aux lois de la pesanteur. On sait que le globe vitellin tout entier se conduit absolument de même, ce qui fait qu'on le trouve constamment à la partie supérieure des œufs, qu'on a laissé quelque temps en repos.

Nous passerons rapidement sur la formation de l'œuf dans l'ovaire, parce qu'elle n'est pas d'un intérêt direct pour le sujet qui nous occupe, nous dirons seulement, que les ovules les plus jeunes ne sont formés que d'albumine, dans laquelle on voit se développer peu à peu des globules huileux, qui deviennent d'autant plus nombreux, que l'ovule est plus âgé, et qui finissent par le rendre tout-à-fait opaque.

Occupons-nous à présent du détachement des ovules de l'ovaire, et de la formation des œufs dans l'oviducte.

Plus l'ovule approche de sa maturité, plus la partie de l'ovaire dans laquelle il se trouve niché se gonflant derrière lui, elle finit par le pousser au-dehors et le forcer à prendre tout-à-fait la forme d'une baie suspendue à une espèce de pédicule. Les ovaires présentant toujours plusieurs de ces baies pédiculées, ils ont souvent l'aspect de grappes de raisins. On voit sur la capsule qui

enveloppe chacun des ovules, du côté opposé à celui par où elle est attachée à son pédicule, une raie blanche assez large; c'est la cicatrice (stigma). On ne remarque pas de vaisseaux sanguins dans l'étendue de cette raie, tandis qu'il s'en trouve beaucoup sur tout le reste de l'enveloppe à la surface de laquelle viennent s'épanouir, en vastes mailles rhomboïdales, les gros vaisseaux qui traversent le pédicule de chaque ovule. Cette cicatrice est la partie la plus mince du calice de l'ovule; aussi est-ce elle qui s'ouvre pour le laisser passer.

L'ovule détaché de son calice tombe dans l'extrémité infundibuliforme de l'oviducte, qui s'était approché pour le recevoir et s'y avance poussé par le mouvement péristaltique de cet organe, dont les parois musculeuses sont d'une grande force.

L'oviducte s'agrandit alors; ses vaisseaux se gonflent de sang, et ses muqueuses sécrètent en abondance de l'albumine qui se dépose sur le globe vitellin, autour duquel il forme les différentes couches, que nous avons décrites et qu'il est possible de détacher les unes des autres, sur des œufs cuits dur.

C'est dans la partie inférieure et fort élargie de l'oviducte que l'œuf reçoit la pellicule coquillière et enfin la coquille. Cette dernière se forme parce qu'il se dépose à la surface de la membrane coquillière une liqueur tellement chargée de calcaire qu'elle en est blanche et laiteuse. Ce calcaire se dépose d'abord à la surface de la membrane, sous forme de cristaux qui ne tardent pas à disparaître en se confondant entre eux de la manière la plus complète.

L'œuf paraît demeurer environ vingt-quatre heures dans la partie de l'oviducte élargie en poche?

Au moment où la coquille est achevée, l'œuf tombe dans le cloaque, d'où il ne tarde pas à être chassé au dehors.

Nous n'avons fait sur la nature chimique de l'œuf, que quelques observations très-superficielles, parce que nous comptons en faire le sujet d'un travail particulier.

L'albumine présente une forte réaction alcaline; il est impossible d'y déceler directement la présence du fer, non plus que des sulfocyanures alcalins.

Le vitellus est parfaitement neutre; il est impossible d'y déceler directement la présence des sulfocyanures alcalins, non plus que celle du fer, quoique nous ayons retrouvé ce dernier dans ses cendres.

Lorsqu'on traite le jaune d'un œuf cuit dur, par l'éther, à une température de 10° à 15° C., il lui abandonne toute son huile. En secouant la fiole dans laquelle se fait l'expérience, le globe vitellin se divise et tombe au fond du vase, sous forme de poudre parfaitement blanche dont la forme rappelle tout-à-fait celle des grains de fécule. On pourrait bien en conclure, que, dans l'œuf frais, l'albumine nage au milieu de l'huile du vitellus, sous forme de granules sans aucune espèce de liaison entre eux, mais, il n'en est probablement pas ainsi. Il suffit, pour s'en convaincre, de jeter le jaune d'un œuf cru dans de l'éther. Il s'y contracte d'abord beaucoup en lui cédant son huile. On renouvelle l'éther jusqu'à ce qu'il n'enlève plus d'huile. Le vitellus se présente alors comme une masse coagulée blanche, fibreuse et satinée. Ce coagulum retient une si grande quantité d'éther, qu'il faut le malaxer pour l'en retirer; sans quoi, lorsqu'on le chauffe, il ne fait que le gonfler sans pouvoir s'en dégager. Il nous semble qu'on doit conclure de cette observation, que l'albumine du jaune forme un tissu dans les mailles duquel s'accumule l'huile, et dans lesquelles peut pénétrer à sa faveur, une certaine quantité d'éther, qui y reste emprisonné au moment où il se trouve en quantité suffisante pour en coaguler les parois. Comme tout ce réseau albumineux se brise sous l'influence de la chaleur nécessaire pour en opérer la coagulation, à cause de la dilatation qu'elle produit dans les fluides qu'il renferme, on comprend pourquoi le vitellus des œufs cuits dur se présente sous forme de poudre et non pas de membrane, lorsqu'on le traite par l'éther.

Suivant Prout, le vitellus est composé de :

Albumine	17
Huile	29
Eau	54
	100

Nous avons trouvé que celui des poules nourries en cage avec de l'orge, est formé de :

Albumine	19 » 49
Huile	27 » 84
Eau	52 » 67
	100 » 00

Remarquons en passant que cette analyse semble corroborer l'opinion généralement admise, que les œufs des poules naines sont plus riches en parties solides, que ceux des poules communes (1).

Occupons-nous maintenant des autres parties de l'œuf.

Suivant Bostok : 1re série des *Ann. de Chimie*, Tom. LXVII, pag. 36, l'albumine ou blanc d'œuf est composé de :

Albumine	15 » 5
Mucus	4 » 5
Eau	80 » 0
	100 » 0

M. Berzelius dit, qu'elle contient 12 à 13,8 pour cent d'albumine sèche.

Nous avons trouvé le blanc des œufs de nos poules composé de :

Matière solide	21 » 57
Eau	78 » 43
	100 » 00

L'albumine de ces œufs contient donc, comme le vitellus aussi, plus de matière solide, que celui des poules communes.

M. Berzelius avait déjà reconnu dans le blanc d'œuf la présence d'une substance organique soluble dans l'alcool, qui n'est peut-être que le prétendu mucus dont Bostok a signalé le premier la présence dans le blanc d'œuf. Nous avons retrouvé cette substance soluble dans l'alcool et c'est elle qni nous a contraint à donner dans notre analyse du blanc d'œuf, les matières solides sous ce nom, et non pas sous celui d'albumine. La substance soluble dans l'alcool, de M. Berzelius, se dissout aussi dans l'éther. Elle se sépare de l'une et de l'autre de ces solutions, lorsqu'on les secoue avec de l'eau, sous forme de longs filaments blancs et tenaces, que nous n'avons pas examinés d'une manière plus approfondie.

(1) Pour doser l'huile du vitellus, il faut en évaporer la solution éthérée dans un courant d'acide carbonique, tant pour l'empêcher de s'enflammer que d'absorber l'oxigène de l'air. Lorsqu'on abandonne à elle-même et hors du contact de l'air, l'huile extraite du vitellus à l'aide de l'éther, elle ne tarde pas à se séparer en deux couches d'inégale densité, ce qui indique qu'elle contient deux corps gras différents. Cette huile est d'un beau jaune-orangé. Son odeur, qui est fade, rappelle un peu celle du phosphure trihydrique. Elle absorbe l'oxigène de l'air avec une rapidité vraiment extraordinaire; surtout entre 60° et 100° C; puis elle se solidifie et se change en une belle résine translucide, semblable au succin le plus pur.

Nous n'avons jamais découvert dans l'albumine des œufs de nos poules, la moindre trace de substance grasse.

Avant de passer à l'étude du développement de l'œuf et à l'examen des changements qu'il subit sous l'influence de l'incubation, jetons un coup-d'œil sur les différentes analyses de l'œuf de poule frais, bien conformé, fécondé et prêt à être couvé.

On admet en général qu'un œuf frais est formé de :

Coquille et ses membranes . .	11 » 1
Blanc d'œuf	59 » 7
Vitellus	29 » 2
	100 » 0

L'analyse de Prout donne les nombres suivants :

Coquille et ses membranes . .	10 » 35
Albumine	57 » 65
Vitellus	32 » 00
	100 » 00

M. Berzelius donne la composition suivante :

Coquille et ses membranes . .	10 » 69
Albumine	60 » 42
Vitellus	28 » 89
	100 » 00

Vauquelin trouve que les œufs des poules nourries avec de l'avoine sont formés de :

Coquille	8 » 598
Matière animale	91 » 402
	100 » 000

Les œufs des poules naines nourries avec de l'orge, sont composés à l'état frais, de

Coquille et ses membranes . .	16 » 8854
Blanc d'œuf	47 » 4039
Vitellus	35 » 7107
	100 » 0000

Lorsqu'on les dessèche à 100° on trouve que ces œufs sont formés de :

Coquille et ses membranes .	gr.	10 » 6713
Blanc d'œuf	»	10 » 2229
Vitellus , ...	»	26 » 4155
Eau	»	52 » 6903
	gr.	100 » 0000

Développement anatomique, physiologique et chimique de l'œuf de poule.

Nous aurons de nouveau recours pour cet article, à l'excellent *Lehrbuch*, de M. Wagner. Nous ne lui emprunterons cependant que les traits les plus saillants de cette histoire, à laquelle il a su donner tant d'intérêt.

Lorsqu'on soumet dans certaines conditions un œuf bien conformé et fécondé, à une chaleur de 32 à 40° C., la vie s'éveille en lui, et le germe qu'il contient se développe avec rapidité. On peut reconnaître dans cette évolution quatre phases que nous allons passer rapidement en revue.

Première période.

Depuis l'apparition des premiers rudiments de l'embryon jusqu'à la formation du premier système circulatoire.

Cette période embrasse à-peu-près deux jours. Durant les premières heures, le germe tend à se détacher de plus en plus du vitellus et de la pellicule vitelline, à laquelle il est cependant toujours un peu adhérent ; il prend une consistance plus membraneuse et l'espace rempli de fluide, qui l'entoure, s'agrandit. Cette métamorphose du germe continue d'une façon très-régulière ; à mesure qu'il se développe, le germe tend à se rapprocher toujours plus de la membrane coquillière.

Au milieu du premier jour, c'est-à-dire, douze à quinze heures après le commencement de l'incubation, le germe, qui a pris la forme aplatie d'une feuille, s'est assez complètement détaché de la pellicule vitelline pour qu'on puisse l'en séparer.

De la quatorzième à la seizième heure se montre la première trace de l'embryon, sous forme de raie blanche placée dans l'axe transversal de l'œuf.

Pendant le second jour, l'embryon qui est alors long de deux lignes, continue à se détacher du vitellus au-dessus duquel il s'élève. On peut déjà voir les lobes du cerveau et reconnaître les parties destinées à former plus tard les côtes et les parois abdominales. C'est alors qu'apparaît le cœur qui se trouve niché dans une cavité, au-dessous de la tête de l'embryon.

De la fin du premier jour au milieu du second, s'opèrent dans les parties du vitellus qui entourent l'embryon, des changements bien intéressants. Cette portion de la surface du vitellus s'étend, et il se forme autour de lui des amas de couleur foncée. On voit s'y développer des espèces d'ilots séparés les uns des autres par de légères fissures, qui ne tardent pas à se réunir pour former des canaux dont l'ensemble représente un système de mailles, dont les canalicules sont remplis d'un fluide limpide, incolore, ou jaune très-clair, qui est *le sang*. Le cœur continue à se développer; bientôt apparaissent les deux troncs veineux, dans lesquels il chasse, en se contractant, ce même fluide incolore, qui remplit les canalicules que nous venons de décrire et qui entourent l'embryon. Tout-à-coup, et sans qu'aucune observation ait pu faire connaître jusqu'ici de quelle manière se fait cette brusque métamorphose, le sang incolore devient rouge et les canaux dans lesquels il coulait prennent la forme de véritables vaisseaux.

Trente-six heures après le commencement de l'incubation, on distingue déjà bien nettement un lacis de vaisseaux sanguins tout autour de l'embryon.

Le système vasculaire né autour de l'embryon, se développe et il se forme à sa périphérie un canal circulaire, qui deviendra plus tard la veine dite terminale (vena terminalis).

Seconde période.

S'étendant jusqu'à la formation du second système circulatoire.

Cette seconde période, qui commence avec le troisième jour de l'incubation, finit du quatrième au cinquième. En d'autres termes, elle s'étend depuis l'apparition du système circulatoire dans le vitellus, jusqu'à celle de l'allantoïs, qui, en allant s'appliquer contre la membrane coquillière, donne naissance au nouveau

système respiratoire destiné à remplacer le système respiratoire primitif qui disparaît alors.

C'est le troisième jour qui est le plus remarquable dans l'histoire du développement de l'embryon, dont toutes les parties sont alors bien nettement distinctes. L'embryon s'enveloppe peu à peu dans une membrane remplie d'eau, appelée *amnios*, au sein de laquelle il continue à se développer. Les yeux, le bec deviennent de plus en plus distincts.

C'est au quatrième jour, que le premier système circulatoire (circulation vitelline) est dans toute sa force. On aperçoit au-dessous de la tête de l'embryon, trois points gorgés de sang, qui s'élèvent et s'abaissent alternativement: ce sont les trois divisions du cœur. A cette époque, le cœur ne cesse, pour ainsi dire, pas un instant de changer de forme et de position ; c'est au quatrième jour, qu'il échange décidément son ancienne forme de canal, contre celle qu'il conservera toujours, et qui se complète dans les jours suivants. On distingue alors les corps de Wolff, sous la forme de petits cœcums, qui, au cinquième jour, se replient sur eux-mêmes, et qui forment plus tard les reins. Les intestins se forment pendant le quatrième jour de l'incubation. La gouttière qui représente le canal intestinal, et qui est presque fermée au commencement du quatrième jour, ne tarde pas à l'être tout-à-fait, et à envelopper la totalité du vitellus. Le bec et la gorge qui sont béants aboutissent à un petit tube : le *larynx*, à l'autre bout duquel on voit attachées deux petites protubérances, qui sont les premiers rudiments des poumons. Toutes les différentes parties du canal intestinal apparaissent ensuite les unes après les autres.

Revenons un instant en arrière. Dans la seconde moitié du troisième jour, il s'élève du rectum une excroissance vésicoïde ; c'est l'*allantoïs*, qui, sous forme de sac s'étend et s'élève au-dessus et autour de la partie postérieure de l'embryon. L'allantoïs est très-riche en vaisseaux sanguins. Ce nouvel organe croît rapidement et s'allonge en forme de poire. Au quatrième jour on voit à sa surface un superbe lacis de vaisseaux sanguins, qui naît d'une des branches de l'aorte ; il part donc directement du cœur.

Au cinquième jour, l'allantoïs a l'aspect d'une grosse vessie portée sur un pédicule qui sort du nombril. A cette époque l'allantoïs a, comme l'embryon lui-même, onze millimètres de long.

Troisième période.

Depuis l'apparition de la circulation allantoïdienne, jusqu'au moment de la naissance du poulet.

Cette période s'étend du sixième au vingt et unième jour. Il n'y a guère que les changements qui se passent dans les deux premiers jours de cette période, qui aient quelque intérêt sous le point de vue physiologique. Pendant les seize jours qu'elle embrasse, tous les organes qui étaient déjà formés ne font que se développer, et ceux qui se forment alors ne sont pas d'un bien haut intérêt.

Lorsqu'on ouvre un œuf au commencement de cette période, il faut le faire avec toutes les précautions possibles. Comme il n'y a plus d'albumine au-dessus de l'embryon, et que ce dernier est tout près de la membrane coquillière, comme de plus la pellicule vitelline s'est excessivement amincie, il est très-facile de déchirer l'une et l'autre. L'espace rempli d'air, qui se trouve au gros bout de l'œuf, a beaucoup augmenté.

A mesure que le réseau de vaisseaux sanguins, qui enveloppait presque les deux tiers du vitellus, s'efface, l'allantoïs croît et s'étend. Le sixième jour, l'allantoïs a la forme d'une grande vessie aplatie, dont les dimensions ont presque doublé au septième jour. Il se couche un peu à droite de l'embryon, qui disparaît sous lui avec son amnios. C'est la partie supérieure de l'allantoïs, qui est la plus riche en vaisseaux.

La pellicule vitelline se déchire ; l'albumine s'approche du petit bout de l'œuf, où on la retrouve sous forme de masse jaunâtre et assez consistante.

Le vitellus a perdu sa consistance primitive ; il est devenu beaucoup plus fluide.

L'embryon s'approche du gros bout de l'œuf.

Lorsqu'au sixième jour on ouvre un œuf, on voit les membres du poulet s'agiter au moment où on entr'ouvre la coquille.

Du sixième au septième jour, l'amnios se gonfle toujours davantage ; il se resserre vis-à-vis de l'abdomen de l'embryon et forme en s'étranglant une espèce de pédicule, savoir le *nombril*, au travers duquel passent le pédicule de l'allantoïs et une circonvolution de l'intestin.

Du neuvième au onzième jour, apparaissent les tuyaux des premières plumes, sur la ligne médiane du dos.

L'allantoïs continue à envelopper toujours plus complètement l'embryon.

Ce sont essentiellement les téguments épidermiques qui se forment dans les derniers jours de la seconde semaine.

Au commencement de la troisième semaine, l'embryon manquant de place, quitte peu à peu l'axe transversal de l'œuf, pour s'étendre dans son axe longitudinal. Tout l'embryon avec le sac vitellin est alors enveloppé par l'allantoïs. Cet organe soudé de toutes parts avec l'embryon, forme autour de lui une enveloppe continue, qui, d'autre part, va s'appliquer avec tant de force contre la membrane coquillière, qu'on ne peut plus l'en séparer. On voit nager dans l'eau qui remplit l'allantoïs des flocons d'une substance blanche plus ou moins abondante et que nous avons prise pour du *biurate ammonique*. Ces flocons proviennent de l'urine du poulet, et Jacobson prétend qu'ils sont formés *d'acide urique libre*.

Aussitôt que l'allantoïs enveloppe la totalité de l'embryon, il prend le nom de *chorion*.

Le sac vitellin diminue rapidement ; tant parce que son contenu est absorbé, que parce que ce qui y reste se solidifie.

L'albumine et le fluide amniotique s'effacent de plus en plus.

Au dix-neuvième jour, les intestins qui pendaient au-dehors de la cavité abdominale y entrent, entraînant avec eux le vitellus.

Quatrième période.

Naissance du poulet.

On entend quelquefois le poulet crier dans l'œuf, deux jours avant sa naissance. Ceci a lieu toutes les fois que le petit réussit à percer avec son bec le chorion (l'allantoïs) et à faire pénétrer son bec dans l'espace plein d'air, qui se trouve au gros bout de l'œuf. Malgré ce contact incomplet des poumons avec l'atmosphère, la circulation continue à se faire par les vaisseaux ombilicaux. Plus tard, les violents mouvements du poulet déterminent dans la coquille des fentes, qu'il élargit avec son bec, dont le bout est muni dans ce but d'une espèce de petite corne, qui ne tarde pas à tomber.

Nous avons trouvé que l'éclosion du poulet s'opère un peu autrement : la tête de l'oiseau étant enfermée à droite par le coude, et à gauche par le genou qui se touchent en voûte au-dessus d'elle, la tête s'enfonce, le bec en bas, dans la poitrine. Or, chaque fois que le petit crie, l'air chassé avec violence dans le larynx, par les poumons, oblige la tête à se relever, et le bec à frapper avec force contre la coquille avec l'appendice calcaire, dont il est muni. Ce n'est point en usant la coquille à force de la frotter avec son bec, que le poulet l'ouvre, mais bien en la heurtant avec violence. On s'assure qu'il en est bien ainsi en voyant que beaucoup d'œufs près d'éclore ont la coquille brisée, au-dessus du point où appuie le bec du poulet lorsqu'il relève la tête, sans que pour cela, le chorion placé au-dessous de cette ouverture, soit déchiré ; ce qui ne pourrait pas se faire, si le poulet ouvrait la coquille en la sciant avec son bec.

La mère aide beaucoup la sortie du poulet en cassant avec précaution la coquille tout autour du point où il s'est fait jour.

Le bec des poulets est si faible au moment de leur naissance, qu'il leur serait absolument impossible de briser la coquille qui les enferme, si la nature n'y avait pas placé ce petit tubercule calcaire qui s'en détache peu de temps après leur naissance. Tous les poulets auxquels manque cette excroissance, périssent dans l'œuf où ils font de tels efforts pour sortir, qu'on les trouve toujours avec les mandibules renversées en bas et déjetées à droite ou à gauche, par la violence des coups qu'ils ont donnés avec lui à la coquille.

Incubation des œufs des poules nourries avec de l'orge.

Voyons maintenant quels sont les changements que subit le poids des œufs pendant l'incubation.

Le 10 mai 1843, la poule paraît vouloir couver ; elle reste longtemps sur son nid. Le 11 mai elle pond encore un œuf, mais très-petit ; comme d'ailleurs elle passe toute la journée sur son nid, on se décide à commencer avec elle une autre série d'expériences toutes physiologiques.

Le 13 mai, à neuf heures du matin, on donne à la poule neuf œufs pondus par elle, les 8, 10, 12, 13 et 16 avril ; puis, les 6, 7, 8 et 10 mai. On les avait mis dans une grande corbeille d'osier, bien garnie de foin.

La poule avait pondu alors trente-deux œufs, dont vingt-six bien conformés, et six sans coquille.

Les neuf œufs que la poule avait à couver, pesaient ensemble gr. 273 « 503
donc, chacun d'eux, en moyenne . . . . . » 30 » 389

Les plus vieux de ces œufs étaient plus légers, de 2, 3, 4, 5 décigrammes que les plus jeunes.

Repesés une semaine après, le 19 mai, à neuf heures du matin, ces œufs pesaient ensemble . . . . . gr. 260 » 002
chacun d'eux, en moyenne . . . . . » 28 » 889

Le 26 mai, à neuf heures du matin, ces œufs pesaient ensemble gr. 238 » 113
chacun d'eux, en moyenne . . . . . » 26 » 457

Les œufs des 13 avril et 7 mai, pesés au moment où leur coquille se fend, pesaient ensemble . . . . . gr. 51 » 564
chacun d'eux, en moyenne . . . . . » 25 » 782

Les deux poulets qui en sortirent, après s'être séchés en restant quelques minutes sous la mère et n'ayant pas rendu d'excréments, pesaient ensemble gr. 41 » 835
chacun d'eux, en moyenne . . . . . » 20 » 917

De ces données on conclut directement qu'en représentant l'œuf frais, avant l'incubation, par 100, il perd

5, pendant la première semaine.
9, pendant la seconde.
3, pendant la troisième.

17 pour cent donc de son poids initial. Cette observation avait été faite déjà par Prout, puisqu'il dit, l'œuf a perdu après une semaine d'incubation, 5,
après deux semaines, ... 13,
et après trois semaines, ... 16
pour cent de son poids primitif; Prout ajoute qu'au moment de l'éclosion, l'œuf est composé de :

Coquille	24 » 77
Membranes et reste d'albumine .	2 » 95
Vitellus dans le ventre du poulet .	16 » 77
Poulet	55 » 51
	100 » 00

Ce que l'on peut exprimer comme suit :

Coquille	24 » 77
Poulet et membranes	75 » 23
	100 » 00

Nous avons trouvé l'œuf éclos et encore humide, composé de :

Coquille avec le chorion . . .	18 » 869
Poulet et autres substances organiques	81 » 131
	100 » 000

Desséché à 100° on y trouve :

Coquille et ses membranes . .	12 » 0646
Poulet	23 » 4133
Matières grasses solubles dans l'éther	7 » 8102
Eau	56 » 7119
	100 » 0000

En comparant cette analyse avec celle de l'œuf avant l'incubation où il était formé de :

Coquille et ses membranes . gr.	10 » 6713
Blanc d'œuf. . . . . »	10 » 2229
Vitellus . . . . . »	26 » 4155
Eau . . . . . »	52 » 6903
	100 » 0000

on voit qu'en ne tenant pas compte de la perte de poids qu'il éprouve pendant l'incubation, l'œuf, sous l'influence de cette mystérieuse action de la nature, perd de l'eau et acquiert des substances solides. Les matières solides contenues dans l'œuf se condensent donc sous l'influence de l'incubation, et nous verrons dans les conclusions, de quelle manière s'accomplit cette intéressante métamorphose.

A la coquille restent attachées certaines parties organiques de l'œuf, ainsi que les excrétions solides du poulet.

La diminution de poids qu'éprouve l'œuf pendant l'incubation, doit être due à une perte d'eau et d'acide carbonique.

Tous les calculs dont nous nous servirons pour reconnaître quelles sont les métamorphoses de l'œuf pendant l'incubation, sont basés sur les nombres fournis par les œufs des 13 avril et 7 mai, qui sont éclos les premiers.

Nous ne pûmes tenir compte dans le même but, des trois autres poulets, nés un peu plus tard, parce qu'ils sortirent si brusquement de leur coquille, qu'elle fut mise en pièces au moment où elle se fendit, en sorte qu'il fut impossible, comme nous l'avions fait d'abord, de peser le poulet avec sa coquille entière, un instant avant son éclosion.

La naissance des poulets se fit dans l'ordre suivant : Ce fut le 31 mai, dans l'après midi ; donc, juste dix-huit jours après celui où avait commencé l'incubation, qu'on entendit pour la première fois piauler un des poulets dans l'œuf. C'était celui de l'œuf du 8 mai. Malgré cela aucun des œufs n'était encore ouvert le 1er juin à quatre heures du matin. A dix heures du matin, l'œuf du 13 avril présente un point ouvert ; il se fend, et il en sort un poulet taché jaune et noir. L'œuf du 7 mai, qui était alors entr'ouvert, éclot à deux heures de l'après-midi et il en sort un beau poulet jaune. Le lendemain 2 juin naissaient les œufs des 8, 10 et 6 mai, dans l'ordre où nous les nommons. Des deux premiers sortent des poulets jaunes, et du dernier, encore un petit taché de jaune et de noir.

Le 2 juin au soir, on pèse les quatre œufs non éclos ; celui du 16 avril était pourri ; celui du 12 contenait un petit bien conformé ; ceux du 8 et du 10 sont desséchés ; surtout celui du 8. Ils avaient cependant commencé à se développer, puisqu'ils contenaient tous les deux un poulet mais avorté, quoiqu'ils fussent tous les deux déjà bien couverts de leurs plumes.

L'œuf du 12 avril pèse	gr.	25	»	5384
Celui du 16 avril . .	»	26	»	9645
» du 8 » . .	»	20	»	8290
» du 10 » . .	»	22	»	9100

Le hasard ayant voulu que ces quatre œufs fussent de la même semaine, il est donc impossible d'attribuer les différences qu'on trouve dans leur poids respectif, à ce qu'étant beaucoup plus âgés les uns que les autres, ils n'avaient pas le même poids, déjà avant l'incubation. On peut donc admettre que lorsqu'on les donna à couver, ces quatre œufs avaient à peu de chose près le même poids; ce qui permet

d'admettre que les différences pondérales qu'on remarque maintenant entre eux, ne doivent être attribuées qu'aux effets chimiques qui se sont passés dans leur sein.

La poule qui pesait avant l'incubation	gr.	672 »	1550
pesait le 2 juin après une incubation continue de 21 jours	»	483 »	2020
Elle avait donc perdu	gr.	188 »	9530

Ce qui prouve que les oiseaux qui couvent sont vraiment malades.

Le 2 juin les cinq poulets n'ayant pas encore mangé pesaient ensemble	gr.	97 »	810
donc, en moyenne	»	19 »	562

Le 9 juin, la poule pesait .	gr.	474 »	617
Les cinq poulets	»	155 »	978
donc, en moyenne . . .	»	31 »	195

Pendant la première semaine de leur vie, ces poulets recevaient chaque jour un demi œuf cuit dur et haché fin, qu'on leur donnait en deux fois; le matin à six heures, et le soir à cinq heures. Ils avaient encore près d'eux un vase toujours plein d'alpiste mondée et un autre rempli d'eau.

La poule continua à être nourrie d'orge, mais, comme elle partageait avec ses petits les œufs et l'alpiste qu'ils recevaient, il nous fut impossible de peser la nourriture des poulets, elle aurait d'ailleurs été à cause de sa nature animale excessivement difficile à doser d'une manière exacte.

Comme pendant cette première semaine de la vie des poulets, leur mère continue à les couver presque aussi assidument que les œufs mêmes, il ne faut pas être surpris de ce que son poids continue à diminuer.

Les poulets en échange, croissent avec une rapidité telle, qu'ils gagnent dans la première semaine la somme fabuleuse de cinquante-neuf pour cent de leur poids initial.

C'est à cette époque qu'on voit pousser les premières plumes. Elles se montrent d'abord le long des ailes; puis ensuite à la queue, sur les cuisses et sur les pieds. Les poussins mangent déjà de petites pierres et se roulent dans le sable, comme les poules adultes.

Pour faire une éducation comparative en plein air, on donna à une poule commune douze œufs pondus en cage par notre poule. Ils furent couvés une semaine avant ceux de notre expérience et naquirent par conséquent aussi, une semaine plus tôt ; malgré cela, ils restèrent constamment plus faibles et plus petits, ce qui venait sans doute de leur mode d'alimentation. Ils ne reçurent jamais d'œufs durs, mais seulement de l'alpiste mondée.

Nous anticiperons ici un peu sur l'ordre des faits, pour signaler une observation bien singulière, faite sur ces deux couvées comparatives. Nos poulets étaient, de même aussi que ceux qui étaient nés en plein air, les uns blancs, les autres fauves. Parmi les nôtres, les poulets fauves, quoique très-forts restèrent plus petits que les blancs. Parmi les autres, non-seulement les poulets fauves étaient plus forts que les blancs, mais ces derniers finirent par périr tous misérablement les uns après les autres, et il y en avait cinq sur les neuf poulets nés de ces douze œufs.

Les quatre poulets fauves libres sont des coqs.

Des poulets nés en cage, deux des blancs sont des poules, le troisième est un coq. Les deux poulets fauves sont des femelles.

Le 16 juin, la poule pèse . .	gr.	488 »	567
Les cinq poulets pèsent . . .	»	263 »	270
donc, chacun d'eux en moyenne	»	52 »	654

Leur poids continue donc à s'accroître, et ils pèsent soixante-huit pour cent de plus que la semaine dernière.

Le poids de la poule s'accroît d'une manière sensible, ce qui vient de ce qu'elle couve ses petits d'une manière moins continue.

Les poulets sont assez forts pour manger quelques grains d'orge.

Huit jours plus tard, le 24 juin, la poule pèse .	gr.	505 »	624
les cinq poulets	»	393 »	977
chacun d'eux, en moyenne	»	78 »	795

Le poids de la poule croît encore.

Les poulets pèsent quarante-huit pour cent de plus que la semaine dernière.

A dater de ce jour, les poulets auxquels on avait donné pendant la semaine dernière jusqu'à un œuf tout entier par jour, n'en reçoivent de nouveau qu'un

demi en une fois, à six heures du matin. On leur enlève aussi l'alpiste mondée, à laquelle on substitue de l'orge, dont on a soin de tenir une auge constamment remplie.

La poule entre en mue, et on la sépare le 26 d'avec ses poulets, parce qu'elle commence à les maltraiter. Tout le corps des poulets est couvert de plumes, excepté le ventre, le haut du dos, le cou et les tempes.

Le 1er juillet, les cinq poulets pèsent . .	gr.	535 »	710
chacun d'eux séparément	»	107 »	142

Les poulets ne pèsent que cinq pour cent de plus que la semaine dernière. Il est malheureusement impossible de doser l'orge qu'ils mangent, parce qu'on est obligé à cause de la petitesse des poulets, de la leur donner dans un vase ouvert, et à bords peu élevés, ce qui fait qu'ils en perdent beaucoup.

Les poulets boivent une grande quantité d'eau, ils paraissent souffrir de la poussée de leurs plumes.

Le 7 juillet, les poulets pèsent ensemble	gr.	636 »	246
chacun d'eux séparément	»	127 »	249

Ils pèsent donc dix-huit pour cent de plus que la semaine dernière.

Les poulets ont perdu presque tout leur duvet, dont ils ne conservent plus que quelques brins épars sous le ventre et sur la nuque. Ce duvet possède une texture telle qu'il doit faire le passage des poils aux plumes. Il est poil dans sa partie inférieure et plume à l'autre bout. Les brins de duvet sont divisés à leur partie supérieure en plusieurs fibrilles barbulées, au nombre de 7, 11, 12, 15 ou 22.

Ce fut le 7 juillet, qu'on pesa pour la première fois la nourriture de ces oiseaux, qui mangèrent en une semaine, orge . gr. 705 » 552.

Le 14 juillet, on pèse les poulets isolément, et donne à chacun d'eux un numéro.

N° 1 est la plus petite des poules blanches,

N° 2 la seconde en grandeur des poules blanches,

N° 3 le coq blanc,

N° 4 la plus grande des poules fauves,

N° 5 la plus petite des poules fauves.

Le n° 1 pesait alors	gr.	121 » 618
Le n° 2 »	»	154 » 611
Le n° 3 »	»	184 » 926
Le n° 4 »	»	140 » 381
Le n° 5 »	»	132 » 761
Ensemble	gr.	734 » 297
En moyenne	»	146 » 859

Ils pèsent donc quinze pour cent de plus que la semaine précédente.

Le 18 juillet, les poulets avaient mangé : orge gr. 816 » 841

Le n° 1 pèse alors	gr.	158 » 578
Le n° 2 »	»	204 » 436
Le n° 3 »	»	232 » 573
Le n° 4 »	»	180 » 909
Le n° 5 »	»	165 » 144
Ensemble	gr.	941 » 640
En moyenne	»	188 » 328

Ils pèsent donc vingt-huit pour cent de plus que la semaine dernière.

Dès lors ils mangent : orge . gr. 937 » 686

Le 29 juillet

Le n° 1 pèse	gr.	156 » 737
Le n° 2 »	»	218 » 028
Le n° 3 »	»	248 » 146
Le n° 4 »	»	203 » 599
Le n° 5 » , ...	»	186 » 293
Ensemble	gr.	1012 » 803
En moyenne	»	202 » 560

Les poulets pèsent donc sept pour cent de plus que la semaine dernière.

Le poulet n° 1 a été malade pendant toute la semaine ; aussi son poids a-t-il un peu diminué. Celui des autres a continué à augmenter, quoique faiblement. Ces oiseaux n'ont plus de duvet ; ils sont tous en pleine mue, et prennent leur

second plumage, qu'ils oignent fréquemment avec l'huile de leur glande adipeuse.

Le 4 août, les poules avaient mangé : orge gr. 897 » 784

Le n° 1 pesait alors . . .	gr.	172 » 032
Le n° 2 »	»	238 » 270
Le n° 3 »	»	277 » 018
Le n° 4 »	»	216 » 437
Le n° 5 »	»	205 » 524
Ensemble	gr.	1109 » 281
Chacun d'eux, en moyenne .	»	221 » 856

Ils pèsent donc neuf pour cent de plus que la semaine dernière.

Le 11 août, les poulets avaient mangé : orge gr. 786 » 404

A cette époque

Le n° 1 pesait	gr.	186 » 578
Le n° 2 »	»	258 » 596
Le n° 3 »	»	309 » 255
Le n° 4 »	»	237 » 559
Le n° 5 »	»	219 » 807
Ensemble	gr.	1211 » 575
Chacun d'eux, en moyenne .	»	242 » 315

Ils pèsent donc neuf pour cent de plus que la semaine dernière.

Le 18 août, les poulets avaient mangé : orge gr. 986 » 472

A cette époque

Le n° 1 pesait	gr.	207 » 056
Le n° 2 »	»	258 » 598
Le n° 3 »	»	348 » 152
Le n° 4 »	»	264 » 343
Le n° 5 »	»	254 » 701
Ensemble	gr.	1332 » 850
Chacun d'eux, en moyenne .	»	266 » 570

Ils pèsent donc dix pour cent de plus que la semaine dernière.

Le 2 septembre, donc, au bout de deux semaines, les poules avaient mangé :

Orge	gr.	1850 » 743

A cette époque

Le n° 1 pesait	gr.	206 » 419
Le n° 2 »	»	321 » 388
Le n° 3 »	»	306 » 234
Le n° 4 »	»	289 » 617
Le n° 5 »	»	288 » 867
Ensemble	gr.	1412 » 525
Chacun d'eux, en moyenne .	»	282 » 505

Ils pèsent donc un peu moins de six pour cent de plus que la dernière fois. Mais comme cette augmentation de poids s'est faite en deux semaines, on a lieu d'être surpris de ce que les poulets de cet âge, n'aient pas gagné plus de trois pour cent par semaine. Ceci vient sans doute, de ce qu'à deux reprises différentes, on a pendant ce temps laissé les poulets pendant un jour entier sans leur donner de nourriture ; ce qui sans altérer visiblement leur santé, à chaque fois notablement diminué leur poids du jour au lendemain.

Le 9 septembre, les poulets avaient mangé : orge gr. 712 » 495.

A cette époque

Le n° 1 pesait	gr.	219 » 359
Le n° 2 »	»	358 » 644
Le n° 3 »	»	332 » 442
Le n° 4 »	»	311 » 645
Le n° 5 »	»	316 » 448
Ensemble	gr.	1538 » 538
Chacun d'eux en moyenne . .	»	307 » 707

Ils pèsent donc un peu moins de neuf pour cent de plus que la semaine dernière.

Le 16 septembre, les poulets avaient mangé : orge gr. 1029 » 428.

A cette époque

Le n° 1 pesait	gr.	256 »	630
Le n° 2 »	»	379 »	778
Le n° 3 »	»	331 »	629
Le n° 4 »	»	315 »	879
Le n° 5 »	»	336 »	776
Ensemble	gr.	1600 »	692
Chacun d'eux, en moyenne . .	»	320 »	138

Ils pèsent donc quatre pour cent de plus que la semaine dernière.

C'est à cette époque, que des circonstances toutes spéciales nous forcèrent de terminer brusquement cette expérience, que nous comptions poursuivre encore pendant quelques mois. Il est probable toutefois, que malgré ce malheur, notre travail n'aura cependant point totalement manqué le but qu'on s'était proposé d'atteindre en le commençant, puisqu'au moment où on y a mis fin, le poids des poulets ne variait guères que de quatre à cinq ou six pour cent en une semaine, tandis que celui des poules adultes placées dans les mêmes circonstances, oscillait en une semaine entre deux, trois et quatre pour cent. Comme de plus, nos poulets mangeaient alors autant d'orge que leurs parents, on peut donc pour ces deux raisons, admettre que nos dernières pesées ont été faites sur des oiseaux dont la crue était achevée, et qui n'avaient plus besoin que de la même *ration d'entretien* nécessaire aux adultes.

Conclusions.

En reprenant les expériences décrites dans la première partie de ce mémoire, nous voyons que la paire de poules a consommé pendant la semaine qu'elle était en expérience cent parties d'orge normale, pour subir une augmentation de quatre pour cent de leur poids initial.

On est frappé en voyant combien est grande la quantité de soufre des aliments que les poules ont fixée. Ce fait donne à penser que ce soufre existait dans la nourriture, sous forme de combinaison organique, et que peut-être il sera une fois possible de calculer à l'aide de cet agent la masse de matière azotée sulfurée qui a passé dans le corps d'un animal et qui s'y est fixée, ce

qui serait de la plus grande utilité, puisqu'il paraît bien établi que ce ne sont que les substances de cette nature contenues dans les plantes, qui peuvent être directement assimilées par les animaux.

On a vu que nos poules ont pris en une semaine gr. 465 » 249 d'orge supposée bien sèche ; elle est donc composée de :

Carbone . . .	208 » 4801
Hydrogène . .	29 » 5386
Azote . . .	10 » 2596
Oxigène . . .	201 » 6970
Cendres . . .	15 » 4757
	gr. 465 » 2490

Elles ont pris encore :

Gravier . .	gr. 105 » 5150
Calcaire . .	» 7 » 3720
	gr. 112 » 8870

Elles ont rendu : excréments secs gr. 229 » 0707, composés de :

Matières organiq.	gr. 107 » 4580
Matières inorganiq.	» 121 » 6127
	gr. 229 » 0707

Les matières organiques contenues dans ces déjections sont formées de :

Carbone. . .	gr. 50 » 3946
Hydrogène . .	» 6 » 7277
Azote . . .	» 4 » 3519
Oxigène . .	» 45 » 9838
	gr. 107 » 4580

En soustrayant de l'orge mangée par les poules les excréments qu'elles ont rendu, on trouve qu'elles ont fixé :

Carbone. . .	gr. 158 » 0855
Hydrogène . .	» 22 » 6109
Azote . . .	» 5 » 9077
Oxigène . .	» 155 » 7132
Cendres et gravier	» 6 » 7480
	gr. 349 » 0653

Les poids réunis du coq et de la poule ont augmenté de gr. 19 » 1800
d'où soustrayant . . . . . » 6 » 7480 pour
les matières inorganiques fixées ou retenues mécaniquement
il reste . . . . . gr. 12 » 4320 pour
leur accroissement en matière organisée.

En considérant ces chiffres on est surpris de voir que les poules se sont approprié infiniment plus du carbone que de l'hydrogène, et surtout de l'azote de l'orge ; plus de la moitié de ce dernier principe, se retrouve dans les excréments, sous forme de biurate ammonique ; ainsi que nous le dirons plus loin. Bien que ce fait fût à prévoir, il n'en est pas moins très-intéressant. Nous nous proposons de répéter ces expériences sur des oiseaux carnivores, afin de savoir si l'azote fixé par eux est à celui qu'ils rejettent dans la même proportion que chez les oiseaux granivores.

Nous sommes trop heureux de pouvoir dire que les belles et difficiles expériences entreprises sur des tourterelles, par l'infatigable M. Boussingault, l'ont amené à des conclusions analogues à celles que nous venons de tirer des expériences qui nous sont propres. La faible différence qu'on remarque entr'elles, provient sans doute de ce que l'expérience de M. Boussingault n'a pas été continuée assez longtemps. En effet, lorsqu'on change brusquement la manière de vivre des animaux, on remarque toujours dans leurs fonctions vitales un léger dérangement, qui se trahit par cette diminution du poids initial, qui n'a point échappé à la sagacité de M. Boussingault. C'est afin de parer à cet inconvénient bien connu des agriculteurs, que nous avons tenu nos poules longtemps avant l'expérience, dans la cage où elle a été faite. Quoique nos poules aient moins perdu par la transpiration pulmonaire et cutanée que les tourterelles de M. Boussingault, elles ont cependant perdu assez, pour qu'on puisse établir sous ce point de vue là, une ligne de démarcation bien tranchée entre les oiseaux et les mammifères, qui d'après les expériences de M. Boussingault, entreprises sur des vaches et des chevaux, établissent de la manière la plus positive que ces animaux rendent beaucoup plus des principes de la nourriture par les déjections alvines, que les oiseaux dont nous venons de parler. Il est possible que cette curieuse différence entre ces deux genres d'animaux vienne de ce que les oiseaux ayant une

chaleur corporelle beaucoup plus élevée que celle des mammifères, ils doivent naturellement brûler davantage des principes de la nourriture pour l'alimenter et la soutenir.

Nous avons vu qu'en fixant : gr. 342 » 3173 de matières organiques provenant de l'orge, le poids des deux poules s'est accru de : gr. 12 » 4320 ; il faut donc que tout le reste ait servi d'aliment aux sécrétions pulmonaire et cutanée.

Nous regrettons beaucoup de n'avoir pu doser directement les produits de la respiration de ces oiseaux pendant la durée de l'expérience, parce que la connaissance de leur composition aurait fourni sur la nature des principes de l'orge qui avaient été assimilés, des données certaines qui auraient pu jeter peut-être quelque jour sur la formation de la fibre musculaire et de la graisse. Dès lors, la brillante et difficile expérience entreprise par M. Boussingault sur des tourterelles, est venue répondre à nos vœux. M. Boussingault, est donc le premier observateur qui ait donné aux expériences physiologiques de cette nature toute l'étendue et toute la précision qu'elles doivent avoir. C'est un nouveau et immense service rendu par ce savant aux sciences d'observation appliquées à l'étude de la vie ; c'est une voie nouvelle tracée aux expérimentateurs qui sans doute ne refuseront point leurs forces à cette terre qui ne demande qu'à être labourée pour donner d'immenses récoltes.

L'expérience rapportée plus haut, établit donc qu'un coq et une poule pesant ensemble :

gr.	1398 » 3800	mangent par jour :
»	66 » 4641	d'orge.
»	15 » 0736	de gravier.
»	1 » 0531	de calcaire.
gr.	82 » 5908	

Soit, pour cent du poids d'une de ces poules vivantes, et par jour :

gr.	4 » 7529	d'orge.
»	1 » 0779	de gravier.
»	0 » 0753	de calcaire.
gr.	5 » 9061	

Les excréments rendus chaque jour par les deux oiseaux, pèsent ensemble : gr. 32 » 7244 ; soit, pour cent du poids d'une des poules vivantes, et par jour gr. 2 » 3402 composés de :

Matières organiques	gr. 1 » 0977
Matières inorganiques	» 1 » 2425
	gr. 2 » 3402

Donc, les poules rendent par les excréments la presque totalité des matières inorganiques qu'elles prennent, et un quart seulement, des matières organiques qu'elles avalent.

La quantité de substances minérales, que cette expérience prouve rester dans le corps des poules paraît trop forte ; mais il n'en est rien ; il suffit pour s'en convaincre, de considérer combien est variable le poids des petits graviers qu'on trouve dans l'estomac de tous les oiseaux granivores, et qui paraissent être une des conditions essentielles de leur digestion. Nous croyons donc pouvoir avancer, que les matières minérales restées dans le corps de nos poules ne sont pour la plus grande partie du moins, composées que de ce gravier retenu mécaniquement dans leur estomac.

Comme il était intéressant de savoir sous quelle forme se trouve l'azote dans les excréments des poules, nous avons analysé un échantillon de ceux qui provenaient de l'expérience. Nous avons reconnu de cette manière, que pris ensemble, ils devaient contenir : gr. 2 » 6520 d'acide urique ; comme ce corps s'y trouve à l'état de biurate ammonique, on calcule que sous cette forme il doit peser :

gr. 2 » 7847 qui représentent

gr. 0 » 5466 d'azote ; soit un septième environ du poids de ce principe que l'analyse nous prouve exister dans les déjections. Quoiqu'il soit probable que nous ayons évalué trop bas la quantité de biurate ammonique, à cause des difficultés qu'offre son dosage, nous pensons cependant, que ce n'est pas à ce sel qu'est essentiellement départie la fonction de conduire au dehors du corps la plus grande partie de l'azote, qui n'y reste pas fixée sous une forme ou une autre.

Rappelons en passant encore ici, que nos recherches viennent appuyer de la manière la plus complète le fait bien établi déjà de l'absolue nécessité de la présence du carbonate calcique dans la nourriture des poules, pour que leurs œufs aient une coquille.

Dans la seconde partie du mémoire, nous avons établi qu'il ne faut à la coquille des œufs, que dix à douze heures pour se former. La rapidité avec laquelle se produit cette enveloppe de l'œuf est telle, qu'elle doit être due à de puissantes forces chimiques. Il faut que le calcaire dissout dans l'estomac par les acides carbonique, lactique ou chloride hydrique, arrive fluide dans l'utérus, et qu'il ne se décompose que là; peut-être même seulement à la surface de l'œuf, et par double décomposition, en présence des sels alcalins ou des alcalis de l'albumine.

Les belles expériences de deux célèbres physiologistes allemands, MM. Gmelin et Tiedemann, ayant prouvé de la manière la plus évidente la présence du chloride hydrique dans le liquide sécrété par les parois de l'estomac des poules, il est bien probable que c'est dissout dans l'acide carbonique que dégage cet acide des carbonates terreux neutres avalés par les poules, que le carbonate calcique arrive dans l'utérus sur les parois duquel il se dépose, tandis que l'acide carbonique qui le tenait en dissolution, se dégage.

En étudiant la composition de l'œuf, on a dit que le vitellus ayant une pesanteur spécifique beaucoup plus faible que celle de l'albumine, il s'élève toujours à la partie supérieure des œufs qu'on laisse quelques temps en repos. Il est probable que c'est pour parer au développement inégal des différentes parties de l'œuf qui aurait infailliblement lieu par suite de cette disposition là, que la nature a donné aux poules le remarquable instinct de retourner souvent les œufs qu'elles couvent.

Dans la formation de l'œuf, un fait saute aux yeux, c'est que ses parties mettent d'autant plus de temps à se développer, qu'elles sont plus essentielles à la formation du poulet. La croissance du vitellus qui est l'essence de l'œuf, s'effectue avec une lenteur telle, qu'on ne sait pas en combien de temps elle s'achève. Nous le voyons naître dans l'intérieur d'une glande spéciale, formée comme tous les organes de cette nature, d'un lacis compacte de vaisseaux sanguins. Consistant d'abord en une masse homogène et transparente d'albumine, il ne tarde pas à se remplir d'une multitude de gouttelettes d'huile. En analysant le vitellus de l'œuf mûr, nous y découvrons de même encore de l'albumine et une huile jaune orangé. Dans ses cendres nous trouvons beaucoup de soufre, d'alcalis et

surtout de phosphate magnésique provenant sans doute du phosphate ammonico-magnésique; or, tous ces principes se retrouvent tels quels dans le sang; qu'en conclure, sinon que les ovaires sont des espèces de filtres destinés à séparer du sang, de l'albumine, des corps gras ainsi que tous les sels nécessaires à la formation du vitellus. Le vitellus contient donc condensés de la manière la plus compacte tous les éléments indispensables à la formation de l'oiseau; plus, une certaine quantité d'huile destinée à alimenter cette combustion que nous retrouvons partout où se manifeste la moindre trace de vie animale. Envisagé de cette manière, le vitellus peut être considéré comme l'essence du sang; effectivement il est formé tout entier d'albumine destinée à la production de la fibre musculaire; de graisse destinée à lubréfier les organes et à alimenter la respiration; enfin de phosphore, de soufre, d'alcalis et de terres, qu'on retrouve dans toutes les parties des animaux et surtout dans leurs os.

Il est clair que puisque la production du vitellus soustrait au sang justement ceux de ses principes, qui sont le plus essentiels au soutien de la vie, il ne faut pas s'étonner si les oiseaux sont malades pendant la ponte, ni si ils tombent souvent dans un véritable état d'épuisement, lorsqu'elle est achevée.

Un fait à noter avec soin, c'est que le vitellus est absolument neutre aux papiers réactifs; ce fait était d'ailleurs à prévoir; car il ne pouvait contenir un acide, parce qu'il aurait dissout et liquéfié son albumine; il ne pouvait non plus contenir comme l'albumine, un alcali caustique en combinaison instable, parce qu'il se serait emparé de son huile, en formant avec elle un savon.

Il est absolument impossible de déceler directement dans le vitellus la présence du fer. Ce n'est que dans ses cendres qu'on peut reconnaître ce métal.

Le blanc d'œuf que secrètent les parois de l'oviducte et non point les ovaires, est excessivement alcalin; il se dépose autour du vitellus en couches d'autant moins denses qu'elles s'éloignent davantage de lui; ce qui fait qu'elles s'enveloppent sans jamais se confondre. Ceci vient sans doute, de ce que les couches de blanc d'œuf les plus rapprochées du vitellus contiennent moins d'eau que celles qui sont plus extérieures et qui, ayant été les dernières formées, n'ont pas encore eu le temps de perdre la plus grande partie de l'eau qui les tenait en dissolution, ou en suspension, en la cédant aux parois de l'oviducte, qui sans doute la résorbent aussitôt.

Enfin, c'est dans l'extrémité inférieure et la plus large de l'oviducte, qui s'ouvre dans la cloaque, que l'œuf reçoit la dernière couche d'albumine, qui est très-mince et coagulée, de même que la première qui se dépose d'abord à la surface du vitellus. Nous voyons donc que les deux extrémités supérieure et inférieure de l'oviducte secrètent de l'albumine coagulée, et non point gélatineuse, comme toutes les autres parties de cet organe.

C'est sur la dernière couche d'albumine coagulée enveloppant tout l'œuf, que se forme la coquille qui apparaît d'abord à sa surface comme des rugosités d'aspect cristallin.

Des deux couches d'albumine coagulée qui enveloppent le blanc d'œuf, la première, celle qui s'applique sur le vitellus et qui porte les chalazes, doit s'être produite par le détachement de l'épiderme des parois internes du haut de l'oviducte, sous l'influence de la pression exercée sur elles par le passage du vitellus entraîné dans cet organe par son mouvement péristaltique. Le vitellus continuant sa route tortueuse au travers de l'oviducte, s'enveloppe de cette tunique épidermique dont les deux extrémités se ferment en se tordant sur elles-mêmes.

Quant à la dernière couche fibreuse d'albumine coagulée dont la production précède celle de la coquille, elle doit avoir un autre mode de formation que la première. Cette membrane suit tellement bien toutes les sinuosités de la coquille ; elle se glisse avec une telle précision dans toutes ses anfractuosités, entre toutes ses molécules, que la formation de ces deux parties de l'œuf doit être tout-à-fait simultanée et dépendante d'une même action chimique, que nous n'essaierons pas d'expliquer, puisque nous ne pourrions la baser que sur des hypothèses. Mais la ponte des œufs sans coquilles semble être un obstacle à cette théorie. Nous ne le pensons pas ; car nous sommes convaincu, que quoique la formation de la coquille et de la pellicule coquillière soit presque simultanée, cette dernière naît cependant toujours sous l'influence de la première action de la force chimique destinée à les produire toutes les deux. On a vu que le vitellus est formé d'un réseau albumineux dont les mailles enferment une matière grasse. On se convainc facilement que l'albumine existe réellement sous cette forme, dans le vitellus, lorsqu'on examine les premiers stades du développement du système circulatoire du poulet, dont on voit les derniers embranchements veineux s'épanouir à la sur-

face du vitellus en mailles rouges de la plus grande beauté, qui enveloppent des espaces remplis d'huile jaune et fluide. Il faut donc que les filets d'albumine qui constituent le squelette du vitellus, deviennent sous l'influence de la vie *(fermentation vitale ou organisante)*, les chemins d'exploitation de cette vaste mine de combustible destinée à servir tant indirectement que directement aussi à la formation du poulet.

Quant au blanc de l'œuf, il est formé d'une combinaison d'albumine avec de la soude caustique. Les intéressantes expériences de M. Wurtz, ayant prouvé que l'albumine pure déplace l'acide carbonique des carbonates alcalins, on peut donc adopter en toute sécurité l'opinion que la soude se trouve à l'état caustique dans le blanc d'œuf. Le blanc d'œuf est formé de plusieurs couches superposées et distinctes; chacune d'elles est enveloppée dans un réseau membraneux de la plus grande ténuité qu'on isole facilement en battant le blanc d'œuf avec de l'eau. C'est ce même réseau membraneux de l'albumine qu'on trouve au fond de la coquille sous forme de gâteau jaune accompagné d'acide urique, lors de la naissance du poulet. Le blanc d'œuf est donc une espèce de filet dont les mailles emprisonnent de l'albuminate sodique gélatineux. Cette combinaison est si facile à détruire, qu'elle doit favoriser singulièrement toutes les actions nécessaires au développement du poulet.

L'albumine contient une si forte proportion d'alcalis, qu'on est surpris d'y rencontrer autant de phosphate calcique dont la présence à l'état soluble est, en général, incompatible avec celle des alcalis.

Il est probable que l'albumine a pour fonctions: 1° de fournir au jeune oiseau le phosphate calcique de ses os et une partie des autres sels terreux et alcalins nécessaires à sa formation : 2° ensuite, non-seulement, de lui donner de l'eau, et la plus grande partie de l'albumine destinée à la production de sa fibre musculaire; mais aussi de retenir l'acide carbonique exhalé par l'embryon dans les premières heures ou même aussi dans les premiers jours de sa vie. Cet acide carbonique agit sur l'albuminate sodique et s'empare de sa soude. Il se passe alors sous l'influence des forces vitales, et d'un grand excès d'acide carbonique, une action différente de celle qui a lieu ordinairement, puisque cette fois, ce serait l'acide carbonique, qui déplacerait l'albumine, qui devenue libre peut alors se liquéfier et servir à la formation du poulet.

Une autre question tout aussi importante que celle que nous venons de discuter, est celle de l'état sous lequel existe le soufre dans le blanc d'œuf. Nous l'y avons vainement cherché, de même que dans le vitellus, sous forme de sulfocyanure. L'odeur et toutes les propriétés chimiques du blanc d'œuf donnent à penser que c'est sous forme de soufre libre qu'il y est uni. On trouve en général des matières susceptibles d'oxidation, dans tous les corps au sein desquels doit se développer une vie nouvelle. Il est facile de se convaincre de la vérité de cette assertion, en étudiant la composition des graines ainsi que les transformations qu'elles subissent sous l'influence de la germination. Or, comme l'œuf est la graine destinée à reproduire les animaux, il est logique de penser que sa composition et ses métamorphoses ressemblent à celles des graines des végétaux. Mais, comme l'œuf doit résister à des forces oxidantes de beaucoup plus violentes, que celles qui agissent sur la graine, on doit croire, que ses parties constituantes sont aussi désoxidées que possible. Il est donc probable que l'œuf ne contient point des sulfates, mais des sulfures, et point de phosphates, mais des phosphures ou même du phosphore libre et dissous dans l'huile du vitellus ainsi que le donne à penser la forte odeur de poisson qui la caractérise, et la facilité avec laquelle sa solution éthérée s'enflamme pour peu qu'elle soit concentrée et que la température ambiante s'élève.

En parlant de la composition des coquilles d'œufs, nous avons dit que les œufs des poules nourries par Vauquelin dans des chambres fermées et avec de l'avoine seule, étaient de tous ceux qui ont été analysés ceux dont la coquille était la plus légère. Qu'en conclure d'après les faits connus? c'est que si Vauquelin avait continué plus longtemps son expérience, il n'aurait pas tardé à avoir des œufs sans coquille, parce qu'il ne donnait pas de calcaire à ses poules. On sait que les oiseaux ne pondent des œufs avec leur coquille que lorsqu'on leur fournit toutes les substances inorganiques nécessaires à la formation de cette dernière.

Nos analyses des œufs donnent pour la coquille avec ses membranes ainsi que pour le vitellus, des nombres beaucoup plus forts que ceux qu'on trouve dans toutes les analyses d'œufs faites jusqu'ici. Cette différence ne peut provenir que du mode d'alimentation de nos poules qui avaient à leur disposition autant d'orge et de calcaire qu'elles en voulaient. La pesanteur si extraordinaire de la coquille

des œufs de nos poules, a cependant aussi une autre cause. C'est qu'il est bien avéré, que de toutes les espèces de poules, c'est celle sur laquelle nous avons expérimenté qui pond les œufs les plus durs. Il ne faut donc pas être surpris que leur enveloppe soit si pesante.

Dans l'étude du développement de l'œuf, le fait le plus saillant; celui qui doit frapper le plus vivement le chimiste, est la présence de ces deux circulations qu'on voit se succéder chez l'embryon. La première incomplète, ne s'étend pas au-delà du vitellus à la surface duquel on la voit apparaître; la seconde répondant à un besoin d'oxigène plus impérieux, dépasse le blanc d'œuf et vient s'épanouir sur la face interne de la coquille, à travers les pores de laquelle se fait par son intermède une absorption d'oxigène et une sécrétion d'acide carbonique et d'eau. La coquille est au poulet d'un certain âge, à la fois l'organe des sécrétions gazeuses pulmonaire et cutanée.

Il est absolument indispensable de s'assurer si durant l'existence de la première circulation il y a sécrétion d'acide carbonique, et si c'est le cas de déterminer ce que ce gaz devient; nous le répétons, nous croyons qu'à cette époque il est absorbé par l'albuminate sodique du blanc d'œuf, dont il met en liberté l'albumine qui, pouvant alors obéir à l'attraction du vitellus, est engloutie par lui.

Le sang est incolore au moment où on le voit circuler pour la première fois au milieu des ilôts graisseux du vitellus; jouit-il déjà de toutes les propriétés qu'il aura plus tard; ou bien, n'est-ce qu'une espèce de chyle destiné à produire bientôt après le fluide vital, sous l'influence d'une action aussi mystérieuse que difficile à étudier?

C'est le troisième jour qui est le plus intéressant de tous ceux du développement embryonnaire. L'embryon s'enveloppe alors de l'amnios, qui est une espèce de vessie remplie d'eau au milieu de laquelle il nage libre dans tous ses mouvements. Enfin, c'est dans la seconde moitié du troisième jour qu'apparaît la première trace de la seconde circulation qui doit remplacer la première trop imparfaite pour suffire aux besoins actuels du jeune oiseau.

Pendant le développement de l'embryon, le fait de la disparution du blanc d'œuf est bien remarquable. Cette partie de l'œuf devient de plus en plus visqueuse, à mesure qu'elle cède davantage de son eau au vitellus qui s'accroît à

ses dépens. On sait que le blanc d'œuf finit par être absorbé en totalité, et qu'il ne reste de lui que le réseau membraneux qui enveloppait l'albuminate sodique. Le blanc d'œuf n'est point brûlé comme l'huile du vitellus ; il s'unit directement à l'albumine de ce dernier pour contribuer avec elle à la formation du poulet.

Comme du sixième au septième jour de l'incubation, l'amnios prend de plus en plus l'aspect d'un sac fermé de toutes parts, excepté sur un seul point au travers duquel passent les vaisseaux sanguins du poulet, ce n'est qu'alors seulement, que l'embryon cesse d'absorber et de sécréter par toute sa surface. C'est donc à cette époque que tous ceux des organes de l'embryon qui peuvent agir déjà dans l'intérieur de l'œuf, remplissent les fonctions spéciales auxquelles ils sont destinés, et que la vraie circulation alimente la vie.

L'allantoïs dont le développement est aussi complet que possible, apparaît sillonné dans tous les sens de vaisseaux gorgés de sang. Cet organe joue le rôle de poumons par sa face externe ; tandis que sa face interne est en contact direct avec les excrétions du poulet, auquel il sert de cloaque. L'allantoïs est donc chargé à lui seul pendant les derniers temps de la vie embryonnaire, de la double fonction de recueillir les produits solides, liquides et gazeux, des sécrétions pulmonaire, cutanée et urinaire.

Si dans les conditions défavorables qu'on vient d'examiner le poulet se développe cependant, cela tient à une force toute spéciale. Effectivement, nous ne voyons arriver du dehors à l'embryon, que de l'oxigène ; donc un agent de destruction; aussi le poids de l'œuf diminue-t-il jusqu'au moment où le poulet en sort. Pour résister à un agent de destruction aussi énergique, il fallait un vaste magasin de combustible qu'on trouve dans l'huile du vitellus ; voilà la part de l'oxigène de l'air. Mais le poulet se forme et grandit ; l'embryon naît de l'albumine du vitellus ; plus tard, il absorbe celle du blanc d'œuf ; enfin, nous trouvons encore au moment de son éclosion, les intestins du poulet remplis de substances alimentaires ; il y a donc dans l'œuf plus que les forces nécessaires pour résister aux puissances qui tendent à anéantir la vie qui se développe en lui ; il contient encore tous les éléments nécessaires à la formation des organes que doit animer le feu de la vie. L'étude du développement du poulet ramène à dire avec les grands chimistes de l'époque, que pour le soutien de la vie, il faut aux animaux :

1° Des aliments, de la respiration, tels que les graisses et peut-être aussi les sucres et autres principes de cette nature.

2° Des aliments capables d'être assimilés directement pour faire partie de la masse du corps ; savoir, des matières albumineuses qu'on voit toujours accompagnées de principes alcalins, terreux, sulfurés, phosphorés et de traces de fer.

Les conditions du développement de l'œuf de poule sont absolument les mêmes que celles du développement de l'œuf végétal ; tous les deux ont besoin pour cela de chaleur, d'eau et d'oxigène ; seulement le premier exige, en général, beaucoup plus de chaleur d'eau et d'oxigène que les graines. L'œuf des oiseaux a plus d'une frappante analogie avec celui des plantes ; il suffit de citer dans l'un et dans l'autre la présence de l'albumine ou du gluten nécessaire à la formation de l'embryon ; de la graisse, ou de la fécule nécessaire pour résister à la combustion qui accompagne tous les phénomènes vitaux. L'étude des caractères et des modes de combustion des substances inorganiques, que la nature applique exclusivement à la formation des êtres organisés, est donc l'étude de la vie matérielle proprement dite.

Le temps de la vie embryonnaire s'étant écoulé, le poulet va rompre ses enveloppes, comme le papillon brise sa chrysalide, et s'en échappe, puisque le poulet est à l'embryon, ce que le papillon est à la chenille. Il est probable que ce qui force le poulet à quitter son enveloppe, c'est qu'elle est trop petite pour lui, car ce n'est point le manque de nourriture, puisque ses intestins en sont encore garnis. Il y a peut-être une autre cause bien plus grave de la sortie du poulet, c'est le transport aux poumons des fonctions respiratoires, dont l'allantoïs avait été chargé ; aussi du moment que les vaisseaux allantoïdiens sont oblitérés, le poulet étouffe-t-il, ou brise-t-il sa coquille en faisant des efforts si désespérés qu'il naît trempé de sueur et souvent si affaibli qu'il ne se débarrasse qu'avec peine des fragments de son enveloppe, qui restent attachés à ses téguments soyeux et qu'il entraîne avec lui. L'asphyxie imminente est donc la cause la plus probable de la naissance du poulet.

Si, dans l'expérience faite sur le développement des œufs, on a donné à la poule des œufs d'âge fort différent, c'est qu'on voulait savoir s'ils étaient à tout âge, également susceptibles de se développer ; nous avons vu le contraire, puisque tous les

œufs pondus le mois précédent à l'exception de celui du 13 avril ont avorté, tandis que tous ceux du mois de mai sont éclos. On ne doit donc donner aux couveuses que des œufs frais ; les plus âgés ne doivent avoir que deux semaines. En leur donnant de vieux œufs on s'expose à les voir pourrir ou se dessécher, ce qui arrive, ou parce que les parties constituantes de l'œuf obéissent aux forces chimiques qui les engagent à se décomposer, pour rentrer dans le cercle des substances inorganiques, ou bien parce que la vie ne trouvant plus de matières à brûler détachées du poulet, elle consume l'être même qu'elle devait animer.

Les pesées faites sur les œufs pendant l'incubation, nous prouvent qu'en représentant l'œuf avant l'incubation par 100, il perd pendant la première semaine :

5, de son poids primitif. Pendant la seconde :

9, et enfin, pendant la troisième

3 ; donc, en tout :

---

17 pour cent, ainsi que Prout l'avait remarqué déjà. Voyons à présent quelles sont les substances qui en disparaissant de l'œuf, lui ont fait éprouver une perte aussi notable.

La première détermination à faire des principes de l'œuf, était celle de l'huile du vitellus, puisqu'on admet que les corps gras sont essentiellement employés par l'organisme à alimenter la respiration. En traitant le vitellus d'un œuf frais, par l'éther, on en extrait : huile . . . . . gr. 5 » 7945
et on n'en trouve plus que . . . . . » 1 » 9946

dans le poulet et les substances organiques de l'œuf parvenu à terme.
Il faut donc que . . . . . gr. 3 » 7999
d'huile se soient métamorphosés en substance insoluble dans l'éther, ou ce qui est plus possible, qu'ils aient été brûlés en partie ou en totalité par la respiration du poulet. Comparons donc dans le tableau ci-dessous, la composition des œufs frais avec celle des œufs éclos, afin de savoir laquelle de ces deux manières de voir est la vraie :

Parties constituantes.		Œuf frais.	Œuf couvé.	En centièmes. Œuf frais.	Œuf couvé.
Coquille et membranes		3 » 2834	3 » 0811	10 » 6715	10 » 0156
Albumine	du blanc 3 » 1464	5 » 4787	5 » 9794	17 » 8061	19 » 4334
	du vitellus 2 » 3323				
Matière grasse		» 7945	1 » 9946	18 » 8523	6 » 4825
Eau		16 » 2126	14 » 4833	52 » 6905	47 » 0704
				Perte	17 » 0001
		gr. 30 » 7692	gr. 25 » 5384	100 » 0000	100 » 0000

On voit que la perte de 17 pour cent qu'éprouvent les œufs pendant l'incubation, n'est pas due toute entière, ainsi qu'on le croyait, à l'eau qui s'en évapore, puisque les œufs ne perdent que . . . . . 5 » 6194
de ce principe. Il faut donc qu'une autre substance ait disparu de l'œuf ; or, ce ne peut-être qu'une partie de l'huile, puisqu'on ne retrouve plus dans le poulet celle qui existait dans le vitellus. En comptant que l'huile brûlée par la respiration du poulet, s'élève à : 11 » 3806
on remplit le cadre de la différence existant entre l'œuf frais et l'œuf 17 » 0000
couvé. Le reste de l'huile dont une partie a disparu, joint à la perte éprouvée par la coquille, rend compte de l'augmentation du poids de l'albumine, lors de sa transformation en poulet ; car :

$\left.\begin{array}{l}0 \text{ » } 9692 \text{ d'huile} \\ 0 \text{ » } 6577 \text{ de coquille}\end{array}\right\} = 1 \text{ » } 6270$, nombre qui remplit la perte indiquée dans le poids de ces deux corps et d'autre part explique l'augmentation du poids de l'albumine lors de sa transformation en poulet, d'une manière assez complète, pour qu'il ne puisse pas rester le moindre doute sur la participation que prennent la coquille et l'huile du vitellus à la formation du poulet.

Il est donc nécessaire que l'embryon respire déjà dans l'intérieur de la coquille et qu'il y forme de l'acide carbonique et de l'eau aux dépens de la matière grasse accumulée dans le vitellus ; absolument de même que cela arrive aux animaux hibernants, qui perdent presque toute leur graisse pendant leur sommeil léthargique.

Le reste de la matière grasse du vitellus, qu'on ne retrouve plus dans le poulet en le traitant par l'éther, peut avoir servi, en s'oxidant, à former le duvet qui couvre le poulet pendant les premiers jours de son existence. Ce qui nous fait

penser que cette matière grasse peut bien avoir servi à cet usage, c'est que ce duvet a la plus grande analogie avec des lamelles minces d'huile siccative desséchée à l'air, aussi brillant et fragile qu'elles; il ne tarde pas à tomber, pour faire place aux plumes.

Nous croyons avoir bien établi que pendant l'incubation, la coquille perd une partie des substances minérales qui lui appartiennent, et qui sans doute servent à former les os du poulet. Ce transport de matières inorganiques est facile à expliquer à l'aide de l'albumine et de l'acide carbonique, qui tous les deux les dissolvent.

L'œuf perd pendant la première semaine de l'incubation cinq, pendant la seconde neuf et pendant la troisième trois pour cent de son poids initial. Or, nous savons que l'œuf perd pendant ce temps cinq pour cent d'eau, et douze pour cent d'huile. En admettant, comme cela doit être en effet, que la première action de l'incubation soit essentiellement physique, l'œuf ne doit guères perdre que de l'eau durant la première semaine de l'incubation où le poulet n'est point encore assez développé pour être en relation directe avec l'atmosphère, et où l'acide carbonique qu'il forme déjà sans doute, mais en petite quantité, est probablement retenu par la soude du blanc d'œuf.

Pendant la seconde semaine de l'incubation, le poulet se développe rapidement, et comme la combustion de laquelle dépend son évolution doit être en rapport direct avec elle, il est tout naturel que l'œuf perde alors neuf pour cent de son poids.

Durant la troisième semaine enfin, le poids de l'œuf ne change que peu, parce que le poulet étant presque entièrement achevé à cette époque, la diminution du poids de l'œuf doit être essentiellement attribuée à l'acide carbonique et aux traces d'eau, qui proviennent uniquement de la respiration du poulet, et non plus aussi comme durant la seconde semaine de la métamorphose, des éléments de l'œuf destinés à la formation de son corps.

Toute imparfaite que soit cette ébauche du développement du poulet, elle permet cependant de saisir les rapports qu'il a avec les phénomènes de nutrition des poules adultes. Dans l'un et l'autre cas, on voit une substance azotée (albumine pour le poulet, gluten pour la poule) se changer en fibrine; pendant qu'une

autre substance combustible non azotée (huile pour le poulet, fécule pour la poule) se brûle, en produisant de la chaleur, de l'acide carbonique et de l'eau.

La vie est un feu ardent auquel il faut sans cesse des aliments ; son activité est telle qu'il dévore jusqu'au foyer qui le porte, lorsqu'il ne trouve plus d'autre combustible ; voilà la raison pour laquelle cette même Sagesse, que nous admirons dans toute la nature, a mis à la portée de la *vie* dans l'œuf, cette huile si abondante, dont la destruction prévient celle de l'albumine. Sans cette huile qui remplit le vitellus, parce que c'est en lui que se forment les premières traces de l'embryon, l'albumine serait brûlée par l'oxigène de l'air, en sorte que le développement du poulet ne pourrait pas se faire.

Dans le poulet éclos on retrouve la totalité de l'albumine que contenait l'œuf, et qui s'est changée en fibrine, plus une petite quantité d'huile du vitellus non altérée et une autre résinifiée, ainsi qu'un peu des substances inorganiques de la coquille, et beaucoup d'eau.

Parmi les œufs qui ne sont pas éclos on a vu que

l'œuf du	12	avril	pesait :	. . . . .	gr.	25	»	5384
»	16	»	»	. . . . .	»	26	»	9645
»	8	»	»	. . . . .	»	20	»	8290
»	10	»	»	. . . . .	»	22	»	9100

Si on se rappelle qu'au commencement de l'incubation tous ces œufs pesaient en moyenne trente grammes, on verra que c'est l'œuf du 16 avril, dont le poids a le moins diminué. Mais cet œuf est précisément le seul qui ait été pourri ; le seul, par conséquent, où aucune trace de vie ne soit venue s'opposer à l'effort destructeur des puissances chimiques et physiques ; or, si l'œuf ne perdait pendant l'incubation que la quantité d'eau, qui correspond à l'évaporation produite par la chaleur nécessaire au développement de l'embryon, il est clair que cet œuf pourri devrait avoir perdu au moins autant que les œufs éclos. Comme il n'en est rien, il est évident que la diminution de poids qu'éprouvent les œufs pendant l'incubation, est due non point essentiellement aux forces physiques qui agissent sur l'œuf ; mais aussi aux phénomènes chimiques qui se passent dans son sein.

Si le poids des œufs des 8 et 10 avril a diminué d'une manière aussi surprenante, c'est que pour eux la perte due aux forces physiques extérieures s'est

ajoutée à celle qui résultait d'un commencement de développement du poulet qui s'étant bientôt arrêté, n'a pu s'opposer plus tard à elles et n'a fait que rendre leur action plus facile.

Il est bien connu que les conditions nécessaires à l'engraissement de tous les animaux sont : de la nourriture en excès, de l'immobilité et de la chaleur ; or, les poules couveuses se trouvent dans ces trois conditions et cependant elles maigrissent. Nous croyons pouvoir en conclure que la chaleur que développent les poules pendant l'incubation est due à une combustion anormale qui se trahit par une forte diminution de poids. La poule couveuse doit être en proie à une espèce de fièvre.

Le poids des poulets diminue beaucoup dans les premières heures après leur sortie de l'œuf, parce qu'ils rendent une grande quantité d'excréments.

Nous avons dit que l'éducation à l'air libre de poulets nés des œufs de notre poule n'avait pas aussi bien réussi, que celle que nous avions fait faire une semaine plus tard, en cage. Nous avons attribué cette grande différence existant entre ces deux couvées comparatives à la nourriture qu'on leur donnait. Effectivement, et c'est une règle générale pour tous les vertébrés, il faut à ces animaux pendant leur jeunesse des aliments très-azotés. Plus ils en ont, plus leur développement est rapide et complet, plus aussi, ils supportent facilement toutes les maladies dépendantes de leur âge.

Dans les deux couvées comparatives dont on a parlé plus haut, se trouvaient des poulets fauves de la couleur du coq, et des poulets blancs de la couleur de la poule. Comme dans les poulets de l'une et l'autre de ces couleurs, il y avait des mâles et des femelles, nous n'avons rien pu conclure de positif sur l'influence qu'exercent les parents sur la couleur et le sexe de leurs descendants, et nous sommes tenté de croire qu'elle est de même intensité chez l'un que chez l'autre.

En échange, nous avons vu avec étonnement que plusieurs des poulets avaient une huppe et non pas une crête, comme leurs parents. De plus, ceux des poulets qui avaient aux pieds des plumes d'une longueur extraordinaire, avaient encore le doigt extérieur de chaque patte mutilé et réduit à un bourrelet plus ou moins allongé.

Pendant tout le temps que les poulets ont été en expérience, nous avons re-

marqué que chaque fois qu'ils étaient en mue ils cessaient de prendre un accroissement rapide et que même leur poids diminuait ; ainsi que le tableau de leur accroissement le prouve. De plus nous dirons encore, que la balance annonçait la moindre indisposition d'un des poulets en expérience en accusant une perte de poids, ou un accroissement moins rapide que celui de ses frères.

Dans les premiers jours de la vie, il est impossible de peser séparément chacun des poulets à cause du mouvement continuel qu'ils se donnent. Plus tard cela devient facile, et on le fit dans le but de découvrir si l'individualité avait quelque influence sur la croissance de ces oiseaux ; mais afin de pouvoir tirer des conséquences des résultats numériques fournis par la pesée des poulets et de leur nourriture, nous allons en donner le tableau.

Date des pesées.		Poids des poules.		Orge consommée.
Premier jour . .	gr.	97 » 810	gr.	
Première semaine .	»	155 » 978	»	
Seconde » .	»	263 » 270	»	
Troisième » . .	»	393 » 977	»	
Quatrième » . .	»	535 » 710	»	
Cinquième » . .	»	636 » 246	»	
Sixième » . .	»	754 » 297	»	705 » 252
Septième » . .	»	941 » 640	»	816 » 841
Huitième » . .	»	1012 » 803	»	937 » 686
Neuvième » . .	»	1109 » 281	»	897 » 784
Dixième » . .	»	1211 » 573	»	786 » 404
Onzième » . .	»	1332 » 830	»	986 » 472
Douzième et Treizième » . .	»	1412 » 525	»	1850 » 743
Quatorzième » .	»	1538 » 538	»	712 » 495
Quinzième » .	»	1600 » 692	»	1029 » 428
Somme » .	gr.	1600 » 692	gr.	8723 » 105
Poids des poulets avant l'alimentation par l'orge	»	636 » 246		
Augmentation du poids des poulets pendant l'alimentation avec de l'orge.	»	964 » 446		

De ces nombres on conclut qu'il a fallu 9 » 044 d'orge, pour produire une augmentation *d'un gramme* dans le poids des poulets; ceci prouve combien la force assimilatrice est plus puissante dans ces jeunes oiseaux, que chez leurs parents, puisque ces derniers consommaient quarante-deux grammes d'orge, pour produire un gramme de matière organisée.

En examinant le tableau de la nutrition des poulets, on voit combien leur croissance a été plus rapide dans les cinq premières semaines de leur vie, que pendant toutes les suivantes; ceci n'a pas d'autre cause que la différence dans la proportion de matière azotée contenue dans leurs alimens. Pour se convaincre de la vérité de cette assertion, il suffit de se rappeler que pendant la première partie de l'expérience, les poulets ont reçu des œufs durs avec de l'alpiste, tandis que dans la seconde ils n'ont eu que de l'orge.

F. Sacc, Prof.

Neuchâtel en Suisse, 18 mai 1847.

Uebersicht

der Schweizerischen Characeen.

Ein Beitrag zur Flora der Schweiz

von

ALEXANDER BRAUN.

Uebersicht der Schweizerischen Characeen.

Ein Beitrag zur Flora der Schweiz von Alex. Braun.

Die folgende Zusammenstellung hat theils einen objectiven, theils einen subjectiven Zweck. Ich hoffe dadurch Einiges zur genaueren Kenntniss der in der Schweiz vorkommenden Characeen, so weit sie mir bis jetzt bekannt wurden, beizutragen, zugleich aber auch zu fleissigerer Beobachtung und Einsammlung dieser bisher allzusehr vernachlässigten Gewächse anzuregen, und die Geneigtheit der Schweizer Botaniker in Beziehung auf Mittheilung weiteren Materials zum Behuf einer grösseren, seit vielen Jahren vorbereiteten Arbeit über Characeen zu gewinnen. Besonders wünsche ich die Aufmerksamkeit auf die wasserbedeckte Flora der grösseren Seen hinzulenken, welche auf ihrem Grunde eine von den Botanikern fast unbeachtete Pflanzenwelt nähren, die, wenigstens in grösserer Tiefe, ganz aus Characeen zu bestehen scheint. Die genauere Erforschung und Vergleichung der verschiedenen Seen in dieser Beziehung; die Ermittelung, bis zu welcher Tiefe die einzelnen Chara-Arten in denselben vorkommen, und in welcher Tiefe sie noch mit Fructification getroffen werden, würde eine wesentliche Lücke im Gesammtbilde der Vegetationsverhältnisse der Schweiz ausfüllen. Ich habe bis jetzt bloss über den Bodensee, den Neuenburger- und den Züricher-See einige Erfahrungen sammeln können. In diesen bildet Chara ceratophylla (var. incrustata) die Hauptmasse der Vegetation, ausgedehnte, wahrscheinlich auch den Winter über dauernde Wiesen oder Wälder bildend, die man bei ruhigem Wasser vom Schiffe aus, ungeachtet ihrer grauen unscheinbaren Farbe, bis zu ziemlicher Tiefe unterscheiden kann. Auch den Fischern ist sie wohl bekannt, und sehr verhasst, da sie oft in grosser Menge in den Maschen der Netze hängen bleibt. Zwischen Ch. ceratophylla fand ich im Neuenburger See spärlicher Ch. hispida (var. micracantha) und Ch. aspera (var. brachyphylla). Der zu früh verstorbene Apotheker Leiner, welcher

mir über die Charen des Bodensees schätzbare Materialien mitgetheilt, zog in Gesellschaft der obengenannten drei Arten auch noch Ch. contraria hervor. Die zwei letztgenannten, nämlich Ch. aspera und Ch. contraria (in der kleinen var. moniliformis) fand ich wieder an seichten Stellen des Neuenburger Sees, wo sie (bei Onnens) ausgedehnte, dichtgepolsterte Decken bildeten; dagegen suchte ich vergeblich im See nach den sonst so häufigen Arten: Ch. foetida und Ch. fragilis. An einer andern Stelle zog ich bei Cortaillod aus einer Tiefe von 6 — 8′ mit dem Rechen eine grosse Menge schön fructificirender Nitella syncarpa (var. leiopyrena) hervor, und Herr Vouga, der mir daselbst beim Fischen der Charen gefällige Hülfe leistete, versicherte mich, dass eine dieser ganz ähnliche, hellgrüne, fadenförmige Pflanze beim Fischen noch aus einer Tiefe von 60 — 70′ emporgezogen werde. Diese Angabe scheint bestätigt zu werden durch eine wahrscheinlich derselben Art angehörige sterile Nitella, welche Hr. Leiner aus dem Bodensee bei Kreutzlingen, nach seiner Angabe aus einer Tiefe von 89′, emporzog. Sie ist schmutzig incrustirt, und auf den mir mitgetheilten Exemplaren sitzen hie und da hirschgeweihartig verzweigte Federbuschpolypen.

Um die gegebene Uebersicht zur Bestimmung der Species benutzbar zu machen, habe ich zwar keine streng formulirten, aber, wie ich glaube, zur Orientirung über die aufgeführten Arten hinreichende Diagnosen oder diagnostische Bemerkungen beigefügt. Um die dabei angewendeten Merkmale verständlicher zu machen, waren einige Erläuterungen über die Entwickelungsgeschichte der betreffenden Organe nöthig. In besonderen Anmerkungen habe ich den in der Schweiz noch nicht vorgefundenen europäischen Arten ihre Stelle angewiesen.

In Bezug auf die angeführte Synonymie muss ich die genaueren Nachweisungen einer anderen Gelegenheit vorbehalten, und bemerke hier bloss, dass fast alle Anführungen auf Ansicht und Untersuchung der Originalexemplare der Autoren beruhen, ohne welche es rein unmöglich gewesen wäre, den zahlreichen unhaltbaren Arten, welche aufgestellt worden sind, ihre richtige Stelle anzuweisen. Auch die angeführten Fundorte stützen sich sämmtlich auf eigene Ansicht der Exemplare.

CHARACEAE (Rich.).

I. NITELLA Agardh. emend. (*Charae epigynae* mihi Flora 1835 p. 49).

Das Krönchen des Samens aus 2 fünfzahligen Kreisen übereinander liegender Zellen gebildet, hinfällig. Die Antheridien (Globuli Auct.) oberhalb der Samen. Stengel und Blätter immer unberindet.

Die eigenthümliche Bildung des Krönchens gibt den einzigen festen und sicheren Anhaltspunkt zur generischen Unterscheidung der Nitellen von den ächten Charen. Die Stellung der Antheridien, welche (wenigstens sicher in der ersten Abtheilung der Nitellen) zwischen den gabelartigen Seitentheilen des Blattes, gipfelständig, d. h. aus einer Endzelle des Blattes (oder, bei wiederholter Theilung desselben, seiner Zweige) entstanden sind, so dass die Samen stets unterhalb des Antheridiums entspringen, während bei den ächten Charen die Antheridien die Stelle eines der quirlständigen Foliola einnehmen, in desssen Achsel (also über dem Antheridium) der Same entspringt, — bietet zwar auch ein wichtiges Unterscheidungsmerkmal, welches jedoch nicht so schneidend ist, wie es bei Betrachtung der Extreme zu sein scheint, da die zweite Abtheilung der Nitellen einerseits und die erste Abtheilung unter den Charen anderseits sich hierin abweichend verhalten. Auch sind die in der Stellung der Antheridien und Samen vorkommenden Unterschiede bei den diöcischen Arten schwieriger richtig zu beurtheilen. Der von Agardh zur Unterscheidung der Nitellen von den Charen angewendete Charakter der mangelnden Berindung der ersteren ist völlig ungenügend, da es viele ächte Charen gibt, welche gleichfalls völlig unberindet sind, wie z. B. Ch. coronata Ziz (Ch. Braunii Gmel.), Ch. corallina Willd., Ch. australis R. Brown, Ch. plebeja R. Brown und andere. Von Ch. barbata Meyen, welche gewöhnlich unberindet ist, gibt es eine Varietät mit berindetem Stengel. Ch. Baueri mihi (Ch. scoparia Bauer) ist der Ch. coronata täuschend ähnlich, und vielleicht nur Varietät davon; allein sie hat einen berindeten Stengel, während Ch. coronata völlig unberindet ist. Ch. denudata mihi (Drège pl. cap. n. 8847) ist völlig unberindet, schliesst sich aber im Uebrigen an Ch. gymnophylla und foetida so innig an, dass sie kaum als gute Species von dieser unterschieden werden kann. Es geht aus den angeführten Thatsachen hervor, dass bei einer Trennung von Chara und Nitella nach der blossen Berindung nicht nur die nächstverwandten Arten, sondern in einigen Fällen selbst die Varietäten einer und derselben Art in verschiedene Gattungen verwiesen werden müssten. Aus demselben Grunde kann auch Kützing's dritte Gattung, Charopsis, welche die ächten Charen mit fehlender Berindung begreift, von Chara nicht getrennt werden, wiewohl sie einige Arten enthält, die durch die an den Seiten der Samen stehenden Antheridien von den übrigen ächten Charen abweichen; ich meine nämlich die von mir

früher *) als Charae pleurogynae bezeichnete Abtheilung, welche Ruprecht **) als Lychnothamnus von den unberindeten Charen mit unter dem Samen stehendem Antheridium, welchen letzteren allein er den Namen Charopsis lässt, unterscheidet. Ruprecht's Lychnothamnus ist allerdings eine natürliche, schon im Habitus als solche ausgesprochene Gruppe, die ich jedoch, wegen der Uebereinstimmung im Bau des Krönchens, als eine blosse Unterabtheilung der ächten Charen betrachte, um so mehr, als die hieher gehörigen exotischen Arten in der Stellung der Antheridien selbst wieder verschiedene Modificationen zeigen. Ein letztes Merkmal, das zur Unterscheidung der Gattungen bei den Characeen angewendet wurde, ist die Theilungsweise der Blätter (Quirläste). Bei Nitella sind sie nach Kützing gabeltheilig, bei Charopsis und Chara dagegen ungetheilt, vielgliedrig, und an den Gelenken mit Bracteen besetzt. Auch hier sind wieder nur die Extreme beachtet, zwischen welchen es Mittelglieder gibt, wie diess Ganterer ***) in der Anmerkung zum Gattungscharakter der von ihm ungetheilt erhaltenen Gattung Chara richtig anführt. Die sogenannten Bracteen (Foliola) der Charen im engeren Sinne sind ihrer Entstehung nach dieselben Theile mit den Gabeltheilen der Nitellenblätter, nur mit dem Unterschiede, dass die Bracteen der Charen weit hinter der directen Fortsetzung des Blattes zurückbleiben und sich nie selbst wieder theilen, während die analogen Theile der Nitellen in ihrer Entwickelung der directen Fortsetzung des Blattes gleich kommen oder sie gar (an den fertilen Blättern, deren directe Fortsetzung zum Antheridium wird) überwiegen, und sich, wenigstens bei einem Theil der Arten, selbst wieder theilen. Die zweite Abtheilung der Nitellen zeigt uns eine Mittelstufe zwischen diesen beiden Verhaltungsweisen, indem hier die Foliola zwar eine so bedeutende Entwickelung haben, dass sie den Gabelzweigen der gabelblättrigen Arten gleichen, so wie sie sich denn auch, wie diese, selbst wieder theilen können, dabei aber hinter der sie überragenden directen Fortsetzung des Blattes mehr oder weniger zurückbleiben, und sich somit an das Verhalten der »Bracteen« der Charen annähern.

A. Nitellae furcatae.

Die Seitentheile des einfach- oder wiederholt-getheilten Blattes dem Mitteltheile an Stärke gleichkommend (so an den sterilen Blättern und den bloss Samen tragenden) oder allein verlängert und den zum Antheridium werdenden Mitteltheil überragend (so an fertilen Blättern).

a) *Nitellae simpliciter furcatae.*

1. *N. syncarpa* Kütz. Phyc. germ.

Chara syncarpa (Thuill.) mihi Flor. 1835. I. p. 51. Ganterer l. c. p. 9.

Zweihäusig. Blätter im Quirl 6 — 8. Die Spitzen der Gabeltheile ungegliedert. Samen

*) Flora 1835. I. p. 57.

**) Beiträge zur Pflanzenkunde des russischen Reichs 1845. p. 11.

***) Die österreichischen Charen. Wien 1847. p. 8.

kurz eiförmig oder fast kugelig, kleiner als die Antheridien, mit ungefähr 6 von der Seite sichtbaren Umgängen.

Diess ist die gemeinste, aber auch die vielgestaltigste unter allen Nitellen. Das Ineinandergreifen der Formen macht die Unterscheidung namhafter Varietäten schwer. Leichter ist es, wenn man künstlich nur einzelne Gesichtspunkte bei der Unterscheidung der Varietäten hervorhebt. So kann man nach dem fehlenden oder vorhandenen Kalkabsatz an der Oberfläche unterscheiden:

a) pellucida, munda;

b) opaca, plus minusve (continue vel zonatim) incrustata.

Nitella opaca et pedunculata Agardh.

Nach dem Habitus (der grösseren Entfernung oder dichteren Aneinanderrückung der Quirle, der Länge der Blätter u. s. w.) kann man unterscheiden:

a) laxa, verticillis superioribus vix capitato-glomeratis;

α) longifolia.

Ch. syncarpa Thuill.!

β) brevifolia.

Nit. laeta Agardh. ined.

b) glomerata, verticillis fertilibus in glomerulos majores congestis.

Ch. glomerata Desv. ex p.

Ch. syncarpa var. pseudoflexilis mihi Flora 1835.

c) capitata, verticillis superioribus in capitula minora congestis.

Ch. capitata Nees.

Ch. elastica Amici.

Nit. syncarpa β. capitata et γ. gloeocarpa Kütz. Phyc. germ.

Auch in der Beschaffenheit der Samen zeigen sich merkwürdige Verschiedenheiten. Zuweilen ist der Kern oder die harte Schale des Samens mit scharfen vorspringenden Leisten versehen (welche durch Erhärten und Stehenbleiben eines Theils der Seitenwände der fünf Zellen, die den Samen spiralig umwinden, entstehen); in andern Fällen fehlen diese Leisten ganz, so dass der Kern völlig glatt erscheint, oder sie sind dick und stumpf, was besonders bei den incrustirten Formen vorkommt. Man kann darnach unterscheiden:

a) oxygyna;

b) leiopyrena;

c) pachygyra.

Ich habe die hauptsächlichsten Varietäten dieser Art von vielen Localitäten in der Schweiz gesehen. Am Bodensee bei Rheineck und Bregenz (Dr. Custer, mehrere zartere und stärkere Formen der var. capitata); im Rhein und Bodensee bei Constanz in bedeutender Tiefe; im Zürichsee beim Horn (Heer); am Ausfluss der Glatt in den Greiffensee (Bremi); bei Bern (Shuttleworth); im Neuenburger-See bei Cortaillod, wo ich sie (var. laxa et capitata, leiopyrena) im September 1844 mit kaum reifen Samen aus einer Tiefe von 7 — 8 Fuss in Menge hervorzog. Stärkere dunkelgrüne Formen der var. glomerata s. pseudoflexilis wurden von Leiner in Weihern bei Constanz und von Lequereux in den Torfgruben des Jura, andere schon mehr incrustirte (Nit. opaca Ag.) von Thomas und von Charpentier bei Roche, Aigle und im Wallis gesammelt; eine zonenweise incrustirte Form, der Nit. pedunculata Ag. entsprechend, wurde von Ducros bei Cossonay (zwischen Orbe und Lausanne), und eine sehr stark und zusammenhängend incrustirte von Agassiz bei Valorbe gesammelt.

2. *N. flexilis* Agardh.

Chara flexilis Lin. et Auct. ex p.

Ch. commutata Ruprecht l. c.

Ch. Brongniartiana Cosson, Germain et Wedell.

Ch. furculata Reichenb. ap. Mössler.

In der Flora 1847 p. 10 habe ich die Gründe angegeben, warum ich die neueren Namensveränderungen für überflüssig halte. Von der vorigen Art, die oft für Ch. flexilis gehalten wurde, unterscheidet sich diese leicht durch monöcische Fructification, durch bedeutend kleinere Antheridien (welche kleiner sind als die Samen) und etwas grössere, länglichere Samen mit ungefähr 7 von der Seite sichtbaren Umgängen. Sie ist weniger polymorph als N. syncarpa, und zeigt fast keine Neigung zur köpfigen Zusammendrängung der fertilen Quirle. Nur jüngere, noch nicht fructificirende Exemplare lassen keine sichere Unterscheidung zu.

Aus der Schweiz kenne ich die ächte N. flexilis nur durch die von Schleicher und Thomas unter der unrichtigen Benennung »Ch. translucens« verbreiteten Exemplare, deren näherer Fundort mir nicht bekannt ist, die aber wahrscheinlich bei Nyon am Ausfluss des Boirons in den Genfer-See gesammelt sind, da die von dorther bekannte Najas minor unter den Schleicher'schen Exemplaren vorkommt. Möglicher Weise könnten sie aber auch aus Piemont sein, da mir v. Charpentier den Schleicher'schen sehr ähnliche Exemplare von Nit. flexilis aus dem piemontesischen See von Viverone (dem Fundort der Aldrovanda vesiculosa) mitgetheilt hat. N. flexilis liebt klares Bachwasser, Wie-

sengräben, Weiher und kleinere Bergseen. Im Badischen, besonders in einigen Schwarzwaldthälern, so wie auch in den Vogesen hat sie ziemlich zahlreiche Fundorte, sie wird sich also gewiss auch in der Schweiz an mehreren Orten vorfinden.

In diese Abtheilung gehört ferner die in der Schweiz noch nicht gefundene *Ch. translucens* Pers., die besonders in Frankreich und England verbreitet ist.

b) *Nitellae repetito-furcatae s. flabellatae.*

3. *N. mucronata* Kütz. Phyc. Germ.

Chara mucronata mihi Flora 1835. I. p. 52. Ganterer l. c. p. 9.

Ch. furcata Amici non Roxb.

Ch. flexilis Reichenb. pl. crit. t. 795.

Auch diese Art wurde öfters mit Ch. flexilis verwechselt, mit der sie in Wuchs und Grösse übereinstimmt. Sie ist, wie alle folgenden Arten dieser Abtheilung, monöcisch; die Blätter der sterilen Quirle sind dem Anscheine nach einfach-gabelig getheilt, die Gabelzweige zeigen jedoch an der Spitze 1, 2 oder mehrere gliederartig aufgesetzte Spitzchen als Andeutung eines zweiten Theilungsgrades, der in den fertilen Quirlen wirklich zur Entwickelung kommt. Die Samen sind unmerklich kleiner als bei Ch. flexilis und zeigen dieselbe Zahl der Windungen. Im südlichen Europa gibt es mehrere Varietäten dieser Art, welche im gemässigten und nördlichen zu den seltneren Arten gehört.

Zwischen Aigle und Roche (von Charpentier).

1. *N. exilis* mihi.

N. flabellata Kütz. Phyc. gener. et germ. — N. acuta Agardh. ined.

Ch. exilis Amici (1827).

Ch. flabellata Reichb. ap. Mössler.

Sie hält in allen Beziehungen die Mitte zwischen der robusteren N. mucronata und der zarten N. gracilis. Die Blätter sind doppelt-, in den obern fertilen Quirlen mitunter 3fach-gabeltheilig, die letzten Segmente mit aufgesetzter Spitze. Die Samen kleiner als bei der vorigen, aber grösser als bei den folgenden Arten, mit deutlichen scharfen Leisten am Kern.

Bei Constanz in kleinen Weihern in der Nähe des Sees von Leiner gefunden; auch in Piemont (von Charpentier).

Von dieser, wie von der vorigen Art, gibt es Formen mit kopfartig zusammengedrängten fertilen Quirlen, welche mit Nitella nidifica verwechselt worden sind; Reichenbach's Ch. nidifica gehört zu dieser Art.

5. *N. gracilis* Agardh. Syst.

Ch. gracilis Smith.

Von der vorigen durch grössere Zartheit aller Theile, vollständiger 3mal getheilte Blätter mit meist in der Mitte gegliederten Endsegmenten und kleinere Samen mit unmerklichen Kanten des Kerns zu unterscheiden.

Eigentliche Schweizer-Exemplare habe ich noch nicht gesehen; die von Thomas verbreiteten sind bei Ribera in Piemont gesammelt. Sie liebt Wiesenbäche und Weiher in Gebirgsgegenden.

6. *N. tenuissima* Kütz. Phyc. gen. et germ.

Ch. tenuissima Desv.

Ch. glomerata Gmel. Fl. bad. Suppl. nec aliorum.

Diese zierliche, durch ihre kurzblättrigen und dadurch kugel- oder polsterartigen Quirle im Habitus ausgezeichnete Art ist ausserdem von der vorigen durch feinere und in der Mitte niemals gegliederte letzte Blattsegmente mit sehr schmalem aufgesetztem Spitzchen verschieden. Ihre Samen sind unter denen aller europäischen Characeen die kleinsten, indem der Kern derselben nur 0,20 Millimeter lang ist, bei N. gracilis 0,25 bis 0,28, bei N. flabellata 0,30—0,32, bei N. syncarpa 0,36—0,40, bei N. flexilis 0,42.

Im Murtner-See (Guthnick); im Canton Zürich bei dem Ausfluss des Greiffensees in die Glatt einmal in grosser Menge in Exemplaren von ½ bis 4 Zoll Höhe (Bremi); bei Basel (Preisswerk).

In diese Reihe gehört noch die der N. tenuissima sehr nahe stehende *N. batrachosperma* mihi (Ch. batrachosperma Reichenb. Fl. exc. non Thuill.).

c) *Nitellae furcatae heterophyllae.*

7. *N. hyalina* Kütz. Phyc. germ. — Agardh. Syst. ex p.

Ch. hyalina De Cand. Fl. fr. VI. p. 247 (quoad plantam Gayianam prope Lausanne lectam).

Ch. pellucida Ducros in herb. Gaudin (nunc Gay).

Ch. penicillata herb. Delessert.

Die einzige europäische Art einer Gruppe, deren übrige Glieder im wärmern Amerika und Australien zu Hause sind. Im Wuchs der N. tenuissima etwas ähnlich, welche auch vielfach mit N. hyalina vermengt worden ist, sogar schon von DeCandolle selbst, indem die ausser der Schweiz von ihm angegebenen Fundorte, namentlich der bei Mans,

sich auf N. tenuissima beziehen. Während bei N. tenuissima die kugelförmigen Quirle nur aus sechs (unter sich gleichen) Blättern gebildet sind, bestehen sie bei N. hyalina aus zweierlei Blättern, nämlich aus acht grösseren, nach Art derer von N. tenuissima dreimal getheilten, und aus ungefähr doppelt so vielen kleineren, welche paarweise zwischen den grösseren stehen, und theils nur einmal, theils zweimal getheilt sind. Die Endglieder der Blätter sind etwas bauchig, fein zugespitzt, aber ohne abgegliederte Spitze. Die Samen sind grösser als bei N. tenuissima und gracilis, und zeigen neun Umgänge von der Seite.

Bei Lausanne in den Sümpfen der Ebene von Vuidy zwischen dem Galgen und dem See von Gay im August 1811 entdeckt, und seither von Thomas, v. Charpentier und Anderen wieder gesammelt. Ob die von Ducros gesammelten Exemplare von derselben oder einer andern Localität sind, ist unbekannt. Auf einer Etiquette von Desmoulins finde ich angeführt: »Étang de Sierettes près de Lausanne«; eine andere von Charpentier's Hand gibt »St.-Sulpice près de Lausanne« an. Lange war Lausanne der einzige bekannte Fundort dieser Art, bis ich bei der mir von Dr. Custer gütigst gestatteten Durchsicht seiner Charen zu meiner grossen Freude fand, dass diese Art auch am Bodensee vorkommt, wo sie am Rande des Sees zwischen Rheineck und Fussach, unter Scirpus lacustris versteckt, einmal, und zwar vor dem Jahr 1827 von Dr. Custer, gefunden, und in der neuen Alpina Bd. II. p. 382 als Ch. pulchella aufgeführt wurde. In neuester Zeit ist sie auch in Spanien von Willkomm und in der Provence von Castagne gesammelt worden.

B. Nitellae caudatae.

Die einfachen oder selbst wieder getheilten Seitentheile des Blattes kommen dem Mitteltheile an Stärke nicht gleich.

8. *N. fasciculata* mihi.

Ch. fasciculata Amici Descriz. di Chara (1827) p. 16. t. V. f. 3.

Ch. polysperma mihi Flora 1835 p. 56. Ganterer l. c. p. 12.

Nitella polysperma Kütz. Phyc. germ.

Einhäusig; die Blätter der sterilen Quirle lang und ausgebreitet, am ersten Gelenk getheilt, die Seitentheile kürzer als der mittlere, sämmtliche Theile vielgliedrig. Die fertilen Quirle genähert und geknäuelt, am ersten und zweiten Gelenk getheilt, die Seitentheile häufig am ersten Gelenk nochmals getheilt. Die Samen sehr zahlreich, dichte

Büschel sowohl an den Theilungsstellen der Blätter als im Grunde des Quirls bildend, mit 11 — 12 von der Seite sichtbaren Umgängen.

β. robuster, die Blätter der sterilen Quirle ungetheilt. Ch. prolifera Ziz. mihi Flora 1835 p. 56, Nitella prolifera Kütz. Phyc. germ.

Von dieser ziemlich seltenen Art ist in der Schweiz nur die Varietät bei Michelfelden unweit Basel von Preisswerk gefunden worden.

In diese Abtheilung gehören von europäischen Arten noch N. *glomerata* (Chara — Desv. ex p. mihi Flora 1835), welche von N. fasciculata kaum specifisch zu trennen ist; dann N. *nidifica* Agardh. (Ch. nidifica Roth. Conferva nidifica Müller Fl. dan.), eine der Ostsee eigenthümliche Art. Ob Ch. *stelligera* Bauer, und die damit wahrscheinlich zu vereinigende Ch. *ulvoides* Bertoloni dieser Abtheilung angehören, oder, wie ich vermuthe, eine eigene Abtheilung unter den ächten Charen bilden, ist unsicher, so lange die Samen, die ich leider bisher noch nicht erhalten konnte, nicht genauer untersucht sind.

II. CHARA Agardh. emend.

Charae pleurogynae et hypogynae mihi Flora 1835 l. c.

Charopsis et Chara Kütz. Phyc. gen.

Lychnothamnus, Charopsis et Chara Ruprecht l. c.

Das Krönchen des Samens aus 5 einfachen Zellen gebildet, stehenbleibend. Die Antheridien unterhalb oder neben den Samen. Stengel und Blätter berindet oder unberindet.

Der Unterschied im Samen von Chara und Nitella wird erst durch die Entwickelungsgeschichte recht deutlich. Der Same ist als Metamorphose eines Zweiges zu betrachten. Die Gipfelzelle dieses Zweiges wird zur Spore. Aus der zweiten ihr vorausgehenden Zelle entwickelt sich ein Quirl von 5 Blättern, welche sich als fest anwachsende Hülle um die Spore herumlegen. Diese Blätter sind entweder 2-zellig oder 3-zellig; in beiden Fällen nimmt bloss die unterste, längste Zelle des Blattes an der Bildung der spiraligen Hülle Theil, während bei Chara die eine obere, bei Nitella die zwei obern zur Bildung des Krönchens verwendet werden.

A. Charae barbatae.

Ch. pleurogynae mihi Flora 1835. l. c.

Lychnothamnus Ruprecht.

Die Antheridien neben den Samen. Die Blätter vielgliedrig, an allen Gelenken mit einem Quirl einfacher und einzelliger, unter sich gleichlanger Foliola besetzt; am Grunde des Blattquirls ein Kreis abwärtsgerichteter Stipularblättchen, welche den sogenannten Bart bilden. Der Stengel meist, die Blätter immer unberindet.

Aus dieser Abtheilung ist noch keine Art in der Schweiz gefunden. Es gehören hieher zwei europäische Arten: Ch. *barbata* Meyen, wozu Ch. *spinosa* Amici als Varietät, und Ch. *alopecuroidea* (Delile), wozu als Varietäten Ch. *Pouzolsii* Gay, Ch. *Montagnei* mihi und Ch. (Lychnothamnus) *Wallrothii* Ruprecht (Ch. papulosa Wallr. Nitella intricata Agardh.).

B. Charae bracteatae.

Ch. hypogynae mihi Flora 1835. l. c.

Die Antheridien unter den Samen (bei den monöcischen Arten), die Stelle eines Foliolums vertretend, (was man auch an den diöcischen Arten erkennt); die Blätter vielgliedrig, an allen oder nur an den untern Gelenken mit einem Quirl einfacher und einzelliger Foliola besetzt, von denen die auf der Innenseite des Blattes (die sogenannten Bracteen) gewöhnlich länger, manchmal allein ausgebildet sind. Stengel und Blätter berindet oder unberindet.

a) Ch. *haplostephanae* (Charopsis Ruprecht) mit einfachem Stipularkranz aus abstehenden oder der Richtung der Blätter folgenden Stipularblättchen. Die Arten entweder ganz oder wenigstens die Blätter unberindet.

In diese Abtheilung gehören ausser vielen exotischen Ch. *coronata* Ziz. (Ch. Braunii Gmel. Fl. bad. Ch. flexilis Amici) und Ch. *Baueri* mihi (Ch. scoparia Bauer non Chevallier), von welchen die erstere sehr weit verbreitet ist, und, da sie im badischen Oberlande vorkommt, gewiss auch der Schweiz nicht fehlt.

b) Ch. *diplostephanae*. Der Stipularkranz doppelt, nämlich aus Doppelzellen gebildet, von denen die eine der Richtung der Blätter folgt, die andere abwärts gerichtet ist. Die meisten Arten haben berindete Stengel und Blätter.

α) *ecorticatae* (keine Art in Europa).

β) *corticatae isostichae*. Die Reihen der Rindenröhrchen des Stengels in der Zahl der Blätter des Quirls und diesen opponirt.

Die hieher gehörige Ch. *crinita* Wallr. ist in der Schweiz nicht gefunden und auch nicht zu erwarten, da sie Salzwasser liebt.

γ) *corticatae diplostichae*. Die Reihen der Rindenröhrchen des Stengels in der doppelten Zahl der Blätter des Quirls, die einen (primären) den Blättern opponirt und mit Stacheln oder Warzen versehen, die andern (secundären) mit den Blättern abwechselnd und ohne Stacheln oder Warzen.

9. Ch. *gymnophylla* mihi Flora 1835. p. 62.

Stimmt fast ganz mit Ch. foetida überein, nur sind die Blätter (auch bei der erwachsenen fruchtbaren Pflanze) völlig unberindet. Sie ist im südlichen Europa sehr gemein, wo sie einen ähnlichen Formenkreis durchläuft, wie Ch. foetida. In der Schweiz

ist sie gefunden im Dorfbach bei Dühendorf, Canton Zürich (Bremi); in den warmen Gewässern der Leuker-Bäder im Wallis (Coulon); am Mont-Cenis (Bonjean in herb. Hooker); auf dem Albula an torfigen Stellen zwischen Gras 7000′ hoch (W. Ph. Schimper 1845).

Ungeachtet des auffallenden Charakters, auf welchen ich meine Ch. gymnophylla gegründet habe, ist sie doch kaum specifisch von Ch. foetida zu trennen, da es zwischen beiden unbestreitbare Uebergangsformen gibt.

Ch. *Kokeilii* mihi Flora 1846 Nro. 2, welche gleichfalls unberindete Blätter hat, wäre hier einzureihen.

10. Ch. *foetida* mihi Flora 1835. p. 63.

Equisetum foetidum sub aqua repens C. Bauh. Hippuris foetida Dill.

Ch. vulgaris Auct. plur., Smith., Wallr., Agardh etc. (non Linn.?).

Ch. decipiens Desv.

Ch. funicularis et batrachosperma Thuill.

Ch. collabens Agardh.

Ch. longibracteata, stricta, refracta et polysperma Kütz.

Ch. montana Schleicher.

Monöcisch; die Stacheln des Stengels einzeln stehend, meist kurz, oft nur warzenförmig; die secundären Rindenröhrchen über die primären etwas vorragend, letztere beim Trocknen einfallend, so dass die Stacheln in den Furchen des Stengels liegen. Blätter im Quirl 6 — 10, meist 8, an den unteren Gliedern berindet, während die oberen, mehr oder weniger verlängerten, unberindet sind; Foliola (Bracteen) nur an den Gelenken der berindeten Glieder und nur die an der Innenseite des Blattes ausgebildet, meist bedeutend länger als die Samen. Stipularkranz sehr klein und angedrückt. Samen mittelgross (der Kern ungefähr 0,60 Millim. lang) mit kurzem gestutztem Krönchen und 1½ von der Seite sichtbaren Windungen.

Diess ist die in allen Theilen Europas und so auch in der Schweiz gemeinste Art, besonders in kleineren stehenden und langsam fliessenden Gewässern, während sie in den grösseren Seen fehlt. Die Auseinandersetzung der zahlreichen Formen dieser Art, so wie die Vertheilung der eben so zahlreichen Synonyme an die verschiedenen Formen übergehe ich hier und führe nur einige Hauptgesichtspunkte zur Sichtung derselben an. Nach der geringeren oder grösseren Entwickelung der Stacheln kann man unterscheiden:

a) subinermis;

b) subhispida (Ch. vulg. v. papillata Wallr.).

Nach der Länge der Bracteen:

a) longibracteata;

b) brevibracteata (seltener).

Je nachdem die unberindeten Endglieder der Blätter stark verlängert oder nur kurz sind, kann man theilen in:

a) macroteles;

b) brachyteles.

Dazu kommen endlich die durch grössere Entfernung oder engere Aneinanderdrängung der Quirle, Ausbreitung oder Schliessung derselben u. s. w. bedingten Habitusunterschiede, so wie die verschiedenen Grade der Incrustation, von welchen die geringere oder grössere Raubigkeit und Zerbrechlichkeit abhängt.

In höheren Alpengegenden kommt besonders eine forma subinermis, macroteles, longibracteata, condensata, valde incrustata vor, welche von Schleicher Ch. montana genannt wurde. So findet sie sich z. B. bei Gryon über Bex (Schleicher, Thomas), im See von Zenitze bei Enzeindaz im Wallis, 7000′ hoch (v. Charpentier), auf dem Mont-Cenis im See bei der Post, 5892′ hoch (v. Charpentier). Auch im Schwefelwasser des Bades von Alvenen in Bündten kommt eine Form dieser Art vor (Heer).

Eine ausgezeichnetere Varietät, die vielleicht als Art unterschieden werden darf, ist Ch. *crassicaulis* Schleicher, die sich ausser den dickeren Stengeln auch dadurch von den übrigen Formen unterscheidet, dass die hinteren Foliola deutlicher entwickelt sind. Sie kommt vor bei Vevey (Schleicher), Sallenche (Rabenhorst), bei Villeneuve und in Gräben beim Bad Lavey unweit Bex (v. Charpentier); in Gräben zwischen Zillis und Andeer mit Schleichers Ch. montana vergesellschaftet (W. P. Schimper).

11. Ch. *contraria* mihi (Kütz. Phyc. germ. p. 258).

Der vorigen sehr ähnlich, aber bestimmt specifisch verschieden. Das wichtigste Merkmal liegt in der Berindung des Stengels, indem die primären Rindenröhrchen über die secundären vorragen, so dass die Warzen oder Stacheln nicht in den Furchen, wie bei Ch. foetida, sondern auf den Kanten des Stengels stehen. Die Stacheln erscheinen, wie bei Ch. foetida, meist nur als kurze Papillen; wenn sie sich stärker entwickeln, so sind sie dünner und spitziger als bei Ch. foetida. Die Bracteen sind durchschnittlich kürzer die Samen meist nur wenig überragend; die Samen selbst meist etwas schlanker, mit dunklerem, undurchsichtigerem, schwarzem Kern. Sie ist gewöhnlich grau incrustirt und zerbrechlich, wie Ch. foetida. Als ausgezeichnetere Varietäten verdienen unterschieden zu werden:

β) *hispidula* mit stark entwickelten Stacheln, die an Länge dem Durchmesser des Stengels oft gleich kommen.

γ) *moniliformis* (Ch. foetida v. moniliformis mihi Flora 1835. p. 63. Ch. Kirghisorum Lessing?) sehr klein mit zusammengezogenen oft knopfartig aneinander gereihten Quirlen; sehr verkürzten berindeten, dagegen verlängerten nackten Endgliedern der Blätter; Bracteen, die kaum länger sind als die (im Vergleich zu den übrigen Formen) etwas grösseren und dickeren Samen. Die Stachelwarzen wenig entwickelt.

Scheint in Europa fast so verbreitet zu sein, als Ch. foetida, aber allenthalben seltener. Im Bodensee und im Rhein bei Constanz mit Ch. ceratophylla (Leiner); bei Bern in Bächen mit Ch. aspera (Kützing, eine kleine, der Var. γ. sich annähernde Form). Die Varietät β. bei Dübendorf im Canton Zürich gemischt mit gewöhnlichen fast wehrlosen Formen derselben Art (Heer); im Katzensee (Heer); bei Schwamendingen unweit Zürich in Torfgräben (Bremi). Die Var. γ. im Murtner-See (Gay) und im Neuchateller-See an seichten Stellen, gemischt mit der kleinen kurzblättrigen Form der Ch. aspera, z. B. bei Onnens, wo ich sie im Herbst 1844 sammelte.

12. Ch. *strigosa* mihi.

Schliesst sich sehr innig an die Var. hispidula der vorigen an, allein die primären Rindenröhrchen ragen noch stärker vor, die Stacheln sind noch länger, im obern Theil des Internodiums abwärts, im untern aufwärts gerichtet und etwas gekrümmt; die Blattglieder, mit Ausnahme einer kurzen Endspitze, alle berindet, alle mit Foliolis versehen, von denen auch die hinteren deutlich entwickelt sind; die vorderen Foliola (Bracteen) kaum länger als die Samen; der Stipularkranz aus stark entwickelten, verlängerten Zellen; die Samen etwas kürzer als bei Ch. foetida und contraria, mit nur 11 von der Seite sichtbaren Umgängen.

Von Ch. *tenuispina* mihi Flora 1835 p. 68., einer in den Rheingegenden bis jetzt nur einmal gefundenen Art, mit der ich sie früher vereinigt hatte, ist sie durch die stärkeren, abwechselnd vorragenden Rindenröhrchen, durch kürzere Foliola und grössere Samen hinreichend verschieden.

Der Fundort der Ch. strigosa ist nicht genau bekannt. Sie wurde von Ducros wahrscheinlich in der westlichen Schweiz, vielleicht am Genfer-See, gesammelt. Die Originalexemplare befinden sich jetzt in dem reichen Herbarium des Hrn. Gay in Paris, mit welchem das Gaudin'sche, das selbst wieder das Ducros'sche enthält, vereinigt ist. Die Wiederaufsuchung dieser Art ist den schweizerischen Botanikern besonders zu empfehlen.

13. Ch. *papillosa* Kütz. Flora 1834. II. p. 707. und Phycol. germ. p. 260.
Ch. intermedia mihi ined.

Diese Art hält so sehr die Mitte zwischen Ch. contraria und Ch. hispida, dass man sie, wenn man dazu bestimmteres Anhalten hätte, für einen Bastard beider halten möchte, um so mehr, als sie zu den grössten Seltenheiten unter den Charen gehört.

In der Grösse und Stärke des Stengels nähert sie sich der Ch. hispida, hat dagegen mit Ch. contraria die vorragenden primären Rindenröhrchen gemein. Die Stacheln einzeln und kurz. Die Samen grösser als bei den drei vorausgehenden Arten, aber kleiner als bei Ch. hispida. Die vordern Foliola zuweilen etwas kürzer, häufiger etwas länger als die Samen; die hinteren ausgebildet, aber kurz und warzenförmig.

Ich kenne davon eine Forma macroteles und brachyteles. Die Kützing'sche Form aus den Mansfelder Salzseen zeichnet sich durch besonders kurze Bracteen aus. Der älteste Fundort ist Sickershausen, wo sie von Nees v. Esenbeck entdeckt wurde. Das Vorkommen in der Schweiz ist noch etwas zweifelhaft, da die von Prof. Heer im Schwefelwasser des Zernenser Bades (im Brättigau) gesammelten Exemplare zu unvollständig sind, um eine ganz sichere Bestimmung zu erlauben.

14. Ch. *hispida* Auct. et Lin. ex p.
Ch. major caulibus spinosis Vaill.
Ch. spinosa Ruprecht l. c.
Ch. hispida β. major Wahlenb. Fl. Suec.
Ch. hispida et tomentosa Willd. Sp. pl. — Schleicher Cat.

Die grösste unter den europäischen Arten, wiewohl es auch kleine und schwächliche Formen gibt. In der Berindung des Stengels stimmt sie mit Ch. foetida überein, aber die Stacheln sind meist stärker entwickelt und meist gebüschelt (2 bis 3, ja selbst mehrere beisammen entspringend); Blätter des Quirls meist 10; alle Blattglieder, mit Ausnahme einer kurzen 1 — 3gliedrigen Endspitze, berindet, und alle mit Blättchen versehen, nur bei jungen und schwächlichen Exemplaren kommen verlängerte nackte Endglieder vor. Die Foliola zahlreicher als bei Ch. foetida, und auch die hinteren verlängert, wiewohl kürzer als die vorderen, die meist länger als die Samen sind. Stipularkranz stärker entwickelt als bei Ch. foetida. Die Samen grösser als bei allen andern Arten (mit Krönchen und Schale 1,10 — 1,25 Millim., der Kern 0,85 — 0,95 M.); Krönchen ziemlich lang, aus nach oben meist divergirenden Zellen. Monöcisch. Meist stark incrustirt.

Sie ist nicht weniger polymorph als Ch. foetida. Nach der Bestachelung kann man zwei Reihen von Formen unterscheiden:

a) formae micracanthae, welche meist auch kürzere Foliola haben.

Hieher gehört die Ch. tomentosa mancher Autoren, und als abweichende Formen auch Ch. aculeolata und Ch. equisetina Kütz.

b) formae macracanthae.

Hieher die Normalform, und als abweichende Formen Ch. spondylophylla Kütz. und Ch. hispida var. pseudocrinita (besser var. dasyacantha) mihi Flora 1835 l. c.

In der Schweiz, wie in andern Theilen Europas, häufig in tieferen Sümpfen und Gräben, besonders in grösseren Torfgruben. Spärlicher und meist nur in kurzstacheligen Formen in den Schweizer-Seen. Im Bodensee und Rhein bei Constanz (Leiner), Hohenems im Rheinthal (Dr. Custer), Zürichsee (Bremi), im Katzensee und den umliegenden Torfgruben (Bremi), Thuner-See (Bremi), Brienz und Leuk (Rabenhorst), Bäder von Lavey bei Bex (v. Charpentier), Roche (Thomas), zwischen Visp und Susten (Godet), Genf (Perleb), Vevey (Haller). Im Neuenburger-See fand ich sie in Gesellschaft von Ch. ceratophylla, aber weit spärlicher als diese und nur kleinstachliche Formen.

An Ch. hispida schliesst sich Ch. *baltica* Fries an, zu welcher ich als Formen auch Ch. firma Agardh. und meine früher (Flora 1835) aufgestellte Ch. Nolteana ziehe, so innig an, dass ich sie vielmehr für den marinen Formenkreis derselben, als für eigene Art, halte.

15. Ch. *ceratophylla* Wallr. Comp. Fl. germ.
Ch. tomentosa Lin. et Auct. Suec.

Zweihäusig. Der Stengel ausgezeichnet dick; die primären Rindenröhrchen stark vorragend; die Stacheln meist kurz und bauchig; Blätter des Quirls 6 — 7, an den untern Gliedern gröblich berindet, die 2 — 3 letzten Glieder (bald lang, bald kurz) nackt und aufgeblasen. Foliola dick und aufgeblasen, nur um den Samen stehen 4 — 6 schmälere nadelförmige. Die Samen in der Grösse zwischen Ch. foetida und Ch. hispida, mit 14 — 16 von der Seite sichtbaren Umgängen. Die Antheridien sind grösser als bei allen anderen bekannten Chara-Arten.

Wallroth hatte im Annus bot. nur eine Form dieser Art als Ch. ceratophylla beschrieben; im Compendium Flor. germ. fasst er richtig alle hieher gehörigen Formen zusammen, wesshalb ich der von ihm wohlbegründeten Art auch die von ihm gegebene Benennung erhalte, den alten, viel verwechselten und ganz unpassenden Namen Ch. tomentosa der Vergessenheit Preis gebend. Der Formenkreis lässt sich ungefähr so beschreiben:

a) macroteles et macroptila (mit verlängerten Endgliedern der Blätter und längeren Foliolis);

α) munda, diaphana (Ch. tomentosa Hornem. Fl. dan. Agardh. Syn.);

β) incrustans, cinerascens (Ch. tomentosa Kütz. Phyc. germ. Ch. latifolia Willd., Ch. ceratophylla Hornem. Fl. dan.);

b) brachyteles et microptila (Ch. ceratophylla Wall. Ann. bot., Kütz. Phyc. germ.).

Von diesen Formen kommt in der Schweiz nur a) β) vor, hie und da mit Uebergängen in b), und zwar in ungeheurer Menge den Grund der Seen überziehend, wahrscheinlich bis zu grosser Tiefe. Im Murtner-See bei Löwenberg (Gay 1811); im Zürichsee, namentlich am Ausfluss der Limmat (Heer, Nägeli, Bremi); im Neuenburger-See, namentlich bei Cortaillod und Corcelette, wo ich im September 1844 sowohl männliche als weibliche Exemplare fand; im Bodensee und im Rhein zwischen dem Ober- und Untersee (Leiner). Im Steudel'schen Herbar liegt sie auch mit der Angabe »Schaffhausen« gesammelt von Rössler, was mir jedoch zweifelhaft ist.

»Am Bodensee wird die Chara mit eisernen Rechen aus dem See gefischt, in grossen Haufen der Luft und Sonne eine Zeit lang ausgesetzt, und dann untergegraben. Sie macht den Boden auf diese Weise so fruchtbar, als diess nur der beste thierische Dünger thun könnte. Ohne diese Aushülfe könnten z. B. die Gärtner des sogenannten Paradieses bei Constanz ihre Gemüsefelder bei dem Mangel an Dung nicht zu dem ausserordentlichen Ertrage bringen.« Beiträge zur Naturgeschichte des Kaiserstuhls im Breisgau von Prof. v. Yttner p. 384. Das hier Gesagte bezieht sich vorzugsweise auf Ch. ceratophylla.

δ) *corticatae triplostichae.* Die Reihen der Rindenröhrchen des Stengels in der dreifachen Zahl der Blätter des Quirls, nämlich zwischen den primären, welche den Blättern opponirt sind und allein Stacheln oder Warzen tragen, je zwei Reihen secundärer.

Die unter β, γ und δ zur Eintheilung benutzten Unterschiede in der Berindung erhalten ihr richtiges Verständniss erst durch die Entwickelungsgeschichte der Stengelberindung. In der früheren Bildung ist die Zahl der Zellreihen, welche die Rinde bilden, immer der Zahl der Quirlblätter gleich; es sind also nur primäre Reihen vorhanden. Auf dieser Stufe der Bildung bleibt Ch. imperfecta mihi, eine von Durieu in Algerien entdeckte Art. Hierauf theilt sich jede Zelle der ursprünglichen Reihe in zwei ungleiche Zellen, eine (in Beziehung auf das Ende der Reihe) obere und untere. Bleibt die Theilung auf dieser Stufe stehen, so entwickelt sich die untere Zelle zum verlängerten Rindenröhrchen, die obere dagegen zum Stachel, und es haben sich somit primäre Reihen mit Stacheln ohne secundäre Reihen gebildet. So findet sich die Rinde bei der berindeten Varietät von Ch. barbata. Gewöhnlich kommt jedoch noch eine weitere Theilung hinzu, indem die obere Zelle sich in eine mittlere und zwei

seitliche Zellen theilt. In diesem Falle bilden sich entweder alle drei Zellen zu Stacheln aus, wodurch die Stacheln gebüschelt, die Reihen der Rindenröhrchen aber nicht vermehrt werden (Ch. crinita), oder bloss die mittlere Zelle wird Stachel, die seitlichen dagegen verlängern sich zu secundären Rindenröhrchen, welche sich zwischen die primären einschieben. So entsteht also jederseits der primären Reihe eine secundäre, also zwischen je zwei primären Reihen je zwei secundäre, wenn nämlich die Zellen der aneinander grenzenden secundären Reihen nicht ineinander greifen, wie diess am vollkommensten bei Ch. fragilis zu sehen ist. Greifen dagegen die Zellen der angrenzenden secundären Reihen abwechselnd ineinander, wie bei Hordeum vulgare die Seitenährchen der angrenzenden Reihen ineinander greifen, so entsteht zwischen zwei primären Reihen scheinbar nur eine secundäre Zwischenreihe, wie diess bei allen Arten der Abtheilung diplostichae der Fall ist. — Diese Andeutungen mögen hinreichen, den Zusammenhang der diplostichae und triplostichae und die Möglichkeit zwischen beiden schwankender Bildung zu erläutern. Ein solches Schwanken zeigt namentlich Ch. aspera, welche ich wegen der näheren Verwandtschaft mit Ch. fragilis an die Spitze der triplostichae stelle, während sie nach der Berindung eben so gut noch unter die vorige Abtheilung gestellt werden könnte, indem die secundären Rindenröhrchen in der Art mit schiefen Wänden ineinander greifen, dass, je nach der Stelle die man betrachtet, der Raum zwischen zwei benachbarten primären Reihen bald nur von einem, bald von zwei secundären Röhrchen eingenommen erscheint.

16. Ch. *aspera* Willd.
Ch. hispida Wahlenb. et Lin. ex p.
Ch. aspera, galioides et fallax Agardh.
Ch. intertexta et delicatula Desv.

Diöcisch. Der dünne Stengel mit doppelt so viel Reihen von Rindenröhrchen als Blättern in den Quirlen; die primären Reihen etwas vorragend, einfache Stacheln tragend; die Zellen der secundären Reihen mit abwechselnd schiefen Wänden aneinander gelegt, so dass die Reihe stellenweise verdoppelt erscheint. Blätter im Quirl ungefähr 7; alle Blattglieder berindet, mit Ausnahme einer kurzen, 1—2gliedrigen Endspitze; an allen Gelenken quirlständige Foliola, die aber an den obern sterilen Gelenken sehr klein sind; an den fertilen Gelenken die vorderen Foliola etwas länger als die hinteren, und meist etwas länger als die Samen. Die Samen klein, länglich, mit kurzem, gestutztem Krönchen, schwarzem Kern und 14—15 von der Seite sichtbaren Umgängen. Meistens grau incrustirt, seltener schwach incrustirt und dann lebhafter grün. An den untersten, im Schlamm befindlichen Stengelgelenken befinden sich kleine, kreideweise, mit Amylonkörnchen gefüllte Kugeln.

Diese durch scharf bestimmte Charaktere sehr ausgezeichnete Art ist in der Grösse, der Länge der Blätter und der Entwickelung der Stacheln sehr veränderlich, so dass die Extreme sich im Habitus sehr wenig ähnlich sehen, namentlich kommen in den Schweizer-Seen äusserst kurzblättrige Formen von sehr fremdartigem Ansehen vor. Fundorte

in der Schweiz sind: Bodensee und Rhein bei Constanz (Leiner); Bern, eine kleine fast wehrlose Form mit Ch. contraria (Kützing); Villeneuve am Genfersee (Gay 1810); Lausanne (herb. Delessert); Wallis (nach Reichenbach); Lago maggiore (Rabenhorst). Im Neuenburger-See fand ich zwei Formen, eine niedrige, kurzblättrige, mit genäherten Quirlen, häufig an seichten Stellen in Gesellschaft von Ch. contraria var. moniliformis (so namentlich bei Onnens), und eine verlängerte, sehr kurzblättrige mit entfernten Quirlen tiefer im See mit Ch. ceratophylla (so namentlich bei Corcelette und Cortaillod). In den Sümpfen des Jura, namentlich im Lac de la Brevine, fand Lequereux eine durch dichtgedrängte lange Stacheln ausgezeichnete Form, die sich als Var. dasyacantha bezeichnen lässt.

Von südeuropäischen reihen sich hier zwei der Ch. aspera sehr verwandte Arten an: Ch. *galioides* De Cand. (Ch. aspera *β.* macrosphaera mihi in Flora 1835 l. c.) und Ch. *connivens* Salzm.

17. Ch. *fragilis* (Desv.) mihi in Flora 1835. l. c.
    Ch. vulgaris Lin. et Auct. ex p.
    Ch. pulchella Wallr.
    Ch. Hedwigii Agardh.
    Ch. hirta Meyen.
    Ch. capillacea et globularis Thuill.
    Ch. fulcrata Ganterer?
  β. longibracteata.
    Ch. pilifera et delicatula Ag.
    Ch. virgata et trichodes Kütz. in Flora 1834.
    Ch. fragilis var. barbata Ganterer.

Monöcisch. Der Stengel dünn, feinröhrig berindet; Rindenröhrchen unter sich gleich, die Reihen derselben in dreifacher Zahl der Quirlblätter; keine bemerkbaren Stacheln oder Warzen, da die ihnen entsprechenden Zellen nicht über die Ebene der Rindenröhrchen hervortreten. Blätter im Quirl meist 7 — 8, an allen Gliedern fein berindet, mit Ausnahme der sehr kurzen 1 — 2zelligen Endspitze; Foliola an den obern Gelenken nicht ausgebildet, an den unteren nur auf der Innenseite, kürzer oder gleichlang mit dem Samen. Stipularkranz aus äusserst kleinen warzenförmigen Zellen; die Samen länglich, grösser als bei Ch. aspera, mit längerem Krönchen aus aufrechten Zellen und ungefähr 15 von der Seite sichtbaren Umgängen.

Bei der Var. *β.* sind die Foliola länger, oft doppelt so lang als die Samen, die nach

oben gerichteten Zellen des Stipularkranzes oft nadelförmig verlängert, die den Stacheln entsprechenden Zellen als kleine Warzen hervortretend.

Die Incrustation ist bei dieser Art meist weniger stark, daher die Farbe oft schön grün. Eine stark incrustirte Form ist die oben angeführte Ch. hirta Meyen.

Nach Ch. foetida ist diess die verbreitetste und gemeinste Art, deren Formen lange nicht in ihrem Zusammenhange erkannt wurden, so dass alle oben angeführten Synonyme eigentlich nur einzelne Formen, nicht die ganze Art begreifen. Die Var. β. möchte man gern für eigene Art halten, wenn es nicht entschiedene Mittelformen gäbe, wie denn Ch. pilifera auf eine solche Mittelform gegründet ist.

Besonders veränderlich ist die Grösse bei dieser Art. Kleinere, feinblättrige Formen bilden die Ch. pulchella Wallr. Ann. bot. und Ch. capillacea Thuill.; grössere, langblättrige und etwas mehr incrustirte Formen die Ch. Hedwigii Ag. und Ch. globularis Thuill., welche letztere ihren Namen einer zufälligen Degeneration der Samen verdankt. Ch. delicatula Agardh. (non Desv.) ist eine sehr zierliche, kleine, kurzblättrige Form, bei welcher die im Schlamm versteckten Stengelknoten knollenartig verdickt sind.

Da der Name Ch. vulgaris bald auf diese Art, bald auf Ch. foetida angewendet wurde, und sich nicht leicht mit Sicherheit bestimmen lässt, welche von beiden Linné vorzugsweise darunter verstanden hat, scheint es mir besser, diesen Namen gänzlich aufzugeben. Ruprecht (l. c. p. 12 et 13) sucht zu beweisen, dass Linné Ch. foetida unter diesem Namen verstanden habe, während die meisten schwedischen Botaniker (unter diesen auch Fries im Normalherbarium) für Ch. fragilis stimmen. Da die meisten neueren Botaniker, selbst solche, welche sich speciell mit Charen beschäftigt haben, Ch. foetida und Ch. fragilis nicht gehörig zu unterscheiden wussten und vielfach vermengten, so dürfen wir um so weniger eine solche Unterscheidung bei Linné suchen; gesehen hat er gewiss beide Arten, denn beide sind in Skandinavien häufig und verbreiten sich selbst bis in den hohen Norden. Ch. fragilis kommt z. B. in Island, Ch. foetida auf den Faroe-Inseln vor.

Mir bekannte Fundorte in der Schweiz sind: Basel (die Ch. hirta Meyen gesammelt von Fr. Nees); Schaffhausen (die Form: globularis Thuill. gesammelt von Rössler); Dübendorf und anderwärts bei Zürich (Bremi); Katzensee (Heer, Bremi); Flims in Bündten 3400′ hoch (Heer); Belpmoos bei Bern (Shuttleworth); in den Sümpfen an der Einmündung der Reuse in den Neuenburger-See (Godet); in den kleinen Seen von Plambuit über Ollon 3000′ hoch (v. Charpentier); Vevey, Lausanne und Genf (Gay). Die Var. β. ist seltener, ich sah sie bloss aus dem Katzensee (Alefeld).

Hier schliesst sich noch eine Reihe von ausländischen Arten an, unter denen einige der Ch. fragilis sehr nahe stehen, wie z. B. Ch. *brachypus* mihi (aus Egypten, Nubien und Ostindien bekannt), andere eine eigene Gruppe bilden, die sich dadurch auszeichnet, dass bei sonst berindeten Blättern das erste (verkürzte) Blattglied unberindet ist, wie z. B. bei Ch. *gymnopus* mihi aus Egypten, Ch. *Commersonii* mihi, Ch. *armata* Meyen, Ch. *zeylanica* Willd., Ch. *polyphylla* mihi, Ch. *sejuncta* mihi, Ch. *Martiana* mihi, eine Gruppe, aus welcher bis jetzt in Europa noch kein Repräsentant gefunden wurde.

Freiburg im Breisgau, im Juni 1847.

Untersuchungen

über die

Witterungsverhältnisse von Lenzburg, Kt. Aargau.

October 1839 bis December 1845.

Von

R. H. HOFMEISTER.

Nachstehende Arbeit wurde am 4. Januar a. c. der naturforschenden Gesellschaft in Zürich vorgelegt, und gerne entspricht der Verfasser dem Wunsche derselben, diesen Vortrag den Denkschriften der allgemeinen schweizerischen Gesellschaft für die gesammten Naturwissenschaften einzuverleiben, damit derselbe einen Vorgang bilde für ähnliche Untersuchungen bezüglich der meteorologischen Verhältnisse anderer Orte in der Schweiz. Der Verfasser hat sich während seines mehrjährigen Aufenthaltes als Rektor der Bezirksschule in Lenzburg bemüht, die dortigen klimatischen Verhältnisse näher kennen zu lernen und desshalb regelmässige Beobachtungen angestellt, und hofft um so eher zu brauchbaren Resultaten gelangt zu sein, als er schon bedeutende Vorarbeiten auffand, bestehend in einem von Hrn. Forstverwalter Müller sel. seit 1816 begonnenen Tagebuche über die periodischen Erscheinungen in der Natur, welches seit 1834 mit derselben Sorgfalt von Hrn. Pfr. Häusler weiter fortgesetzt wurde. Allein so anerkennenswerth auch die Bemühungen dieser Beobachter der Natur sind, so vollständig auch ihre Bemerkungen über den Vegetationsprozess u. s. f. sein mögen, so unbrauchbar und lückenhaft waren dagegen die Aufzeichnungen über den Gang der meteorologischen Instrumente, so dass in dieser Beziehung die Beobachtungen erst von vorn an beginnen mussten, und es ist sehr zu bedauern, dass nun wegen der geringen Anzahl der Beobachtungsjahre die hier niedergelegten Resultate in Beziehung auf Wahrscheinlichkeit noch viel zu wünschen übrig lassen müssen. Dessen ungeachtet hat sich der Verfasser bei seinem nunmehr erfolgten Abgange vom Beobachtungsort dieser ziemlich mühsamen Arbeit unterzogen, und hofft nun bei der Beurtheilung derselben gütige Nachsicht zu finden.

Lenzburg liegt, wenn man seine Breite übereinstimmend annimmt mit derjenigen des Hasenberges und seine Länge mit der des Homberges am Hallwylersee [1], in 47° 23′ 9″. 55 n. B. und 5° 50′ 55″. 20 östl. Länge von Paris [2] und das steinerne Geländer der Aabrücke, obere Kante, liegt 401 Metres über Meer [3]. Die Stadt befindet sich am westlichen Fusse des Schlossberges in einer Ebene, welche nördlich in einer Entfernung von

---

[1]) Michaeli's. Trig. bestimmte Höhen des Kl. Aargau. Karte.

[2]) Eschmann. Ergebnisse der trig. Vermessungen in der Schweiz, pag. 192.

[3]) Michaeli's. Trig. best. Höhen, pag. 32.

etwa 5/4 Stunden durch die von W nach O ziehende Jurakette begrenzt ist; nach O läuft dieselbe etwa 3/4 Stunden breit gegen das Bünzthal aus; nach W dehnt sie sich bis Aarau hin und gegen S steht sie mit dem Aa- oder Seethal in Verbindung. Die Gebirge, welche dieselbe begrenzen, erreichen nur im nördl. und nordöstl. Theile (Jura, Braun-eck, Lägern) eine beträchtlichere Höhe (2896′). Die übrigen Begrenzungen gehören mehr der Hügelregion an, da sie nur die Ausläufer mehrerer zu einander parallel von S nach N ziehender Erhebungen sind. Sämmtliche begrenzende Höhenzüge sind meist mit Wald bedeckt und gehören, mit Ausnahme des Jura und seiner Ausläufer, der Molasseformation an. Die Ebene selbst besteht aus aufgeschwemmtem Lande und senkt sich nördlich gegen die Aare hin. Bis zum Umkreise von wenigstens 1 Stunde findet sich kein sumpfiger Boden; dagegen ist Reichthum an fliessenden Gewässern vorhanden, welche die Ebene in vielfacher Richtung theils in natürlichem theils in künstlichem Bette durchziehen. Die bedeutendsten derselben sind die Aare, die Bünz, die Aa. Die Oberfläche dieser Ebene ist mit Ackerfeldern, mit Wiesen (worunter viele Wässermatten), mit Nadel- oder Laubholz bedeckt.

Die meteorologischen Beobachtungen wurden täglich 4 Mal aufgezeichnet, nämlich 9^h früh, 12^h Mittags, 3^h Abends, 9^h Abends. Leider konnte aber nicht für den ganzen Zeitraum, den sie umfassen, der nämliche Beobachtungsort beibehalten werden. Die erste Reihe geht vom 1. Oct. 1839 bis 6. Oct. 1840 und wurde von dem obern Stockwerke im Hause der Frau Rohr-Koller am Schlossberge aus aufgezeichnet. Die zweite Reihe erstreckt sich vom 6. Oct. 1840 bis 7. Juni 1842; Beobachtungsort war das zweite Stockwerk im Hause des Hrn. Moritz Hünerwadel-Scheitlin. Die dritte Reihe endlich geht vom 7. Juni 1842 bis Ende 1845 und wurde vom ersten Stockwerke des Schulhauses aus beobachtet.

Das Barometer, welches vom 1. Oct. 1839 bis 6. Juli 1845 benutzt wurde, war ein Hornersches Gefäss-Reisebarometer [1]), verfertigt von Hrn. Oeri und Goldschmid in Zürich. Es war mit einer messingenen, in Millimeter eingetheilten Scale versehen, deren Vernier noch 0.1 Millimeter angibt, wodurch sich also noch halbe 1/10 Millim. abschätzen lassen. Die Röhre mass 2,5 Lin. im Lichten. Zur Reduktion des Quecksilbers auf die Normaltemperatur 0° war demselben noch ein Quecksilberthermometer mit ziemlich grosser Scale beigegeben und die Reduktionen wurden mit Hülfe der Tafeln von Schumacher [2]) gemacht, bei welchen nebst der Ausdehnung des Quecksilbers im Barometer auch noch

[1]) Gehler Physik. Wörterbuch. Art. Barometer.
[2]) Schumacher astronom. Jahrbuch. 1838.

diejenige der Messingscale berücksichtigt ist. — Später (vom 6. Juli 1845 an) wurde ein Gefäss-Barometer angewendet, dessen Gefäss 4″ weit war und dessen Röhre 3‴ im Durchmesser hielt. Es kam aus derselben Werkstätte wie das erste.

Der Aufhängepunkt der 1. Reihe befindet sich nach einem im Oct. 1846 aufgenommenen doppelten Nivellement 37,62 Meter oberhalb demjenigen der 3. Reihe und derjenige der 2. Reihe 4,14 Meter oberhalb dem der 3. Letzterer aber liegt (vid. pg. 3) 9,09 Met. über dem 401 Met. über Meer befindlichen Geländer der Aabrücke. Folglich hat man

1te Station	447 . 71 m	=	1378 . 3	Pariser Fuss über Meer,
2te »	414 . 23	=	1275 . 2	
3te »	410 . 09	=	1262 . 3	

Barometrisch dagegen gab eine direkte Messung der beiden Stationen I und II einen Höhenunterschied von 35 . 705 Met.; ferner ergaben gleichzeitige Beobachtungen mit Zürich die Höhe der Stationen auf

1te Station	451 . 94 m	=	1391 . 3	P. Fuss,
2te »	418 . 36	=	1287 . 9	
3te »	414 . 22	=	1275 . 2	

In Beziehung auf die Temperaturbestimmungen ist zu bemerken, dass dieselben nach der 100theiligen Scale aufgezeichnet sind. Sie wurden meistens an einem Quecksilberthermometer zu gleicher Zeit mit den Barometerständen abgelesen. Die Extreme dagegen wurden an einem Thermometrographen Abends 9h beobachtet. Leider sind die Maximum-Angaben in Folge öfterer Beschädigung des Instrumentes höchst unvollständig und konnten daher zur Bestimmung der mittlern Temperatur nicht benutzt werden. Um aber dennoch ein möglichst annäherndes Resultat zu erhalten, wurde das 24stündige Mittel gleich der halben Summe aus den Angaben für 9h Vormittags und 9h Abends angenommen, was nach den bisher gemachten Erfahrungen einen Fehler von höchstens 0°. 4 C herbeiführt [1]). Das Thermometer hing auf allen drei Stationen frei gegen Nord im Schatten. Die Lage der ersten Station (Landweibelei) war zwar nicht die günstigste, indem das Haus in halber Höhe des Schlossberges in einer starken Einsenkung, die den Gofersberg mit dem Schlossberge verbindet, liegt und durch die Reflexion der Wärmestrahlen von den Rebhügeln und Felsen des Schlossberges am Nachmittag grössere Temperatur-

[1]) Dove, Repertorium der Physik. Band IV. pag. 16–19.

erhöhung erleidet, als ein ganz frei in der Ebene stehender Ort. Auch haben daselbst die südwestl. Winde ungehinderten Zutritt, während die nördl. und östl. durch den beträchtlich höhern Schlossberg gänzlich abgehalten werden.

Die Niederschläge beobachtete Hr. Dr. Häusler an einem der Kulturgesellschaft angehörenden Ombrometer von folgender Einrichtung: Ein Trichter von Kupfer, dessen obere Oeffnung 1,5 Quadratdecimeter misst, nimmt dieselben auf. Seine Seitenfläche ist zur Verhütung des Herausspringens der Regentropfen anfänglich auswärts und dann einwärts gerichtet. Durch eine enge Oeffnung gelangen die Niederschläge in einen zweiten, den ersten einhüllenden Trichter, in welchem sie sonach bis zur Zeit der Beobachtung, ohne durch merkliche Verdunstung an ihrer Quantität zu verlieren, angesammelt bleiben. Anfänglich wurden sie von hier aus durch einen Hahn in eine mit dem Instrument fest verbundene, calibrirte Glasröhre geleitet, dort gemessen und durch einen zweiten Hahn wieder entfernt. Später, nachdem der untere Hahn durch gefrornes Wasser, das in demselben sitzen blieb, zersprengt war, liess man die Niederschläge sogleich aus dem Trichter in eine mitgebrachte graduirte Röhre abfliessen und berechnete endlich die Höhe, bis zu welcher die obere Trichteröffnung bedeckt werden würde. Auf diese Höhe würden die Niederschläge in flüssiger Form den Boden am Beobachtungsorte bedeckt haben, wenn nichts davon eingesogen worden oder verdunstet wäre. Das Ombrometer befand sich während der ganzen Periode des Beobachtungsjournales im Garten des Hrn. Dr. Häusler und seine obere Oeffnung stand circa 8′ über dem Boden. Die Niederschläge hatten daselbst von allen Seiten freien Zutritt. Waren sie fest, wie Hagel, Schnee etc., so liess man sie vor der Abmessung durch Hinzugiessen einer bestimmten Menge warmen Wassers aufthauen und rechnete das Hinzugegossene nachher wieder ab.

Die Beobachtungen über Thau und Reif hatte Hr. Dr. Hünerwadel die Güte zu ergänzen, auch konnten aus seinem Journale die Angaben über Luftströmung vervollständigt werden.

Die Luftströmung wurde in der ersten Serie, Oct. 1839 bis Oct. 1840 an einer auf dem Arsenale des Schlosses stehenden Windfahne von ziemlicher Beweglichkeit beobachtet, und da diese Fahne von allen Seiten frei steht, so hatte man von theilweise reflectirten Winden nichts zu fürchten und konnte leicht 16 Winde unterscheiden. Nicht auf dieselbe Genauigkeit können dagegen die Windbeobachtungen der beiden andern Serien Anspruch machen, indem von den hieher gehörenden Stationen aus die oben genannte Windfahne auf dem Schloss nicht sichtbar war und desswegen weniger vortheilhaft placirte Fahnen in der Stadt ihren Dienst verrichten mussten. Die Stärke des Windes wurde

nicht berücksichtigt, sondern nur im Allgemeinen bei heftigern Strömungen durch die Bemerkung »stürmisch« oder »Sturm« angedeutet.

Ebenso ist auch die Bewölkungsart nicht überall angegeben; wo diess aber der Fall ist, wurde sie nach der Howard'schen Benennung angeführt. Nach derselben unterscheidet man 3 Hauptarten von Wolken, nämlich: cirrus (Federwolke), cumulus (Haufenwolke), stratus (Schichtwolke), und für die Uebergänge der einen in die andere hat man die Ausdrücke: cirro-cumulus (fedrige Haufenwolke, unsere »Schäfchen«), cirro-stratus (fedrige Schichtwolke) und cumulo-stratus (gehäufte Schichtwolke, Gewitterwolke); endlich führt man noch an den nimbus (Regenwolke).

Was nun die Art und Weise der Zusammenstellung der beigelegten Tabellen betrifft, so ist darüber Folgendes zu bemerken: Sämmtliche Barometerstände sind in Millim. angegeben und nach Schumachers Tafeln auf 0° reducirt. In Tab. 1 bis Tab. 12 bezieht sich: Mittel 1, 2, 3 auf die Stationen der 1ten, 2ten, 3ten Beobachtungsserie. Alle in ( ) eingeschlossenen Zahlen sind aus Zürich berechnet oder interpolirt, daher als nicht genau zu betrachten. Die Thermometerstände sind in Centesimalgraden angegeben. Die unter der Ueberschrift »Temperatur« befindlichen Angaben bedeuten die Anzahl der Tage, wie oft das Thermometer über 25°, auf oder zwischen 10° und 20°, 0° und 10°, — 5° und 0°, — 10° und — 5°, — 15° und — 10° stand. Winde sind 8 angegeben; das Journal enthielt 16; letztere wurden dadurch auf 8 reducirt, dass man die eine Hälfte des Zwischenwindes zum nächst vorher gehenden, die andere zum nächst folgenden rechnete. Die Zahlen geben an, wie oft jeder Wind monatlich beobachtet wurde. Helle Tage sind solche, die ganz wolkenfrei waren, vermischte waren nur zu gewissen Tagszeiten wolkenfrei, trübe nie; dabei kann aber an einem trüben Tage die Sonne dennoch dann und wann geschienen haben. Nasse Tage sind solche, an denen wenigstens 1 Mal des Tages Regen, Schnee oder Schlossen fielen. Unter die Anzahl der Tage mit Gewittern sind auch solche aufgenommen, an denen bloss Wetterleuchten beobachtet wurde. Ein Tag mit Nebel, der später wieder verschwand, wurde zu den vermischten gerechnet. Die Niederschläge sind in Millim. aufgezeichnet, und geben die Höhe an, bis zu welcher die niedergeschlagene Flüssigkeit den Boden bedeckt haben würde. Endlich enthalten Tab. 13 und 14 die mittlern Temperaturen, berechnet aus den Angaben von 9h früh und 9h Abends, und zwar ist die Anzahl der Tage angegeben, wie oft die mittlere Tagestemperatur auf oder über 20° C, auf oder zwischen 15° und 20°, 10° und 15°, 5° und 10°

u. s. w. sich hob, oder bis — 4°. 99, bis — 9°. 99, bis — 14°. 99 oder noch tiefer sank. Dabei wollen wir einen Tag heiss nennen, wenn seine mittlere Temperatur auf oder über + 20° steigt; warm, wenn dieselbe zwischen 15° und 19°. 9; gemässigt, wenn sie zwischen 10° und 14°. 9; kühl, wenn sie zwischen 5° und 9°. 9; frisch, wenn sie zwischen 0° und 4°. 9; rauh, wenn sie zwischen — 4°. 9 und — 0°. +; kalt, wenn sie zwischen — 9°. 9 und — 5° und streng, wenn sie auf oder unter — 10° fällt.

In Tab. 15 und 16 sind ferner die arithmetischen Mittel aus allen 6 Jahren für alle 12 Monate zusammen gestellt, woraus sich eine leichte Uebersicht des mittleren Ganges der Witterung gewinnen lässt.

Monatlicher Gang der Witterung.

Bei der Vergleichung der mittlern Barometer- und Thermometerstände ergibt sich sogleich, dass die mittlern Maxima und Minima im Barometerstande desto weniger vom mittlern Stande abweichen, d. h. ihre Differenz desto kleiner ist, je höher die Temperatur des Monats ist. Eine Ausnahme von dieser Regel macht der August und Juli. Vielleicht rührt dieselbe daher, dass in diesen beiden Monaten das Journal die meisten Lücken hatte und daher am öftersten interpolirt werden musste. Der höchste mittlere Barometerstand fällt in den August, der tiefste in den November.

Der wärmste Monat ist der Juli, der kälteste der Februar und nicht der Januar, diess rührt wahrscheinlich daher, dass im Februar die Nordwinde bedeutend überwiegen und die Tage (Nächte) heller sind. Auch zeigt sich der Herbst wärmer als der Frühling, was wohl seinen Grund ebenfalls darin haben mag. Ueberdiess erhöhen auch die vielen Nebel im Herbste die Temperatur, indem sie die Ausstrahlung verhindern.

Ferner sind in der Regel die Winde der Westseite vorherrschend, nämlich S + SW + W + NW > N + NO + O + SO; eine Ausnahme macht allein der Februar und April. Durchschnittlich herrscht NO vor und ist im Frühjahr und Winter häufiger als im Sommer und Herbst. Die mittlere Windesrichtung ist im März, April, Mai und December wenig, im Februar dagegen am meisten von N entfernt, neigt sich dann aber auf die östliche Seite. Diese Richtung wurde nach Lamberts Formel (vid. pag. 11) bestimmt, in welcher die Richtungen der Luftströme durch Winkel bestimmt werden, welche von N aus durch O und S bis 360° gezählt werden.

Das Verhältniss der östlichen zu den westlichen Winden zeigt nur im Frühjahr ein Vorherrschen der östlichen, in den übrigen Jahreszeiten überwiegen die westlichen.

In Beziehung auf die Temperatur ergeben sich folgende Resultate: Auf oder über 25° steigt die Temperatur bisweilen schon im April (Tab. 4) öfters im Mai, immer im Juni, dann und wann noch im September. Die Höhe von 20° wird im März noch nicht erreicht, dagegen oft schon im April und bisweilen noch im October, am häufigsten von Mai bis August und im ganzen Jahr kommen im Durchschnitt 65 solche Tage vor. Höher als 10° steigt das Thermometer höchst selten im December, Januar und Februar. Kühle Tage zwischen 0° und 10° finden sich noch im Mai und dann im October wieder. Eistage kommen im ganzen Jahr 101 vor und unter diesen 8 mit einem Thermometerstande von — 15° und noch tiefer. Der späteste Eistag war der 4. Mai 1844 und der früheste der 7. Oct. 1842. — Heisse Tage, an denen die mittlere Temperatur 20° übersteigt, hat das Jahr durchschnittlich 7, sie kommen selten im Mai und schon nicht mehr im August vor; am häufigsten hat sie der Juni und Juli. Warme Tage (zwischen 15 und 20°) hat schon der April, bisweilen noch der October. Gemässigte Tage (mittlere Temp. von 10° bis 15°) fehlen nur im Januar und Februar; jedoch sind sie im März und December selten und auch im November nicht häufig. Die kühlen Tage sind von März bis Mai und im October und November am häufigsten; einzelne kühle Tage hat der Januar, Februar und December, ebenso auch der September und sogar noch der Juni. Frische Tage (zwischen 0° und 5°) finden sich sehr häufig vom November bis in den März und einzeln im April und October. Die rauhen Tage (zwischen 0° und — 5°) hören im April auf und beginnen erst im November wieder. Kalte und strenge Tage liefern nur die Wintermonate und auch der März noch einige kalte; die strengen sind jedoch selbst im Winter nicht häufig.

Die Anzahl der hellen Tage ist im März, April und August am grössten, hierauf folgt der September, und im Januar, December und October ist sie am kleinsten; die trüben Tage dagegen sind von October bis Januar am häufigsten, auch im Mai sehr häufig, im Februar und April am seltensten. Im März 1840, April 1844 und September 1843 zeigte sich die grösste Anzahl heller Tage (10 — 11); dagegen hatte der Januar 1843 29 trübe und 2 vermischte Tage. Nasse Tage liefert der Juli die meisten, sie stiegen 1840 auf 23. Es ist jedoch die Frage, ob nicht eine längere Reihe von Jahren ein anderes Resultat liefern würde, indem namentlich die letztern Jahre unserer Beobachtungsperiode ungewöhnlich nasse Sommermonate hatten. Jedoch stimmt unser Resultat mit andern Erfahrungen genau zusammen [1]). Das aber ist begreiflich, dass die Quantität der Nieder-

[1]) Kamz Meteorologie Band I. 495.

schläge in diesem Monat die grösste ist, indem die in demselben stattfindenden Gewitterregen oft sehr beträchtliche Wassermengen ausgiessen. So fiel z. B. am 3. Juli 1844 allein 35. 7 Millim. Regen. Der Februar hat die wenigsten nassen Tage.

Schnee fällt bisweilen noch im April und dann wieder im October. Der späteste Schnee fiel am 11. April 1843, der erste am 20. October 1842. Schlossen und Graupeln (Riesel) kommen am häufigsten im Juni und August vor, dann auch im Januar, Februar, März, Mai, September. Eigentliche Hagelwetter sind aber äusserst selten. Desto öfter ereignen sich Gewitter (17) und zwar die meisten im Juni (5) und August (4); der December allein geht leer aus. Im Allgemeinen sind die Wintergewitter eine seltene Erscheinung und nur vom April bis October kommt wenigstens 1 Gewitter auf einen Monat. Stürme sind in der Regel nur die Begleiter des Winters; im Sommer treten sie meist mit Gewittern auf, bringen oder vertreiben dieselben. Höchst selten beschädigen sie Häuser und entwurzeln Bäume. Leider ist im Journale sehr oft nicht bemerkt, ob die Gewitter nah oder fern waren, auch bei vielen nicht angegeben, in welcher Himmelsgegend sie zu sehen waren. Aus den vorhandenen Angaben scheint aber hervorzugehen, dass sie in der Regel von SW nach NO oder, jedoch weniger häufig, in umgekehrter Richtung zogen. Nebel zeigen sich Morgens zuweilen auch in den Sommermonaten, häufiger jedoch erst von Ende August, halten aber nur vom October bis in den Februar zuweilen den ganzen Tag an, und werden im Frühling und Sommer nur selten beobachtet. Thau tritt zuerst vereinzelt im März auf, aber höchst selten, fällt am häufigsten von Mai bis September und verschwindet erst im November. Reif dagegen bildet sich am häufigsten im März und April; bisweilen findet man ihn auch noch im Juni und dann tritt er, aber höchst selten, Ende Septembers wieder auf. Seine Häufigkeit scheint sich nach derjenigen der Tage zu richten, deren mittlere Temperatur in die Nähe von 0° fällt.

Das ganze Jahr.

Die Betrachtung von Tab. 17 zeigt erstens, dass die extremen Barometerstände stets in den Winter fallen. Im Mittel ergibt sich für beide Extreme beinahe ein und derselbe Tag, und zwar tritt der tiefste Stand einige Tage vor der grössten Kälte ein, übereinstimmend mit dem früher gewonnenen Resultate, wornach die grössten Schwankungen des Barometers mit der niedrigsten Temperatur zusammen fallen. Die grösste Barometerhöhe erreichte der 27. Dec. 1840, und bald darauf (4. Jan. 1841) trat wieder ein ungewöhnlich tiefer Barometerstand ein. Ueberhaupt folgen sehr häufig beide Extreme einander in kurzer Zeit. Der tiefste Barometerstand fällt auf den 28. Febr. 1844.

Zugleich ersieht man aus dieser Tabelle, dass die für verschiedene Tagesstunden heraus gefundenen jährlichen Mittel nicht mit einander übereinstimmen. Sie haben mit einer einzigen Ausnahme (1845) um 9^h Vormittags den höchsten Werth, um 3^h Nachmittags den geringsten. Es ergibt sich daraus ein periodisches Schwanken während des Tages. Das Barometer sinkt nämlich fortwährend von 9^h Vorm. bis 3^h Abd. und steigt dann wieder. Ob aber auch während der Nacht ein zweites Minimum eintritt, ist aus unsern Beobachtungen nicht ersichtlich. Die Schwankung am Tage beträgt 0.798^{mm}, während die unregelmässigen nicht periodischen Schwankungen bis auf 42.53^{mm} steigen.

Die mittlere Barometerhöhe auf die Normaltemperatur 0° reducirt hat sich nun nach Tab. 17 aus circa 8500 Beobachtungen zu 725.534^{mm} ergeben. Nach dieser Angabe geben nun die Tables hypsométriques von J. C. Horner die Höhe von Lenzburg auf

397 Meter = 1222.8 Par. Fuss

Die zweite Abtheilung der Tab. 17 zeigt uns, dass die grösste Wärme durchschnittlich 29°, die grösste Kälte — 15°.8 C beträgt. Erstere wurde immer zwischen Mitte Juni und Juli, letztere meist im Februar beobachtet. Die grösste Differenz beider Ertreme fiel in das Jahr 1845 und belief sich auf 50°. Wenn diese kurze Reihe von Jahren uns berechtigen darf, einige allgemeine Schlüsse aufzustellen, so dürften wir, gestützt auf die Temperatur der einzelnen Jahreszeiten, die Behauptung aussprechen, dass die Meinung, einem strengen Winter folge ein heisser Sommer, sich nicht immer erwahrt. Wir dürfen in dieser Beziehung hauptsächlich das Jahr 1834 anführen, in welchem dem ausgezeichnet warmen Sommer ein gelinder Winter voranging, auch das Jahr 1846 zeigt dasselbe.

Die Tabelle 18 gibt uns im Mittel ein Vorherrschen der westlichen Winde; nur die Jahre 1840 und 1841 geben ein entgegengesetztes Resultat. Im Jahr 1841 und 1843 hielten sich beide Richtungen ungefähr das Gleichgewicht und im Jahr 1845 ist die Anzahl der westlichen Winde beinahe das Doppelte von derjenigen der östlichen Seite. Die mittlere Windesrichtung zeigt uns ebenfalls das durchschnittliche Vorherrschen der westlichen Winde, indem sie nahe an Nordwest liegt. Nach Lamberts Formel

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{O - W + (NO - SW + SO - NW) \sin 45^\circ}{N - S + (NO - SW + NW - SO) \cos 45^\circ} = \frac{X}{Y}$$

ist nämlich die mittlere Windesrichtung $\varphi = 315^\circ\ 48' = NW\ 48'\ N$

Dabei sind die Winde als Kräfte angesehen, deren Resultirende mit dem Meridiane von N durch O gezählt den $\angle\ \varphi = 315^\circ\ 48'$ macht. Da aber aus den Beobachtungen die Intensität und Dauer dieser Kräfte nicht bekannt ist, so wird statt derselben die Anzahl der Beobachtungen für jeden Wind substituirt. Die Grösse der Resultirenden lässt

sich dann bestimmen aus $R = \sqrt{X^2 + Y^2}$ d. h. $R = \sqrt{(102,941126)^2 + (105,861437)^2}$ = 147. 36, was so zu verstehen ist, als sei die Wirkung sämmtlicher beobachteter 1429 Luftströmungen dieselbe, sowohl wenn sie alle zugleich wehen, oder aber 147 derselben aus der Richtung NW kommen würden.

In Beziehung auf die Quantität der Niederschläge bemerken wir, dass dieselbe nicht für alle Jahre constant ist. Die Wasserhöhe differirt nach Tab. 18 um circa 264^{mm} = 8. 8″. Im Allgemeinen aber holen spätere Monate des Jahres ziemlich wieder ein, was frühere versäumt haben. So z. B. lieferten Januar, Februar, März, April 1840 zusammen nur 136^{mm} und darauf der Monat Mai allein 106^{mm}. Berechnet man ferner die Quantität der Niederschläge, welche durchschnittlich an einem Tage fällt, so kömmt auf

	mm		mm		mm
Januar	4,72	Mai	6,04	September	8,07
Februar	5,63	Juni	7,61	October	8,09
März	5,10	Juli	9,31	November	8,41
April	5,66	August	9,68	December	2,34

Es regnet folglich im Juli und August am heftigsten; es finden dort die Gewitterregen statt; auch im November sind die Niederschläge intensiv, im September und October ebenfalls, im December und Januar am gelindesten. Es sind aber die Monate mit den grössten täglichen Regenmengen diejenigen, in denen die SW und W Winde vorherrschen.

Die Tage, denen eine gewisse extreme sowohl als mittlere Temperatur zukömmt, sind in den verschiedenen Jahren der Anzahl nach sehr ungleich. So hatte z. B. das Jahr 1845 nur 7 Tage, an denen das Thermometer 25° überstieg, während im Jahr 1841 32 solche Tage vorkamen. 1841 hatte 72 Eistage, das Jahr 1842 dagegen 126. Während ferner das Jahr 1843 nur 1 heissen Tag hatte, kamen im Jahr 1845 13 heisse Tage vor u. s. w.

Ebenso zeigt auch Tab. 19 eine bedeutende Verschiedenheit in der Anzahl gleichartiger Tage. Im Allgemeinen beträgt die Anzahl trüber Tage nicht ganz das Doppelte der schönern Tage im Jahr. Ungefähr $1/3$ des Jahres umfassen die nassen Tage. Schlossen fallen sehr selten. Stürmische Tage finden sich 27 oder circa $1/13$ des Jahres. Tage mit Gewitter darf man im Durchschnitt jährlich 20 annehmen. Je den 4. Tag fällt Thau. Reif dagegen bildet sich im Frühjahr und Herbst je den 6. Tag. Interessant mag auch noch die Frage sein, wie oft ein gewisser Wind wehen muss, bis sich ein Niederschlag (Regen, Schnee, Schlossen) zeigt. Wir suchen zu diesem Ende hin aus Tab. 1—12, wie oft in

jedem Monat jeder der 8 Winde beobachtet wurde und setzen diese Angabe in Tab. 20 in die mit a bezeichneten Spalten; sodann suchen wir aus dem Beobachtungsjournale, wie oft während sämmtlicher 6 Jahre 1840 — 1845 für jeden der 8 Winde ein Niederschlag beobachtet worden sei. Die Anzahl dieser Niederschläge setzen wir in die mit b überschriebene Spalte, so gibt das Verhältniss $\frac{a}{b}$ eine Zahl, welche angibt, wie oft ein gewisser Wind beobachtet werden müsse, oder wie oft er auftreten müsse, bis 1 Mal Regen oder Schnee eintritt. Die Resultate ersehen wir am besten, wenn wir die Angaben nicht bei den einzelnen Monaten, sondern bei den Jahreszeiten suchen, indem in gewissen Monaten bei SO gar kein Regen gefallen und daher das Verhältniss $\frac{a}{b}$ unendlich gross wurde, und folglich zu dem falschen Schlusse führen würde, es sei bei SO gar kein Regen möglich. Von den Jahreszeiten umfasst jede drei Monate; der Winter z. B. enthält December, Januar und Februar u. s. f. Die Tabelle zeigt nun, dass bei SW am öftersten und zwar unter 3 Mal 1 Mal Regen eintritt, bei O am seltensten, erst unter 16 Mal 1 Mal Regen. Im Sommer regnet es unter allen Jahreszeiten am öftersten bei O. Diese Niederschläge sind aber meist nur die Begleiter von Gewittern, die aus O kommen. Bei Nordwind hat der Winter die meisten Niederschläge, die aber fast immer in Schnee bestehen.

Ueberhaupt ist es eine bekannte Thatsache, dass die Veränderungen des Windes auch eine Veränderung im Barometerstand, Thermometerstand und in der Witterung insgesammt hervorbringen. Da aber, wie früher schon erwähnt wurde, die Angaben über die Windesrichtung, welche an den beiden untern Stationen aufgezeichnet wurden, nicht den wünschbaren Grad von Genauigkeit haben mögen, so wollen wir hier der Untersuchung über den in Frage liegenden Gegenstand nur die Beobachtungen von Oct. 1839 bis Oct. 1840 zu Grund legen. Leider umfasst dieser Zeitraum nur ein Jahr und die erhaltenen Resultate sind daher höchst zweifelhaft, wir möchten beinahe sagen unbrauchbar. Jedoch ergibt sich, wenn man auf die häufiger vorkommenden Winde sein Augenmerk richtet, Folgendes: Das Barometer steht bei NO und O am höchsten, bei NW und N am tiefsten. Die nördliche Seite der Windrose gibt einen höhern Barometerstand als die westl. Seite.

Die Temperatur ist im Winter bei NO, NW, N, O, SO ziemlich niedrig, bei SW und W ziemlich hoch. Im Frühjahr bringt NW, W, N kühlere, SO und S wärmere Tage. Im Sommer finden sich die kühlen Tage bei SW eher als bei NO. Im Herbst endlich ist die Temperatur bei NO und O am kühlsten, bei S und SW am wärmsten.

Auch diese Angaben sind sehr zweifelhaft. Längere Beobachtungen an andern Orten geben nämlich im Winter ein Minimum für N, NO, ein Maximum für SO, S, SW, während im Sommer das Min. bei SW und N, das Max. bei NO, O eintritt [1]). Im ganzen Jahre zeigt sich NO am kältesten, SW am wärmsten.

Wir wollen jedoch aus den angeführten Gründen diese Frage über die Abhängigkeit der meteorologischen Erscheinungen vom Winde, so interessant sie sonst wäre, nicht weiter verfolgen, sondern zu einer andern übergehen, die uns über die Art und Weise der Veränderungen des Luftstromes nähern Aufschluss geben soll. Wir schlagen zu diesem Ende hin den nämlichen Weg ein, den Eisenlohr in der oben angeführten Schrift befolgt, und beschränken uns dabei aus den nämlichen Gründen wie oben, nur auf den Zeitraum vom Oct. 1839 bis Oct. 1840. Nach Tab. 23 erscheinen die WSW und W dann ONO und NO am häufigsten, am seltensten OSO und SO. Dabei zeigt sich ferner, und zwar am besten aus Tab. 24, dass unter allen Winden die am häufigsten vorkommenden, nämlich NO, ONO, W, WSW zugleich die beständigsten, und die am seltensten vorkommenden S, SSO die veränderlichsten Winde seien. Auch ist ersichtlich, dass im Winter sämmtliche Winde die grösste Unveränderlichkeit zeigen, im Sommer dagegen die meisten die grösste Veränderlichkeit besitzen.

Es ist aber nicht genug, dass man wisse, wie sich die Veränderlichkeit auf die einzelnen Winde und Jahreszeiten vertheile, es kömmt auch noch darauf an, zu erfahren, wie oft und in welcher Richtung ein Uebergang in den verschiedenen Jahreszeiten erfolge. Diese Frage kann jedoch unter zweierlei Gesichtspunkten aufgefasst werden. Entweder können wir diese Uebergänge im Allgemeinen ohne Rücksicht auf die Stellung des zweiten Windes in der Windrose als blosse Veränderung des Windes betrachten; oder aber wir nehmen auf diese Stellung Rücksicht und behandeln den zweiten Wind in seiner Reihenfolge gegen die noch später auftretenden Winde, in welchem Falle dieser zweite Wind entweder längere Zeit anhält oder nur als Uebergang in einen andern auftritt, wie z. B. SW in der Reihe S, SW, NW, N. Alsdann vereinigen wir mehrere in derselben Richtung auf einander folgende Winde, insofern sie weniger als 180° der Windrose einnehmen, zu einer einzigen Drehung. Veränderungen sowohl als Drehungen lassen sich dann ihrer Grösse und Richtung nach in 4 Abtheilungen bringen. Sie betragen entweder 0° und heissen in diesem Falle Stillstände (der zweite Wind ist sonach derselbe wie der erste), oder sie umfassen 180° und werden Uebersprünge genannt (z. B. S, N;

[1]) Eisenlohr, Untersuchungen über den Einfluss des Windes. Kämz Meteorologie Bd. II.

SW, NO) oder die Bewegung beträgt weniger als 180°; dann kann sie entweder eine links oder rechts gehende sein. Zur Bestimmung dieser Richtung denke man sich in den Luftstrom des ersten Windes so gestellt, dass man in der Strömung vorwärts schaut, d. h. dass einem der Wind in den Rücken bläst. Die Drehung wird dann rechts erfolgt sein, wenn der zweite Wind von einem vom Beobachter rechts liegenden Punkte der Windrose ausgeht, wie z. B. SO wenn vorher S wehete; im umgekehrten Falle geschah die Drehung links.

Veränderungen.

In Tab. 25 ist nun in den 16 ersten Abtheilungen die Anzahl der Stillstände und Veränderungen eines jeden Windes für die einzelnen Jahreszeiten und das ganze Jahr angegeben. Die 17. und 18. Abtheilung enthält die Summe aller Veränderungen eines jeden Windes nach der linken oder rechten Seite und in der letzten Abtheilung sind die sämmtlichen Stillstände, Uebersprünge, die links und rechts erfolgten Veränderungen und endlich die Summe aller Beobachtungen zusammengestellt. Tab. 26 gibt dann dasselbe auf 10000 Beobachtungen reducirt an.

Aus diesen Angaben ergibt sich nun im Allgemeinen, dass mit Ausnahme des Winters die Summe der Veränderungen diejenige der Stillstände übertrifft, und die direkten Uebersprünge in den entgegengesetzten Wind nur selten vorkommen. Ferner zeigt die aus Tab. 26 abgeleitete Tab. 27, dass die Stillstände im Winter am häufigsten vorkommen und dann der Reihe nach im Frühjahr, Herbst, Sommer immer seltener werden, mithin in derselben Reihenfolge abnehmen, wie die Temperatur. Ferner sind mit Ausnahme des Frühjahrs die Veränderungen nach der linken Seite häufiger als nach der rechten. Die Reihenfolge der Häufigkeit ist diejenige der Jahreszeiten. In Tab. 28 sind die Verhältnisse der Veränderungen nach links und rechts der Grösse des Bogens nach, den sie einnehmen, geordnet, und da zeigt es sich sogleich, dass die Veränderungen desto häufiger sind, je kleiner der Bogen ist, welchen sie umfassen, und es ist wahrscheinlich, dass dieses Gesetz von den hier noch vorkommenden Unregelmässigkeiten bei 135° und 157 ½° befreit wäre, wenn die Beobachtungen täglich häufiger gemacht worden wären, d. h. wenn auch noch diejenigen Winde aufgezeichnet wären, welche in der Zwischenzeit zwischen zwei Beobachtungen auftraten. Auch zeigt es sich, dass bei allen Veränderungen diejenigen nach der linken Seite häufiger eintreffen. Ausnahmen von dieser Regel zeigen nur einzelne Jahreszeiten. Endlich ergibt sich aus Tab. 29, dass S, SSW, SW, WSW die grössten Verhältnisse besitzen, dass sich folglich diese Winde am häu-

figsten links drehen. NNO, NO, N, SO und WNW zeigen auch noch einen Ueberschuss nach links im ganzen Jahr, nicht aber in den einzelnen Jahreszeiten. Dagegen finden sich die Veränderungen rechts häufiger bei O und durchschnittlich auch bei ONO, OSO, W, NW und NNW.

Diese Verhältnisse, verglichen mit den in Tab. 30 aufgestellten, führen endlich zu folgenden Schlüssen: Wenn SW in einen andern Wind übergeht, so geschieht diess häufiger nach links als nach rechts, und zwar unter 100 Beobachtungen 82 Mal links und nur 18 Mal rechts. Geht aber die Veränderung nur bis W oder NW, so kommen noch häufig Rückgänge auf SW vor; ist sie aber bis NNW, besonders aber bis NNO vorgeschritten, so geht sie in den meisten Fällen noch weiter links bis NO und darüber fort. Die Veränderungen rechts von SW aus zeigen ebenfalls häufigere Rückgänge bei kleinern Drehungen, und erst bei ONO sicher ein Weiterschreiten. Der ebenso sehr vorherrschende NO dreht sich auch meist links, springt, wenn er sich in SO, SSO umgeändert hat, noch häufig wieder zurück, und erst wenn die Drehung bis S vorgerückt ist, geht sie meist noch weiter links. Die Veränderungen nach rechts erfolgen nach den gleichen Grundsätzen.

Drehungen.

Wir gehen nun zu den eigentlichen Drehungen über, worunter wir nach dem Obigen jeden Uebergang eines Windes in einen andern verstehen, insofern die Drehung nach derselben Seite unverändert erfolgt und durch keinen Stillstand unterbrochen ist, auch nicht weiter als bis zum entgegengesetzten Punkte der Windrose vorschreitet. Hiernach ergeben sich wieder wie oben Stillstände, direkte Uebersprünge, links und rechts gehende Drehungen. Da aber die Stillstände und direkten Uebersprünge im Vorigen schon untersucht worden, so können wir sie bei den folgenden Betrachtungen übergehen. Tab. 31 enthält nun sämmtliche Drehungen nach den durchlaufenen Bogen geordnet für die einzelnen Jahreszeiten und für das ganze Jahr, und zwar sowohl ihre absolute Anzahl, als auch dieselbe auf 10000 Beobachtungen reducirt. Aus Tab. 32 sehen wir dann, dass auch hier der Wind im Sommer am veränderlichsten ist und im Winter am beständigsten; natürlich sind aber die hier aufgestellten Verhältnisszahlen etwas grösser als die im vorigen Abschnitte erhaltenen, weil bei Vereinigung mehrerer Uebergänge in eine Drehung öftere Windwechsel wegfallen mussten. Ferner ergibt sich, dass die Drehungen links mit Ausnahme des Frühjahrs häufiger sind als die Drehungen rechts, wie oben, und dass nach Tab. 33 die Häufigkeit der Drehungen links für grössere Bogen auch etwas grösser

zu sein scheint. Die Ausnahme, welche der Bogen von 180° macht, kann nämlich von dem Mangel an Beobachtungen herrühren; denn eine Drehung von S nach NNO lässt sich eben so gut als eine Drehung von 157 ½° rechts, als auch von 202 ½° links betrachten, und die Entscheidung dieser Frage kann nur durch Zwischenbeobachtungen mit Sicherheit erlangt werden. Im Allgemeinen stimmen die Verhältnisse der letzten Spalte mit denjenigen von Tab. 27 überein, nur sind sie sämmtlich kleiner. Zugleich entnehmen wir der zweiten Hälfte von Tab. 33, welche die Anzahl der Drehungen für jeden Bogen bei 10000 Beobachtungen angibt, wie sie in den einzelnen Jahreszeiten stattfinden, dass kleine Drehungen im Winter am häufigsten, im Sommer am seltensten vorkommen, und dass dieses Verhältniss sich immer mehr umkehrt, je grösser die Drehungswinkel werden, bis endlich bei 180° der Sommer die häufigsten und der Winter die seltensten Drehungen aufzuweisen hat. Tab. 34 zeigt uns weiter, dass die häufigsten Drehungen links von S, SSW, SW, WSW ausgehen, eben so auch von NNW mit Ausnahme des Frühjahrs, von NNO im Herbst und Winter, und von NO aus im Frühjahr und Winter. Ein Ueberwiegen der Drehungen nach rechts dagegen zeigen O und NW in allen Jahreszeiten, OSO und SO im Frühjahr und Herbst und NNW im ganzen Jahr mit Ausnahme des Frühjahrs. Endlich ersehen wir aus Tab. 35 in Vergleichung mit den früher aufgestellten Verhältnissen, dass das fortgesetzte Drehen oder aber Zurückspringen eines Windes von denselben Umständen abhängt, wie wir sie oben bei den Veränderungen mitgetheilt haben.

Als Schlussfolgen unserer Untersuchung ergibt sich nun Folgendes: Der Wind ist in der wärmern Jahreszeit veränderlicher als in der kältern. Die Drehung geschieht durchschnittlich häufiger links als rechts. Die einzelnen Winde aber verhalten sich hierin ungleich. Links drehende sind: SW, SSW, S, WSW, NNW, NNO, NO, rechts drehende sind: NW, O, OSO, ONO, N, WNW, SO, W. Ebenso zeigen einzelne Jahreszeiten Abweichungen. Im Frühjahr dreht sich der Wind häufiger rechts, in den übrigen Jahreszeiten links. Endlich kommen grössere Drehungen ohne Rückgänge im Sommer häufiger vor als im Winter.

Dove sucht nun diese Erscheinungen folgender Massen zu erklären [1]: Wird die Luft, sagt er, durch irgend eine Ursache von den Polen nach dem Aequator getrieben, so kommt sie von Orten, deren Rotationsgeschwindigkeit geringer ist, an andere Orte, welche eine grössere Rotationsgeschwindigkeit besitzen, wodurch auf der nördl. Halbkugel die Nordwinde bei ihrem allmäligen Fortrücken durch NO in O übergehen. Ist auf diese

[1]) Poggendorf, Annalen Band 36.

Weise ein Oststrom entstanden und dauert die Ursache fort, welche die Luft nach dem Aequator treibt, so wird dieser auf den Polarstrom hemmend einwirken; die Luft wird die Rotationsgeschwindigkeit des Ortes annehmen, über welchem sie sich befindet, und wenn nun die Tendenz nach dem Aequator zu strömen immer noch fortdauert, so springt der Wind nach N zurück und dieselbe Reihe von Erscheinungen wiederholt sich. Wenn aber, nachdem die Polarströme eine Zeit lang geherrscht haben, und die Windesrichtung östlich geworden ist, Aequatorialströme eintreten, so wird O durch SO in S verwandelt. Die Luft aber, welche von S nach N strömt, gelangt mit der grössern Rotationsgeschwindigkeit der Aequatorialgegenden an Orte mit geringerer Rotationsgeschwindigkeit, wodurch ihre Richtung mehr südwestlich und zuletzt westlich werden muss. Bei fortdauernder Tendenz der Luft, nach dem Pole zu strömen, wird der Wind alsbald wieder nach S zurückspringen. Wenn aber die Aequatorialströmung durch eine Polarströmung verdrängt wird, so schlägt der Wind durch NW nach N um.

Diesem fügt nun Eisenlohr [1]) Folgendes bei:

Der südl. Luftstrom kann entweder über oder neben dem nördl. liegen. Im ersten Fall wird der südl. Strom erst in dem Breitengrade, wo seine Geschwindigkeit grösser ist als die des nördl., die Erdoberfläche erreichen. Diese Grenze der Berührung beider Ströme wird aber bei Vermehrung der Geschwindigkeit des südl. Stromes weiter gegen N und umgekehrt bei Vermehrung der Geschwindigkeit des nördl. Stromes weiter gegen S vorrücken. Welcher von beiden Strömen nun die Oberhand gewinnt, so können dennoch niemals eigentliche Drehungen, sondern nur direkte Uebersprünge beider Winde stattfinden; daher auch die Beobachtungen zeigen, dass die häufigsten Uebersprünge bei und in der Nähe von SW und NO vorkommen. Weil aber die Beobachtungen ferner verhältnissmässig sehr wenige direkte Uebersprünge aufweisen, so ist es wahrscheinlich, dass beide Luftströme häufiger neben als über einander vorkommen. In diesem zweiten Falle kann der Uebergang von SW in NO durch ein Vorrücken des nördl. Stromes von O nach W, und umgekehrt der Uebergang von NO in SW durch ein Vorrücken des südl. Stromes von W nach O erklärt werden. Wenn nämlich beide Ströme sich berühren, so werden ihre Geschwindigkeiten an den Grenzen geringer sein als weiter im Innern. Dabei hat immer der südl. Strom eine grössere Geschwindigkeit von W nach O, als der nördl.; dagegen aber kann seine Geschwindigkeit von S nach N grösser oder geringer sein, als die Geschwindigkeit des nördl. von N nach S. Im ersten Fall wird der südl.

---

[1]) Eisenlohr, Untersuchungen über den Einfluss des Windes.

Strom den nördl. verdrängen und weiter gegen O vorrücken. Im zweiten Fall verdrängt der nördl. Strom den südl. und rückt weiter gegen O vor. Folglich wird beim Uebergang von SW in NO der NW als Zwischenwind auftreten, d. h. die Drehung wird nach der linken Seite geschehen. Beim Uebergang von NO in SW wird SO der Zwischenwind sein, d. h. die Drehung wird ebenfalls nach links vor sich gehen. Diese Drehung ist mithin die regelmässige.

Allein diese beiden Luftströme sind nicht die einzigen, welche in den mittleren Breitengraden von Europa vorkommen, sondern es finden wegen der Verschiedenheit der mittleren Temperatur in den östl. und westl. Gegenden dieses Welttheils noch zwei andere, wenn auch mehr untergeordnete Strömungen statt, von denen der westl. wegen der niedern Temperatur des Westens im Sommer und der östl. wegen der grössern Kälte im Osten während des Winters häufiger eintritt. Dabei wird der westl. Strom im Sommer durch den Einfluss der Nordsee mehr nordwestlich, der östl. mehr südöstl. gedreht. Im Winter dagegen findet das Umgekehrte statt, weil dann die nordöstl. Gegenden eine niedrige Temperatur haben und dadurch dem östl. Strome eine mehr nordöstl., dem westl. eine mehr südwestl. Richtung geben. Durch den Einfluss dieser beiden Ströme wird nun die Drehung des Windes häufig modificirt. Wenn nämlich zu dem südl. Luftstrom der westl. hinzutritt, so geht SW in W und NW über; ist nun durch diesen das Continent so weit abgekühlt, dass seine Temperatur der des Oceans beinahe gleich wird, so verliert der westl. Strom so viel von seiner Kraft, dass der südl. wieder die Oberhand hat; daher die häufigen Rückgänge von W und NW auf SW. Kömmt aber dieser westliche Strom zum nördl., so geht O oder NO in N oder NW über und dieses bewirkt die häufigen Rückgänge von O und NO auf N oder NW, welche meist im Sommer eintreten. Umgekehrt, wenn der östl. Luftstrom zum südl. hinzukömmt, so geht SW in S und SO über und da beinahe immer der nordöstl. Theil von Europa kälter ist, als der östl., so wird sich damit meistens noch der nördl. Luftstrom verbinden und eine Drehung von SW über SO nach NO bewirken. Ebenso wird, wenn der östl. Luftstrom unmittelbar mit dem nördl. zugleich auftritt, NO in O übergehen und hierauf, wenn der nördl. wieder das Uebergewicht erlangt hat, ein Rückgang von O nach NO erfolgen.

Je grösser nun der Temperaturunterschied in W und O, desto häufiger werden solche Störungen eintreten, und da im Sommer die Temperatur des westl. Oceans und der Nordsee viel niedriger ist, als des festen Landes von Europa, so kommen in dieser Jahreszeit die Rückgänge von W und NW auf SW, und von O oder NO auf N oder NW am häufigsten vor. Im Winter dagegen, wo das Continent eine niedrigere Tem-

peratur hat als der Ocean, wird der östl. Luftstrom häufiger eintreten und dadurch Drehungen von SW über SO nach NO oder Rückgänge von SO und O auf NO bewirken. Im Frühjahr und Herbst sind die Temperaturunterschiede des Oceans und des Continents weniger bedeutend, daher auch die Rückgänge weniger häufig auftreten.

Folglich wird die Drehung nach links die regelmässige sein und die Polar- und Aequatorialströmungen werden seltener über als neben einander liegen. Diese Erklärungsart stimmt aber mit unsern Beobachtungen so genau überein, dass wohl an ihrer Richtigkeit nicht mehr zu zweifeln ist.

Wollten wir nun wagen, aus dieser kurzen sechsjährigen Beobachtungsperiode über den durchschnittlichen Gang der Witterung Schlüsse zu ziehen, so könnten wir dieselben aus Tab. 36 ableiten, welche überdiess noch auf Tab. 39 graphisch dargestellt ist. Wir enthalten uns aber dieser mit geringer Wahrscheinlichkeit versehenen Urtheile. Jedoch ersehen wir aus diesen Tabellen, dass namentlich im Sommer eine gleichzeitige Convexität und Concavität bei der barometrischen und thermometrischen Curve stattfindet; dass also mit einer Erhöhung der Temperatur auch eine Vermehrung des Luftdruckes verbunden ist; dass dagegen im Winter meist der umgekehrte Fall eintritt; dass aber im Frühjahr und Herbst keine deutliche Regelmässigkeit vorhanden zu sein scheint. Die Erklärung dieser Gesetze gibt Eisenlohr folgendermassen [1]: Im Allgemeinen, sagt er, ist ein hoher Barometerstand ein Zeichen von heiterer, und ein tiefer ein Zeichen von trüber und regnerischer Witterung. Im Winter ist es nun bei hellem Himmel gewöhnlich kalt, bei trübem gelind, daher in dieser Jahreszeit das Barometer sinkt, während die Temperatur steigt, und umgekehrt.

Wie die Sonne allmählig höher steigt, so zeigt sich ihr vermehrter Einfluss zuerst auf die Mittagstemperatur; diese nimmt alsdann bei hellem Wetter nicht mehr ab, obgleich die mittlere Tageswärme noch sinkt. Im Frühling aber ist es an hellen Tagen Morgens viel kälter und Mittags viel wärmer, als an trüben Tagen, und je mehr sich die Jahreszeit dem Sommer nähert, desto deutlicher zeigt sich der überwiegende Einfluss der Sonne. Wie alsdann das Barometer wieder steigt, so wird die Wärme anfangs Morgens geringer, aber Mittags grösser als zuvor, und bald nimmt auch die Morgentemperatur wieder zu; dagegen wenn das Barometer fällt, so wird es Morgens bedeutend wärmer, aber Mittags kühler. Diese Unterschiede können sich nun dergestalt ausgleichen, dass ein heller Tag nahe dieselbe Temperatur erhält als ein trüber, und nimmt man dann nur

---

[1]) Klima von Karlsruhe.

die mittlere Temperatur des Tages, so zeigt sich kein Zusammenhang in den Schwankungen der Temperatur und des Luftdruckes.

Endlich müssen wir noch auf eine Frage kommen, die im gewöhnlichen Leben eine bedeutende Rolle spielt. Es ist dieses der Einfluss des Mondes auf die Witterung. In Tab. 37 finden sich für jeden Tag des synodischen Umlaufes des Monats die Mittelzahlen aus den Barometerständen, die Anzahl der nassen, trüben, vermischten und hellen Tage und derjenigen mit Gewittern angegeben. Nach dieser Tabelle ist eine gewisse Regelmässigkeit in den Schwankungen des Barometers nicht zu verkennen. Es steht nämlich vom 1—8. und vom 24—29. stets über, an den andern Tagen unter dem jährl. Mittel. Es erreicht im letzten Viertel einige Tage nach Beginn desselben ein Maximum, sinkt dann wieder etwas bis zum Neumond, an welchem Tage es hoch steht, sich nochmals senkt und gegen das Ende des Neumondes sein grösstes Maximum erreicht. Im ersten Viertel sinkt es beinahe bis ans Ende, so dass es einige Tage vor dem Vollmonde sein Minimum erreicht; dann folgt wieder ein Steigen, das mit geringen Schwankungen bis zu dem Maximum des letzten Viertels fortdauert. Die Anzahl der nassen Tage ist im ersten Viertel und Vollmond grösser als in den beiden andern Phasen. Jedoch zeigt sich keine regelmässige Ab- und Zunahme derselben und der Einfluss des Mondes ist auf diese Erscheinungen, sowie auch auf die elektrischen, noch sehr problematisch.

Zum Schlusse fügen wir noch auf Tab. 38 eine Tabelle über die periodischen Erscheinungen in der Thier- und Pflanzenwelt bei, welcher auch noch einige meteorologische Data einverleibt sind. Es scheint uns jedoch überflüssig, diesen Gegenstand einlässlich zu besprechen, da die Tabelle selbst eine leichte Uebersicht gewährt.

Januar.

	Barometer				Thermometer				Temperatur					
	Maximum	Diff.	Minimum	Mittel	Maximum	Diff.	Minimum	Mittel	+ 20	+ 10	0	— 5	— 10	— 15
	mm	mm	mm	mm										
1840	736.26	22.64	713.62	724.856	+ 13.0	22.5	— 9.5	+ 0.64	0	2	20	6	10	0
1841	737.84	37.72	700.12	724.217	(7.3)	21.8	— 14.5	— 2.28	0	0	15	9	10	4
1842	733.96	23.81	710.15	726.040	3.7	22.6	— 12.9	— 3.68	0	0	15	15	12	3
1843	738.40	34.49	703.91	725.863	(10.0)	19.8	— 9.8	— 0.49	0	2	15	12	11	0
1844	731.96	14.62	717.34	727.286	(6.2)	21.7	— 15.5	— 2.66	0	0	16	13	6	10
1845	735.31	29.04	706.27	725.194	(4.7)	13.3	— 8.6	— 0.64	0	0	25	27	3	0
Mittel 1	736.26	22.64	713.62	724.856				+ 0.64						
« 2	735.90	30.76	705.14	725.128	7.5	19.3	— 11.8	— 2.99	0	1	18	14	9	3
« 3	735.22	26.05	709.17	725.414				— 1.90						

	Wind								Himmel			Meteore									Niederschläge
	N	NO	O	SO	S	SW	W	NW	hell	vermischt	trüb	nass	Reg.	Schnee	Schlossen	Sturm	Gew.	Neb.	Thau	Reif	mm
1840	3	16	15	1	10	36	36	7	0	6	25	15	13	2	2	10	1	12	0	1	
1841	8	19	1	1	3	4	35	45	1	8	22	16	6	12	0	6	0	13	0	0	53.96
1842	54	26	2	1	2	2	12	25	1	5	25	13	3	10	0	0	0	13	0	0	39.70
1843	14	13	0	0	35	50	8	4	0	2	29	13	9	7	0	11	0	13	0	0	134.70
1844	15	23	8	0	1	36	37	4	0	10	21	11	5	9	0	7	0	7	0	4	76.60
1845	21	29	13	0	13	23	13	12	0	8	23	6	1	6	0	2	0	10	0	0	44.40
Mittel	19	21	6½	½	11	25	23½	16	0	6	24	12	6	8	0	6	0	11	0	1	69.87

Februar.

	Barometer				Thermometer				Temperatur						
	Maximum	Diff.	Minimum	Mittel	Max.	Diff.	Minimum	Mittel	+ 25	+ 20	+ 10	0	— 5	— 10	— 15
	mm	mm	mm	mm											
1840	735.85	30.52	705.33	722.939	9.0	18.0	— 9.0	— 0.71	0	0	0	25	11	8	0
1841	730.78	21.28	709.50	722.037	10.2	20.4	— 10.2	— 0.67	0	0	1	20	9	8	2
1842	740.70	31.56	709.14	730.714	(8.2)	21.4	— 13.2	— 3.74	0	0	0	18	7	11	9
1843	734.03	34.22	699.81	717.161	(13.7)	24.2	— 10.5	+ 0.85	0	0	6	18	11	5	1
1844	732.32	27.88	704.44	720.534	(7.5)	24.0	— 16.5	— 1.30	0	0	0	20	18	8	3
1845	734.52	22.34	712.18	723.242	(5.0)	24.2	— 19.2	— 4.59	0	0	0	14	11	6	11
Mittel 1	735.82	30.52	705.33	722.939				— 0.71							
« 2	735.74	26.42	709.32	726.389	8.93	22.03	— 13.10	— 2.21	0	0	1	19	11	8	4
« 3	733.62	28.14	705.48	720.312				— 2.52							

	Wind								Himmel			Meteore									Niederschläge
	N	NO	O	SO	S	SW	W	NW	hell	vermischt	trüb	nass	Reg.	Schnee	Schlossen	Sturm	Gew.	Neb.	Thau	Reif	mm
1840	2	23	30	2	0	21	29	9	2	14	13	9	8	3	1	6	0	4	0	10	18.65
1841	9	53	9	2	0	0	9	20	0	10	18	8	4	4	0	2	0	11	0	0	82.4
1842	26	36	5	2	2	8	15	18	5	18	5	4	2	2	0	1	0	8	0	0	11.7
1843	32	16	7	6	12	18	16	5	0	13	15	6	4	2	0	0	0	7	0	6	28.6
1844	20	23	0	0	19	34	19	1	0	13	16	14	6	9	0	4	1	2	0	3	83.7
1845	18	41	0	0	5	33	12	3	1	8	19	9	2	7	0	5	0	3	0	2	56.3
Mittel	18	32	8½	2	6	19	17	9	1	13	14	6	4	4½	0	3	0	6	0	3½	46.89

März.

	Barometer				Thermometer				Temperatur						
	Maximum	Diff.	Minimum	Mittel	Maximum	Diff.	Minimum	Mittel	+25	+20	+10	0	−5	−10	−15
	mm	mm	mm	mm											
1840	735.62	20.02	715.60	724.328	+ 11.6	20.6	− 9.0	+ 0.25	0	0	2	29	19	5	0
1841	740.41	27.39	713.02	728.227	18.8	29.4	− 10.6	+ 5.25	0	0	25	6	8	1	0
1842	733.82	27.57	716.25	726.785	(15.0)	18.3	− 3.3	+ 4.43	0	0	12	19	10	0	0
1843	734.13	21.45	712.68	724.614	(18.0)	27.9	− 9.9	+ 1.99	0	0	13	11	18	5	0
1844	737.50	22.44	715.06	724.026	(11.5)	20.0	− 7.5	+ 2.62	0	0	6	24	14	4	0
1845	744.30	31.00	713.30	(724.481)	(15.0)	27.7	− 12.7	− 0.03	0	0	3	21	7	11	2
Mittel 1	735.62	20.02	715.60	724.328				+ 0.25							
« 2	737.11	22.48	714.63	727.506	14.90	23.75	− 8.85	+ 4.84	0	0	10	18	13	4	0
« 3	738.64	24.96	713.68	724.374				+ 2.29							

	Wind								Himmel			Meteore									Niederschläge
	N	NO	O	SO	S	SW	W	NW	hell	vermischt	trüb	nass	Reg.	Schnee	Schlossen	Sturm	Gew.	Neb.	Thau	Reif	mm
1840	3	46	33	1	2	14	13	12	10	7	14	12	6	7	0	3	0	0	0	5	24.05
1841	32	24	3	2	6	4	24	29	2	17	12	10	9	2	2	2	0	0	0	13	41.06
1842	14	8	2	2	8	22	28	40	1	11	19	14	12	5	0	10	0	0	0	6	97.73
1843	34	33	11	4	15	16	6	5	3	8	20	8	4	4	0	1	0	5	1	10	23.3
1844	20	21	0	0	39	40	4	0	4	9	18	14	6	8	0	6	1	0	0	3	77.3
1845	16	26	4	1	2	22	25	16	3	4	21	11	8	4	0	1	0	0	0	2	78.7
Mittel	20	26	9	2	12	19½	17	17	4	9	17	11½	7½	5	0	4	0	1	0	6½	57.02

April.

	Barometer				Thermometer				Temperatur						
	Maximum	Diff.	Minimum	Mittel	Max.	Diff.	Minimum	Mittel	+ 25	+ 20	+ 10	0	— 5	— 10	— 15
	mm	mm	mm	mm											
1840	730.36	18.91	711.45	721.468	26.2	28.2	— 2.0	+ 10.32	0	9	21	0	2	0	0
1841	733.20	20.23	712.97	722.866	26.5	27.8	— 1.3	+ 8.54	2	4	16	8	1	0	0
1842	730.09	17.84	712.25	723.678	(23.6)	28.6	— 5.0	+ 7.56	0	6	12	6	1	0	0
1843	732.75	26.88	705.87	725.003	(18.6)	23.2	— 4.6	+ 7.35	0	2	18	10	4	0	0
1844	736.56	16.12	720.44	729.112	(21.3)	24.2	— 2.9	+ 8.61	0	4	22	4	7	0	0
1845	733.31	26.31	707.00	722.539	(18.8)	21.1	— 2.3	+ 8.26	0	0	25	5	5	0	0
Mittel 1	730.36	18.91	711.45	721.468				10.32							
« 2	731.64	19.03	712.61	723.272	22.5	25.5	— 3.0	8.05	0	4	19	5½	3	0	0
« 3	734.21	23.11	711.10	725.551				8.07							

	Wind								Himmel			Meteore									Niederschläge
	N	NO	O	SO	S	SW	W	NW	hell	vermischt	trüb	nass	Reg.	Schnee	Schlossen	Sturm	Gew.	Neb.	Thau	Reif	mm
1840	3	47	33	6	4	8	14	5	7	16	7	2	2	0	0	1	0	1	8	10	0.00
1841	29	47	3	5	3	1	16	16	2	12	16	14	14	0	0	0	2	0	8	4	53.06
1842	46	31	3	1	2	3	11	23	6	15	9	6	6	0	0	3	1	0	9	7	27.7
1843	12	14	6	11	23	37	12	5	0	8	22	16	16	2	0	4	1	1	7	3	118.3
1844	35	40	3	0	16	16	3	7	11	10	9	8	8	0	0	2	1	3	8	17	63.7
1845	13	26	7	2	7	34	24	7	5	7	18	12	12	0	0	1	1	0	6	7	65.6
Mittel	23	34	9	4	9	16	13	10	5	11	13½	10	10	0	0	2	1	1	8	8	55.7

Mai.

	Barometer				Thermometer				Temperatur						
	Maximum	Diff.	Minimum	Mittel	Maximum	Diff.	Minimum	Mittel	+25	+20	+10	0	−5	−10	−15
	mm	mm	mm	mm											
1840	732.72	22.64	710.08	721.774	26.1	22.1	4.0	13.00	2	19	12	2	0	0	0
1841	734.12	16.84	717.28	725.918	28.8	24.8	4.0	16.23	10	12	8	0	0	0	0
1842	732.32	13.53	718.79	725.148	(26.7)	25.1	1.6	14.03	1	13	17	0	0	0	0
1843	732.67	17.94	714.73	723.973	(21.8)	20.7	1.1	10.09	0	4	23	4	0	0	0
1844	733.24	19.02	714.22	723.610	(22.5)	22.7	− 0.2	11.38	0	3	27	1	1	0	0
1845	732.78	17.69	715.09	722.597	(22.0)	20.6	1.4	10.02	0	2	25	4	0	0	0
Mittel 1	732.72	22.64	710.08	721.774				13.00							
« 2	733.22	15.19	718.03	725.528	24.65	22.67	1.98	15.13	2	8	19	2	0	0	0
« 3	732.45	17.77	714.68	723.393				10.50							

	Wind								Himmel			Meteore									Niederschläge
	N	NO	O	SO	S	SW	W	NW	hell	vermischt	trüb	nass	Reg.	Schnee	Schlossen	Sturm	Gew.	Neb.	Thau	Reif	mm
1840	4	26	11	3	2	23	46	9	2	7	22	21	21	0	1	4	4	3	6	1	106.48
1841	23	40	7	5	4	5	14	26	2	18	11	13	13	0	0	0	7	2	17	1	77.6
1842	32	20	6	4	2	3	14	43	0	12	19	8	8	0	0	1	4	1	17	2	39.2
1843	15	17	15	4	24	35	9	5	1	0	30	18	18	0	1	4	1	2	9	1	129.8
1844	58	30	2	1	2	4	17	10	2	11	18	13	13	0	0	1	3	0	16	4	82.3
1845	4	12	6	2	5	52	33	10	0	3	28	13	13	0	0	0	0	0	10	3	84.4
Mittel	23	24	8	3	6½	20	22	17	1	8½	21	14	14	0	0	2	3	1	12½	2	86.63

Juni.

	Barometer				Thermometer				Temperatur						
	Maximum	Diff.	Minimum	Mittel	Maximum	Diff.	Min.	Mittel	+ 25	+ 20	+ 10	0	— 5	— 10	— 15
	mm	mm	mm	mm											
1840	729.80	11.97	717.83	724.722	+ 27.8	21.5	6.3	16.49	12	15	7	0	0	0	0
1841	733.99	18.21	715.78	725.779	27.7	22.9	4.8	14.49	5	10	15	0	0	0	0
1842	734.17	11.22	722.95	728.091	(25.9)	21.9	4.0	18.68	9	21	0	0	0	0	0
1843	729.87	12.02	717.85	723.880	(25.2)	22.2	3.0	12.40	1	7	22	0	0	0	0
1844	732.95	12.14	718.81	726.758	(30.0)	25.3	4.7	16.32	9	15	6	0	0	0	0
1845	732.75	17.51	715.24	726.158	(26.4)	20.1	6.3	16.60	5	15	10	0	0	0	0
Mittel 1	729.80	11.97	717.83	724.722				16.49							
« 2	733.99	18.21	715.78	725.779	27.17	22.32	4.85	14.49	7	13	12	0	0	0	0
« 3	732.44	13.73	718.71	726.222				16.00							

	Wind								Himmel			Meteore									Niederschläge
	N	NO	O	SO	S	SW	W	NW	hell	ver-misch	trüb	nass	Reg.	Schnee	Schlos-sen	Sturm	Gew.	Neb.	Thau	Reif	mm
1840	12	19	19	2	9	15	42	12	4	9	17	18	18	0	0	2	5	1	18	0	109.19
1841	32	22	7	7	5	5	17	25	1	9	20	18	18	0	3	2	3	0	10	1	155.78
1842	25	24	2	2	7	20	7	33	5	10	15	7	7	0	0	2	3	0	20	2	31.53
1843	18	18	5	5	24	32	10	8	0	4	26	18	18	0	1	2	1	2	14	0	124.3
1844	24	21	2	6	18	28	9	12	6	11	13	8	8	0	0	0	10	1	22	0	51.6
1845	7	20	7	0	7	54	16	9	0	13	17	11	11	0	0	0	8	0	16	0	120.7
Mittel	20	21	5	4	13	26	17	16½	3	9	18	13	13	0	1	1	5	1	17	½	98.84

Juli.

	Barometer				Thermometer				Temperatur						
	Maximum	Diff.	Minimum	Mittel	Max.	Diff.	Minimum	Mittel	+ 25	+ 20	+ 10	0	— 5	— 10	— 15
	mm	mm	mm	mm											
1840	730.79	12.02	718.77	723.577	27.1	19.8	7.3	15.92	5	17	9	0	0	0	0
1841	732.86	15.33	717.53	725.817	27.3	18.0	9.3	16.26	2	20	9	0	0	0	0
1842	736.56	15.05	721.51	727.285	26.8	19.9	6.9	17.08	5	22	4	0	0	0	0
1843	734.74	17.76	716.98	(727.148)	(31.0)	24.0	(7.0)	(16.73)	3	8	13	0	0	0	0
1844	734.35	14.19	720.16	(726.017)	(25.7)	18.0	(7.0)	(17.37)	3	12	11	0	0	0	0
1845	(732.69)	10.66	(722.03)	(727.465)	(30.8)	24.8	6.0)	(19.40)	—	—	—	—	—	—	—
Mittel 1	730.79	12.02	718.77	723.577				15.92							
« 2	732.86	15.33	717.53	725.817	28.21	20.96	7.25	16.26	4	16	9	0	0	0	0
« 3	734.58	14.41	720.17	726.979				17.64							

	Wind								Himmel			Meteore									Niederschläge
	N	NO	O	SO	S	SW	W	NW	hell	ver-mischt	trüb	nass	Reg.	Schnee	Schloss-sen	Sturm	Gew.	Neb.	Thau	Reif	mm
1840	6	21	8	2	2	31	49	5	0	8	23	23	23	0	0	0	3	5	15	0	187.55
1841	30	19	5	2	3	5	22	38	0	17	14	14	14	0	0	2	0	1	16	0	84.00
1842	19	10	3	3	19	38	15	17	1	9	21	16	16	0	0	3	7	0	12	0	137.6
1843	18	25	3	2	1	39	19	17	5	5	21	14	14	0	0	1	1	2	16	0	181.8
1844	15	21	0	2	28	41	10	7	3	5	19	16	16	0	0	0	1	2	18	0	194.8
1845	4	23	14	3	5	42	14	9	5	13	13	10	10	0	0	0	1	0	17	0	80.93
Mittel	15	20	5½	2	10	33	21½	15½	2	9½	18½	15½	15½	0	0	1	2	2	16	0	144.47

August.

	Barometer				Thermometer				Temperatur						
	Maximum	Diff.	Minimum	Mittel	Maximum	Diff.	Minimum	Mittel	+ 25	+ 20	+ 10	0	— 5	— 10	— 15
	mm	mm	mm	mm											
1840	727.90	10.80	717.10	723.399	27.5	16.9	10.6	17.12	10	19	2	0	0	0	0
1841	733.63	14.32	719.31	727.906	27.3	22.0	5.3	15.82	9	11	11	0	0	0	0
1842	735.91	14.63	721.28	728.738	26.0	16.7	9.3	17.71	9	16	1	0	0	0	0
1843	734.69	11.67	723.02	728.551	(27.6)	22.3	5.3	15.49	6	17	8	0	0	0	0
1844	734.79	16.49	718.30	725.586	(29.4)	25.9	8.5	(13.25)	0	4	15	0	0	0	0
1845	735.12	16.44	719.68	726.185	(26.0)	18.7	(7.3)	(13.05)	—	—	—	—	—	—	—
Mittel 1	727.90	10.80	717.10	723.399	27.5	16.9	10.6	17.12							
« 2	733.63	14.32	719.31	727.906	27.3	22.0	5.3	15.82	7	13	7	0	0	0	0
« 3	735.13	14.56	720.57	727.265	27.2	20.8	7.6	14.88							

	Wind								Himmel			Meteore									Niederschläge
	N	NO	O	SO	S	SW	W	NW	hell	ver-mischt	trüb	nass	Reg.	Schnee	Schlos-sen	Sturm	Gew.	Neb.	Thau	Reif	mm
1840	6	38	19	1	2	20	34	4	4	12	15	10	10	0	2	0	8	7	22	0	169.40
1841	15	31	9	5	3	10	21	30	4	15	12	13	13	0	1	0	3	5	14	0	95.26
1842	5	21	3	4	24	46	16	5	1	13	17	10	10	0	0	0	4	4	17	0	99.93
1843	27	28	4	3	2	28	29	3	5	17	9	8	8	0	0	2	6	8	21	0	82.2
1844	16	18	4	3	16	43	14	10	2	13	16	19	19	0	0	0	3	4	16	0	150.8
1845	4	24	3	1	10	54	25	3	1	8	22	13	13	0	0	2	2	2	18	0	109.0
Mittel	12	27	7	3	9½	22	23	9	3	13	15	12	12	0	½	1	4	5	18	0	117.76

September.

	Barometer.				Thermometer				Temperatur						
	Maximum	Diff.	Minimum	Mittel	Maximum	Diff.	Minimum	Mittel	+25	+20	+10	0	— 5	— 10	—15
	mm	mm	mm	mm											
1840	729.08	20.75	708.33	722.636	27.0	20.5	6.5	12.78	1	11	18	0	0	0	0
1841	733.62	12.03	721.59	726.136	25.1	20.8	4.3	14.33	4	13	13	0	0	0	0
1842	733.20	19.22	713.98	724.480	(23.4)	20.1	3.3	11.92	0	5	25	0	0	0	0
1843	735.81	18.44	717.37	730.032	(24.3)	22.3	2.0	11.48	1	17	8	4	0	0	0
1844	734.52	14.92	719.60	726.961	(22.4)	17.8	4.6	13.54	0	5	25	0	0	0	0
1845	731.56	11.52	720.04	727.008	(25.2)	21.4	3.8	14.42	2	12	16	0	0	0	0
Mittel 1	729.08	20.75	708 33	722.636				12.78							
« 2	733.62	12.03	721.59	726.136	24.85	20.77	4.08	14.33	1	10½	17	1	0	0	0
« 3	733.77	16.02	717.75	727.120				14.59							

	Wind								Himmel			Meteore									Niederschläge
	N	NO	O	SO	S	SW	W	NW	hell	vermischt	trüb	nass	Reg.	Schnee	Schlossen	Sturm	Gew.	Neb	Thau	Reif	mm
1840	5	24	8	3	6	28	36	10	1	8	21	22	22	0	0	3	4	4	13	0	142.79
1841	19	40	6	4	3	5	19	24	4	13	13	9	9	0	0	0	0	5	3	0	56.04
1842	8	17	3	5	30	44	10	3	0	9	21	9	9	0	0	3	0	9	17	0	71.3
1843	48	48	2	2	6	8	5	1	10	12	8	4	4	0	1	1	1	7	24	1	28.1
1844	31	33	0	0	17	25	8	6	1	14	16	11	11	0	0	0	2	8	17	0	130.8
1845	9	34	12	4	6	33	14	8	1	12	17	10	10	0	0	0	1	5	17	0	95.5
Mittel	20	33	5	3	11	24	15	9	3	11½	16	11	11	0	0	1	1	6	15	0	87.42

October.

	Barometer				Thermometer				Temperatur						
	Maximum	Diff.	Minimum	Mittel	Maximum	Diff.	Minimum	Mittel	+25	+20	+10	0	— 5	— 10	— 15
	mm	mm	mm	mm											
1839	727.08	9.15	717.93	723.182	(20.1)	17.0	(3.1)	11.43	0	2	22	7	0	0	0
1840	738.01	23.46	714.55	725.388	15.6	15.2	0.4	6.73	0	0	20	11	0	0	0
1841	733.78	28.06	705.72	721.008	21.0	20.3	0.7	9.29	0	2	29	0	0	0	0
1842	736.75	26.24	710.51	727.359	(15.0)	19.1	— 4.1	4.48	0	0	9	22	11	0	0
1843	734.06	18.81	715.25	725.659	(19.0)	20.0	— 1.0	5.59	0	1	18	12	4	0	0
1844	731.96	20.83	710.13	723.570	(18.2)	18.6	— 0.4	8.32	0	0	22	8	1	0	0
1845	739.06	13.24	715.82	729.461	24.0	24.1	— 0.1	9.28	0	5	21	5	1	0	0
Mittel 1	727.08	9.15	717.93	723.182				11.43							
« 2	735.85	26.16	709.69	723.198	18.77	18.97	— 0.20	8.56	0	1	20	9	2	0	0
« 3	735.46	22.53	712.93	726.512				6.92							

	Wind								Himmel			Meteore									Niederschläge
	N	NO	O	SO	S	SW	W	NW	hell	ver-mischt	trüb	nass	Reg.	Schnee	Schlossen	Sturm	Gew.	Neb.	Thau	Reif	mm
1839	16	46	20	6	3	6	15	12	0	10	21	11	11	1	0	1	3	12	0	0	
1840	9	23	19	6	2	9	28	28	2	11	18	12	12	0	0	2	1	4	6	7	86.53
1841	17	22	4	3	2	6	25	45	0	8	23	16	16	0	0	4	1	7	1	3	111.05
1842	4	27	16	16	30	28	3	0	0	9	22	9	8	3	0	1	0	10	0	9	92.73
1843	2	18	18	0	6	39	35	6	0	10	21	15	15	0	0	4	0	11	6	7	167.1
1844	20	27	2	1	28	35	3	8	0	11	20	13	13	0	0	0	0	10	1	0	124.2
1845	5	25	13	2	7	34	20	18	1	11	19	9	9	0	0	1	1	10	16	3	106.1
Mittel	10	27	13	5	11	22½	18½	17	0	10	21	12	12	1	0	2	1	9	4	4	114.62

November.

	Barometer				Thermometer				Temperatur						
	Maximum	Diff.	Minimum	Mittel	Maximum	Diff.	Minimum	Mittel	+25	+20	+10	0	— 5	—10	—20
	mm	mm	mm	mm											
1839	729.00	20.74	708.26	718.870	(14.8)	13.6	(1.2)	6.14	0	0	9	21	0	0	0
1840	737.95	24.41	713.54	723.576	16.9	20.4	— 3.5	5.81	0	0	18	9	6	0	0
1841	739.19	31.81	707.38	726.507	15.9	20.8	— 4.9	3.87	0	0	8	22	11	0	0
1842	736.50	30.12	706.38	723.149	(11.0)	15.3	— 4.3	0.41	0	0	3	19	24	2	0
1843	734.97	20.23	714.74	726.017	(14.9)	17.7	— 2.8	2.72	0	0	6	24	11	2	0
1844	737.60	30.92	706.68	724.822	(11.6)	14.2	— 2.6	3.89	0	0	8	22	12	0	0
1845	734.28	18.04	716.24	725.699	(14.3)	15.5	— 1.2	5.10	0	0	15	15	6	0	0
Mittel 1	729.00	20.74	708.26	718.870				6.14							
« 2	738.57	28.11	710.46	725.041	14.20	16.29	— 2.09	4.84	0	0	10	19	10	1	0
« 3	735.84	24.83	711.01	724.968				6.06							

	Wind								Himmel			Meteore									Niederschläge
	N	NO	O	SO	S	SW	W	NW	hell	ver-mischt	trüb	nass	Reg	Schnee	Schlos-sen	Sturm	Gew.	Neb.	Thau	Reif	mm
1839	11	24	23	2	2	13	37	8	0	5	25	11	11	0	0	2	2	11	0	2	
1840	10	25	7	4	5	5	33	31	1	9	21	17	17	0	0	4	1	5	0	6	109.74
1841	11	26	8	7	5	10	37	16	0	11	20	11	9	3	0	6	0	10	2	3	92.40
1842	3	13	17	3	17	45	14	8	2	2	26	12	10	5	0	4	0	16	0	7	155.9
1843	18	27	5	0	6	30	28	6	0	7	23	8	8	2	0	2	0	3	7	5	31.1
1844	22	29	8	5	17	24	4	11	2	10	19	9	7	2	0	4	0	6	0	8	31.4
1845	5	30	12	4	5	36	15	13	0	6	24	9	8	3	0	1	0	11	6	4	27.0
Mittel	11	25	11	$3\frac{1}{2}$	8	23	21	13	1	7	23	11	12	$2\frac{1}{2}$	0	3	$\frac{1}{2}$	9	$2\frac{1}{2}$	5	74.59

December.

	Barometer				Thermometer				Temperatur						
	Maximum	Diff.	Minimum	Mittel	Maximum	Diff.	Minimum	Mittel	+25	+20	+10	0	−5	−10	−15
	mm	mm	mm	mm											
1839	734.02	22.67	711.35	720.609	(12.0)	14.0	(− 2.0)	+ 3.52	0	0	6	23	9	0	0
1840	743.20	30.60	712.60	728.630	6.1	21.1	− 15.0	− 4.96	0	0	3	8	17	12	0
1841	732.80	23.46	709.34	723.122	(11.0)	13.4	− 2.4	+ 2.53	0	0	1	30	9	0	0
1842	740.55	20.05	720.50	734.093	(6.2)	11.1	− 4.9	− 0.97	0	0	0	15	21	0	0
1843	742.28	17.28	725.00	737.148	(8.8)	14.0	− 5.2	− 0.22	0	0	0	19	25	2	0
1844	735.14	19.71	715.43	726.158	(5.1)	16.1	− 11.0	− 2.31	0	0	0	12	19	6	0
1845	737.82	30.42	703.40	726.029	(9.4)	20.8	− 11.4	+ 2.12	0	0	0	27	16	1	0
Mittel 1	734.02	22.67	711.35	720.609				+ 3.52							
« 2	737.50	24.33	710.97	725.876	8.37	15.78	− 7.41	− 3.75	0	0	1	9	18	3	0
« 3	738.95	22.87	716.08	730.857				− 0.69							

	Wind								Himmel			Meteore									Niederschläge
	N	NO	O	SO	S	SW	W	NW	hell	vermischt	trüb	nass	Reg.	Schnee	Schlossen	Sturm	Gew.	Neb.	Thau	Reif	mm
1839	9	25	12	7	1	26	39	5	0	4	27	19	19	2	0	9	0	8	0	2	
1840	17	55	16	7	4	4	7	14	0	9	22	7	1	7	0	0	0	17	0	0	19.20
1841	22	15	1	1	5	17	41	22	0	5	26	18	14	5	0	5	0	5	0	8	84.89
1842	24	22	2	0	18	32	14	12	0	4	27	3	3	0	0	0	0	27	0	15	16.8
1843	32	33	0	0	2	27	30	0	0	4	27	5	5	1	0	0	0	15	0	5	14.8
1844	47	51	7	2	2	5	4	6	1	5	25	3	2	1	0	1	0	10	0	0	8.4
1845	2	10	4	0	14	64	24	6	0	9	22	19	12	7	0	5	0	6	0	3	138.9
Mittel	22	30	6	3	6	25	23	9	0	6	25	11	8	3	0	3	0	13	0	5	47.2

Tab. 13.

Mittlere Temperatur.

	Januar								Februar							
	+20	+15	+10	+5	0	−5	−10	−15	+20	+15	+10	+5	0	−5	−10	−15
1840	0	0	0	7	14	2	8	0	0	0	0	1	13	10	5	0
1841	0	0	0	0	12	10	8	1	0	0	0	1	13	8	6	0
1842	0	0	0	0	7	13	10	1	0	0	0	1	4	12	9	2
1843	0	0	0	4	9	15	2	1	0	0	0	3	13	10	2	0
1844	0	0	0	0	13	8	7	3	0	0	0	1	8	16	4	0
1845	0	0	0	0	12	19	0	0	0	0	0	0	5	13	6	4
Mittel	0	0	0	2	11	11	6	1	0	0	0	1	9	11	5	1

	März								April							
	+20	+15	+10	+5	0	−5	−10	−15	+20	+15	+10	+5	0	−5	−10	−15
1840	0	0	0	0	17	14	0	0	0	4	12	12	2	0	0	0
1841	0	0	1	16	12	2	0	0	0	3	8	7	12	0	0	0
1842	0	0	0	12	18	1	0	0	0	1	11	7	9	2	0	0
1843	0	0	0	8	12	10	1	0	0	0	10	12	7	1	0	0
1844	0	0	0	6	20	5	0	0	0	0	7	19	4	0	0	0
1845	0	0	0	6	8	14	3	0	0	1	10	13	6	0	0	0
Mittel	0	0	0	8	14½	8	1	0	0	1½	10	12	7	½	0	0

	Mai								Juni							
	+20	+15	+10	+5	0	−5	−10	−15	+20	+15	+10	+5	0	−5	−10	−15
1840	0	8	19	4	0	0	0	0	4	18	8	0	0	0	0	0
1841	5	15	10	1	0	0	0	0	1	13	14	2	0	0	0	0
1842	0	12	17	2	0	0	0	0	7	20	3	0	0	0	0	0
1843	0	1	16	14	0	0	0	0	0	5	20	5	0	0	0	0
1844	0	3	19	9	0	0	0	0	3	17	10	0	0	0	0	0
1845	0	2	13	15	1	0	0	0	3	20	7	0	0	0	0	0
Mittel	1	7	12	7½	0	0	0	0	3	15½	10	1	0	0	0	0

Mittlere Temperatur.

Tab. 14.

	Juli								August							
	+20	+15	+10	+ 5	0	−5	−10	−15	+20	+15	+10	+ 5	0	−5	−10	−15
1840	2	18	11	0	0	0	0	0	0	29	2	0	0	0	0	0
1841	2	20	9	0	0	0	0	0	0	19	12	0	0	0	0	0
1842	3	24	4	0	0	0	0	0	0	(28)	(3)	0	0	0	0	0
1843	1	14	16	0	0	0	0	0	0	19	12	0	0	0	0	0
1844	0	(20)	(11)	(0)	0	0	0	0	0	(14)	(16)	1	0	0	0	0
1845	(10)	(13)	(8)	0	0	0	0	0	0	(14)	(17)	0	0	0	0	0
Mittel	3	18	9½	0	0	0	0	0	0	21	9	0	0	0	0	0

	September								October							
	+20	+15	+10	+ 5	0	−5	−10	−15	+20	+15	+10	+ 5	0	−5	−10	−15
1839	—	—	—	—	—	—	—	—	0	4	18	6	3	0	0	0
1840	0	6	20	4	0	0	0	0	0	0	0	26	5	0	0	0
1841	0	11	19	0	0	0	0	0	0	2	11	15	3	0	0	0
1842	0	4	17	9	0	0	0	0	0	0	2	11	16	2	0	0
1843	0	5	14	10	1	0	0	0	0	1	7	10	13	0	0	0
1844	0	6	24	0	0	0	0	0	0	0	7	20	4	0	0	0
1845	0	12	16	2	0	0	0	0	0	5	7	16	3	0	0	0
Mittel	0	7	18	4	0	0	0	0	0	2	9	17	8	0	0	0

	November								December							
	+20	+15	+10	+ 5	0	−5	−10	−15	+20	+15	+10	+5	0	−5	−10	−15
1839	0	0	0	17	13	0	0	0	0	0	2	7	15	7	0	0
1840	0	0	4	15	6	5	0	0	0	0	0	0	4	13	9	5
1841	0	0	1	8	21	0	0	0	0	0	0	2	29	0	0	0
1842	0	0	1	3	11	15	0	0	0	0	0	0	8	23	0	0
1843	0	0	0	9	16	5	0	0	0	0	0	2	9	20	0	0
1844	0	0	0	12	16	2	0	0	0	0	0	0	9	17	5	0
1845	0	0	3	11	14	2	0	0	0	0	0	6	19	5	1	0
Mittel	0	0	1½	12½	16	5	0	0	0	0	0	3	15½	14	2½	1

Tab. 15.

Mittlerer monatlicher Gang

	des Barometers				des Thermometers			
	Maximum	Diff.	Minimum	Mittel	Maximum	Diff.	Minimum	Mittel
Januar	736.85	26.48	710.37	726.104	7.50	19.30	– 11.80	– 1.52
Februar	736.13	28.36	707.77	723.499	8.93	22.03	– 13.10	– 1.69
März	738.15	22.46	715.69	725.939	14.90	23.75	– 8.85	+ 2.42
April	733.13	20.35	712.78	724.639	22.50	25.50	– 3.00	+ 8.44
Mai	733.85	18.53	715.32	724.365	24.65	22.67	+ 1.98	+ 12.46
Juni	733.13	14.63	718.50	726.426	27.17	22.32	+ 4.85	+ 15.83
Juli	733.80	13.92	719.88	726.746	28.21	20.96	+ 7.25	+ 17.13
August	733.28	13.23	720.05	727.256	27.33	19.50	+ 7.83	+ 15.41
September	732.88	15.92	716.95	726.737	24.85	20.77	+ 4.08	+ 13.08
October	733.16	19.88	713.28	725.543	18.77	18.97	– 0.20	+ 7.87
November	735.53	24.56	710.97	724.544	14.20	16.79	– 2.59	+ 3.99
December	738.05	24.19	713.86	728.566	8.37	15.78	– 7.41	– 0.04
Mittel	735.16	20.53	714.63	725.847	18.95	20.73	– 1.78	+ 7.79

	der Luftströmungen										der Niederschläge
	N	NO	O	SO	S	SW	W	NW	O : W	Richtung	mm
Januar	19	21	6	1	11	25	24	16	47 : 76	296°.6 = W 26°.6 NW	73.80
Februar	18	32	9	2	6	19	17	9	61 : 51	171.7 = SO 36.7 S	46.89
März	20	26	9	2	12	20	17	17	57 : 66	317.8 = NW 2.8 N	57.02
April	23	34	9	4	9	16	13	10	70 : 48	19.6 = N 19.6 NO	55.70
Mai	23	24	8	3	7	20	22	17	58 : 66	323.7 = NW 8.7 N	86.63
Juni	20	21	5	4	13	26	17	16	50 : 72	295.5 = W 25.5 NW	98.84
Juli	15	20	6	2	10	33	22	16	43 : 81	279.2 = W 9.2 NW	144.47
August	12	27	7	3	10	22	23	9	49 : 64	300.8 = W 30.8 NW	117.76
September	20	23	5	3	11	24	15	9	51 : 59	309.9 = W 39.9 NW	87.42
October	10	27	13	5	11	23	19	17	55 : 70	311.5 = W 41.5 NW	114.62
November	11	25	11	4	8	23	21	13	51 : 65	305.8 = W 35.8 NW	74.59
December	22	30	6	3	6	25	23	9	61 : 63	322.5 = NW 7.5 N	47.20
Summe	213	310	94	36	114	276	233	158	653 : 781	316°.1 = NW 1°.1 N	mm 1004.94 = 33″,50

Mittlerer monatlicher Gang.

Tab. 16.

	Temperatur							Mittlere Temperatur							
	+25	+20	+10	0	−5	−10	−15	+20	+15	+10	+5	0	−5	−10	−15
Januar	0	0	1	18	14	9	3	0	0	0	2	11	11	6	1
Februar	0	0	1	19	11	8	4	0	0	0	1	9	11	5	1
März	0	0	10	18	13	4	0	0	0	0	8	14	8	1	0
April	0	4	19	5	3	0	0	0	2	10	12	7	1	0	0
Mai	2	8	19	2	0	0	0	1	7	12	8	0	0	0	0
Juni	7	13	12	0	0	0	0	3	16	10	1	0	0	0	0
Juli	4	16	9	0	0	0	0	3	18	9	0	0	0	0	0
August	7	13	7	0	0	0	0	0	21	9	0	0	0	0	0
September	1	10	17	1	0	0	0	0	7	18	4	0	0	0	0
October	0	1	20	9	2	0	0	0	2	9	17	8	0	0	0
November	0	0	10	19	10	1	0	0	0	2	13	16	5	0	0
December	0	0	1	19	18	3	1	0	0	0	3	16	14	3	1
Summe	21	65	126	110	68	25	8	7	73	79	69	81	50	15	3

	Himmel			Meteore								
	hell	vermischt	trüb	nass	Reg.	Schnee	Schlossen	Sturm	Gew.	Neb.	Thau	Reif
Januar	0	6	24	12	6	8	0	6	0	11	0	1
Februar	1	13	14	6	4	5	0	3	0	6	0	3
März	4	9	17	12	8	5	0	4	0	1	0	7
April	5	11	14	10	10	0	0	2	1	1	8	8
Mai	1	9	21	14	14	0	0	2	3	1	13	2
Juni	3	9	18	13	13	0	1	1	5	1	17	1
Juli	2	10	19	16	16	0	0	1	2	2	16	0
August	5	13	15	11	11	0	1	1	4	5	18	0
September	3	12	16	11	11	0	0	1	1	6	15	0
October	0	10	21	12	12	1	0	2	1	9	4	4
November	1	7	23	11	8	2	0	3	0	9	2	5
December	0	6	25	11	8	3	0	3	0	13	0	5
Summe	25	115	227	139	121	24	2	29	18	65	93	36

Resultate vom ganzen Jahr.

Barometer.

Tab. 17.

	Mittlerer Barometerstand					Extremer Barometerstand			
	9h	12h	3h	9h	Mittel	Max.	Tag	Diff.	Min.	Tag
1840	724.567	724.217	723.756	724.231	724.193	743.20	Dec. 27	37.87	705.33	Fbr. 4
1841	725.365	724.941	724.563	724.965	724.959	740.41	Mrz. 11	40.29	700.12	Jan. 4
1842	727.478	727.067	726.555	727.420	727.130	740.70	Fbr. 13	36.32	706.38	Nov. 26
1843	726.629	726.184	725.775	726.431	726.255	742.34	Dec. 14	42.53	699.81	Fbr. 28
1844	725.759	725.287	724.902	725.131	725.270	737.60	Nov. 16	33.16	704.44	Fbr. 26
1845	725.624	725.245	724.999	725.725	725.398	741.72	Mrz. 22	38.32	703.40	Dec. 23
Mittel	725.905	725.491	725.106	725.651	725.534	740.995	Jan. 22	37.581	703.414	Jan. 19

Thermometer.

	Mittlerer Thermometerstand							Extremer Thermometerstand			
	Frühjahr	Sommer	Herbst	Winter	Wärmster Monat	Kältester Monat	Jahr	Max.	Tag	Diff.	Min.	Tag
1840	7.86	16.51	8.11	– 1.68	17.12	– 4.96	7.78	28.0	Juni 15	43.0	– 15.0	Dec. 16
1841	10.01	15.52	9.16	– 0.14	16.26	– 2.28	8.47	27.7	Juni 26	42.2	– 14.5	Jan. 10
1842	8.67	14.49	5.60	– 2.80	17.71	– 3.74	7.33	26.8	Juli 19	40.0	– 13.2	Fbr. 9
1843	6.48	14.87	6.60	+ 0.05	16.73	– 0.49	7.00	31.0	Juli 6	40.5	– 10.5	Fbr. 8
1844	7.54	15.65	8.58	– 2.09	17.37	– 2.66	7.42	30.0	Juni 24	46.5	– 16.5	Fbr. 7
1845	6.08	16.35	9.60	– 1.04	19.40	– 4.59	7.75	30.8	Juli 6	50.0	– 19.2	Fbr. 21
Mittel	7.77	15.59	7.94	– 0.83	17.43	– 3.12	7.625	29.0	Juli 1	43.8	– 14.8	Jan. 27

Tab. 18.

Wind.

	Anzahl								Richtung			
	N	NO	O	SO	S	SW	W	MW	östlich	westlich	Verhältniss	Richtung
1840	71	363	218	38	48	194	367	136	690	485	1:0.70	155° 8′
1841	247	353	63	44	42	72	280	336	752	730	1:0.97	159 47
1842	260	255	64	43	161	201	161	227	622	840	1:1.35	368 31
1843	270	290	76	37	156	359	207	65	673	787	1:1.17	293 10
1844	323	337	36	20	203	331	132	82	716	748	1:1.04	321 6
1845	108	300	95	19	86	471	235	114	522	906	1:1.74	220 13
Mittel	213	317	92	33	113	271	230	160	655	774	1:1.12	315° 48′

Temperatur.

	Extreme Temperatur							Mittlere Temperatur								
	+ 25	+ 20	+ 10	0	— 5	— 10	— 15	+ 20	+ 15	+ 10	+ 5	0	— 5	— 10	— 15	— 20
1840	30	90	112	104	61	35	0	6	83	76	69	61	44	22	5	0
1841	32	72	136	101	47	19	6	8	84	92	65	81	20	14	1	0
1842	34	83	83	114	89	25	12	10	89	58	45	73	68	19	3	0
1843	14	56	156	123	62	23	1	1	45	95	77	80	61	5	1	0
1844	12	43	154	114	72	21	13	3	60	94	68	74	48	16	3	0
1845	(7)	(34)	(142)	105	58	20	13	13	67	81	69	68	52	10	4	1
Mittel	22	69	128	111	66	25	5	7	71	83	66	73	49	14	3	0

Tab. 19.

	Niederschläge	Himmel		
	Höhe	hell	vermischt	trüb
1840	1067.03	33	115	218
1841	987.60	15	143	207
1842	821.82	22	117	226
1843	1064.10	24	90	251
1844	1085.60	32	122	212
1845	1006.53	17	102	246
Mittel	1005.49	24	115	227

	Meteore								
	nass	Regen	Schnee	Schlossen	Sturm	Gewitter	Nebel	Thau	Reif
1840	168	153	19	6	35	27	63	88	40
1841	160	129	26	6	29	16	59	75	33
1842	111	94	25	0	28	19	88	92	48
1843	133	123	18	2	30	20	75	113	38
1844	139	114	29	0	25	22	53	98	39
1845	132	109	27	0	18	14	47	106	24
Mittel	140	120	24	2	27	20	64	95	37

Niederschläge im Verhältniss zum herrschenden Winde.

Tab. 20.

	Januar			Februar			März			April		
	a	b	$\frac{a}{b}$	a	b	$\frac{a}{b}$	a	b	$\frac{a}{b}$	a	b	$\frac{a}{b}$
N	115	14	8.2	107	8	13.4	129	11	10.8	133	9	15.3
NO	126	5	25.2	192	14	13.8	158	9	17.5	205	10	20.5
O	39	1	39.0	51	2	25.5	53	4	13.2	55	2	27.5
SO	3	0	∞	12	0	∞	10	1	10.0	25	3	8.3
S	64	12	5.3	38	6	6.3	72	12	6.0	55	14	3.9
SW	151	52	2.9	114	22	5.2	118	30	3.9	99	25	3.9
W	141	33	4.3	100	15	6.6	100	29	3.5	80	12	6.6
NW	97	19	5.1	56	4	14.0	102	18	5.7	63	6	10.5

	Mai			Juni			Juli			August		
	a	b	$\frac{a}{b}$	a	b	$\frac{a}{b}$	a	b	$\frac{a}{b}$	a	b	$\frac{a}{b}$
N	136	10	13.6	118	4	29.5	92	7	13.1	73	5	14.6
NO	145	11	13.2	124	9	13.3	119	9	13.2	160	6	24.6
O	47	2	23.5	42	5	8.4	33	2	13.0	42	2	21.6
SO	19	2	9.5	22	6	3.6	14	0	∞	17	2	8.5
S	39	10	3.9	70	17	4.1	58	19	3.0	57	10	5.7
SW	122	48	2.5	154	44	3.5	196	64	3.0	201	47	4.3
W	133	35	3.8	107	20	5.0	129	25	5.2	139	23	6.0
NW	103	19	5.4	99	17	5.8	93	9	10.7	55	6	9.5

	September			October			November			December		
	a	b	$\frac{a}{b}$	a	b	$\frac{a}{b}$	a	b	$\frac{a}{b}$	a	b	$\frac{a}{b}$
N	120	8	15.0	57	3	19.0	69	5	13.8	144	12	12.0
NO	196	12	16.3	142	19	7.5	150	12	12.5	136	19	9.3
O	31	2	15.5	72	7	10.3	57	2	28.5	30	3	10.0
SO	13	1	13.0	28	2	14.0	23	2	18.5	10	1	10.0
S	68	12	5.7	75	12	6.3	55	11	5.0	45	4	11.2
SW	143	49	2.9	151	56	2.7	150	57	2.6	149	46	3.2
W	92	19	4.8	114	32	3.5	131	37	3.5	120	38	3.1
NW	52	10	5.2	105	24	4.4	85	13	6.5	69	11	5.5

Niederschläge im Verhältniss zum herrschenden Winde.

Tab. 20.

	Frühjahr			Sommer			Herbst			Winter			Jahr		
	a	b	$\frac{a}{b}$	a	b	$\frac{a}{b}$	a	b	$\frac{a}{b}$	a	b	$\frac{a}{b}$	a	b	$\frac{a}{b}$
N	398	30	13.3	283	16	17.7	246	16	15.4	366	34	10.8	1293	96	13.4
NO	508	30	16.9	403	24	16.8	488	43	11.2	454	38	12.0	1853	135	13.7
O	155	8	19.4	117	9	13.0	160	11	14.5	120	6	20.0	552	34	16.2
SO	54	6	9.0	53	8	6.6	64	5	12.8	25	1	25.0	196	20	9.8
S	166	36	4.6	185	46	4.0	198	35	5.6	147	22	6.7	696	139	5.0
SW	339	103	3.3	551	155	3.5	444	162	2.7	414	120	3.4	1748	540	3.2
W	313	76	4.1	375	68	5.9	337	88	3.8	361	86	4.2	1386	310	4.3
NW	268	43	6.2	247	32	7.7	242	47	5.2	222	34	6.5	979	142	6.9

Barometrische Windrose.

Tab. 21.

	N	NO	O	SO	S	SW	W	NW
Januar	722.764	729.006	725.608	719.380	726.357	723.663	725.745	721.370
Februar	718.665	721.746	725.859	724.900	———	719.351	721.075	720.834
März	722.347	725.078	727.286	728.125	7———	722.184	721.351	723.596
April	717.262	721.897	720.876	723.774	722.278	721.193	721.352	717.432
Mai	722.443	723.627	726.803	727.674	728.530	723.449	719.020	721.840
Juni	725.329	725.236	724.951	722.550	724.314	723.707	724.164	725.426
Juli	722.017	722.673	727.930	728.803	724.526	723.883	721.810	723.507
August	724.500	725.538	724.591	724.790	724.320	722.121	722.584	723.838
September	724.303	725.630	719.395	721.585	722.855	722.761	723.558	722.778
October	723.988	723.570	722.989	723.562	722.806	722.187	721.451	722.590
November	718.239	718.204	719.250	725.257	726.645	724.235	718.903	717.937
December	717.687	720.613	723.522	719.798	717.910	720.202	723.359	721.473
Frühjahr	720.684	723.534	724.988	726.524	725.405	722.275	720.574	720.595
Sommer	723.949	724.482	725.824	725.381	724.389	723.237	722.853	724.257
Herbst	722.177	722.468	720.545	723.468	724.102	723.061	721.304	721.102
Winter	719.705	723.788	724.996	721.359	722.133	721.072	723.393	721.226
Jahr	721.628	723.548	724.088	724.183	724.007	722.411	722.031	721.795

Thermometrische Windrose.

Tab. 22.

	N	NO	O	SO	S	SW	W	NW
Januar	0.1	– 4.3	4.7	4.2	(– 5.7)	2.9	3.1	1.9
Februar	4.0	– 1.8	– 1.7	– 3.8	—	2.8	2.3	– 0.5
März	2.5	– 0.2	– 0.6	—	4.7	1.7	0.1	1.3
April	4.7	9.7	9.9	13.9	12.7	7.9	9.6	10.8
Mai	15.5	14.7	14.7	16.1	11.7	14.2	10.1	13.3
Juni	16.2	16.8	15.4	—	16.6	15.9	16.7	14.7
Juli	14.8	15.9	14.9	—	15.3	15.2	15.9	15.7
August	16.2	17.5	17.4	—	17.4	17.1	17.1	15.4
September	13.0	13.6	13.7	12.4	12.8	11.5	12.6	12.1
October	13.4	10.2	11.1	13.9	14.6	15.2	14.4	11.9
November	7.4	4.6	5.3	5.7	8.4	8.1	6.5	9.2
December	1.2	0.8	2.0	5.3	—	5.7	4.9	2.6
Frühjahr	7.6	8.1	8.0	10.0	9.7	7.9	6.6	1.5
Sommer	15.7	16.7	15.9	—	16.4	16.1	16.6	15.3
Herbst	11.3	9.5	10.0	10.7	11.9	11.6	11.2	11.1
Winter	1.8	– 1.8	1.7	1.6?	(– 5.7)?	3.8	3.4	1.3
Jahr	9.1	8.1	8.9	7.4?	8.1?	9.9	9.4	9.0

Tab. 23.

	Häufigkeit																Veränderungen															
	N	NNO	NO	ONO	O	OSO	SO	SSO	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	NNO	NO	ONO	O	OSO	SO	SSO	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
Jan.	1	0	8	15	7	2	0	0	3	8	14	41	14	5	3	3	1	0	3	6	4	1	0	0	2	3	8	14	9	3	1	3
Febr.	1	2	3	38	11	1	1	0	0	0	5	32	12	2	7	1	1	1	2	8	6	0	0	0	0	0	2	7	6	2	5	1
März	1	1	19	53	6	2	0	0	0	5	7	8	6	7	6	3	0	0	7	15	5	2	0	0	0	3	4	3	3	4	6	2
April	0	3	26	41	11	2	5	0	3	2	4	6	9	3	4	1	0	2	13	16	8	2	3	0	3	1	4	3	4	3	3	1
Mai	2	1	17	18	0	5	0	0	0	3	8	27	29	8	4	2	2	0	9	5	0	3	0	0	0	1	6	14	17	6	3	2
Juni	8	6	11	11	3	1	1	0	6	6	7	10	33	9	6	2	6	4	9	7	2	1	1	0	6	5	5	7	23	8	4	1
Juli	4	2	15	10	2	1	1	1	1	6	8	37	28	5	1	2	4	2	12	6	2	1	1	1	1	4	7	21	18	3	0	1
Aug.	5	1	23	28	5	0	1	0	1	2	11	16	26	2	2	1	5	1	14	17	5	0	1	0	1	1	7	8	17	2	2	1
Sept.	3	1	20	8	3	3	1	0	2	9	10	25	20	8	5	2	2	1	11	6	3	2	1	0	2	7	7	14	12	6	3	1
Oct.	4	19	27	19	7	9	1	0	2	2	1	7	9	6	7	4	3	15	16	11	7	6	1	0	2	2	1	7	5	6	6	3
Nov.	7	7	12	17	13	2	0	1	0	3	8	7	32	5	3	3	5	4	8	10	9	2	0	1	0	3	4	5	16	5	3	2
Dec.	3	8	14	15	0	8	3	0	1	0	14	22	28	3	1	4	3	6	7	5	0	3	1	0	1	0	7	7	10	3	1	1
Frühj.	3	5	62	112	17	9	5	0	3	10	19	41	44	18	14	6	2	2	29	36	13	7	3	0	3	5	14	20	24	13	12	5
Som.	17	9	49	49	10	2	3	1	8	14	26	63	87	16	9	5	15	7	35	30	9	2	3	1	8	10	19	36	58	13	6	3
Hrbst.	14	27	59	44	23	14	2	1	4	14	19	39	61	19	15	9	10	20	35	27	19	10	2	1	4	12	12	26	33	17	12	6
Wint.	5	10	25	68	18	11	4	0	4	8	33	95	54	10	11	8	5	7	12	19	10	4	1	0	3	3	17	28	25	8	7	5
Jahr	39	51	195	273	68	36	14	2	19	46	97	238	246	63	49	28	32	36	111	112	51	23	9	2	18	30	62	110	140	51	37	19

Verhältniss der Häufigkeit zur Veränderung bei 100 Beobachtungen.

Tab. 24.

	N	NNO	NO	ONO	O	OSO	SO	SSO	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
F.	66.7	40.0	46.7	32.1	76.5	77.8	60.0	∞	100.0	50.0	73.7	48.8	54.5	72.2	85.7	83.3
S.	89.4	77.8	71.4	61.2	90.0	100.0	100.0	100.0	100.0	71.4	73.1	57.1	66.7	81.3	66.7	60.0
H.	71.4	74.1	59.3	61.3	82.6	71.4	100.0	100.0	100.0	85.7	63.2	66.7	54.1	89.5	80.0	66.7
W.	100.0	70.0	48.0	27.9	55.6	36.4	25.0	∞	75.0	37.5	51.5	29.4	46.3	80.0	63.6	62.5
J.	82.1	70.6	56.9	41.0	75.0	63.9	64.3	100.0	94.7	65.2	63.9	46.4	56.9	80.9	75.5	67.9

Veränderungen.

Tab. 25.

1. N.

	N	NNO	NO	ONO	O	OSO	SO	SSO	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
Frühjahr	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	1	–
Sommer	2	2	1	4	–	0	–	–	–	–	–	3	3	1	–	–
Herbst	3	1	–	2	1	1	–	–	–	–	2	1	1	–	–	2
Winter	–	1	1	–	1	–	–	–	–	–	–	–	1	1	–	–
Jahr	5	4	2	7	2	1	0	0	0	0	2	4	6	2	1	2

2. NNO.

	NNO	NO	ONO	O	OSO	SO	SSO	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N
Frühjahr	–	–	2	–	–	–	–	–	–	–	–	1	1	1	–	–
Sommer	2	2	1	–	–	–	–	–	–	–	1	2	–	–	–	1
Herbst	6	8	3	–	3	–	–	–	–	–	1	2	0	1	–	2
Winter	3	3	2	–	–	–	–	–	–	–	1	1	–	–	–	–
Jahr	11	13	8	0	3	0	0	0	0	0	3	6	1	2	0	3

Tab. 25.

	3. NO.															
	NO	ONO	O	OSO	SO	SSO	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	NNO
Frühjahr	31	14	2	2	1	–	2	–	1	–	2	3	–	2	1	1
Sommer	14	12	1	–	–	–	–	–	–	5	12	–	–	1	2	2
Herbst	24	14	1	–	–	–	1	1	–	3	6	–	2	–	1	6
Winter	12	6	2	1	1	–	–	–	–	–	—	–	–	–	–	4
Jahr	81	46	6	3	2	0	3	1	1	8	20	3	2	3	4	13

	4. ONO.															
	ONO	O	OSO	SO	SSO	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	NNO	NO
Frühjahr	75	7	5	2	–	–	1	–	2	1	1	2	–	1	–	17
Sommer	16	5	2	–	–	1	2	1	3	4	1	–	–	–	1	14
Herbst	17	6	–	–	–	1	1	–	3	2	–	1	–	–	4	9
Winter	47	6	2	3	–	1	–	–	1	2	–	–	–	–	1	5
Jahr	155	24	9	5	0	3	4	1	9	9	2	3	0	1	6	45

	5. O.															
	O	OSO	SO	SSO	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	NNO	NO	ONO
Frühjahr	4	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	2	10
Sommer	1	–	–	–	1	1	–	–	–	–	–	–	1	–	1	4
Herbst	4	2	–	–	–	1	1	3	3	–	–	1	1	1	3	3
Winter	8	1	–	–	–	–	–	1	1	–	–	–	–	–	–	7
Jahr	17	3	0	0	1	3	1	4	4	0	0	1	2	1	6	24

	6. OSO.															
	OSO	SO	SSO	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	NNO	NO	ONO	O
Frühjahr	2	–	–	–	–	–	–	–	1	1	–	–	–	3	1	1
Sommer	–	1	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–
Herbst	3	–	–	–	–	–	2	–	–	1	2	1	2	–	–	3
Winter	6	–	–	–	–	1	2	–	–	–	–	–	–	–	2	–
Jahr	11	1	0	0	0	1	4	1	1	2	2	1	2	3	3	4

Tab. 25.

	7. SO.															
	SO	SSO	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	NNO	NO	ONO	O	OSO
Frühjahr	1	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	1	1	1	–	–
Sommer	–	–	–	–	1	–	1	–	–	–	–	–	–	–	1	–
Herbst	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	1	–	–	–
Winter	1	–	–	–	–	–	2	–	–	–	–	–	–	–	1	–
Jahr	2	0	0	0	1	0	4	0	0	1	0	1	2	1	2	0

8. SSO im Juli 1 Mal in NO und im Nov. 1 Mal in WSW.

	9. S.															
	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	NNO	NO	ONO	O	OSO	SO	SSO
Frühjahr	–	–	1	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–
Sommer	–	1	2	1	2	–	–	–	–	–	–	1	–	–	1	–
Herbst	–	1	1	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	1	–
Winter	1	1	1	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Jahr	1	3	5	3	2	0	0	0	0	0	1	1	0	1	2	0

	10. SSW.															
	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	NNO	NO	ONO	O	OSO	SO	SSO	S
Frühjahr	4	1	2	2	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–
Sommer	4	–	1	4	1	–	–	1	–	1	1	–	–	–	1	–
Herbst	2	3	–	2	–	1	–	–	1	1	1	1	1	–	1	–
Winter	5	1	2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Jahr	15	5	5	8	1	1	0	1	2	2	2	1	1	0	2	0

	11. SW.															
	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	NNO	NO	ONO	O	OSO	SO	SSO	S	SSW
Frühjahr	4	2	4	1	2	–	–	1	1	2	–	–	1	–	–	1
Sommer	5	9	4	2	2	–	1	–	–	1	–	–	–	–	–	2
Herbst	6	4	3	1	–	–	–	1	1	–	–	1	–	–	1	1
Winter	16	6	6	–	–	–	–	–	1	2	–	–	–	–	1	1
Jahr	31	21	17	4	4	0	1	2	3	5	0	1	1	0	2	5

Tab. 25.

	12. WSW.															
	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	NNO	NO	ONO	O	OSO	SO	SSO	S	SSW	SW
Frühjahr	19	7	2	–	3	1	–	2	1	1	–	–	–	–	2	3
Sommer	26	17	2	1	1	3	2	3	–	1	–	–	–	2	–	5
Herbst	13	6	7	–	–	–	–	1	–	3	1	–	–	1	4	2
Winter	65	8	1	3	1	–	–	1	1	–	1	–	–	1	–	11
Jahr	123	38	12	4	5	4	2	7	2	5	2	0	0	4	6	21

	13. W.															
	W	WNW	NW	NNW	N	NNO	NO	ONO	O	OSO	SO	SSO	S	SSW	SW	WSW
Frühjahr	18	2	4	–	–	–	2	1	2	–	–	–	–	–	5	10
Sommer	28	4	4	1	4	–	10	5	–	–	1	–	4	–	10	12
Herbst	28	7	4	1	2	2	4	1	1	–	1	–	–	2	3	5
Winter	28	5	2	2	1	–	1	–	–	–	–	–	–	1	2	12
Jahr	102	18	14	4	7	2	17	7	3	0	2	0	4	3	20	39

	14. WNW.															
	WNW	NW	NNW	N	NNO	NO	ONO	O	OSO	SO	SSO	S	SSW	SW	WSW	W
Frühjahr	6	–	1	–	–	2	2	–	–	–	–	–	1	–	2	4
Sommer	3	1	1	1	–	2	1	–	–	–	–	–	–	–	2	5
Herbst	2	1	0	1	0	2	2	2	–	–	–	–	–	1	1	7
Winter	3	1	3	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	2	–
Jahr	14	3	5	2	0	6	6	2	0	0	0	0	1	1	7	16

	15. NW.															
	NW	NNW	N	NNO	NO	ONO	O	OSO	SO	SSO	S	SSW	SW	WSW	W	WNW
Frühjahr	1	–	–	1	1	1	–	–	–	–	–	–	3	2	3	2
Sommer	1	–	1	–	–	2	–	–	–	–	–	–	1	–	2	2
Herbst	3	2	1	2	2	1	–	–	–	–	–	1	–	2	–	1
Winter	3	1	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1	2	3	–
Jahr	8	3	3	3	3	4	0	0	0	0	0	1	5	6	8	5

Tab. 25.

	16. NNW.															
	NNW	N	NNO	NO	ONO	O	OSO	SO	SSO	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW
Frühjahr	–	–	–	1	–	–	–	–	–	1	–	1	1	–	–	2
Sommer	1	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	1	–	2	–	–
Herbst	2	1	1	1	–	–	1	–	–	–	–	–	–	1	–	2
Winter	4	–	1	1	1	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1
Jahr	7	1	2	3	1	1	1	0	0	1	0	2	1	3	0	5

	Summe der Veränderungen links.															
	N	NNO	NO	ONO	O	OSO	SO	SSO	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
Frühjahr	1	2	21	15	1	1	1	–	2	6	10	14	9	5	3	2
Sommer	8	3	13	9	2	1	2	–	6	7	18	26	28	6	3	1
Herbst	5	14	18	10	6	3	1	1	2	7	8	15	20	8	7	4
Winter	3	6	9	13	1	3	2	–	3	3	14	15	13	5	2	3
Jahr	17	25	61	47	10	8	6	1	13	23	50	70	70	24	15	10

	rechts.															
	N	NNO	NO	ONO	O	OSO	SO	SSO	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
Frühjahr	2	3	9	21	12	5	3	–	1	–	3	6	16	7	9	4
Sommer	7	4	17	18	7	1	1	1	2	2	2	8	30	6	5	4
Herbst	6	7	15	17	9	6	1	–	2	3	4	8	10	9	5	3
Winter	2	1	4	7	8	2	1	–	–	–	2	13	16	2	6	1
Jahr	17	15	45	61	36	14	6	1	5	5	11	35	72	24	25	12

	Stillstände	Uebersprünge	Veränderungen			Beobachtungen
			links	rechts	Summe	
Frühjahr	164	8	93	101	202	366
Sommer	104	12	133	115	260	364
Herbst	114	18	129	103	250	364
Winter	205	5	95	65	165	370
Jahr	587	43	450	384	877	1464

Veränderungen bei 10000 Beobachtungen.

Tab. 26.

1. N.

	N	NNO	NO	ONO	O	OSO	SO	SSO	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
F.	—	—	—	27.32	—	—	—	—	—	—	—	—	27.32	—	27.32	—
S.	54.94	54.94	27.47	109.88	—	27.47	—	—	—	—	—	82.41	82.41	27.47	—	—
H.	54.94	54.94	—	54.94	27.47	27.47	—	—	—	—	54.94	27.47	27.47	—	—	54.94
W.	—	27.02	27.02	—	27.02	—	—	—	—	—	—	—	27.02	27.02	—	—
J.	27.32	34.15	13.66	47.81	13.66	13.66	—	—	—	—	13.66	27.32	40.98	13.66	6.83	13.66

2. NNO.

	NNO	NO	ONO	O	OSO	SO	SSO	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N
F.	—	—	54.64	—	—	—	—	—	—	—	—	27.32	27.32	27.32	—	—
S.	54.94	54.94	27.47	—	—	—	—	—	—	—	27.47	54.94	—	—	—	27.47
H.	164.82	219.76	82.42	—	82.41	—	—	—	—	—	27.47	54.94	27.47	27.47	—	54.94
W.	81.05	81.05	54.05	—	—	—	—	—	—	—	27.02	27.02	—	—	—	—
J.	75.14	88.78	54.64	—	20.49	—	—	—	—	—	20.49	40.98	13.66	13.66	—	20.49

3. NO.

	NO	ONO	O	OSO	SO	SSO	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	NNO
F.	846.99	382.51	54.64	54.64	27.32	—	54.64	—	27.32	—	54.64	81.96	—	54.64	27.32	27.32
S.	348.62	329.67	27.47	—	—	—	—	—	—	137.36	329.62	—	—	27.47	54.94	54.94
H.	659.34	348.62	27.47	—	—	—	27.47	27.47	—	82.42	162.84	—	54.94	—	27.47	162.84
W.	324.32	162.16	54.05	27.02	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	108.10
J.	533.28	314.20	40.98	20.49	6.83	—	20.49	6.83	6.83	54.64	136.61	20.49	13.66	20.49	27.32	88.79

4. ONO.

	ONO	O	OSO	SO	SSO	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	NNO	NO
F.	2049.18	191.23	136.61	54.64	—	—	27.32	—	54.64	27.32	—	54.64	—	27.32	—	464.43
S.	439.56	137.36	54.94	—	—	47.47	54.94	27.47	82.42	109.88	27.47	—	—	—	27.47	247.25
H.	247.03	164.84	—	—	—	47.47	27.47	—	82.42	54.94	—	27.47	—	—	27.47	137.36
W.	1280.27	162.16	54.05	81.08	—	27.02	—	—	27.02	54.05	—	—	—	—	27.02	135.13
J.	1058.74	163.93	61.47	34.15	—	20.49	27.32	6.83	61.47	61.47	6.83	20.49	—	6.83	40.98	307.35

Tab. 26.

5. O.

	O	OSO	SO	SSO	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	NNO	NO	ONO
F.	109.29	—	—	—	—	27.32	—	—	—	—	—	—	—	—	54.64	273.23
S.	27.47	—	—	—	27.47	27.47	—	—	—	—	—	—	27 47	—	27.47	109.89
H.	109.89	27.94	—	—	—	27.47	27.47	82.42	82.42	—	—	27.47	27.47	27.47	82.42	82.42
W.	216.22	27.02	—	—	—	—	—	27.02	27.02	—	—	—	—	—	—	189.19
J.	116.12	20.49	—	—	6.83	20.49	6.83	27.32	27.32	—	—	6.83	13.66	6.83	40.98	136.93

6. OSO.

	OSO	SO	SSO	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	NNO	NO	ONO	O
F.	54.64	—	—	—	—	—	—	—	27.32	27.32	—	—	—	81.96	27.32	27.32
S.	—	27.47	—	—	—	—	—	27.47	—	—	—	—	—	—	—	—
H.	82.42	—	—	—	—	—	54.94	—	—	27.47	54.94	27.47	54.94	—	—	82.42
W.	162.16	—	—	—	—	27.02	54.05	—	—	—	—	—	—	—	54.05	—
J.	75.14	6.83	—	—	—	6.83	27.32	6.83	6.83	13.66	13.66	6.83	13.66	20.49	20.49	27.32

7. SO.

	SO	SSO	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	NNO	NO	ONO	O	OSO
F.	27.32	—	—	—	—	—	27.32	—	—	—	—	27.32	27.32	27.32	—	—
S.	—	—	—	—	27.47	—	27.47	—	—	—	—	—	—	—	27.47	—
H.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27.47	—	—	27.47	—	—	—
W.	27.03	—	—	—	—	—	54.05	—	—	—	—	—	—	—	27.03	—
J.	13.66	—	—	—	6.83	—	27.32	—	—	6.83	—	6.83	13.66	6.83	13.66	—

8. SSO im Frühj. 27.47 in NO (Jahr 6.83) und im Herbst 27.47 in WSW (Jahr 6.83).

9. S.

	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	NNO	NO	ONO	O	OSO	SO	SSO
F.	—	—	27.32	27.32	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27.32	—	—
S.	—	27.47	54.94	27.47	54.94	—	—	—	—	—	—	27.47	—	—	27.47	—
H.	—	27.47	27.47	—	—	—	—	—	—	—	27.47	—	—	—	27.47	—
W.	27.03	27.03	27.03	27.03	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
J.	6.83	20.49	34.15	20.49	13.66	—	—	—	—	—	6.83	6.83	—	6.83	13.66	—

Tab. 26.

10. SSW.

	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	NNO	NO	ONO	O	OSO	SO	SSO	S
F.	109.29	27.32	54.64	54.64	—	—	—	—	27.32	—	—	—	—	—	—	—
S.	109.29	—	27.47	109.29	27.47	—	—	27.47	—	27.47	27.47	—	—	—	27.47	—
H.	54.94	82.42	—	54.94	—	27.47	—	—	27.47	27.47	27.47	27.47	27.47	—	27.47	—
W.	135.14	27.03	54.05	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
J.	102.46	34.15	34.15	54.64	6.83	6.83	—	6.83	13.66	13.66	13.66	6.83	6.83	—	13 66	—

11. SW.

	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	NNO	NO	ONO	O	OSO	SO	SSO	S	SSW
F.	109.29	54.64	109.29	27.32	54.64	—	—	27.32	27.32	54.64	—	—	27.32	—	—	27.32
S.	137.36	247.25	109.29	54.94	54.94	—	27.47	—	—	27.47	—	—	—	—	—	54.94
H.	164.84	109 89	82.42	27.47	—	—	—	27.47	27.47	—	—	27.47	—	—	27.47	27.47
W.	396.43	126.16	126.16	—	—	—	—	—	27.03	54.05	—	—	—	—	27.03	27.03
J.	211.75	143.44	116.12	27.32	27.32	—	6.83	13.66	20.49	34.15	—	6.83	6.83	—	13.66	34.15

12. WSW.

	WSW	W	WNW	NW	NNW	N	NNO	NO	ONO	O	OSO	SO	SSO	S	SSW	SW
F.	519.13	191.26	54.64	—	81.97	27.32	—	54.64	27.32	27.32	—	—	—	—	54.64	81.97
S.	714.26	467.03	54.94	27.47	27.47	82.42	54.94	82.42	—	27.47	—	—	—	54.94	—	137.36
H.	357.14	164 84	192.31	—	—	—	—	27.47	—	82.42	27.47	—	—	27.47	109.89	54.94
W.	1756.76	216.22	27.03	81.08	27.03	—	—	27.03	27.03	—	27.03	—	—	27.03	—	297.30
J.	840.16	259.56	81.97	27.32	34.15	27.32	13.66	47.81	13.66	34.15	13.66	—	—	27.32	40.98	143.75

13. W.

	W	WNW	NW	NNW	N	NNO	NO	ONO	O	OSO	SO	SSO	S	SSW	SW	WSW
F.	491.80	54.64	109.29	—	—	—	54.64	27.32	54.64	—	—	—	—	—	136.61	273.22
S.	769.23	109.89	109.89	27.47	109.89	—	274.73	137.36	—	—	27.47	—	109.89	—	274.73	329.67
H.	769.23	192.31	109.89	27.47	54.94	54.94	109.89	27.47	27.47	—	27.47	—	—	54.94	82.42	137.36
W.	486.49	135.31	54.05	54.05	27.03	—	27.03	—	—	—	—	—	—	27.03	54.05	324.32
J.	696.72	122.95	95.63	27.32	47.81	13.66	116.12	47.81	20.49	—	13.66	—	27.32	20.49	136.61	266.39

Tab. 26.

14. WNW.

	WNW	NW	NNW	N	NNO	NO	ONO	O	OSO	SO	SSO	S	SSW	SW	WSW	W
F.	163.93	—	27.32	—	—	54.64	54.64	—	—	—	—	—	27.32	—	54.64	109.29
S.	82.42	27.47	27.47	27.47	—	54.94	27.47	—	—	—	—	—	—	—	54.94	137.36
H.	54.94	27 47	—	27.47	—	54.94	54.94	54.94	—	—	—	—	—	27.47	27 47	192.31
W.	81.08	27.03	81.08	—	—	—	27 03	—	—	—	—	—	—	—	54.05	—
J.	95.63	20.49	34 15	13.66	—	40.98	40.98	13.66	—	—	—	—	6.83	6.83	47.81	122.95

15. NW.

	NW	NNW	N	NNO	NO	ONO	O	OSO	SO	SSO	S	SSW	SW	WSW	W	WNW
F.	27.32	—	—	27.32	27.32	27.32	—	—	—	—	—	—	81.97	54.64	81.97	54.64
S.	27.47	—	27.47	—	—	54.94	—	—	—	—	—	—	27.47	—	54.94	54.94
H.	82.42	54.94	27.47	54.94	54.94	27.47	—	—	—	—	—	27.47	—	54 94	—	27.47
W.	81.08	27.03	27.03	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27.03	54.05	81.08	—
J.	54.64	20.49	20.49	20.49	20.49	27.32	—	—	—	—	—	6.83	34.15	40.98	54.64	34.15

16. NNW.

	NNW	N	NNO	NO	ONO	O	OSO	SO	SSO	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW
F.	—	—	—	27.32	—	—	—	—	—	27.32	—	27.32	27.32	—	—	54.64
S.	27.47	—	—	—	—	27.47	—	—	—	—	—	27.47	—	54.94	—	—
H.	54.94	27.47	27.47	27.47	—	—	27.47	—	—	—	—	—	—	27.47	—	54.94
W.	108.11	—	27.03	27.03	27.03	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27.03
J.	47.81	6.83	13.66	20.49	6.83	6.83	6.83	—	—	6.83	—	13.66	6.83	20.49	—	34.15

17. Veränderungen links.

	N	NNO	NO	ONO	O	OSO	SO	SSO	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
F.	27.32	54.64	573.77	409.84	27.32	27.32	27.32	—	54.64	163.93	273.22	382.90	245.90	136.61	81.97	54.64
S.	219.78	82.42	384.61	247.25	54.94	27.47	54.94	—	164.84	192.31	493.30	714.28	768.76	164.83	82.43	27.47
H.	137.36	384.61	494.50	274.72	164.74	82.42	27.47	27.47	54.94	192.31	219.78	412.09	549.45	219.78	192.31	109.89
W.	81.08	162.16	243.24	351.35	27.03	81.08	54.05	—	81.08	81.08	378.38	405.40	351.35	135.13	54.05	81.08
J.	116.12	170.76	416.67	321.04	68.31	54.64	40.98	6.83	88.80	157.10	341.53	478.14	478.14	163.93	102.46	68.31

rechts.

	N	NNO	NO	ONO	O	OSO	SO	SSO	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
F.	54.64	81.97	245.90	573.77	327.87	136.61	81.97	—	27.32	—	81.97	163.93	437.16	191.26	245.90	109.29
S.	192.30	109.89	467.03	494.50	192.31	27.47	27.47	27.47	54.94	54.94	54.94	219.78	824.17	164.84	137.36	109.89
H.	164.84	192.31	412.09	412.09	247.25	164.84	27.47	—	54.94	82.42	109.89	219.78	274.72	247.25	137.36	82.42
W.	54.05	27.03	135.14	189.19	216.22	54.05	27.03	—	—	—	54.05	351.35	432.43	54.05	162.16	27.03
J.	116.12	102.46	307.38	416.67	245.90	95.63	40.98	6.83	34.15	34.15	75.14	239.07	491.80	163.93	170.76	81.97

Tab. 26.

	18.					
	Stillstände	Uebersprünge	Links	Rechts	Summe der Veränderungen	Beobachtungen
Frühjahr	4480.87	218.58	2540.98	2759.56	5519.13	10000
Sommer	2857.14	329.67	3653.84	3159.34	7142.85	10000
Herbst	3131.87	494.51	3543.95	2829.67	6868.13	10000
Winter	5540.54	135.13	2567.57	1756.76	4459.46	10000
Jahr	4009.44	293.72	3073.77	2622.95	5990.44	10000

Tab. 27.

	Verhältnisse der Stillstände zu den Veränderungen	Verhältnisse der Veränderungen links zu rechts
Frühjahr	164 : 202 = 0.81188	93 : 101 = 0.92979
Sommer	104 : 260 = 0.40000	133 : 115 = 1.15652
Herbst	114 : 250 = 0.45600	129 : 103 = 1.25242
Winter	205 : 165 = 1.24242	95 : 65 = 1.46154
Jahr	587 : 877 = 0.66933	450 : 384 = 1.17187

Verhältnisse der Veränderungen links zu rechts nach den Bogen.

Tab. 28.

	22½°	45°	67½°	90°
F.	33 : 51 = 0.6741	23 : 17 = 1.3529	11 : 11 = 1.0000	8 : 9 = 0.8889
S.	54 : 47 = 1.1489	20 : 21 = 0.9524	14 : 6 = 2.3333	12 : 9 = 1.3333
H.	57 : 43 = 1.3256	21 : 19 = 1.1053	10 : 9 = 1.1111	9 : 9 = 1.0000
W.	38 : 41 = 1.9269	24 : 12 = 2.0000	11 : 5 = 2.2000	4 : 2 = 2.0000
J.	182 : 182 = 1.0000	88 : 69 = 1.2754	46 : 31 = 1.4839	33 : 29 = 1.1379

	112½°	135°	157½°	Uebersprünge 180°
F.	6 : 8 = 0.7500	8 : 3 = 2.6667	4 : 6 = 0.6667	9
S.	11 : 8 = 1.3750	17 : 16 = 1.0625	11 : 12 = 0.9167	3
H.	9 : 9 = 1.0000	12 : 15 = 0.8000	9 : 11 = 0.8182	9
W.	2 : 1 = 2.0000	6 : 2 = 3.0000	2 : 4 = 0.5000	4
J.	28 : 26 = 1.0769	43 : 36 = 1.1944	26 : 33 = 0.7879	25

Zusammenstellung	
0°	587
22½	364
45	157
67½	77
90	62
112½	54
135	79
157½	59
180	25
Beob.	1464

Verhältnisse der Veränderungen links zu rechts.

Tab. 29.

	N	NNO	NO	ONO	O	OSO	SO	SSO
Frühj.	0.5000	0.6667	2.3333	0.7143	0.0833	0.2000	0.3333	2.0000
Somm.	1.1423	0.7500	0.7635	0.5000	0.2857	1.0000	2.0000	0.0000
Herbst	0.8333	2.0000	1.2000	0.6667	0.6667	0.5000	1.0000	∞
Winter	1.5000	6.0000	2.2500	1.8571	0.1250	1.5000	2.0000	—
Jahr	1.0000	1.6667	1.3555	0.7705	0.2778	0.5714	1.0000	1.0000

	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
Frühj.	2.0000	∞	3.3333	2.3333	0.5625	0.7143	0.3333	0.5000
Somm.	3.0000	3.5000	9.0000	3.2500	0.9333	1.0000	0.6000	0.2500
Herbst	1.0000	2.3333	2.0000	1.8750	2.0000	0.8889	1.4000	1.3333
Winter	∞	∞	7.0000	1.1539	0.8125	2.5000	0.3333	3.0000
Jahr	2.6000	4.6000	4.5454	2.0000	0.9722	1.0000	0.6000	0.8333

Tab. 30.

Uebersprünge 180°							
N.S	: S.N	= —		O.W	: W.O	= 1.3333	
NNO.SSW	: SSW.NNO	= 0.0000		OSO.WNW	: WNW.OSO	= ∞	
NO.SW	: SW.NO	= 0.3333		SO.NW	: NW.SO	= —	
ONO.SSW	: SSW.ONO	= 4.5000		SSO.NNW	: NNW.SSO	= —	
22 ½°							
N.NNO	: NNO.N	= 1.3333		S.SSW	: SSW.S	= ∞	
NNO.NO	: NO.NNO	= 1.0000		SSW.SW	: SW.SSW	= 1.0000	
NO.ONO	: ONO.NO	= 1.0222		SW.WSW	: WSW.SW	= 1.0000	
ONO.O	: O.ONO	= 1.0000		WSW.W	: W.WSW	= 0.9744	
O.OSO	: OSO.O	= 0.7500		W.WNW	: WNW.W	= 1.1250	
OSO.SO	: SO.OSO	= ∞		WNW.NW	: NW.WNW	= 0.6000	
SO.SSO	: SSO.SO	= —		NW.NNW	: NNW.NW	= 0.6000	
SSO.S	: S.SSO	= —		NNW.N	: N.NNW	= 0.5000	

Tab. 30.

45°			67 1/2°			90°		
N.NO	: NO.N	= 0.5000	N.ONO	: ONO.N	= 7.0000	N.O	: O.N	= 1.0000
NNO.ONO	: ONO.NNO	= 1.3333	NNO.O	: O.NNO	= 0.0000	NNO.OSO	: OSO.NNO	= 1.5000
NO.O	: O NO	= 1.0000	NO.OSO	: OSO.NO	= 1.0000	NO.SO	: SO.NO	= 0.5000
ONO.OSO	: OSO.ONO	= 3.0000	ONO.SO	: SO.ONO	= 5.0000	ONO.SSO	: SSO.ONO	= —
O.SO	: SO.O	= 0.0000	O.SSO	: SSO.O	= —	O.S	: S.O	= ∞
OSO.SSO	: SSO.OSO	= —	OSO.S	: S.OSO	= 0.0000	OSO.SSW	: SSW.OSO	= 0.0000
SO.S	: S.SO	= 0.0000	SO.SSW	: SSW.SO	= —	SO.SW	: SW.SO	= 1.0000
SSO.SSW	: SSW.SSO	= 0.0000	SSO.SW	: SW.SSO	= —	SSO.WSW	: WSW.SSO	= ∞
S.SW	: SW.S	= 2.5000	S.WSW	: WSW.S	= 0.7500	S.W	: W.S	= 0.5000
SSW.WSW	: WSW.SSW	= 0.8333	SSW.W	: W.SSW	= 2.6667	SSW.WNW	: WNW.SSW	= 1.0000
SW.W	: W.SW	= 0.8500	SW.WNW	: WNW.SW	= 4.0000	SW.NW	: NW.SW	= 0.8000
WSW.WNW	: WNW.WSW	= 1.7143	WSW.NW	: NW.WSW	= 0.6667	WSW.NNW	: NNW.WSW	= 5.0000
W.NW	: NW.W	= 1.7500	W.NNW	: NNW.W	= 1.3333	W.N	: N.W	= 1.1667
WNW.NNW	: NNW.WNW	= ∞	WNW.N	: N.WNW	= 1.0000	WNW.NNO	: NNO.WNW	= 0.0000
NW.N	: N.NW	= 3.0000	NW.NNO	: NNO.NW	= 1.0000	NW.NO	: NO.NW	= 1.5000
NNW.NNO	: NNO.NNW	= ∞	NNW.NO	. NO.NNW	= 1.0000	NNW.ONO	; ONO.NNW	= ∞

112 1/2°			135°			157 1/2°		
N.OSO	: OSO.N	= 1.0000	N.SO	: SO.N	= —	N.SSO	: SSO.N	= —
NNO.SO	: SO.NNO	= 0.0000	NNO.SSO	: SSO.NNO	= —	NNO.S	: S.NNO	= —
NO.SSO	: SSO.NO	= 0.0000	NO.S	: S.NO	= 3.0000	NO.SSW	: SSW.NO	= 0.5000
ONO.S	: S.ONO	= 3.0000	ONO.SSW	: SSW.ONO	= 2.0000	ONO.SW	: SW.ONO	= 0.2000
O.SSW	: SSW.O	= 3.0000	O.SW	: SW.O	= ∞	O.WSW	: WSW.O	= 2.0000
OSO.SW	: SW.OSO	= 1.0000	OSO.WSW	: WSW.OSO	= 0.8000	OSO.W	: W.OSO	= ∞
SO.WSW	: WSW.SO	= —	SO.W	: W.SO	= 2.0000	SO.WNW	: WNW.SO	= —
SSO.W	: W.SSO	= —	SSO.WNW	: WNW.SSO	= —	SSO.NW	: NW.SSO	= —
S.WNW	: WNW.S	= —	S.NW	: NW.S	= —	S.NNW	: NNW.S	= 0.0000
SSW.NW	: NW.SSW	= 1.0000	SSW.NNW	: NNW.SSW	= —	SSW.N	: N.SSW	= ∞
SW.NNW	: NNW.SW	= 0.0000	SW.N	: N.SW	= 0.5000	SW.NNO	: NNO.SW	= ∞
WSW.N	: N.WSW	= 1.0000	WSW.NNO	: NNO.WSW	= 0.6667	WSW.NO	: NO.WSW	= 0.8750
W.NNO	: NNO.W	= 0.3333	W.NO	: NO.W	= 0.8500	W.ONO	: ONO.W	= 0.7778
WNW.NO	: NO.WNW	= 1.0000	WNW.ONO	: ONO.WNW	= 3.0000	WNW.O	: O.WNW	= ∞
NW.ONO	: ONO.NW	= 1.3333	NW.O	: O.NW	= —	NW.OSO	: OSO.NW	= 0.0000
NNW.O	: O.NNW	= 1.0000	NNW.OSO	: OSO.NNW	= 0.5000	NNW.SO	: SO.NNW	= 0.0000

Tab. 31.

Drehungen, beobachtet und auf 10000 reducirt.

	22½° links.															
	N NNO	NNO NO	NO ONO	ONO O	O OSO	OSO SO	SO SSO	SSO S	S SSW	SSW SW	SW WSW	WSW W	W WNW	WNW NW	NW NNW	NNW N
F.	—	—	12	7	—	—	—	—	—	1	2	5	1	—	—	—
	—	—	327.82	191.26	—	—	—	—	—	27.32	54.64	136.61	27.32	—	—	—
S.	2	1	7	2	—	—	—	—	1	—	6	11	1	—	—	1
	54.94	27.47	192.31	54.94	—	—	—	—	27.47	—	164.83	302.20	27.47	—	—	27.47
H.	—	6	7	2	1	—	—	—	—	2	3	6	5	—	—	1
	—	164.83	192.31	54.94	27.47	—	—	—	—	54.94	82.42	164.83	137.36	—	—	27.47
W.	—	3	5	5	1	—	—	—	—	—	6	5	1	—	—	—
	—	81.08	135.13	135.13	27.03	—	—	—	—	—	162.16	135.13	27.47	—	—	—
J.	2	10	31	16	2	—	—	—	1	3	17	27	8	—	—	2
	13.66	68.31	211.75	109.29	13.66	—	—	—	6.83	20.49	116.12	184.43	54.64	—	—	13.66

	22½° rechts.															
	N NNW	NNO N	NO NNO	ONO NO	O ONO	OSO O	SO OSO	SSO SO	S SSO	SSW S	SW SSW	WSW SW	W WSW	WNW W	NW WNW	NNW NW
F.	—	—	1	16	7	—	—	—	—	—	1	2	5	4	1	—
	—	—	27.32	437.16	191.26	—	—	—	—	—	27.32	54.64	136.61	109.29	27.32	—
S.	—	—	1	7	2	—	—	—	—	—	—	—	1	1	2	—
	—	—	27.47	192.31	54.94	—	—	—	—	—	—	—	27.47	27.47	54.94	—
H.	1	1	4	6	1	—	—	—	—	—	1	2	3	4	—	1
	27.47	27.47	109.89	164.83	27.47	—	—	—	—	—	27.47	54.94	82.42	109.89	—	27.47
W.	—	—	3	4	6	—	—	—	—	—	1	10	9	—	—	1
	—	—	81.08	108.11	162.16	—	—	—	—	—	27.03	270.27	243.24	—	—	27.03
J.	1	1	9	33	16	—	—	—	—	—	3	14	18	9	3	2
	6.83	6.83	61.47	225.41	109.29	—	—	—	—	—	20.49	95.63	122.95	61.47	20.49	13.66

Tab. 31.

	45° links.															
	N NO	NNO ONO	NO O	ONO OSO	O SO	OSO SSO	SO S	SSO SSW	S SW	SSW WSW	SW W	WSW WNW	W NW	WNW NNW	NW N	NNW NNO
F.	—	1	2	4	—	—	—	—	—	1	1	1	1	1	—	—
	—	27.32	54.64	109.29	—	—	—	—	—	27.32	27.32	27.32	27.32	27.32	—	—
S.	—	1	1	—	—	—	—	—	—	1	6	2	1	—	—	—
	—	27.47	27.47	—	—	—	—	—	—	27.47	164.83	54.94	27.47	—	—	—
H.	—	2	3	—	—	—	—	—	—	—	1	3	1	—	1	1
	—	54.94	82.42	—	—	—	—	—	—	—	27.47	82.42	27.47	—	27.47	27.47
W.	—	1	1	1	—	—	—	—	—	2	4	2	—	—	—	—
	—	27.03	27.03	27.03	—	—	—	—	—	54.05	108.11	54.05	—	—	—	—
J.	—	5	7	5	—	—	—	—	—	4	12	8	3	1	1	1
	—	34.15	47.81	34.15	—	—	—	—	—	27.32	95.63	54.64	20.49	6.83	6.83	6.83

	45° rechts.															
	N NW	NNO NNW	NO N	ONO NNO	O NO	OSO ONO	SO O	SSO OSO	S SO	SSW SSO	SW S	WSW SSW	W SW	WNW WSW	NW W	NNW WNW
F.	—	—	—	—	2	1	—	—	—	—	—	2	3	2	—	—
	—	—	—	—	54.64	27.32	—	—	—	—	—	54.64	81.97	54.64	—	—
S.	—	—	2	1	3	—	—	—	1	—	—	—	11	2	2	—
	—	—	54.94	27.47	82.42	—	—	—	27.47	—	—	—	302.20	54.94	54.94	—
H.	—	—	—	3	2	—	—	—	—	1	1	3	2	1	—	—
	—	—	—	82.42	54.94	—	—	—	—	27.47	27.47	82.42	54.94	27.47	—	—
W.	—	—	—	1	1	1	1	—	—	—	1	—	3	2	2	—
	—	—	—	27.03	27.03	27.03	27.03	—	—	—	27.03	—	82.42	54.94	54.94	—
J.	—	—	2	5	8	2	1	—	1	1	2	5	19	7	4	—
	—	—	13.66	34.15	54.64	13.66	6.83	—	6.83	6.83	13.66	34.15	129.78	47.81	27.32	—

Tab. 31.

	67½° links.															
	N ONO	NNO O	NO OSO	ONO SO	O SSO	OSO S	SO SSW	SSO SW	S WSW	SSW W	SW WNW	WSW NW	W NNW	WNW N	NW NNO	NNW NO
F.	1 27.32	— —	2 54.64	1 27.32	— —	— —	— —	— —	— —	2 54.64	2 54.64	— —	— —	— —	— —	— —
S.	3 82.42	— —	— —	1 27.47	— —	— —	— —	— —	1 27.47	2 54.94	1 27.47	2 54.94	1 27.47	— —	— —	— —
H.	1 27.47	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	2 54.94	2 54.94	— —	1 27.47	— —	— —	2 54.94
W.	— —	— —	1 27.03	2 54.05	— —	— —	— —	— —	1 27.03	— —	— —	5 135.13	2 54.05	— —	— —	1 27.03
J.	5 34.15	— —	3 20.49	4 27.32	— —	— —	— —	— —	2 13.66	6 40.98	5 34.15	7 47.81	4 27.32	— —	— —	3 20.49

	67½° rechts.															
	N WNW	NNO NW	NO NNW	ONO N	O NNO	OSO NO	SO ONO	SSO O	S OSO	SSW SO	SW SSO	WSW S	W SSW	WNW SW	NW WSW	NNW W
F.	— —	— —	— —	1 27.32	— —	2 54.64	1 27.32	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	1 27.32	— —
S.	— —	— —	— —	— —	— —	— —	1 27.47	— —	— —	— —	— —	2 54.94	3 82.42	— —	— —	1 27.47
H.	— —	1 27.47	2 54.94	— —	1 27.47	— —	— —	— —	— —	— —	— —	1 27.47	2 54.94	2 54.94	2 54.94	1 27.47
W.	1 27.03	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	1 27.03	— —	3 82.42	— —
J.	1 6.83	1 6.83	2 13.66	1 6.83	1 6.83	2 13.66	2 13.66	— —	— —	— —	— —	3 20.49	6 40.98	2 13.66	6 20.49	2 13.66

Tab. 31.

	90° links.															
	N/ O	NNO OSO	NO SO	ONO SSO	O S	OSO SSW	SO SW	SSO WSW	S W	SSW WNW	SW NW	WSW NNW	W N	WNW NNO	NW NO	NNW ONO
F.	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—
	—	—	54.64	—	—	—	—	—	—	—	81.97	—	—	—	—	—
S.	—	—	—	—	—	—	1	—	2	—	2	1	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	27.47	—	54.94	—	54.94	27.47	—	—	—	—
H.	1	3	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
	27.47	82.42	—	—	—	—	—	27.47	—	—	—	—	—	—	—	—
W.	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	1	1	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	54.05	—	—	27.47	27.47	—	—	—
J.	1	3	2	—	—	—	1	1	4	—	5	2	1	—	—	—
	6.83	20.49	13.66	—	—	—	6.83	6.83	27.32	—	34.15	13.66	6.83	—	—	—

	90° rechts.															
	N W	NNO WNW	NO NW	ONO NNW	O N	OSO NNO	SO NO	SSO ONO	S O	SSW OSO	SW SO	WSW SSO	W S	WNW SSW	NW SW	NNW WSW
F.	—	1	—	1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1	2	1
	—	27.32	—	27.32	—	—	27.32	—	—	—	—	—	—	27.32	54.94	27.32
S.	1	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	3	1	1	—
	27.47	—	—	27.47	27.47	—	—	—	—	—	—	—	82.42	27.47	27.47	—
H.	1	—	—	—	2	2	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
	27.47	—	—	—	54.94	54.94	—	—	—	27.47	—	—	—	—	—	—
W.	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1	—
	27.03	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27.03	—	27.03	—
J.	3	1	—	2	3	2	1	—	—	1	—	—	4	2	[illegible]	[illegible]
	20.49	6.83	—	13.66	20.49	13.66	6.83	—	—	6.83	—	—	27.32	13.6[illegible]	[illegible]	[illegible]

Tab. 31.

	112½° links.															
	N OSO	NNO SO	NO SSO	ONO S	O SSW	OSO SW	SO WSW	SSO W	S WNW	SSW NW	SW NNW	WSW N	W NNO	WNW NO	NW ONO	NNW O
F.	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1	—	1	—	1	2	—
	—	—	—	—	27.32	—	—	—	—	27.32	—	27.32	—	27.32	54.64	—
S.	1	—	—	2	1	—	—	—	1	1	—	5	1	—	1	1
	27.47	—	—	54.94	27.47	—	—	—	27.47	27.47	—	137.36	27.47	—	27.47	27.47
H.	—	—	—	—	1	—	—	—	1	—	—	—	2	1	1	1
	—	—	—	—	27.47	—	—	—	27.47	—	—	—	54.94	27.47	27.47	27.47
W.	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	1	—	—	1
	—	27.03	—	—	—	—	—	—	—	—	—	54.05	27.03	—	—	27.03
J.	1	1	—	2	3	—	—	—	2	2	—	8	4	2	4	3
	6.83	6.83	—	13.66	20.49	—	—	—	13.66	13.66	—	54.64	27.32	13.66	27.32	20.49

	112½° rechts.															
	N WSW	NNO W	NO WNW	ONO NW	O NNW	OSO N	SO NNO	SSO NO	S ONO	SSW O	SW OSO	WSW SO	W SSO	WNW S	NW SSW	NNW SW
F.	1	—	2	—	—	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	1
	27.32	—	54.64	—	—	—	27.32	—	27.32	—	—	—	—	—	—	27.32
S.	4	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1
	109.89	27.47	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27.47	—	27.47
H.	—	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—
	—	27.47	—	—	—	27.47	—	—	—	—	—	—	—	—	27.47	—
W.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
J.	5	2	2	—	—	1	1	—	1	—	—	—	—	1	1	2
	34.15	13.66	13.66	—	—	6.83	6.83	—	6.83	—	—	—	—	6.83	6.83	13.66

Tab. 31.

	135° links.															
	N SO	NNO SSO	NO S	ONO SSW	O SW	OSO WSW	SO W	SSO WNW	S NW	SSW NNW	SW N	WSW NNO	W NO	WNW ONO	NW O	NNW OSO
F.	— —	— —	1 27.32	1 27.32	— —	— —	1 27.32	— —	— —	— —	— —	— —	2 54.64	2 54.64	— —	— —
S.	— —	— —	— —	2 54.94	— —	— —	1 27.47	— —	— —	1 27.47	1 27.47	2 54.94	9 247.25	3 82.42	— —	— —
H.	— —	— —	2 54 94	1 27.47	1 27.47	1 27.47	— —	— —	1 27.47	— —	— —	— —	4 109.89	1 27.47	— —	1 27.47
W.	— —	— —	1 27.03	— —	— —	2 54.05	2 54.05	— —	— —	— —	— —	1 27.47	1 27.47	1 27.47	— —	— —
J.	— —	— —	4 27.32	4 27.32	1 6.83	3 20.49	4 27.32	— —	1 6.83	1 6.83	1 6.83	3 20.49	16 109.29	7 47.81	— —	1 6.83

	135° rechts.															
	N SW	NNO WSW	NO W	ONO WNW	O NW	OSO NNW	SO N	SSO NNO	S NO	SSW ONO	SW O	WSW OSO	W SO	WNW SSO	NW S	NNW SSW
F.	— —	— —	4 109.29	1 27.32	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	1 27.32	— —	— —	— —
S.	1 27.47	2 54.94	8 219.78	— —	— —	— —	— —	— —	1 27.47	1 27.47	— —	— —	1 27.47	— —	— —	— —
H.	2 54.94	— —	5 137.36	— —	1 27.47	1 27.47	— —	— —	2 54.94	1 27.47	1 27.47	1 27.47	1 27.47	— —	— —	— —
W.	— —	1 27.03	1 27.03	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —
J.	3 20.49	3 20.49	18 122.95	1 6.83	1 6.83	1 6.83	— —	— —	3 20.49	2 13.66	1 6.83	1 6.83	3 20.49	— —	— —	— —

Tab. 31.

	157½° links.															
	N SSO	NNO S	NO SSW	ONO SW	O WSW	OSO W	SO WNW	SSO NW	S NNW	SSW N	SW NNO	WSW NO	W ONO	WNW O	NW OSO	NNW SO
F.	—	—	—	1	—	—	—	—	1	—	1	3	1	—	—	—
	—	—	—	27.32	—	—	—	—	27.32	—	27.32	81.97	27.32	—	—	—
S.	—	—	—	1	—	1	—	—	—	2	—	1	6	—	—	—
	—	—	—	27.47	—	27.47	—	—	—	54.94	—	27.47	164.83	—	—	—
H.	—	—	1	—	3	—	—	—	—	—	1	1	3	2	—	—
	—	—	27.47	—	82.42	—	—	—	—	—	27.47	27.47	82.42	54.94	—	—
W.	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—
	—	—	—	27.03	27.03	—	—	—	—	—	—	—	—	27.03	—	—
J.	—	—	1	3	4	1	—	—	1	2	2	5	10	3	—	—
	—	—	6.83	20.49	27.32	6.83	—	—	6.83	13.66	13.66	34.15	68.30	20.49	—	—

	157½° rechts.															
	N SSW	NNO SW	NO WSW	ONO W	O WNW	OSO NW	SO NNW	SSO N	S NNO	SSW NO	SW ONO	WSW O	W OSO	WNW SO	NW SSO	NNW S
F.	—	2	2	1	—	1	—	—	—	—	2	—	—	—	—	1
	—	54.64	54.64	27.32	—	27.32	—	—	—	—	54.64	—	—	—	—	27.47
S.	—	—	3	3	—	—	—	—	—	1	1	1	—	—	—	—
	—	—	82.42	82.42	—	—	—	—	—	27.32	27.32	27.32	—	—	—	—
H.	—	—	4	4	—	1	1	—	—	2	—	4	—	—	—	—
	—	—	109.89	109.89	—	27.47	27.47	—	—	54.94	—	109.89	—	—	—	—
W.	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—
	—	—	—	54.05	—	—	—	—	—	—	54.05	—	—	—	—	—
J.	—	2	9	10	—	2	1	—	—	3	5	5	—	—	—	1
	—	13.66	61.47	68.30	—	13.66	6.83	—	—	20.49	34.15	34.15	—	—	—	6.83

Tab. 31.

	180° links.															
	N S	NNO SSW	NO SW	ONO WSW	O W	OSO WNW	SO NW	SSO NNW	S N	SSW NNO	SW NO	WSW ONO	W O	WNW OSO	NW SO	NNW SSO
F.	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—
	—	—	27.32	—	—	—	—	—	—	—	—	27.32	—	—	—	—
S.	—	—	—	1	1	—	—	—	1	—	—	2	1	—	—	—
	—	—	—	27.47	27.47	—	—	—	27.47	—	—	54.94	54.94	—	—	—
H.	—	—	—	—	—	1	—	—	—	1	—	2	2	1	—	—
	—	—	—	—	—	27.47	—	—	—	27.47	—	54.94	54.94	27.47	—	—
W.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27.03	—	—	—
J.	—	—	1	1	1	1	—	—	1	1	—	5	4	1	—	—
	—	—	6.83	6.83	6.83	6.83	—	—	6.83	6.83	—	34.15	27.32	6.83	—	—

	180° rechts.															
	N S	NNO SSW	NO SW	ONO WSW	O W	OSO WNW	SO NW	SSO NNW	S N	SSW NNO	SW NO	WSW ONO	W O	WNW OSO	NW SO	NNW SSO
F.	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	1	—	1	—	—	—
	—	—	—	—	—	27.32	—	—	—	—	27.32	—	27.32	—	—	—
S.	—	1	2	5	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
	—	27.47	54.94	137.36	—	—	—	—	—	—	27.47	—	—	—	—	—
H.	—	1	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	27.47	—	27.47	—	27.47	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
W.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27.03	—	—	—	—
J.	—	2	2	6	—	2	—	—	—	—	2	1	1	—	—	—
	—	13.66	13.66	40.98	—	13.66	—	—	—	—	13.66	6.83	6.83	—	—	—

Tab. 31.

Summe aller Drehungen links.

	N	NNO	NO	ONO	O	OSO	SO	SSO	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
F.	1 27.32	1 27.32	20 546.45	14 382.51	1 27.32	— —	1 27.32	— —	1 27.32	5 136.61	9 245.90	11 300.55	5 136.61	4 109 29	2 54.64	— —
S.	6 164.83	2 54.9'	8 219.78	9 247.25	2 54.94	1 27.47	2 54.94	— —	6	7	16	26	20	3	1	2
H.	2 54.94	11 302.20	13 357.14	3 82.42	6 164.83	2 54.94	— —	1 27.32	2 54.94	5 137.36	7 192.31	12 329.67	18 494.50	5 137.36	2 54.94	6 164.83
W.	— —	5 135.13	8 216.22	9 243.24	2 54.05	2 54.05	2 54.05	— —	3 81.08	2 54.05	10 270.27	16 432.43	7 189.19	2 54.05	— —	2 54.05
J.	9 61.47	19 129.78	49 334.70	35 239.07	11 75.14	5 34.15	5 34.15	1 6.83	12 81.97	19 129.78	42 286.88	65 444.00	50 341.53	14 95.63	5 34.15	10 68.31

Summe aller Drehungen rechts.

	N	NNO	NO	ONO	O	OSO	SO	SSO	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
F.	1 27.32	3 81.97	9 245.90	20 546.45	9 245.90	5 136.61	3 81.97	— —	1 27.32	— —	4 109.29	4 109.29	10 273.22	7 191.26	4 109.29	3 81.97
S.	6 164.83	4 109.89	16 439.56	17 467.03	6 164.83	— —	1 27.47	— —	2 54.94	2 54.94	2 54.94	3 82.42	19 521.98	5 137.36	5 137.36	2 54.94
H.	4 109.89	4 109.89	15 412.09	14 384.61	7 192.31	6 164.83	1 27.47	— —	2 54.94	5 137.36	3 82.42	11 362 20	8 219.78	7 192.31	3 82.42	2 54.94
W.	2 54.05	1 27.03	4 108.11	7 189.19	7 189.19	1 27.03	1 27.03	— —	— —	— —	4 108.11	11 297.30	14 378 38	2 54.05	6 164.83	1 27.03
J.	13 88.80	12 81.97	44 300.56	58 396.17	29 198.09	12 81.97	6 40.98	— —	5 34.15	7 47.81	13 88.80	29 198.09	51 348.37	21 143.44	18 122.95	8 54.64

Tab. 31.

	Summe aller Drehungen links.								
	22½°	45°	67½°	90°	112½°	135°	157½°	180°	Summe
F.	28 765.03	12 327.87	8 218.58	5 136.61	6 163.93	7 191.26	7 191.26	2 54.64	75 2049.18
S.	32 879.12	12 329.67	11 302.20	6 164.83	14 384.61	19 521.98	11 302.20	6 164.83	111 3049.44
H.	33 906.59	12 329.67	8 219.78	5 137.36	7 192.31	12 329.67	11 302.20	7 192.31	95 2609.89
W.	26 702.70	11 297.30	12 324.32	4 108.11	5 135.13	8 216.22	3 81.01	1 27.03	70 1891.89
J.	119 812.84	47 321.04	39 266.40	20 136.61	32 218.58	46 314.21	32 218.58	16 109.29	351 2397.54

	Summe aller Drehungen rechts.								
	22½°	45°	57½°	90°	112½°	135°	157½°	180°	Summe
F.	37 1010.93	10 273.22	5 136.61	7 191.26	6 163.93	6 163.93	9 245.90	3 82.42	83 2280.22
S.	14 384.61	22 604.40	7 192.31	8 219.78	7 192 31	14 384.61	9 247.25	9 247.25	90 2472.52
H.	24 659.34	13 357.14	12 329.67	6 164.83	3 82.42	15 412.09	16 439.56	3 82.42	92 2527.47
W.	34 918.92	12 324.33	5 135.13	3 81.08	— —	2 54.05	4 108.11	1 27.03	61 1648.89
J.	109 744.53	57 389.34	29 198.09	24 191.26	16 109.29	37 252.73	38 259.56	16 109.29	326 2226.78

Tab. 32.

	Verhältnisse der Stillstände zu den Drehungen	Verhältnisse der Drehungen links zu rechts
Frühjahr	164 : 162 = 1.01235	75 : 83 = 0.90361
Sommer	104 : 207 = 0.50241	111 : 90 = 1 23333
Herbst	114 : 187 = 0.60963	95 : 92 = 1.03261
Winter	205 : 138 = 1.48550	70 : 61 = 1.14754
Jahr	587 : 694 = 0.84582	351 : 326 = 1.07669

Drehungsverhältnisse nach Bogen links zu rechts.

Tab. 33.

	22½°	45°	67½°	90°	112½°	135°	157½°	180°	Summe
F.	0.7568	1.2000	1.6000	0.7143	1.0000	1.1667	0.7778	0.6667	0.9036
S.	2.2857	0.5454	1.5714	0.7500	2.0000	1.3571	1.2222	0.6667	1.2333
H.	1.3750	0.9231	0.6667	0.8333	2.3333	0.8000	0.6875	2.3333	1.0326
W.	0.7648	0.9167	2.4000	1.3333	∞	4.0000	0.7500	1.0000	1.1475
J.	1.0919	0.8246	1.3448	0.8333	2.0000	1.2432	0.8421	1.0000	1.0767

Tab. 33a.

F.	4114	1392	823	760	760	823	1139	316	10000
S.	2288	1691	895	696	1044	1642	995	746	10000
H.	3048	1337	1070	588	535	1444	1444	535	10000
W.	4580	1755	1298	534	382	763	534	153	10000

Verhältnisse der Drehungen links zu rechts.

Tab. 34.

	N	NNO	NO	ONO	O	OSO	SO	SSO
Frühj.	1.0000	0.3333	2.2222	0.7000	0.1111	0.0000	0.3333	—
Somm.	1.0000	0.5000	0.5000	0.5294	0.3333	∞	2.0000	—
Herbst	0.5000	2.7500	0.8667	0.2143	0.8571	0.3333	0.0000	∞
Winter	0.0000	5.0000	2.0000	1.2857	0.2857	2.0000	2.0000	—
Jahr	0.6923	1.5833	1.1136	0.6035	0.3797	0.4167	0.8333	∞

	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW
Frühj.	1.0000	∞	2.2500	2.7500	0.5000	0.5714	0.5000	0.0000
Somm.	3.0000	3.5000	8.0000	8.6667	1.0526	0.6000	0.2000	1.0000
Herbst	1.0000	1.0000	2.3333	1.0909	2.2500	0.7143	0.6667	3.0000
Winter	∞	∞	2.5000	1.4545	0.5000	1.0000	0.0000	2.0000
Jahr	2.4000	2.7143	3.2308	2.2414	0.9804	0.6667	0.2778	1.2500

Tab. 35.

22 1/2°				45°			
N . NNO	:	NNO . N	= 2.0000	N . NO	:	NO . N	= 0.0000
NNO . NO	:	NO . NNO	= 1.1111	NNO . ONO	:	ONO . NNO	= 1.0000
NO . ONO	:	ONO . NO	= 0.9515	NO . O	:	O . NO	= 0.8750
ONO . O	:	O . ONO	= 1.0000	ONO . OSO	:	OSO . ONO	= 2.5000
O . OSO	:	OSO . O	= ∞	O . SO	:	SO . O	= 0.0000
OSO . SO	:	SO . OSO	= —	OSO . SSO	:	SSO . OSO	= —
SO . SSO	:	SSO . SO	= —	SO . S	:	S . SO	= 0.0000
SSO . S	:	S . SSO	= —	SSO . SSW	:	SSW . SSO	= 0.0000
S . SSW	:	SSW . S	= ∞	S . SW	:	SW . S	= 0.0000
SSW . SW	:	SW . SSW	= 1.0000	SSW . WSW	:	WSW . SSW	= 0.8000
SW . WSW	:	WSW . SW	= 1.2143	SW . W	:	W . SW	= 0.6316
WSW . W	:	W . WSW	= 1.5000	WSW . WNW	:	WNW . WSW	= 1.1429
W . WNW	:	WNW . W	= 0.8889	W . NW	:	NW . W	= 0.7500
WNW . NW	:	NW . WNW	= 0.0000	WNW . NNW	:	NNW . WNW	= ∞
NW . NNW	:	NNW . NW	= 0.0000	NW . N	:	N . NW	= ∞
NNW . N	:	N . NNW	= 2.0000	NNW . NNO	:	NNO . NNW	= ∞

67 1/2°				90°			
N . ONO	:	ONO . N	= 5.0000	N . O	:	O . N	= 0.3333
NNO . O	:	O . NNO	= 0.0000	NNO . OSO	:	OSO . NNO	= 1.5000
NO . OSO	:	OSO . NO	= 1.5000	NO . SO	:	SO . NO	= 2.0000
ONO . SO	:	SO . ONO	= 2.0000	ONO . SSO	:	SSO . ONO	= —
O . SSO	:	SSO . O	= —	O . S	:	S . O	= —
OSO . S	:	S . OSO	= —	OSO . SSW	:	SSW . OSO	= 0.0000
SO . SSW	:	SSW . SO	= —	SO . SW	:	SW . SO	= ∞
SSO . SW	:	SW . SSO	= —	SSO . WSW	:	WSW . SSO	= ∞
S . WSW	:	WSW . S	= 0.6667	S . W	:	W . S	= 1.0000
SSW . W	:	W . SSW	= 1.0000	SSW . WNW	:	WNW . SSW	= 0.0000
SW . WNW	:	WNW . SW	= 2.5000	SW . NW	:	NW . SW	= 1.2500
WSW . NW	:	NW . WSW	= 1.1667	WSW . NNW	:	NNW . WSW	= 2.0000
W . NNW	:	NNW . W	= 2.0000	W . N	:	N . W	= 0.3333
WNW . N	:	N . WNW	= 0.0000	WNW . NNO	:	NNO . WNW	= 0.0000
NW . NNO	:	NNO . NW	= 0.0000	NW . NO	:	NO . NW	= —
NNW . NO	:	NO . NNW	= 1.5000	NNW . ONO	:	ONO . NNW	= 0.0000

Tab. 35.

112 ½°					135°				
N . OSO	:	OSO . N	=	1.0000	N . SO	:	SO . N	=	—
NNO . SO	:	SO . NNO	=	1.0000	NNO . SSO	:	SSO . NNO	=	—
NO . SSO	:	SSO . NO	=	—	NO . S	:	S . NO	=	1.3333
ONO . S	:	S . ONO	=	2.0000	ONO . SSW	:	SSW . ONO	=	2.0000
O . SSW	:	SSW . O	=	∞	O . SW	:	SW . O	=	1.0000
OSO . SW	:	SW . OSO	=	—	OSO . WSW	:	WSW . OSO	=	3.0000
SO . WSW	:	WSW . SO	=	—	SO . W	:	W . SO	=	1.3333
SSO . W	:	W . SSO	=	—	SSO . WNW	:	WNW . SSO	=	—
S . WNW	:	WNW . S	=	2.0000	S . NW	:	NW . S	=	∞
SSW . NW	:	NW . SSW	=	2.0000	SSW . NNW	:	NNW . SSW	=	∞
SW . NNW	:	NNW . SW	=	0.0000	SW . N	:	N . SW	=	0.3333
WSW . N	:	N . WSW	=	1.6000	WSW . NNO	:	NNO . WSW	=	1.0000
W . NNO	:	NNO . W	=	2.0000	W . NO	:	NO . W	=	0.8889
WNW . NO	:	NO . WNW	=	1.0000	WNW . ONO	:	ONO . WNW	=	7.0000
NW . ONO	:	ONO . NW	=	∞	NW . O	:	O . NW	=	0.0000
NNW . O	:	O . NNW	=	∞	NNW . OSO	:	OSO . NNW	=	1.0000

157 ½°					180°				
N . SSO	:	SSO . N	=	—	N . S	:	S . N	=	—
NNO . S	:	S . NNO	=	—	NNO . SSW	:	SSW . NNO	=	0.0000
NO . SSW	:	SSW . NO	=	0.3333	NO . SW	:	SW . NO	=	0.5000
ONO . SW	:	SW . ONO	=	0.6000	ONO . WSW	:	WSW . ONO	=	0.1667
O . WSW	:	WSW . O	=	0.8000	O . W	:	W . O	=	∞
OSO . W	:	W . OSO	=	∞	OSO . WNW	:	WNW . OSO	=	0.5000
SO . WNW	:	WNW . SO	=	—	SO . NW	:	NW . SO	=	∞
SSO . NW	:	NW . SSO	=	—	SSO . NNW	:	NNW . SSO	=	—
S . NNW	:	NNW . S	=	1.0000	S . N	:	N . S	=	∞
SSW . N	:	N . SSW	=	∞	SSW . NNO	:	NNO . SSW	=	∞
SW . NNO	:	NNO . SW	=	1.0000	SW . NO	:	NO . SW	=	0.0000
WSW . NO	:	NO . WSW	=	0.5555	WSW . ONO	:	ONO . WSW	=	5.0000
W . ONO	:	ONO . W	=	1.0000	W . O	:	O . W	=	4.0000
WNW . O	:	O . WNW	=	∞	WNW . OSO	:	OSO . WNW	=	∞
NW . OSO	:	OSO . NW	=	0.0000	NW . SO	:	SO . NW	=	—
NNW . SO	:	SO . NNW	=	0.0000	NNW . SSO	:	SSO . NNW	=	—

Durchschnittlicher Gang des Barometers und Thermometers.

Tab. 36.

Tage	Barom.	Therm.	Tage	Barom.	Therm.	Tage	Barom.	Therm.
Januar 1 – 5	723.820	— 1.12	Mai 6 – 10	722.088	+ 10.82	Sept. 3 – 7	727.878	+ 14.06
6 – 10	5.570	— 3.88	11 – 15	5.154	+ 11.62	8 – 12	6.808	+ 15.00
11 – 15	4.569	— 3.58	16 – 20	0.933	+ 11.53	13 – 17	4.760	+ 13.68
16 – 20	30 116	— 1.08	21 – 25	4.116	+ 13.00	18 – 22	5.497	+ 11.93
21 – 25	26.989	— 1.24	26 – 30	4.823	+ 14.93	23 – 27	5.234	+ 11.16
26 – 30	4.423	+ 0.83	Juni 31 – 4	6.177	+ 15.01	Octb. 28 – 2	5.972	+ 10.38
Febr. 31 – 4	2.291	— 1.75	5 – 9	6.004	+ 14.37	3 – 7	4.935	+ 10.90
5 – 9	0.287	— 3.55	10 – 14	6.719	+ 16.40	8 – 12	5.965	+ 8.27
10 – 14	6.607	— 3.13	15 – 19	5.809	+ 16.92	13 – 17	5.652	+ 6.97
15 – 19	3.354	— 0.49	20 – 24	5.897	+ 15.99	18 – 22	6.831	+ 5.91
20 – 24	2.410	— 0.99	25 – 29	5.461	+ 15.58	23 – 27	3.438	+ 5.50
März 25 – 1	19.548	+ 0.18	Juli 30 – 4	7.062	+ 16.66	Nov. 28 – 1	4.053	+ 4.95
2 – 6	24 983	— 0.55	5 – 9	5.665	+ 16.33	2 – 6	4.145	+ 4.46
7 – 11	8.412	+ 1.43	10 – 14	5.587	+ 15.49	7 – 11	3.206	+ 3.64
12 – 16	5.516	+ 3.04	15 – 19	6.068	+ 17.13	12 – 16	2.907	+ 5 62
17 – 21	2.709	+ 2.87	20 – 24	6.193	+ 16.02	17 – 21	5.812	+ 4.22
22 – 26	4.135	+ 2.81	25 – 29	5.353	+ 15.89	22 – 26	4.435	+ 2·50
27 – 31	5.705	+ 4.82	Aug. 30 – 3	5.678	+ 15.38	Dec. 27 – 1	8.714	+ 1.54
April 1 – 5	2.802	+ 5.68	4 – 8	6.746	+ 16.58	2 – 6	9.006	+ 0.48
6 – 10	1.906	+ 6.12	9 – 13	5.184	+ 15.75	7 – 11	8.640	— 0.28
11 – 15	3.472	+ 5.89	14 – 18	6.141	+ 15.58	12 – 16	9.076	+ 0.70
16 – 20	5.270	+ 8.84	19 – 23	6.528	+ 16.48	17 – 21	8.419	+ 1.39
21 – 25	5.976	+ 10.22	24 – 28	7.748	+ 15.64	22 – 26	30.585	+ 0.95
26 – 30	6.970	+ 12.78	Sept. 29 – 2	7.893	+ 15.87	27 – 31	32.148	+ 1.49
Mai 1 – 5	5.087	+ 12.44						

Barometerstand in den verschiedenen Mondsphasen.

Tab. 37.

Tag		Mittlerer Barometerstand	Nasse Tage	Trübe Tage	Verm. Tage	Helle Tage	Gewitter
○	1	727.058	23	44	26	5	2
	2	6.838	31	43	25	7	2
	3	6.632	28	50	22	3	5
	4	6.417	30	46	22	6	3
	5	6.505	26	46	23	5	3
	6	7.087	29	50	18	6	3
	7	7.079	31	43	24	7	5
☽	8	6.275	30	44	24	6	6
	9	5.746	31	49	22	4	6
	10	5.407	33	57	13	4	9
	11	5.279	37	49	23	2	5
	12	4.531	33	53	17	4	5
	13	4.946	32	43	27	4	4
	14	5.326	28	44	26	5	3
⊕	15	5.529	31	43	24	7	2
	16	5.634	41	44	29	1	7
	17	5.445	30	41	26	6	1
	18	5.314	37	53	19	2	3
	19	5.554	33	53	20	1	3
	20	5.787	32	49	20	5	2
	21	4.731	26	43	26	5	3
☾	22	5.782	38	49	20	5	6
	23	5.168	29	47	20	5	1
	24	5.896	34	47	24	3	5
	25	6.137	27	38	32	4	2
	26	6.627	30	44	25	5	2
	27	6.506	31	45	23	7	4
	28	6.020	31	44	17	13	1
	29	6.263	15	48	14	12	3

Tab. 38.

	Blühen des Seidelbastes	der Haselstaude	Schnee-schmelzen	Blühen der Veilchen	Erste Schmetterlinge	Ankunft der Störche	Grünen der Wiesen	Blühen der Aprikosen	der Cornelkirsche	der Pfirsiche
1816	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1817	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1818	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1819	—	—	—	—	—	—	III. 28	III. 30	—	III. 30
1820	—	—	—	—	—	II. 23	IV. 12	—	—	—
1821	—	—	III. 2	—	—	II. 23	III. 13	—	—	—
1822	—	II. 20	II. 8	—	—	II. 19	II. 18	—	—	—
1823	—	—	I. 25	—	—	II. 22	III. 30	III. 30	—	—
1824	—	—	IV. 10	—	—	II. 20	IV. 25	—	—	—
1825	—	—	III. 24	—	—	III. [illegible]	III. 31	—	—	—
1826	—	—	II. 6	—	—	II. 28	II. 21	—	—	—
1827	—	—	II. 28	—	—	III. 3	IV. 10	—	—	—
1828	—	I. 28	III. 25	—	—	II. 25	IV. 26	—	—	—
1829	—	—	III. 9	—	—	II. 22	III. 30	—	—	—
1830	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1831	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1832	—	—	II. 6	—	—	III. 15	—	—	—	—
1833	—	—	I. 30	—	—	II. 14	III. 27	—	—	—
1834	I. 21	I. 24	—	I. 28	—	III. 24	IV. 10	—	—	—
1835	I. 3	I. 15	—	I. 6	III. 2	III. 24	—	III. 15	—	—
1836	III. 25	III. 21	III. 5	III. 21	—	III. 17	—	IV. 21	IV. 10	IV. 10
1837	—	III. 10	III. 23	IV. 6	II. 11	II. 21	—	IV. 24	—	IV. 24
1838	—	II. 24	II. 22	III. 31	—	—	—	—	IV. 5	—
1839	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1840	II. 8	I. 30	—	—	III. 10	III. 29	—	IV. 6	—	—
1841	—	III. 13	III. 3	—	III. 10	III. 20	—	III. 13	—	—
1842	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1843	II. 20	II. 2	III. 8	—	III. 16	III. 16	III. 29	III. 21	III. 21	—
1844	III. 31	IV. 6	III. 16	—	—	III. 19	—	IV. 9	IV. 19	—
1845	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mittel	II. 14	II. 20	II. 28	III. 1	III. 4	III. 6	III. 30	IV. 2	IV. 6	IV. 11
Diff. Tg.	87	81	59	90	33	43	66	43	29	25

Tab. 38.

	Letzter Schnee	Ankunft des Kukuk	der Schwalben	Blühen der Kirschbäume	Allgemeine Belaubung	Blühen der Birnbäume	der Aepfelbäume	Fliegen der Maikäfer	Letzter Reif	Blühen des Roggen
1816	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1817	—	—	—	—	—	V. 5	—	—	—	—
1818	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1819	III. 24	—	—	—	IV. 1	—	—	—	V. 15	V. 20
1820	V. 30	—	—	—	—	IV. 20	IV. 20	—	—	V. 29
1821	V. 21	—	—	IV. 26	—	—	—	—	VI. 25	V. 29
1822	IV. 3	—	—	III. 27	—	III. 30	IV. 23	—	V. 3	—
1823	IV. 21	—	—	IV. 29	—	IV. 29	—	—	VI. 24	V. 25
1824	IV. 6	—	—	V. 4	V. 4	IV. 15	IV. 15	—	VI. 23	—
1825	IV. 19	—	—	—	—	—	—	—	VI. 6	—
1826	IV. 29	—	IV. 20	V. 1	—	IV. 10	—	—	VI. 18	V. 31
1827	IV. 30	—	—	IV. 20	—	IV. 20	—	—	VI. 8	V. 31
1828	III. 25	—	—	—	—	IV. 25	—	—	IV. 25	V. 26
1829	IV. 30	—	—	—	—	IV. 22	—	—	VI. 20	—
1830	—	—	—	—	—	—	III. 28	—	—	—
1831	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1832	V. 13	—	—	—	—	—	IV. 24	IV. 12	V. 21	V. 26
1833	IV. 25	—	—	—	V. 6	V. 3	V. 3	—	IV. 30	—
1834	V. 5	—	IV. 2	IV. 20	—	IV. 19	—	—	V. 31	IV. 30
1835	—	IV. 18	IV. 5	IV. 19	IV. 28	V. 2	V. 2	IV. 27	—	V. 16
1836	V. 1	IV. 19	IV. 16	IV. 22	—	V. 17	V. 17	V. 4	V. 26	VI. 18
1837	IV. 21	IV. 27	V. 1	V. 8	V. 10	V. 20	V. 30	V. 30	V. 14	VI. 19
1838	IV. 29	IV. 24	V. 1	V. 1	—	V. 8	V. 19	V. 1	—	VI. 1
1839	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1840	III. 31	IV. 21	—	IV. 21	—	IV. 28	—	V. 15	V. 3	V. 23
1841	IV. 6	IV. 15	IV. 30	IV. 24	IV. 25	IV. 30	—	IV. 25	VI. 15	V. 25
1842	III. 28	—	—	—	—	—	—	—	VI. 5	—
1843	III. 26	IV. 15	IV. 12	IV. 9	IV. 8	IV. 21	IV. 30	IV. 21	V. 6	IV. 29
1844	III. 14	IV. 14	IV. 29	IV. 21	IV. 26	V. 13	—	IV. 25	V. 6	V. 25
1845	III. 18	—	—	—	—	—	—	—	V. 21	—
Mittel	IV. 17	IV. 20	IV. 20	IV. 23	IV. 26	IV. 28	IV. 30	V. 1	V. 26	V. 26
Diff. Tg.	77	13	29	42	39	51	63	48	61	32

Tab. 38.

	Heuerndte	Ertrag	Blüthen des Kornes	der Weinrebe	Erste reife Kirschen oder Erdbeeren	Erndte der Wintergerste	des Lewat	des Roggen
1816	VI. 20	wenig, schlecht	—	V.	—	—	—	VIII. 6
1817	V. 8	viel, gut	—	VI. 7	—	VI. 1	—	VII. 29
1818	—	—	—	—	—	—	—	—
1819	VI. 7	gut, ziemlich	V. 30	V. 31	—	VI. 21	—	VII. 8
1820	VI. 27	gut, ziemlich	V. 29	VI. 15	VI. 24	VI. 28	—	—
1821	VI. 6	viel	—	—	VI. 20	VI. 20	—	VII. 8
1822	V. 24	viel, gut	—	V. 24	V. 28	V. 24	—	VI. 22
1823	VI. 6	viel, gut	—	VI. 6	—	VII. 11	VII. 11	—
1824	VI. 20	viel	VI. 30	VI. 30	—	VII. 8	—	VII. 29
1825	VI. 5	ziemlich gut	VI. 15	VI. 15	VI. 24	VI. 22	VII. 20	VII. 22
1826	VI. 6	viel, gut	—	VI. 15	—	VII. 1	VII. 12	VII. 17
1827	VI. 20	viel, gut	—	VI. 12	—	VI. 25	VII. 11	VII. 14
1828	V. 30	sehr viel	VI. 2	VI. 11	—	VI. 28	VII. 15	VII. 15
1829	VI. 6	sehr viel	VI. 15	VI. 15	—	VI. 28	VII. 19	VII. 29
1830	—	—	—	—	—	—	VII. 24	—
1831	—	—	—	—	—	—	—	—
1832	VI. 12	wenig	—	VI. 15	—	—	—	VII. 24
1833	V. 24	viel, gut	VI. 8	VI. 8	—	VII. 16	—	VII. 20
1834	V. 25	wenig, gut	—	VI. 1	—	VI. 24	VII. 10	VII. 10
1835	V. 31	—	V. 26	VI. 1	V. 16	VI. 21	VI. 23	VII. 7
1836	VI. 18	viel, gut	—	VI. 28	VI. 11	—	VI. 22	—
1837	VI. 15	viel, gut	VI. 22	VII. 1	VI. 22	VII. 5	VII. 31	VII. 23
1838	VI. 17	viel, gut	VI. 20	VI. 25	VI. 9	—	VII. 15	VII. 21
1839	—	—	—	—	—	—	—	—
1840	VI. 11	nicht viel, gut	VI. 1	VI. 15	VI. 11	—	—	VII. 20
1841	V. 25	viel, gut	—	—	VII. 4	VI. 26	VI. 26	VII. 18
1842	—	—	—	—	—	—	—	—
1843	V. 30	viel	—	VII. 7	—	—	—	VII. 31
1844	VI. 24	gut	VI. 14	VI. 21	—	—	—	VII. 22
1845	—	—	—	—	—	—	—	—
Mittel	VI. 7	--	VI. 10	VI. 14	VI. 14	VI. 25	VII. 12	VII. 19
Diff. Tg.	47	—	35	44	49	53	39	39

Tab. 38.

	Erndte des Kornes	Ertrag	Erndte des Hanfes	Abzug der Störche
1816	VIII. 15	wenig, aber ergiebig, nass eingesammelt	—	—
1817	—	reich	—	—
1818	—	— —	—	—
1819	VII. 15	viel, aber leicht	—	—
1820	VII. 28	mittelmässig	VII. 28	—
1821	VII. 8	gut	VII. 23	—
1822	VI. 22	reich	VII. 18	—
1823	VII. 30	ziemlich	VIII. 13	—
1824	VIII. 1	durch Hagel meist zerstört	—	—
1825	VII. 25	mittelmässig	—	—
1826	VII. 20	ziemlich	—	—
1827	VII. 21	wenig	VII. 11	—
1828	VII. 21	gut	VII. 30	—
1829	VII. 29	reich	VIII. 4	—
1830	—	— —	—	—
1831	—	— —	—	—
1832	VII. 28	reich	—	—
1833	VII. 24	mittlerer	—	—
1834	VII. 15	nicht viel, aber schwere Garben	—	—
1835	VII. 14	— —	IX. 10	VIII. 23
1836	VII. 21	gut	—	VIII. 25
1837	VII. 30	— —	—	—
1838	VII. 26	mittelmässig	VIII. 5	—
1839	—	— —	—	—
1840	VIII. 1	— —	—	—
1841	VII. 24	mittelmässig	VII. 28	—
1842	—	— —	—	—
1843	VIII. 4	gut	IX. 18	VIII. 10
1844	VII. 25	reichlich	—	VIII. 17
1845	—	— —	—	—
Mittel	VII. 24	— —	VIII. 6	VIII. 19
Diff. Tg.	43	— —	61	15

Tab. 38.

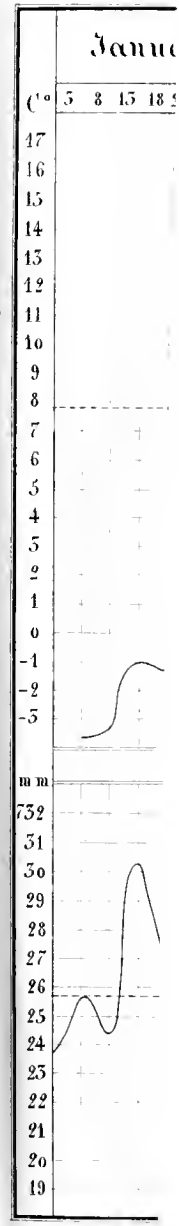
	Blüben der Zeitlose	Hafererndte	Abzug der Schwalben	Kartoffelerndte	Ertrag	Erster Reif	Entfärben der Buchen
1816	—	—	—	X. 6	wenig	—	—
1817	—	—	—	IX. 30	ergiebig	—	—
1818	—	—	—	—	—	—	—
1819	—	—	—	IX. 30	ziemlich	IX. 21	—
1820	—	VIII. 30	—	IX. 28	viel	IX. 28	—
1821	—	IX. 24	—	IX. 30	mittelmässig	X. 20	—
1822	—	—	—	X. 19	reichlich	IX. 18	—
1823	—	VIII. 30	—	IX. 26	ziemlich	XI. 4	—
1824	—	—	—	IX. 30	ziemlich, aber klein	—	—
1825	—	VIII. 22	—	IX. 30	mittelmässig	X. 17	—
1826	—	VIII. 29	—	IX. 30	gering	IX. 22	—
1827	—	VIII. 19	—	IX. 30	mittelmässig	VIII. 30	—
1828	—	—	—	IX. 30	reichlich	X. 12	X. 30
1829	—	VIII. 28	—	X. 12	erfreulich	X. 10	—
1830	—	—	—	—	—	—	—
1831	—	—	—	—	—	—	—
1832	VIII. 21	—	—	IX. 28	gering	IX. 20	XI. 3
1833	—	VIII. 31	—	IX. 27	reichlich	X. 25	—
1834	—	—	—	IX. 30	günstig	IX. 24	—
1835	VIII. 10	—	IX. 1	—	—	—	—
1836	—	IX. 1	—	IX. 30	mittelmässig	—	—
1837	IX. 4	IX. 5	—	—	—	—	—
1838	—	—	VIII. 30	—	—	X. 10	—
1839	—	—	—	—	—	—	—
1840	VIII. 24	—	—	IX. 22	reichlich	X. 5	—
1841	VIII. 10	—	IX. 4	IX. 9	reichlich	X. 19	—
1842	—	—	—	—	—	X. 7	—
1843	VIII. 26	VIII. 29	X. 1	IX. 18	—	IX. 30	—
1844	VIII. 20	—	—	IX. 22	reichlich	XI. 7	—
1845	—	—	—	—	—	X. 13	—
Mittel	VIII. 21	VIII. 31	IX. 1	IX. 29	—	X. 7	XI. 2
Diff. Tg.	25	36	5	40	—	69	4

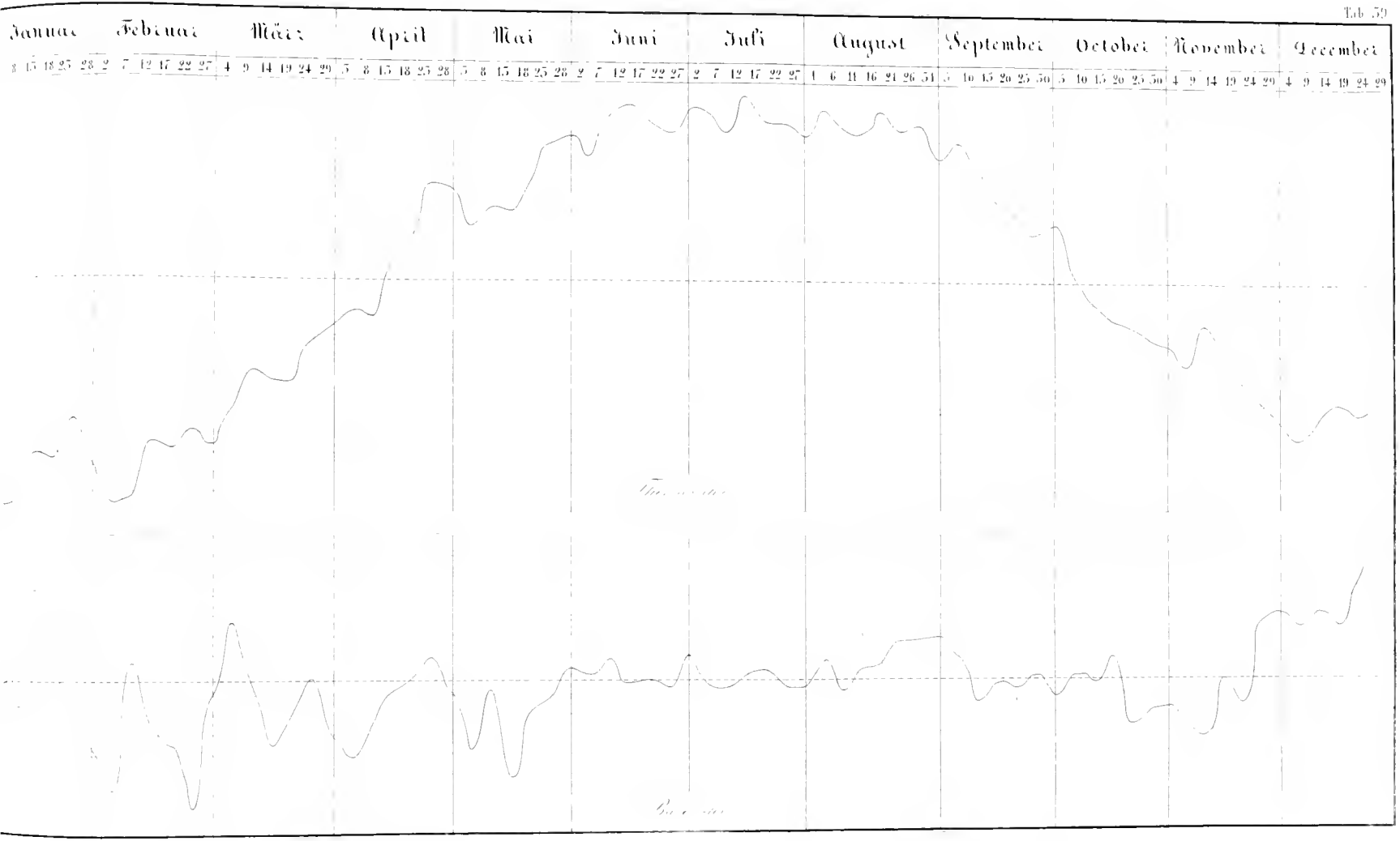
Tab. 38.

	Weinlese	Ertrag	Blätterfall der Buchen	Ankunft der Schneegänse	Erster Schnee	Erdstösse
1816	keine	nichts	—	—	XII. 15	—
1817	keine	sehr wenig	—	—	X. 6	—
1818	IX. 30	—	—	—	XI. 21	—
1819	IX. 25	gut und ziemlich viel	—	—	XII. 6	—
1820	IX. 15	gering, nicht gut	X. 14	—	XI. 15	—
1821	IX. 24	nichts	—	—	XI. 5	—
1822	IX. 9	mittelmässig, Fäulniss	—	—	XII. 3	—
1823	X. 20	mittelmässig	XI. 11	—	XI. 10	II. 24
1824	X. 8	sehr schlecht	—	—	XI. 7	I. 1
1825	X. 5	gering	—	XII. 31?	X. 20	—
1826	X. 11	viel, aber schlecht	—	—	XI. 1	XII. 15
1827	X. 3	viel und gut	—	—	X. 31	X. 10
1828	X. 6	viel, leidlich gut	—	—	XI. 11	—
1829	X. 21	wenig, nicht gut	—	—	X. 7	—
1830	—	—	—	—	—	—
1831	—	—	—	—	X. 3	—
1832	X. 17	wenig, ziemlich gut	—	—	XI. 5	—
1833	X. 7	ziemlich viel, nicht gut	—	—	XII. 13	—
1834	IX. 18	viel und gut	—	—	X. 18	—
1835	IX. 18	ziemlich, nicht gut	—	—	XI. 15	—
1836	X. 17	wenig, mittelmässig	—	IX. 18	X. 29	XI. 5
1837	X. 20	wenig, ordentlich	—	—	XI. 5	I. 24
1838	X. 16	ziemlich gut	X. 29	—	X. 15	—
1839	—	—	—	—	X. 24	—
1840	X. 13	wenig, nicht gut	IX. 22	—	XI. 3	—
1841	X. 4	wenig, ordentlich	—	—	XI. 15	—
1842	—	—	—	—	X. 20	—
1843	X. 23	wenig, nicht gut	—	—	XI. 9	—
1844	X. 3	wenig, ordentlich.	—	X. 30	XII. 15	—
1845	—	—	—	—	XI. 25	—
Mittel	X. 5	—	XI. 4	—	XI. 7	—
Diff. Tg.	44	—	39	—	73	—

Tab. 38.

	Bemerkungen
1816	Fehljahr.
1817	Gutes Jahr. Wein und Obst misslang.
1818	Gutes Jahr.
1819	Fruchtbar; viele, oft starke Gewitter. Wenig Aepfel und Steinobst.
1820	Gutes Jahr. Wein wenig und nicht gut.
1821	Fruchtbar. Wein und Steinobst misslang.
1822	Trockenes Jahr; fruchtbar. Wein gut.
1823	Nass und spät; doch ziemlich fruchtbar. Wein theuer.
1824	Durch Hagel das Meiste zerstört.
1825	Viele Gewitter. Frühjahr kalt. Gesegnetes Jahr.
1826	Viele Gewitter; trocken; nicht unfruchtbar.
1827	Langer streng. Winter. Gewitterreicher trock. Som. mit Hagel. Mittelmsg. Jahr.
1828	Gutes Jahr. Obst missrathen.
1829	Eines der bessern Mitteljahre. Obst missrathen.
1830	— — —
1831	— — —
1832	Gutes Jahr. Trocken, windig. Wenig Viehfutter.
1833	Fruchtbares Jahr. Viel Regen.
1834	Gutes Jahr.
1835	Mittleres Jahr.
1836	Ziemlich gutes Jahr.
1837	Fruchtbares Jahr.
1838	Ziemlich gutes Jahr.
1839	— — —
1840	Mittelmässig.
1841	Ebenso.
1842	— — —
1843	Fruchtbares Jahr.
1844	Ebenso.
1845	Ebenso. Kartoffelfäulniss.


Janu
C°
3
8
13
18
17
16
15
14
13
12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
-1
-2
-3
mm
732
31
30
29
28
27
26
25
24
23
22
21
20
19


Januar
Februar
März
April
Mai
Juni
Juli
August
September
October
November
December
8 15 18 25 28 2 7 12 17 22 27 4 9 14 19 24 29 5 8 15 18 25 28 5 8 15 18 25 28 2 7 12 17 22 27 2 7 12 17 22 27 1 6 11 16 21 26 31 5 10 15 20 25 30 5 10 15 20 25 30 4 9 14 19 24 29 4 9 14 19 24 29

Untersuchungen

über

die Cohäsion der Flüssigkeiten

von

C. BRUNNER, Sohn.

Partout dans la nature il y a de la geométrie: mais elle est ordinairement fort compliquée, et celle qui avait fondé nos raisonnements était trop simple pour attraper juste les effets tels qu'ils sont.

Fontenelle

EINLEITUNG.

Die Gesetze, nach welchen die Körpermassen in den grössten Entfernungen auf einander einwirken, sind mit absoluter Schärfe bekannt; von der Kraft hingegen, welche die Theilchen ein und desselben Körpers an einander bindet, sind die Kenntnisse kaum aus dem Gebiete der Vermuthungen getreten, und während die Bahnen der Weltkörper, welche durch die Gravitation in ihrer ewigen Bewegung an einander gebunden sind, in allen denkbaren Combinationen sich mit der grössten Schärfe berechnen lassen, sind wir nicht im Stande vorauszubestimmen, wie die Kraft, mit welcher ein Wassertropfen an dem andern haftet, sich unter verschiedenen Umständen verhält.

Der Grund dieser mangelhaften Kenntnisse der Cohäsionskraft liegt wohl darin, dass die meisten Erscheinungen, bei welchen die Cohäsion wirkt, durch eine Menge anderer Kräfte mitbedingt werden, deren Antheil es schwer hält, von demjenigen der Cohäsion zu isoliren. Es gibt aber eine Classe von Erscheinungen, welche ausschliesslich durch die Kräfte bedingt sind, mit welchen die kleinsten Theilchen der Körper an einander haften, und ihre Untersuchung gestattet, Dank den Arbeiten der ausgezeichnetsten Mathematiker, diesen noch so mysteriösen Verhältnissen der Cohäsion uns mehr zu nähern, als vielleicht irgend ein anderer Theil der Physik.

Nachdem die Lehre von der Capillarität durch Montanari[1]) die erste wissenschaftliche Begründung erhalten hatte, wurden bis in die neueste Zeit

---

1) Geminiano Montanari, Pensieri fisico-matematici. Bologna 1667.

fortwährend die hieher gehörenden Erscheinungen durch viele einzelne Beobachtungen bedeutend vermehrt. Sie blieben jedoch nur fragmentarisch, bis dass Young[1]) und Laplace[2]) sie durch umfassende Theorien vereinigten. In Bezug auf letztere Arbeit äusserte ein Berichterstatter im Jahr 1807: „Lorsqu'une série nombreuse de phénomènes se trouve ramenée à une même cause naturelle dont l'existence est incontestable, et qu'elle y est assujettie jusque dans ses plus petits détails au moyen d'un calcul rigoureux, elle sort du domaine de la physique vulgaire, et ne forme plus qu'un ensemble de vérités mathématiques; c'est ainsi que la théorie des phénomènes capillaires doit être considérée maintenant.“[3])

Wirklich schien man jetzt geneigt, diese ganze Classe von Erscheinungen durch diese Arbeiten als abgeschlossen zu betrachten und unterliess fernere Experimente, da man in denselben nichts als eine Bestätigung der Lehre von Laplace erwartete. Um so mehr fand dieses Statt, nachdem Hr. Gauss durch die Lehre vom Gleichgewicht der Flüssigkeiten[4]) und Poisson[5]) durch seine neue Theorie der Capillarität diese Lehre auf eine Stufe der mathematischen Entwickelung gebracht hatten, die nur wenige Theile der Physik einnehmen.

Bei der grossen Aufmerksamkeit, welche die theoretischen Physiker den Capillar-Phänomenen geschenkt haben, sind der experimentellen Untersuchungen verhältnissmässig nur wenige ausgeführt worden. Die grosse Genauigkeit, welche dieselben verlangen, wenn ihre Resultate als Prüfstein der mathematischen Deductionen angesehen werden sollen, mag der Grund sein, warum Laplace sowohl, als auch Poisson ausser den wenigen, von Hrn. Gay-Lussac ausgeführten, Experimenten keine andern als Belege für ihre mathematischen Speculationen anführen.

1) An Essay on the Cohaesion of Fluids. Philosophical Transactions, 1805.

2) Sur l'action capillaire: Supplément au Xme livre du traité de mécanique céleste, und Supplément à la théorie de l'action capillaire. Beide im Traité de mécanique céleste. T. IV. Paris 1805.

3) Biot, Extrait du Supplément à la théorie de l'action capillaire. Journal de Physique T. LXV. 1807. S. 95.

4) Principia generalia theoriae fluidorum in statu aequilibrii. in den Comment. soc scient. Gottingensis. Vol. VII. 1829.

5) Nouvelle théorie de l'action capillaire. Paris 1831.

Es ist nicht meine Aufgabe, die Formeln für die Capillarerscheinungen abzuleiten; eine Arbeit, welcher sich die grössten Mathematiker der Zeit unterzogen haben. Aber für meine Untersuchung ist es von grosser Wichtigkeit, die Kräfte zu kennen, durch welche diese Erscheinungen bedingt sind. Ich werde daher im Folgenden sowohl aus den theoretischen Arbeiten, als auch aus den experimentellen Untersuchungen die hieher gehörenden Daten zu ziehen suchen.

Wenn ein flüssiger Körper mit einem festen in Berührung kommt, so wirkt letzterer auf den ersten vermöge der Anziehungskraft zwischen festen und flüssigen Körpern, welche man als Adhäsion bezeichnet, wofür Herr Frankenheim auch den Ausdruck „Prosaphie" einführt.[1]) Vermöge dieser Kraft hat die Flüssigkeit das Bestreben, den festen Körper in's Unendliche zu überziehen. Ihr setzt eine Grenze die Cohäsion („Synaphie" Frankenh.) des flüssigen Körpers, welche bewirkt, dass die Flüssigkeitstheilchen, die das Bestreben haben den festen Körper zu überziehen, nur insofern der Adhäsion folgen können, als sie eine ganze Masse der Flüssigkeit mit sich fortreissen. Wenn die Wirkung dieser Kräfte die Flüssigkeit über das Niveau zu erheben sucht, welches durch die Gesetze des hydrostatischen Gleichgewichts bedingt wird, so wird die Flüssigkeit so lange in die Höhe steigen, als drittens die Schwere es gestattet.

Durch Combination dieser drei Kräfte entsteht die Form der Flüssigkeitsoberfläche, welche einen aus der Flüssigkeit hervorragenden festen Körper berührt.

Ist die Wirkung der Cohäsion grösser als diejenige der Adhäsion, so wird die Oberfläche der berührenden Flüssigkeit convex, indem sich der feste Körper wie ein Widerstand verhält, der sich dem Bestreben der Flüssigkeit, das durch das hydrostatische Gleichgewicht bedingte Niveau anzunehmen, entgegenzetzt. Die Flüssigkeit benetzt den festen Körper nicht.

Ueberwiegt hingegen die Adhäsion, so wird die Oberfläche der berührenden Flüssigkeit concav. Die Flüssigkeit benetzt den festen Körper.

---

1) Die Lehre von der Cohäsion. Breslau 1835, p. 61.

Wendet man diese allgemeinen Betrachtungen auf die Erscheinungen in Capillarröhren an, so findet im ersten Falle, wo die Cohäsion überwiegt, Capillar-Depression statt; im zweiten, wo die Adhäsion grösser ist, Ascension.

Laplace leitet nach seiner zweiten Methode[1]) eine Formel für die Höhe ab, bis zu welcher die Flüssigkeit in Capillarröhren sich erhebt, welche wegen ihrer Einfachheit beinahe in allen Lehrbüchern der Physik aufgenommen ist. In dieser Formel

$$g D V = (2 \varrho - \varrho') c$$

ist $g D V$ das Gewicht der gehobenen Flüssigkeitssäule, ϱ u. ϱ' sind Grössen, wovon erstere die Wirkung des Glases auf die Flüssigkeit, und letztere die Wirkung der Flüssigkeit auf sich selbst bezeichnet, c endlich der Umfang des Querschnittes der Röhre.

Die schon von Jurin[2]) beobachtete Erscheinung, dass in einer Capillarröhre, deren unterer Theil so sehr erweitert ist, dass er nicht mehr capillar ist, die Flüssigkeit eben so hoch steht, wie in einer cylindrischen Röhre, wenn nur die Stelle, wo der Meniscus steht, in beiden Röhren die nämliche Weite hat, verträgt sich nicht mit der Ableitung dieser Formel, bei welcher die anziehende Wirkung des unteren Randes der Capillarröhre gegen die darunter befindliche Flüssigkeit gleich derjenigen angenommen ist, welche am oberen Ende der Flüssigkeitssäule wirkt.

Die Formel selbst enthält auch, wie ich sogleich nach Laplace's eigenen Betrachtungen darthun werde, eine Vorstellung, welche leicht zu einer ganz falschen Anschauungsweise der Capillarerscheinungen führt.

Nach dieser Formel ist die Capillarhöhe bedingt durch den Ueberschuss der Adhäsion der Flüssigkeit gegen die Röhrenwand über die Cohäsion der Flüssigkeit selbst. Wie verträgt sich damit das Experiment? — Der Alkohol erhebt sich in ein und derselben Capillarröhre bei weitem nicht so hoch, als das Wasser. Damit die Formel dieser Erscheinung entspreche, kann man Zweierlei annehmen: entweder dass 2ϱ (die Adhäsionskraft) beim Alkohol

1) Second supplément au Xme livre de la mécanique céleste, p. 14.

2) Philos. Transact. Nro 355. p. 739. nach: Musschenbroek, Dissertatio de tubis capillaribus vitreis, 1729. p. 309.

geringer als beim Wasser sei, oder zweitens, dass ϱ' (die Cohäsionskraft) beim Alkohol grösser sei, als beim Wasser. Beide Annahmen sind unhaltbar. Obgleich wir kein Mittel haben, die Adhäsionskraft isolirt zu beobachten, so scheinen doch einige Erscheinungen geeignet, Aufschluss über die relative Adhäsionskraft der beiden Flüssigkeiten zu geben: Wenn man nämlich auf einen mit Wasser befeuchteten, festen Körper einen Tropfen Alkohol bringt, so verbreitet sich dieser über die Oberfläche, indem er sichtlich das Wasser zurückdrängt, was dafür spricht, dass die Adhäsion des Alkohols, entgegengesetzt jener Annahme, grösser ist als die des Wassers.[1])

Es bleibt nur noch die Annahme übrig, dass ϱ' (die Cohäsionskraft) beim Alkohol grösser sei, als beim Wasser. Die Methode, welche am directesten einen Vergleich der Cohäsionskraft verschiedener Flüssigkeiten darbietet, ist die der Adhäsionsscheiben, durch welche wir die Kraft messen, welche nothwendig ist, um die Flüssigkeitstheilchen von einander zu trennen; es findet sich nun, dass eine viel bedeutendere Kraft dazu gehört, ein und dieselbe Scheibe von Wasser zu reissen, als von Alkohol, was unmittelbar beweist, dass die Cohäsionskraft des Wassers grösser ist, als die des Alkohols. Also auch diese Betrachtung widerspricht jener Formel, welche überhaupt die fehlerhafte Annahme enthält, dass der Fall eintreten kann, wo mit Zunahme der Cohäsion die Capillarhöhe fällt.

Betrachten wir den Vorgang bei den Erscheinungen der Capillar-Ascension, so ergibt sich, dass vermöge der Adhäsion ein unendlich dünner Ueberzug von Flüssigkeit die Röhrenwand überkleidet,[2]) und erst dieses Flüssig-

---

1) Wenn auch die gegenseitige Abstossung des Alkohols und Wassers, welche nach den hübschen Versuchen von J. Mile (Poggend. Ann. Bd. 45. 1838. p. 521.) angenommen werden muss, nicht verwechselt werden darf mit dem Verhalten der beiden Flüssigkeiten gegen den festen Körper, so geht doch, wie aus oben angeführtem Versuche, so auch aus allen Versuchen von Mile hervor, dass Alkohol eine grössere Adhäsion zum Glase hat als Wasser.

2) Poisson, Nouvelle théorie, p. 105: „On doit conclure que quand l'attraction du tube sur le liquide l'emporte sur l'attraction propre du liquide, une couche de ce fluide, d'une épaisseur aussi petite que l'on voudra, s'élève au-dessus de la surface capillaire le long de la paroi du tube et jusqu'à son extrémité supérieure. Dans ce cas, on pourra remplacer la paroi du tube par une surface cylindrique tracée dans l'intérieur du liquide, et indéfiniment prolongée au-dessus et au-dessous de la surface capillaire.“

keitsröhrchen hebt die ganze innere Säule vermöge der Cohäsion, wie schon Laplace dargethan hat: (Supplément au Xme livre de la mécanique céleste, p. 9.): «Si l'intensité de l'attraction du tube sur le fluide surpasse celle de «l'attraction du fluide sur lui-même, il me paraît vraisemblable qu'alors le fluide, «en s'attachant au tube, forme un tube intérieur qui seul élève le fluide dont «la surface est concave et celle d'une demi-sphère. On peut conjecturer avec «vraisemblance, que ce cas est celui de l'eau et des huiles, dans les tubes de «verre.» (Ferner: Supplément à la théorie de l'action capillaire p. 15 u. p. 71.)

Wenn also die gehobene Flüssigkeitssäule von einer Flüssigkeitsröhre getragen wird, so kommt bei Beurtheilung der Höhe, bis zu welcher eine benetzende Flüssigkeit in Capillarröhren sich erhebt, die Adhäsion nicht mehr in Betracht und jene Bedingungen für die Form im Allgemeinen, welche die Oberfläche der Flüssigkeit in Berührung mit einem festen Körper annimmt, findet bei Bestimmung der Höhe, bis zu welcher die Flüssigkeit in Capillarröhren steigt, nicht mehr Statt. Poisson hat daher diese ganze Betrachtungsweise von Laplace nicht aufgenommen. Laplace selbst führt sie nur anhangsweise an, und durch eine geschickte Wendung führt er die Formel $(2\varrho - \varrho')c$ auf einen Ausdruck zurück, welchen er aus der Wirkung des Meniscus abgeleitet hat,[1]) so dass seine Betrachtungsweise keinen weitern Einfluss auf seine Theorie der Capillar-Attraction ausübt. Clairaut[2]) hingegen beging den Fehler, eine solche Formel für die Capillarhöhe anzuwenden, in welcher die Wirkung der Röhre auf die Flüssigkeit enthalten ist; aber eben wegen dieses Fehlers hat Clairaut, wie Poisson bemerkt,[3]) nur den Weg eröffnet und nicht das Experimentalgesetz ableiten können.

In den meisten Lehrbüchern der Physik ist nur allein jene oben angeführte Betrachtungsweise von Laplace aufgenommen, und somit entlehnt man gewöhnlich von den schönen Untersuchungen des grossen Mathematikers keineswegs den Glanzpunkt der Théorie de l'action capillaire; denn ich glaube,

1) Second supplément, p. 17.
2) Théorie de la figure de la terre. Paris 1743. Chap. X.
3) Nouvelle théorie de l'action capillaire Préambule, p. 2.

nach dem Angeführten, keinen Anstand nehmen zu dürfen, die Unhaltbarkeit dieser Auffassungsweise auszusprechen.

Wenn also die Kräfte, welche die Höhe bedingen, bis zu welcher die Flüssigkeiten in Capillarröhren steigen, nur Functionen der Cohäsion und des specifischen Gewichtes sind, so sind die Erscheinungen in Capillarröhren durch die nämlichen Ursachen bedingt, welche die Kraft bestimmen, mit welcher benetzbare Scheiben von Flüssigkeiten abgerissen werden. Gestützt darauf, theilt Poisson eine Formel mit zur Reduction der Capillarhöhe auf das Gewicht, welches nothwendig ist, um Scheiben von bestimmter Grösse benetzt von der Flüssigkeit abzureissen;[1]) eine Formel, deren Berechnung vollkommen zu den nämlichen Resultaten führt, wie die von Hrn. Gay-Lussac angestellten directen Versuche, wodurch die Richtigkeit der Ansicht, von welcher Poisson ausgegangen ist, vollkommen dargethan wird.

Nicht allein auf theoretischem, sondern auch auf experimentellem Wege ist man zu dem Schlusse gelangt, dass das Material des festen Körpers keinen Einfluss auf die Höhe hat, bis zu welcher die Flüssigkeit sich an demselben erhebt, insofern nur der feste Körper von der Flüssigkeit vollständig benetzt wird. Hr. Oersted hat mit einer eigenen Vorrichtung, welche ihm gestattet die Capillarerscheinungen auch bei undurchsichtigen Körpern zu studiren, gefunden, dass die Capillarität des Wassers in Glas und in amalgamirtem Kupfer gleich gross ist.[2]) In neuester Zeit hat Hr. Hagen die Ascension des Wassers an Scheiben von Buxbaum, Thonschiefer und Glas beobachtet und gefunden, dass die Erhebung der Oberfläche jedesmal mit der an einer Messingscheibe beobachteten so genau übereinstimmte, dass die sehr geringen Abweichungen nur als Folge der Beobachtungsfehler angesehen werden mussten.[3])

---

1) Nouvelle théorie, p. 234.

2) Poggendorff, Annalen der Physik und Chemie. 1840. LIII. p. 614, aus: Oversigt over det kongelige danske Videnskabernes Selskabs Forhandlinger og dets Medlemmers Arbeider i Aarel, 1840. — Eine Abbildung des Apparates findet sich in: Buys-Ballot. Disquisitio physica inauguralis de Synaphia et Prosaphia. Trajecti ad Rhenum 1844.

3) G. Hagen. Ueber die Oberfläche der Flüssigkeiten. Eine in der königlichen Akademie der Wissenschaften gelesene Abhandlung. Berlin 1845. p. 27.

Wenn auf diese Weise dargethan ist, dass die Materie des festen Körpers auf die Capillarhöhe keinen Einfluss ausübt, so ist dieses eine fernere Bestätigung der theoretischen Betrachtung, dass überhaupt die Adhäsion bei Beurtheilung der Höhe, bis zu welcher die Flüssigkeiten in Capillarröhren steigen, nicht in Betracht komme.[1])

Wir finden also in diesen Erscheinungen ein Mittel, die Cohäsion der flüssigen Körper beinahe unmittelbar zu studiren. Sie führen zu der Ansicht, dass die Cohäsion selbst keine einfache Kraft ist; aber die Betrachtung dieser Kraft bewegt sich bis jetzt noch in jenem Gebiete der Vermuthungen, welche nur als einstweiliges Hülfsmittel zum Verständniss der Erscheinungen angesehen werden dürfen.

Die Cohäsion wird betrachtet als das Resultat der Molecularkräfte und diese sind zusammengesetzt aus einer Molecularanziehung und einer in entgegengesetzter Richtung wirkenden Kraft, die man als Molecularabstossung, oder, nach Poisson's Ausdruck, als „Abstossung der Wärme" bezeichnet. Die hieher gehörende Stelle in dessen Werke lautet:[2]) „Toutes les parties „de la matière sont soumises à deux sortes d'actions mutuelles. L'une de „ces forces est attractive, ... et produit la pesenteur universelle et tous „les phénomènes qui sont du ressort de la mécanique céleste. L'autre est „en partie attractive et en partie répulsive; elle dépend de la nature des

1) Mit der Betrachtungsweise der Capillarerscheinungen, wie sie aus dem oben Entwickelten hervorgeht, stimmen auffallender Weise Ansichten überein, welche schon im 17. Jahrhundert sich bei Montanari finden, jedoch, wie es scheint, später unbeachtet blieben. Er sagt in seinen Pensieri fisico-matematici, Bologna 1667, p. 30: »Habbiamo fatti lunghi essami, per riconoscere in qual proporzione rispondessero frà di loro le viscosità di diversi liquidi, ed altre particolarità, e da questa adesione delle parti frà loro nasce, che non puo facilmente muoversi una d'esse, che seco non ne tragga molt'altre, che per tal cagione a lei s'attaccono.« In Bezug auf die erste Ursache der Erhebung der Flüssigkeit an einem festen Körper sagt er p. 35: »I liquidi quasi invisibilmente sormontano lungo le sponde dei vasi a molta altezza, ungendole, per cosi dire, sottilissimamente, ... ma perche hanno le particole acquee questa viscosità fra loro, ne segue, che nell'ascendere presso la sponda le prime di loro sono seguitate da tanta copia d'altre con esso loro invischiate, che in vece di stendersi in sottil velo, come dicemmo, più tosto a forma di cuneo, o bietta lungo la sponda in poca altezza rimangono«. In Bezug auf die Ursache, welche die Höhe bestimmt, bis zu welcher die Flüssigkeit in Capillarröhren sich erhebt, sagt er p. 36: »Allora le particole non più alto salgono quando sono in equilibrio queste forze, cioè quando le particole, che toccano la sponda sono pervenute a quell'altezza, ove maggior mole d'acqua non possino con la viscosità loro sustinere in quel cuneo«. —

2) Nouvelle théorie, p. 267.

« molécules et de leur quantité de calorique. On attribue la partie attractive « à la matière pondérable, et la partie répulsive au calorique; et, en effet, « celle-ci change d'intensité, quoique le poids des molécules n'ait pas changé. « L'excès de l'une sur l'autre est ce qu'on appelle proprement la force mo- « léculaire. Elle tend à rapprocher ou à écarter les molécules, selon que « l'action de la matière pondérable est plus grande ou moindre que l'action « calorifique ».

Die erstere Kraft, die Molekularanziehung, folgt wahrscheinlich den Gesetzen der Gravitation; denn sie ist eine reine Wirkung der Massen. Die entgegengesetzt wirkende Kraft folgt Gesetzen, die bisher noch unbekannt sind. Nur soviel ist bekannt, dass sie sich mit der Temperaturerhöhung bedeutend verstärkt, aber mit der Entfernung der Molekel ausserordentlich schnell abnimmt. Sie ist der Wirkung einer Feder zu vergleichen, welche die Molekel aus einander hält und deren Elasticität mit der Temperaturerhöhung wächst, die Spannung aber mit der gegenseitigen Entfernung der Molekel schnell abnimmt. Sie ist, nach der alten Annahme eines Wärmestoffs, die Repulsionskraft dieses Stoffes, oder, nach der Ampère'schen Theorie, der lebendigen Kraft der Aetherschwingungen proportional. Ihre Gesetze sind bis jetzt nur bei den Gasarten untersucht, wo die Wirkung der Molekularanziehung unendlich klein ist und alle Erscheinungen vorzüglich durch die Repulsionskraft bedingt sind.[1]) Diese ist es aber auch, welche die Ausdehnung der Körper durch Wärme und alle jene physikalischen Erscheinungen bei Volumenveränderung bedingt, in denen man bis jetzt vergeblich bestimmte Gesetze gesucht hat; vergeblich, weil man den Antheil der Repulsionskraft nicht trennen konnte von demjenigen der Molekular-Attraction.

In den Analysen der Capillarerscheinungen nahm man ebensowenig diese Trennung vor, obgleichwohl die Wirkung beider Kräfte anerkannt war. Man konnte diese Trennung um so eher vernachlässigen, als zu all' den

1) Der Beweis, dass jedoch selbst bei den Gasarten der attractorische Theil der Molekularkräfte noch einen, wenn gleich geringen, Einfluss ausübt, ist der Umstand, dass das Mariotte'sche Gesetz nur annähernd richtig ist.

gewöhnlich beobachteten Erscheinungen die Betrachtung der aus beiden Kräften Resultirenden vollkommen hinreichte. Laplace sowohl, als auch Poisson nehmen im Calcul nur allein auf diese Resultirende Rücksicht, welche Poisson schlechthin «force moléculaire» nennt. Sie betrachten dieselbe als, unter jeden Umständen, constant oder nur allein den Veränderungen unterworfen, welche mit der Entfernung der Molekel eintreten, und halten die Veränderungen, welche die Repulsionskraft erleidet, für so unbedeutend, dass sie dieselbe vernachlässigen.

Es soll die Hauptaufgabe dieser Arbeit sein, zu zeigen, dass bedeutende Veränderungen im Verhältniss der beiden Componenten eintreten, so dass die Erscheinungen nicht mehr mit der Berechnung übereinstimmen, welche auf jener Voraussetzung der Constanz der Resultante der anziehenden und abstossenden Kraft, der «force moléculaire» beruhen.

Ein Mittel, um zu erreichen, dass die beiden Kräfte in ungleichem Verhältnisse sich verändern, bietet uns die Erhöhung der Temperatur dar: Während durch den Temperaturwechsel die Molecularanziehung nur insofern eine Veränderung erleidet, als die Dichtigkeit eine andere wird, vermehrt oder vermindert sich die Intensität der Repulsionskraft in einem so grossen Maasstabe, dass sie nicht mehr im unveränderlichen Verhältnisse zu der attractorischen Componente steht.

Ansichten von Laplace und Poisson über die Veränderung der Cohäsion durch Temperaturveränderung.

Schon Laplace, und später Poisson, kamen durch ihre Ansichten über das Wesen der Molekularkräfte zu dem Schlusse, dass eine Veränderung der Temperatur keinen andern Einfluss auf die Flüssigkeiten ausübe, als dass sie eine Veränderung der Dichtigkeit bewirken.

Laplace sagt in dieser Beziehung: [1]) »L'élévation d'un fluide qui mouille exactement les parois d'un tube capillaire est, à diverses températures, en raison directe de la densité du fluide«; und Hr. Biot bemerkt zu diesem Satze: [2]) „cela se trouve d'accord avec les observations de M. le Comte de Rumford", welche ich aber leider nirgends finden konnte.

Poisson [3]) von der Formel ausgehend:

$$h = \frac{\pi}{4g\varrho\alpha}\int_0^\infty Rr^4 dr,$$

— worin h die Höhe, g das Gewicht, ϱ die Dichtigkeit der Flüssigkeit bezeichnet, welche in einer Capillarröhre von einem Radius $= \alpha$ gehoben wird, R endlich die gegenseitige Wirkung der Molecule bei einem Abstande $= r$, bezeichnet, — sagt: »Supposons que la température change, et que h, ϱ, R, deviennent h', ϱ', R'; on aura de même:

$$h' = \frac{\pi}{4g\varrho'\alpha}\int_0^\infty R'r^4 dr,$$

en négligeant la petite variation de α qui pourra avoir lieu. Or, quand la densité augmente ou diminue, le nombre des molécules que renferme chaque unité de volume, varie suivant le même rapport; par cette raison, la quantité R, qui représente l'action mutuelle de deux unités de volume du liquide, devra varier dans le rapport du carré de la densité. D'ailleurs, la force attractive de deux molécules ne change pas avec leur température, mais seulement leur répulsion mutuelle, qui dépend de la quantité de chaleur qu'elles contiennent. La première de ces deux forces étant prépondérante dans la valeur de $\int_0^\infty Rr^4 dr$, si l'on fait abstraction de la variation de la seconde, il suffira donc de faire

---

1) Mécanique céleste. Paris 1805. T. IV. Second Supplément au Xme livre, (Supplément à la théorie de l'action capillaire) p. 39.

Hr. Muncke sowohl, (in Gehler's physic. Wörterb. T. II. p. 49, 58.) als auch Hr. Frankenheim (in Erdmann u. Marchand, Journal f. pract. Chemie. XXIII. 1841, p. 404.) schieben Laplace die sehr fehlerhafte Ansicht unter: „dass die Höhe der Capillarsäule dem spec. Gew. umgekehrt proportional sei und mit der Zunahme der Temperatur steige.« — Woher die beiden Physiker diese Aeusserung schöpfen, ist mir unbekannt. Das oben angeführte Citat aus Laplace's Werke ist die einzige Aeusserung, welche ich über das Verhalten der Capillarität bei verschiedenen Temperaturen gefunden habe. — Dasselbe spricht aber gerade die entgegengesetzte Proportionalität aus.

2) Extrait du Supplément à la théorie de l'action capillaire, par Biot. — Journal de Physique. T. LXV. Juillet 1807, p. 92.

3) Nouvelle théorie de l'action capillaire. p. 106.

$$R' = \frac{R\varrho'^2}{\varrho^2};$$

et en comparant l'une à l'autre les valeurs précédentes de h et h'; on aura

$$h' = \frac{h\varrho'}{\varrho}.$$

L'expérience montre, en effet, que pour un même liquide à différentes températures, l'élévation du point le plus inférieur du ménisque croît proportionnellement à la densité; ce qui donne lieu de croire que la force répulsive de la chaleur, ou du moins sa variation, que nous avons négligée, n'a qu'une influence insensible sur l'intégrale $\int_0^\infty Rr^4 dr$. « —

Die Experimente, von welchen Poisson spricht, werden nicht weiter angeführt. Zwei Beobachtungen bei 8°,5 und 16° von Hrn. Gay-Lussac, welche an andern Stellen in Poisson's Werke angeführt sind, [1]) wurden nicht mit dem Zwecke angestellt, den Einfluss der Temperatur zu untersuchen und können auch wegen ihres allzugeringen Intervalls nicht zur Prüfung des Gesetzes dienen, nach welchem die Cohäsion sich verändert.

Andere hieher gehörende Untersuchungen.

Von ältern hieher gehörenden Versuchen finde ich zunächst eine Arbeit von Achard [2]), welcher, wie er sagt: »in der Absicht, das Verhältniss der Cohäsion des Glases mit verschieden erwärmtem Wasser zu bestimmen,» das Gewicht beobachtete, das nothwendig war, um eine Glasplatte vom Wasser, bei verschiedenen Temperaturen, abzureissen. Durch diese Experimente erreichte jedoch Achard nicht seinen Zweck, denn was er beobachtete, war keineswegs der Zusammenhang des Wassers mit dem Glase, welches letztere ja nach dem Abreissen benetzt blieb, sondern er bestimmte dadurch die Cohäsion des Wassers bei verschiedenen Temperaturen und führte somit das nämliche Experiment aus, welches man durch Beobachtung der Capillarhöhe bei verschiedenen Temperaturen erreicht. Obgleich Achard's Versuche keineswegs die Genauigkeit darbieten, welche die Aufstellung physikalischer Gesetze erheischt, so zeigen seine Resultate dennoch Abweichun-

1) Nouvelle théorie de l'action capillaire. 1831, p. 112 u. p. 181.
2) Achard, Chymisch-physische Schriften. Berlin. 1780. S. 358.

gen vom Poisson'schen Gesetze, welche kaum Beobachtungsfehlern zugeschrieben werden können.

Nach der Ansicht einiger Physiker über die Kräfte, welche die Ausflussgeschwindigkeit von Flüssigkeiten aus Capillarröhren bedingen, möchten die Versuche darüber bei verschiedenen Temperaturen hieher gehören. Solche hat schon Gerstner [1]) angestellt, welcher fand, dass erwärmtes Wasser bedeutend schneller ausfliesse, als kaltes. Bei Betrachtung seiner sorgfältig ausgeführten Versuche scheint die Temperatur der geringsten Geschwindigkeit nicht diejenige der grössten Dichtigkeit, sondern die des schmelzenden Eises zu sein.

Sehr genaue Versuche über den Ausfluss von Flüssigkeiten aus Capillarröhren hat später Girard [2]) ausgeführt und ist im Allgemeinen zu den nämlichen Resultaten gelangt wie Gerstner. Girard glaubt, dass die bedeutenden Unterschiede, welche bei ungleichen Temperaturen in der Ausflussgeschwindigkeit statt finden, davon herrühren, dass eine flüssige Schicht von merklicher Dicke sich an der Röhrenwand festhalte, wodurch der wahre Durchmesser des Canals, aus dem das Ausfliessen statt findet, verringert werde, da, nach Girard, die Bildung dieser Schicht in der Anziehung der Röhrenwand gegen die Flüssigkeit ihren Grund haben soll, so ist die verzögernde Wirkung um so bedeutender, je grösser die Dichtigkeit der Flüssigkeit ist und somit schreibt er die Wirkung einer erhöhten Temperatur auf die Ausflussgeschwindigkeit der verminderten Dichtigkeit zu. Aber diesem widersprechen seine eigenen Versuche; denn während von 4° bis 0° die Dichtigkeit des Wassers abnimmt und somit ebenfalls die Verzögerung geringer werden sollte, geht aus Girard's Versuchen im Gegentheil hervor, dass der Ausfluss bei 0° mehr verzögert ist, als bei 4°. —

Hr. Frankenheim glaubt, [3]) dass die Ausflussgeschwindigkeit verschiedener Flüssigkeiten aus Capillarröhren in directem Verhältniss zur Synaphie stehe, d. h. je grösser die Synaphie, desto schneller der Ausfluss sei, was insofern mit den Beobachtungen übereinstimmt, als z. B. Alkohol, der eine geringere Synaphie hat, langsamer ausfliesst als Wasser. Aber schon das Resultat, dass Salpeterlösung schneller ausfliesst als Wasser, während diese Lösung in Capillarröhren nicht so hoch steht, als reines Wasser, [4]) ver-

1) Neue Abhandlungen der königl. böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften, Bd. 3. Prag 1798. daraus in Gilbert's Annalen der Physik, Bd. 5. J. 1800. p. 160.

2) Mémoires de l'Académie. 1816. 1. p. 186—276. Ein Auszug davon in Annales de Chimie et de Physique, T. 1. 1816. p. 436, u. T. 4. 1817. p. 146.

3) Die Lehre von der Cohäsion. Breslau 1835, S. 220.

4) Girard, Annales de Chimie et de Physique IV. 1817. S. 155 u. 156.

trägt sich nicht mit dieser Betrachtungsweise. Vor Allem aber widerspricht ihr die Art der Einwirkung der Wärme: während nämlich eine Temperaturerhöhung die Synaphie vermindert, wird durch sie die Ausflussgeschwindigkeit grösser.

Ganz besonders wichtig ist eine, von Hr. Dr. Poiseuille,[1]) über die Ausflussgeschwindigkeit von Gemengen von Wasser und Alkohol angestellte Versuchsreihe, worin er gleichzeitig die Höhe beobachtete, bis zu welcher diese Gemenge in ein und derselben Capillarröhre stiegen. Die Capillarhöhe, welche beim absoluten Alkohol am geringsten ist, wächst in demselben Verhältniss, als der Gehalt an Wasser zunimmt. Anders verhält sich die Ausflussgeschwindigkeit: beim absoluten Alkohol ist sie etwas geringer, als beim Wasser, nimmt dann, auffallender Weise, bei Verdünnung mit Wasser ab, bis sie ein Minimum erreicht, von welchem aus sie bei fortgesetzter Verdünnung mit Wasser wieder zunimmt. Diese mit grosser Sorgfalt ausgeführten Versuche liefern den schlagendsten Beweis, dass Cohäsion und Ausflussgeschwindigkeit ganz verschiedenen Gesetzen folgen. Die Ausflussgeschwindigkeit von Flüssigkeiten aus Capillarröhren ist offenbar ein sehr complicirtes Phänomen. Schon die Beobachtungen von Du-Buat,[2]) dass bei gleichem Drucke die Flüssigkeiten langsamer aus einem Haarröhrchen fliessen, als aus einer Oeffnung von gleichem Durchmesser, die in einer dünnen Platte angebracht ist, und dass diese Verzögerung mit der Länge der Capillarröhre zunimmt, beweist, dass die Erscheinung von der Adhäsion der Flüssigkeit gegen die Röhrenwand abhänge. Ebenso weist darauf die Beobachtung von Lehot,[3]) dass die Flüssigkeiten, deren Oscillationen in heberförmigen Röhren mehr verzögert werden, — eine Erscheinung, die offenbar von der Reibung gegen die Wand abhängt, — auch diejenigen sind, welche langsamer ausfliessen.

Auf die Abhängigkeit der Ausflussgeschwindigkeit von der Adhäsion, weist auch die Betrachtung von Hrn. Hagen[4]), »dass nicht ein Wassercylinder, sondern ein Wasserkegel aus der engen Röhre trete.«

Wenn auch noch eine eigenthümliche Eigenschaft der flüssigen Körper, welche ihre Klebrigkeit genannt werden kann, auf die Ausflusserscheinungen einwirkt, wie die Ver-

---

1) Experimentelle Untersuchungen über die Bewegung von Flüssigkeiten in Röhren von sehr kleinem Durchmesser. Poggendorff's Annalen der Physik und Chemie, LVIII. 1843, S. 437. Annales de Chimie et de Physique, S. III. T. VII. p. 50.

2) Principes d'Hydraulique vérifiés par un grand nombre d'expériences. 1786.

3) Gilbert's Annalen, 65ter Bd. 1820, S. 64. Annales de Chimie et de Physique. XIII. 1820, p. 5. Auszüge aus einer besonderen Schrift: Observations sur l'écoulement des fluides. Paris 1819.

4) Ueber die Beweglichkeit des Wassers in engen cylindrischen Röhren. Poggendorff. Ann. d. Ch. u. Ph. Bd. XXXXVI J. 1839. S. 433.

suche von Schübler[1]) und Dollfuss[2]) beweisen, so ist doch jedenfalls die Ausflussgeschwindigkeit aus Capillarröhren auch eine Function der Adhäsion, so dass mit Abnahme der Adhäsion die Ausflussgeschwindigkeit steigt. Dagegen scheint sie weniger mit der Cohäsion in Beziehung zu stehen, wie schon oben (S. 5) angedeutet wurde, und was der interessante Versuch von Girard[3]) beweist, dass nämlich Quecksilber, welches die Wände der gläsernen Capillarröhre nicht benetzt, bei jeder Temperatur gleich schnell ausfliesst. Ich glaube desshalb, dass die Versuche über Ausflussgeschwindigkeit aus Capillarröhren bei Untersuchung der Veränderung, welche die Cohäsion durch die Temperatur erleidet, nicht in Betracht gezogen werden dürfen.

Versuche mit Capillarröhren bei verschiedenen Temperaturen, stellte in neuerer Zeit Emmet[4]) an. Er selbst machte jedoch später auf die Ungenauigkeit seiner Beobachtungen aufmerksam[5]), so dass Poisson keine Rücksicht darauf nehmen konnte.

Auch Hr. Frankenheim führt Versuche an[6]), welche er mit Weingeist bei verschiedenen Temperaturen angestellt hat und deren Resultat dahin geht, dass die Abnahme der Synaphie bei erhöhter Temperatur nur sehr gering sei.

Erst nach Beendigung meiner Versuche kam mir die lehrreiche Arbeit von Hrn. Sondhauss zu Gesicht, durch welche er sich im J. 1841 die Doctorwürde erwarb[7]), und ebenso ein Auszug davon durch Hrn. Frankenheim[8]). In dieser Arbeit behandelt Hr. Sondhauss den nämlichen Gegenstand, welchen ich mir als Aufgabe gestellt hatte. Ich würde mir einen Vorwurf machen, diese Arbeit nicht gekannt zu haben, wenn nicht andere Physiker, die sich ebenso speciell mit diesem Gegenstande beschäftigt haben, in dem nämlichen Fall gewesen wären, und keineswegs die Resultate des Hrn. Sondhauss allgemein angenommen würden.

So finde ich in einer gelehrten Dissertation von Buys-Ballot,[9]) worin er eine sehr lehrreiche Zusammenstellung der bisherigen Kenntnisse der Capillarerscheinungen liefert, jene Sondhauss'sche Arbeit nicht erwähnt. Er selbst stellt Versuche mit Adhäsionsschei-

---

1) Erdmann, Journal f. techn. u. ökon. Chemie, Bd. 2. 1828. S. 349.

2) Bulletin de la société industrielle de Mulhausen, Nr. 21. p. 14—32, und Erdmann, Journ. 1833 XVI. p. 226 u. 233.

3) Annales de Ch. et de Ph., T. IV. 1817, p. 159.

4) The Philosophical Magazine, Vol. I. 1827, p. 117.

5) c. l. p. 332.

6) Lehre von der Cohäsion, p. 86.

7) Dissertatio de vi quam calor habet in fluidorum capillaritatem. Vratislaviæ MDCCCXLI.

8) Erdmann u. Marchand, Journal für pract. Chemie, XXIII. J. 1841, S. 401.

9) Dissertatio inauguralis de Synaphia et Prosaphia, Trajecti ad Rhenum. MDCCCXLIV.

ben zur Ermittelung des Verhaltens der Cohäsion der Flüssigkeiten bei verschiedenen Temperaturen an, ohne jedoch aus diesen Versuchen irgend eine Consequenz zu ziehen.

Artur, ein französischer Physiker, welcher ebenfalls in neuerer Zeit diesen Gegenstand behandelte,[1] scheint ebensowenig die Sondhauss'sche Arbeit gekannt zu haben. Beim Durchlesen seines Werkes, fand ich mitten in einer Masse von Beobachtungen und Betrachtungen, einige speciell hieher gehörende Resultate,[2] welche er durch eigene Beobachtungen mit Capillarröhren erlangt hat. Er findet, dass sich die Capillarhöhe proportional der Temperatur vermindere. Da er seine Methode nicht angibt, lässt sich über die Zuverlässigkeit derselben nichts entscheiden. Seine Zahlen stimmen weder mit den Sondhauss'schen noch den meinigen.

Hr. M. Becquerel führt Versuche an,[3] welche er gemeinschaftlich mit Hrn. Edmond Becquerel, mit Adhäsionsscheiben und Wasser zwischen 12° C und 73° angestellt hat. Er fand, dass während die Dichtigkeit, durch diesen Temperaturunterschied, nur um $^2/_{100}$ sich vermindere, das Gewicht, welches nothwendig ist, um die Platten abzureissen, um den vierten Theil seines Werthes kleiner werde.

Was mir vor Allem den Beweis lieferte, dass meine Arbeit nicht überflüssig sei, war eine Bemerkung, die ich in einer der gelehrtesten Abhandlungen, welche über die Capillarerscheinungen in neuerer Zeit bekannt gemacht wurden, gelesen habe:[4] »Einige Temperaturveränderungen, und selbst die Abkühlung bis zum Gefrierpunkte liessen (beim Waser) gar keinen Einfluss auf die Capillarerscheinung bemerken,« — während ich wohl sagen kann, dass mir die Capillarhöhe jeden Temperaturgrad anzeigte.

Es möchte daher nicht überflüssig sein, noch einmal auf diesen Gegenstand zurückzukommen, und ich nehme um so weniger Anstand, meine, unabhängig von den Sondhauss'schen Versuchen, erhaltenen Resultate zu veröffentlichen, als ich eine andere Methode angewandt habe, die eine grössere Genauigkeit erlaubte, als die Sondhauss'sche und desshalb auch etwas abweichende Resultate lieferte, wenn auch im Allgemeinen die von Sondhauss gefundenen Thatsachen bestätigte. Aber auch die Ueberzeugung, dass jede Bestätigung interessanter Thatsachen, namentlich bei so subtilen Untersuchungen, wie die hieher gehörenden sind, als eine Bereicherung für die Wissenschaft angesehen werden muss, veranlasste mich, meine Arbeit zu vollenden.

---

1) Artur, Théorie élémentaire de la capillarité. Paris 1842. — 2) ibid. p. 104.
3) Becquerel, Traité de Physique. Paris 1844, T. II. p. 243.
4) G. Hagen, über die Oberfläche der Flüssigkeiten. Eine in der königlichen Akademie der Wissenschaften gelesene Abhandlung. Berlin 1845. p. 39.

Methode zur Bestimmung der Cohäsion der Flüssigkeiten bei verschiedenen Temperaturen.

Die Bestimmung der Cohäsion von Flüssigkeiten bei verschiedenen Temperaturen ist, so einfach es auch erscheinen mag, mit grossen Schwierigkeiten verknüpft, wenn man Resultate bezweckt, auf die man sich nur einigermassen verlassen kann.

Als ich noch mit der Prüfung meiner Methode beschäftigt war, legte Hr. Hagen der hiesigen Akademie der Wissenschaften im Mai des Jahres 1845 seine interessante Abhandlung über die Capillarerscheinungen vor:[1] Er bespricht darin die verschiedenen Methoden zur Bestimmung der Cohäsion. Meine besondere Aufmerksamkeit erregte eine Aeusserung auf S. 21: »In Capillarröhren lässt sich die Erhebung der Oberfläche mit keiner grossen Schärfe messen; und überdiess ist die genaue Ermittelung der Röhrenweite gleichfalls sehr schwierig.« Die Ermittelung des innern Durchmessers der Röhre durch Bestimmung des Gewichts einer sie füllenden Quecksilbersäule scheint mir indess, wie alle physikalischen Experimente, welche auf die Anwendung des genauesten Instrumentes, der Wage, zurückgeführt werden können, mit der grössten Sicherheit ausführbar, wenigstens wenn man calibrirte Röhren anwendet. Diess bestätigen auch die Bestimmungen von Hrn. Gay-Lussac, welcher bei seinen Versuchen über Capillar-Ascension den Radius der Röhren bis auf den $1/10000^{\text{ten}}$ Theil eines Millimeters anzugeben vermag,[2] um die Richtigkeit der Poisson'schen Formeln zu beweisen. Hr. Hagen beobachtete die Ascension zwischen zwei parallelen Messingplatten, wobei, wie er selbst erwähnt, es vorzugsweise darauf ankam, die beiden Scheiben möglichst parallel zu einander aufzustellen und ihren Abstand genau zu ermitteln, was der Verfasser dadurch zu ermitteln suchte, dass er eine dritte Scheibe, deren Dicke überall gleich und genau bestimmt war, dazwischen brachte. Die Höhe der gehobenen Flüssigkeit beobachtete er dadurch, dass er eine bewegliche Stahlspitze, welche mit einem Maasstabe in Verbindung stand, von Oben bis auf die Oberfläche der Flussigkeit hinabschraubte. Ich glaube, dass die Bestimmung der Dicke jener dazwischengelegten Platte grössere Schwierigkeiten darbiete, als die Messung des innern Durchmessers enger Röhren. — In diesen Versuchen mit Capillarröhren[3] misst Hr. Hagen die Höhe durch einen in ganze Linien getheilten

1) Ueber die Oberfläche der Flüssigkeiten. Berlin 1845.
2) Nouvelle théorie p. 112.
3) c. l. S. 37.

Maasstab, welcher vertical daneben gestellt wird. Diese Methode ist, wie Hr. Hagen selbst zugibt, keine sehr genaue, da beim Visiren nach dem Maasstabe das Auge leicht etwas höher oder tiefer stehen kann. Indessen können darauf jene Abweichungen, die, wie Hr. Hagen angibt,[1] oft eine ganze Linie betragen, schwerlich beruhen. Sondern diese hängen offenbar zusammen mit dem Einwurfe, welchen Hr. Hagen ausserdem der Anwendung der Capillarröhren macht, dass die nothwendige Erneuerung der Oberfläche der Flüssigkeit in der Capillarröhre und die vollständige Benetzung der Röhrenwand schwierig zu erreichen sei; aber während Hr. Hagen zur Benetzung seiner Messingplatten vor jeder Beobachtung dieselben längere Zeit in die Flüssigkeit tauchen und mit einem Pinsel benetzen musste,[2] habe ich mich überzeugt, dass in Capillarröhren, welche durch Weingeist und Salpetersäure vollständig gereinigt waren, durch ein leichtes Aufsaugen stets eine constante Höhe der Flüssigkeit erreicht wurde. — Ich fand mich daher nicht veranlasst, die Anwendung der Capillarröhren aufzugeben.

Hr. Sondhauss brachte die zu untersuchende Flüssigkeit in ein heberförmig gebogenes Glasrohr,[3] das aus zwei cylindrischen Röhren von ungleicher Weite bestand. Die enge hatte einen Radius von 0,15 bis 0,40 Millimeter, die weitere von 5 bis 7 Millimeter. Diese Vorrichtung senkte er in ein erwärmtes Flüssigkeitsbad ein, welches bei niedrigen Temperaturen Wasser, bei höheren Oel war. Er bestimmte durch ein an einem senkrechten Maasstabe verschiebbares Fernrohr das Niveau der Flüssigkeit in beiden Schenkeln der Röhre. Da in beiden Röhren Capillarascension statt fand, musste zur Berechnung der Höhe, bis zu welcher die Flüssigkeit in einer Röhre von einem Mm. Radius steigt, eine ziemlich complicirte Formel angewandt werden, welche zudem keine absolute Genauigkeit gestattete, indem nur bei sehr engen Röhren die Oberfläche des Meniscus als sphärisch betrachtet werden darf und nicht mehr bei jenen weiten Röhren von 5 bis 7 Mm. Radius, während doch die von Sondhauss angewandte Formel von der Voraussetzung des sphärischen Meniscus ausgeht[4] und daher auch seine berechneten Zahlen nicht vollständig mit den früher von Hrn. Gay-Lussac und Hrn. Frankenheim gefundenen übereinstimmen.[5]

Bei meinen Versuchen befolgte ich im Allgemeinen die durch ihre Einfachheit und

---

1) c. l. S. 21.
2) c. l. S. 32.
3) Dissertatio, p. 5.
4) Dissertatio, p. 20.
5) c. l. p. 25.

Schärfe sich auszeichnende Methode des Hrn. Gay-Lussac.[1] Derselbe befestigte die Capillarröhre in einer Scheibe, die auf dem Rande eines Cylinderglases aufliegt, bestimmte durch das Fernrohr eines Kathetometers den Stand der Flüssigkeit in der Röhre, schob dann die Scheibe mit der Capillarröhre auf die Seite und legte eine andere daneben, welche eine Metallspitze enthielt, diese wurde bis zum Niveau der Flüssigkeit geschraubt; nun schöpfte der Experimentator mit einem kleinen Gefäss etwas Flüssigkeit aus dem Cylinderglase; so dass er nach der Spitze visiren konnte.

Dieses Verschieben der Capillarröhre, das Aufsetzen einer neuen Scheibe, das Auf- und Abschrauben einer Metallspitze, und endlich das Aufschöpfen von Flüssigkeit, — Manipulationen welche jedenfalls grosse Unbequemlichkeiten und leicht auch Fehler in den Beobachtungen mit sich bringen, umging ich bei meinen Versuchen dadurch, dass ich die Capillarröhre und die Metallspitze ein für alle Mal feststellte, und durch Eintauchen eines voluminösen Körpers in die Flüssigkeit, das Niveau derselben nach der Spitze einstellte und durch Herausziehen wieder senkte, wenn nach der Spitze visirt werden sollte. — Mit Dankbarkeit bemerke ich bei dieser Gelegenheit, dass ich manche Verbesserungen des Apparates dem Rathe meines hochgeschätzten Lehrers, Hrn. Professor Magnus, verdanke, in dessen Laboratorium ich die Versuche ausführte.

Vorerst suchte ich durch Calibriren mit Quecksilber solche Röhrchen aus, bei welchen der innere Durchmesser überall gleich war: eine lange und beschwerliche Arbeit, die aber unumgänglich ist.

Der Apparat zu den Beobachtungen ist folgendermassen zusammengestellt. Die zu untersuchende Flüssigkeit befindet sich in einem Cylinderglase (Fig. 1.), das ungefähr zum vierten Theile damit angefüllt ist; das Glas wird in ein Blechgefäss (Fig. 2.) gestellt, welches eine doppelte Wand hat, jedoch durch eine vier Linien breite Spalte das Visiren durch das Glas gestattet. Dieses Blechgefäss wird mit Oel angefüllt, so dass das Glas mit der zu untersuchenden Flüssigkeit von einem Oelbade umgeben ist, welches durch eine darunter angebrachte Weingeistlampe erwärmt werden kann.

Die Capillarröhre, welche erst durch Salpetersäure gereinigt worden, ist in einer starken Messingscheibe (Fig. 3. a) befestigt und diese liegt auf einem Messingstatife, (Fig. 3. b,b,b,b,) das über das Blechgefäss gestellt wird, so dass alsdann die Capillarröhre (c.) in die Flüssigkeit taucht; diese steigt darin in die Höhe, darf jedoch nicht über das Blechgefäss hinaus aufsteigen, was durch gehörige Auswahl der Dimensionen der Ge-

---

1) Biot, Traité de Physique. 1. p. 441.

fässe leicht zu erreichen ist. Zugleich ist in der Messingscheibe, zur Bestimmung des Niveau der Flüssigkeit eine Stahlspitze (d) befestigt, welche nicht so tief hinabreicht, als die Capillarröhre. Es ist dabei die Vorrichtung getroffen, dass sowohl die Capillarröhre als auch die Metallspitze vor die Spalte im Blechgefäss zu stehen kommen, so dass, wenn man durch dieselbe visirt, beide beobachtet werden können.

In der Messingscheibe ist ferner zur Seite der Capillarröhre ein Thermometer (e) angebracht, dessen Kugel in die Flüssigkeit taucht; und ein zweites, (f) dessen Kugel ausserhalb der Flüssigkeit, möglichst nahe der Capillarröhre steht, und endlich eine kleine Oeffnung, durch welche ein Pferdehaar sich bewegen lässt, an dem eine Glasmasse (g) hängt. Das Pferdehaar geht über eine, an einem besonderen Statife befestigte Rolle nach einer Schraube (h), an welcher man durch Auf- und Abwinden das Pferdehaar verkürzen und verlängern und dadurch die Glasmasse beliebig aus der Flüssigkeit ziehen oder darin einsenken kann.

Zur Beobachtung der Höhen benutzte ich das genaue Kathetometer des Hrn. Prof. Magnus, welches durch dessen eigene Versuche [1]) bekannt ist und eine Ablesung von $1/10$ Mm. gestattet, jedoch noch den vierten Theil eines $1/10$ Mm. mit Sicherheit schätzen lässt. Das Instrument war so aufgestellt, dass das Fadenkreuz des Fernrohres ungefähr drei Fuss von dem Blechgefässe entfernt war.

Die Beobachtungen wurden nun auf folgende Weise angestellt:

Die innere Wand der Capillarröhre musste vor jeder Beobachtung gehörig benetzt werden. Zu diesem Ende stülpe ich über das aus der Messingscheibe hervorragende Ende der Capillarröhre eine weitere Glasröhre (Fig. 3. i), die fest auf dem Korke, in welchem die Capillarröhre befestigt ist, aufgesetzt wird, wodurch ich einen annähernd luftdichten Verschluss erziele. Durch diese Glasröhre kann man mit dem Munde die Flüssigkeit aufsaugen. Vermittelst Baumwolle und Stückchen von Chlorcalcium wird jeder Eintritt von Unreinigkeit und Feuchtigkeit aus dem Munde in die Capillarröhre verhütet.

Nun stelle ich das Niveau der Flüssigkeit so ein, dass es eben die Metallspitze berührt. Dies geschieht durch Einsenken oder Herausziehen der Glasmasse; man dreht die Schraube, welche das Pferdehaar auf- und abwindet, so lange, bis man sieht, dass die Spitze und ihr in der Oberfläche der Flüssigkeit scharf abgespiegeltes Bild eben zusammentreffen.

Das Oelbad wird nach und nach erwärmt, während die zu beobachtende Flüssigkeit

---

1) Poggendorff's Annalen, LXI. 1844. p. 225.

durch Auf- und Abbewegen der Glasmasse umgerührt wird. Bei jeder Beobachtung wurde abgewartet bis die Temperatur der beiden Thermometer möglichst gleich war. — Die Zusammenstellung des Apparates bringt es mit sich, dass nicht allein die Flüssigkeit im Grunde des Gefässes, sondern auch die in der Capillarröhre befindliche, dieselbe Temperatur annimmt. Zu den Versuchen bei niedrigen Temperaturen, wird an die Stelle des Oeles im umgebenden Blechgefässe, Eis oder eine kaltmachende Mischung gebracht.

Um die Höhe der gehobenen Flüssigkeitssäule in der Capillarröhre zu messen, stellt man zuerst das Fadenkreuz des Fernrohres auf den niedrigsten Punkt des Meniscus ein, und liest den Rand des Fernrohres ab. Nun muss die Höhe des Flüssigkeitsniveau, oder was dasselbe ist, der Metallspitze bestimmt werden. Bei dieser Zusammenstellung kann aber die Spitze durch das Fernrohr nicht gesehen werden, indem sie von der an den Seitenwänden des Glases etwas in die Höhe steigenden Flüssigkeit bedeckt wird. Ich hebe desshalb die Glasmasse aus der Flüssigkeit: dadurch sinkt ihr Niveau, die Metallspitze wird frei und kann jetzt durch das Fernrohr beobachtet werden.

Damit man sich während der Beobachtung nicht von dem Kathetometer zu entfernen braucht, ist eine Vorrichtung angebracht, um von dort die Glasmasse aus der Flüssigkeit emporzuziehen; es wird dieses dadurch erreicht, dass ein zweiter Faden (Fig. 3. h′), der mit dem ersten verbunden ist, durch eine am Gestelle des Kathetometers selbst angebrachte Schraube aufgewunden wird.

Der Unterschied der zuerst beobachteten Höhe der Flüssigkeitssäule in der Capillarröhre, und derjenigen des Niveau der Flüssigkeit, ist die gesuchte Grösse.

Es könnte der Einwurf gemacht werden, dass die Unebenheiten des Cylinderglases, durch welches man die Beobachtungen macht, einen Einfluss auf das Resultat der Messungen haben könnten. Ich überzeugte mich jedoch durch Beobachtung der Theilstriche eines Maasstabes, den ich sowohl in dem Glase, als auch ausserhalb desselben mit dem Kathetometer untersuchte, dass jedenfalls dieser Einfluss ohne Bedeutung für die Genauigkeit der Versuche ist.

Die innere Weite der Capillarröhre wurde dadurch bestimmt, dass ich genau die Länge der Röhre mass, sie durch Aufsaugen mit Quecksilber füllte und das Gewicht dieses Quecksilbers bestimmte. Aus dem Volumen und der Länge des Quecksilbercylinders berechnete ich dessen Radius. —

Genaue Resultate waren nur von solchen Flüssigkeiten zu erwarten, welche weder durch erhöhte Temperatur, noch durch Einwirkung der Luft eine Veränderung erleiden. In der Ueberzeugung, dass zum Studium der Gesetze, welche die Körper beherrschen,

die genaue Untersuchung einiger weniger Substanzen vorzuziehen sei den Beobachtungen an einer grossen Menge von Körpern, von denen man erwarten muss, dass die Erscheinungen zum Theil durch fremde Einwirkungen getrübt werden, wählte ich nur Wasser, Aether und Olivenöl zu meinen Versuchen, und vervielfältigte die Experimente, indem ich mehrere Versuchsreihen mit den nämlichen Flüssigkeiten vornahm. — Eine mit englischer Schwefelsäure angestellte Versuchsreihe musste verworfen werden, weil nicht zu verhüten war, dass die Flüssigkeit während der Dauer des Experimentes durch Anziehen von Feuchtigkeit aus der Luft sich veränderte.

Beobachtungen über die Höhe, bis zu welcher die Flüssigkeiten bei verschiedenen Temperaturen sich in Capillarröhren erheben.

Die Resultate der Untersuchung sind in folgenden Tabellen enthalten. Ich habe geglaubt, für das Wasser die unmittelbaren Beobachtungen mittheilen zu müssen. Bei den übrigen Flüssigkeiten würde dieses zu weitläufig gewesen sein, ohne einen besonderen Nutzen zu gewähren, denn die vielen Beobachtungen, welche ich angestellt habe, konnten unmöglich bei den später zu erwähnenden Berechnungen nach der Methode der Summe der kleinsten Quadrate sämmtlich benutzt werden; beim Wasser dagegen glaubte ich mich dieser Arbeit unterziehen zu müssen. Bei den übrigen Flüssigkeiten schien es mir das Geeignetste, aus den angestellten Beobachtungen die Werthe für die ganzen Temperatur-Grade von 5 zu 5 Grad aus den zunächstliegenden Beobachtungen durch graphische Interpolation zu bestimmen.

1. *Versuche mit Wasser.*

Das destillirte Wasser wurde vor den Versuchsreihen ausgekocht, um die darin enthaltene Luft möglichst zu entfernen, deren Gegenwart, durch das Aufsteigen von Blasen bei höheren Temperaturen, sehr störend wirkt. Hr. Hagen äussert,[1]) dass Wasser, welches gekocht hat und wieder abgekühlt ist, seine Capillarität nachher bedeutend ver-

1) c. l. p. 32 u. 38.

mindert zeige. Wie es scheint, wurde das Wasser gekocht, während die Capillarröhre darin stand. Wenn nun Wasser auf einer Fläche verdunstet, so hinterlässt namentlich gewöhnliches Brunnenwasser, welches Hr. Hagen zu den meisten seiner Versuche anwandte, aber auch destillirtes Wasser, Spuren von Unreinigkeiten, welche hinreichen, die Benetzbarkeit der Fläche aufzuheben. Wird nach dem Kochen in den Capillarröhren nicht für eine neue Reinigung der Röhrenwand gesorgt, so ist natürlich die Capillarascension vermindert. — Auf ähnlichen Veränderungen durch Verdunstung bei gewöhnlicher Temperatur mag die Erscheinung beruhen, dass wenn der Apparat mehrere Stunden lang der Luft ausgesetzt war und nicht für neue Benetzung gesorgt wurde, sich die Capillarascension sowohl zwischen parallelen Platten, als auch in Röhren vermindert zeigte. [1])

Höhe der Flüssigkeitssäule des Wassers bei verschiedenen Temperaturen vom niedrigsten Punkte des Meniscus bis zum Niveau der Flüssigkeit. — Radius der Röhre bei 10°, 5 C. = 0,^{mm}29274.

Temperatur.	Capillarhöhe.	Temperatur.	Capillarhöhe.	Temperatur.	Capillarhöhe.
	mm		mm		mm
0° C.	52, 300	31°,5 C.	49, 150	55° C.	46, 935
3°	51, 923	31°,75	49, 200	57°	46, 800
5°	51, 750	33°	49, 050	59°	46, 475
8°	51, 425	34°	48, 925	60°,5	46, 400
11°	51, 075	35°	48, 825	62°	46, 200
12°	51, 025	37°	48, 675	64°,25	45, 950
14°,75	50, 750	40°	48, 325	66°,75	45, 700
15°,75	50, 625	41°,5	48, 375	69°,75	45, 400
20°,75	50, 275	42°	48, 300	71°	45, 250
24°	49, 975	42°,5	48, 275	73°,75	44, 975
25°	49, 900	44°,75	47, 875	79°,5	44, 400
27°,75	49, 625	47°,25	47, 675	82°	44, 000
28°	49, 600	49°	47, 500		

1) c. l. p. 33.

2. *Versuche mit Aether*

Der Aether war zwei Tage lang mit Chlorcalcium digerirt und dann abdestillirt worden, so dass er als vollkommen wasserfrei zu betrachten war.

Höhe der Flüssigkeitssäule des Aethers bei verschiedenen Temperaturen, vom untersten Punkte des Meniscus bis zum Niveau der äussern Flüssigkeit. Radius der Röhre bei 24° C. = 0,^{mm}21540.

Temperatur.	Capillarhöhe.	Temperatur.	Capillarhöhe.	Temperatur.	Capillarhöhe.
	mm		mm		mm
0° C.	24, 700	15° C.	23, 125	30° C.	20, 875
5°	24, 025	20°	22, 225	35°	20, 225
10°	23, 575	25°	21, 325		

3. *Versuche mit Olivenöl.*

Das angewandte Oel war feines Provenceröl.

Höhe der Flüssigkeitssäule des Olivenöls bei verschiedenen Temperaturen, vom untersten Punkte des Meniscus bis zum Niveau der äusseren Flüssigkeit. Radius der Röhre bei 24° C. = 0,^{mm}21540.

Temperatur.	Capillarhöhe.	Temperatur.	Capillarhöhe.	Temperatur.	Capillarhöhe.
	mm		mm		mm
15° C.	34, 015	65° C.	31, 325	110° C.	29, 266
20°	33, 850	70°	31, 175	115°	29, 050
25°	33, 575	75°	30, 950	120°	28, 512
30°	33, 190	80°	30, 700	125°	28, 462
35°	32, 805	85°	30, 450	130°	28, 050
40°	32, 469	90°	30, 200	135°	27, 987
45°	32, 045	95°	30, 095	140°	27, 775
50°	31, 975	100°	29, 650	145°	27, 745
55°	31, 900	105°	29, 483	150°	27, 500
60°	31, 550				

Um die Beobachtungen sowohl unter sich vergleichbar, als auch zur Untersuchung der Gesetze passender zu machen, reducirte ich alle gefundenen Höhen auf die Länge eines Cylinders von Flüssigkeit, der in einer Capillarröhre von 1 Mm. Radius getragen wird. Ich benutzte dazu die Poisson'sche Formel, [1])

$$h = \frac{a^2}{\alpha} - \frac{\alpha}{3} + \frac{\alpha^3}{3a^2} (\log 4 - 1)$$

wo h die Capillarhöhe, a^2 eine Constante und α der Radius der Capillarröhre ist. Das letzte Glied dieser Gleichung hat nur einen Einfluss auf die dritte Decimalstelle, wesshalb ich dasselbe bei der Berechnung vernachlässigte. Dann wird die Formel zur Reduction der Beobachtungen folgende:

$$H = \alpha \left(h + \frac{\alpha}{3} \right), \text{ [2])}$$

wo h die beobachtete Capillarhöhe in einer Röhre, deren Radius $= \alpha$ ist, und H die gesuchte Höhe des Flüssigkeitscylinders, welcher in einer Röhre von 1 Mm. Radius getragen wird.

Da sich mit der Temperatur die Weite der Capillarröhre verändert, so sind eigentlich die angeführten Versuchsreihen bei den verschiedenen Temperaturen in Röhren von verschiedenem Radius angestellt. Bei der Reduction der Beobachtungen musste ich daher diese Veränderung des Radius berücksichtigen, welche offenbar der linearen Ausdehnung des Glases proportional ist. Sie beträgt für die Röhre von 0,29274 Mm, Radius bei einem Temperaturunterschied von 100° C. 00024 Mm., für die Röhre von 0,21540 Mm. Radius 0,00019 Mm.

---

1) Nouvelle théorie de l'action capillaire, p. 112.

2) Die Formel für die Höhe der Flüssigkeitssäule, in einer Capillarröhre von 1 Mm. Radius vom untersten Punkte des Meniscus bis zum äusseren Niveau ist $h' = \alpha \left(h + \frac{\alpha}{3} \right) - \frac{1}{3}$. Der Unterschied dieser Formel von der oben angegebenen $\left(- \frac{1}{3} \right)$, beruht darauf, dass bei Berechnung der Höhe des Flüssigkeitscylinders von 1 Mm. Radius, die Masse, welche den Meniscus bildet, als Cylinder berechnet wird. Da der Meniscus angesehen werden kann, als von einer halben Kugeloberfläche begränzt, deren Radius der Radius der Capillarröhre ist, so ist die Masse des Meniscus $= \frac{\alpha}{3}$ und in dem Falle, wo der Radius $= 1$ angenommen wird, $= \frac{1}{3}$.

Reduction der Beobachtungen auf die Höhe eines Flüssigkeitscylinders, welcher durch eine Röhre von 1 Mm. Radius gehoben wird.

1. *Wasser.*

Temperatur.	Capillarhöhe.	Temperatur.	Capillarhöhe.	Temperatur.	Capillarhöhe.
	mm		mm		mm
0° C.	15, 338	31°,5 C.	14, 429	55° C.	13, 774
3°	15, 230	31°,75	14, 434	57°	13, 734
5°	15, 177	33°	14, 390	59°	13, 640
8°	15, 082	34°	14, 354	60°,5	13, 618
11°	14, 980	35°	14, 324	62°	13, 559
12°	14, 969	37°	14, 281	64°,25	13, 486
14°,75	14, 886	40°	14, 179	66°,75	13, 413
15°,75	14, 840	41°,5	14, 193	69°,75	13, 326
20°,75	14, 747	42°	14, 172	71°	13, 282
24°	14, 660	42°,5	14, 165	73°,75	13, 201
25°	14, 638	44°,75	14, 048	79°,5	13, 034
27°,75	14, 557	47°,25	13, 989	82°	12, 917
28°	14, 550	49°	13, 938		

2. *Aether.*

Temperatur.	Capillarhöhe.	Temperatur.	Capillarhöhe.	Temperatur.	Capillarhöhe.
	mm		mm		mm
0° C.	5, 335	15° C.	4, 996	30° C.	4, 512
5°	5. 189	20°	4, 802	35°	4, 372
10°	5, 093	25°	4, 609		

3. *Olivenöl.*

Temperatur.	Capillarhöhe.	Temperatur.	Capillarhöhe.	Temperatur.	Capillarhöhe.
	mm		mm		mm
15° C.	7, 343	65° C.	6, 765	110° C.	6, 324
20°	7, 306	70°	6, 733	115°	6, 278
25°	7, 247	75°	6, 685	120°	6, 163
30°	7, 165	80°	6, 631	125°	6, 151
35°	7, 082	85°	6, 578	130°	6, 063
40°	7, 010	90°	6, 524	135°	6, 049
45°	6, 919	95°	6, 475	140°	6, 004
50°	6, 904	100°	6, 406	145°	5, 998
55°	6, 888	105°	6, 370	150°	5, 945
60°	6, 813				

Prüfung des Laplace-Poisson'schen Gesetzes der Veränderung der Cohäsion durch Wärme und Aufstellung anderer Formeln.

Betrachten wir diese Resultate in Bezug auf das Laplace-Poisson'sche Gesetz, so muss, wenn die Höhe der Flüssigkeitssäule in einer Capillarröhre bei verschiedenen Temperaturen direct der Dichtigkeit proportionnal ist: $\frac{h'}{d'}$, wo h' die Capillarhöhe und d' die Dichtigkeit bezeichnet, bei jeder Temperatur die gleiche Grösse haben[1]). Nach diesem Gesetze muss auch die Capillarhöhe bei jeder Temperatur $= \frac{h}{v'}$ sein, wo h die Capillarhöhe bei 0° und v' das Volumen der Flüssigkeit bei den entsprechenden Temperaturen bezeichnet, dasjenige bei 0° = 1 gesetzt.

Ich will in Folgendem die Capillarhöhe berechnen, wie sie nach dem Laplace-Poisson'schen Gesetze stattfinden sollte und die erhaltenen Werthe mit den durch Beobachtung gefundenen vergleichen. Ich will in diesen Tabellen für h (die Capillarhöhe bei 0°) den aus allen Versuchen nach der Methode der Summe der kleinsten Quadrate berechneten wahrscheinlichsten Werth nehmen.

1) S. oben, S. 14.

1. *Wasser.* [1])

Temperatur.	Volumen.	Capillarhöhe nach dem Laplace-Poisson'schen Gesetze.	Capillarhöhe nach meinen Beobachtungen.	Differenz.
		mm	mm	mm
0° C.	1,00000	15, 332	15, 332	0, 000
3°	0,99989	15, 332	15, 230	+ 0, 102
5°	0,99989	15, 334	15, 177	+ 0, 157
8°	1,00000	15, 332	15, 082	+ 0, 250
11°	1,00023	15, 329	14, 980	+ 0, 349
12°	1,00034	15, 327	14, 969	+ 0, 358
14°,75	1,00070	15, 324	14, 886	+ 0, 438
15°,75	1,00084	15, 319	14, 840	+ 0, 479
20°,75	1,00179	15, 305	14, 747	+ 0, 558
24°	1,00251	15, 293	14, 660	+ 0, 633
25°	1,00277	15, 290	14, 638	+ 0, 652
27°,75	1,00349	15, 279	14, 557	+ 0, 722
28°	1,00356	15, 278	14, 550	+ 0, 728
31°,5	1,00423	15, 267	14, 429	+ 0, 838
31°,75	1,00431	15, 266	14, 434	+ 0, 832
33°	1,00470	15, 260	14, 390	+ 0, 870
34°	1,00509	15, 254	14, 354	+ 0, 900
35°	1,00545	15, 248	14, 324	+ 0, 924
37°	1,00645	15, 236	14, 281	+ 0, 955
40°	1,00749	15, 218	14, 179	+ 1, 039
41°,5	1,00816	15, 208	14, 193	+ 1, 015
42°	1,00849	15, 203	14, 172	+ 1, 171
42°,5	1,00882	15, 198	14, 165	+ 1, 033
44°,75	1,00952	15, 187	14, 048	+ 1, 139
47°,25	1,01059	15, 171	13, 989	+ 1, 182
49°	1,01138	15, 160	13, 938	+ 1, 222
55°	1,01444	15, 114	13, 774	+ 1, 340
57°	1,01520	15, 102	13, 734	+ 1, 368
59°	1,01597	15, 091	13, 640	+ 1, 451
60°,5	1,01741	15, 069	13, 618	+ 1, 451
62°	1,01826	15, 057	13, 559	+ 1, 498
64°,25	1,01954	15, 038	13, 486	+ 1, 552
66°,75	1,02096	15, 017	13, 413	+ 1, 604
69°,75	1,02278	14, 990	13, 326	+ 1, 664
71°	1,02367	14, 977	13, 282	+ 1, 695
73°,75	1,02533	14, 953	13, 201	+ 1, 752
79°,5	1,02895	14, 901	13, 034	+ 1, 867
82°	1,03066	14, 876	12, 917	+ 1, 959

1) Dieser Tabelle sind die neuesten Angaben über die Dichtigkeit zu Grunde gelegt, welche Isidore Pierre in den Annales de Chimie et de Physique S. III. T. XV., Nov. 1845. S. 325 mittheilt.

2. *Aether.* [1])

Temperatur.	Volumen.	Capillarhöhe nach dem Laplace-Poisson'schen Gesetze.	Capillarhöhe nach meinen Beobachtungen.	Differenz.
		mm	mm	mm
0° C.	1,00000	5, 354	5, 354	0, 000
5°	1,00761	5, 313	5, 189	+ 0, 124
10°	1,01540	5, 272	5, 093	+ 0, 179
15°	1,02286	5, 234	4, 996	+ 0, 238
20°	1,03150	5, 190	4, 802	+ 0, 388
25°	1,03989	5, 148	4, 609	+ 0, 539
30°	1,04854	5, 106	4, 512	+ 0, 594
35°	1,05749	5, 063	4, 372	+ 0, 691

3. *Olivenöl.* [2])

Temperatur.	Volumen.	Capillarhöhe. nach dem Laplace-Poisson'schen Gesetze	Capillarhöhe. nach meinen Beobachtungen.	Differenz.
		mm	mm	mm
15° C.	1,01111	7, 382	7, 343	+ 0, 039
20°	1,01488	7, 355	7, 306	+ 0, 049
25°	1,01861	7, 328	7, 247	+ 0, 081
30°	1,02241	7, 300	7, 165	+ 0, 145
35°	1,02618	7, 274	7, 082	+ 0, 192
40°	1,03001	7, 247	7, 010	+ 0, 237
45°	1,03457	7, 215	6, 919	+ 0, 296
50°	1,03767	7, 193	6, 904	+ 0, 289
55°	1,04159	7, 166	6, 888	+ 0, 278
60°	1,04528	7, 141	6, 813	+ 0, 328
65°	1,04951	7, 112	6, 765	+ 0, 347
70°	1,05332	7, 086	6, 733	+ 0, 353
75°	1,05722	7, 060	6, 685	+ 0, 375
80°	1,06122	7, 033	6, 631	+ 0, 402
85°	1,06519	7, 007	6, 578	+ 0, 429
90°	1,06921	6, 981	6, 524	+ 0. 457
95°	1,07325	6, 954	6, 475	+ 0, 479
100°	1,07731	6, 928	6, 406	+ 0, 522
105°	1,08140	6, 902	6, 370	+ 0, 532
110°	1,08551	6, 876	6, 324	+ 0, 552
115°	1,08964	6, 850	6, 278	+ 0, 572
120°	1,09436	6, 820	6, 163	+ 0, 657
125°	1,09799	6, 798	6, 151	+ 0, 647
130°	1,10199	6, 773	6, 063	+ 0, 710
135°	1,10644	6, 746	6, 049	+ 0, 697
140°	1,11049	6, 721	6, 004	+ 0, 717
145°	1,11498	6, 694	5, 998	+ 0, 696
150°	1,11930	6, 668	5, 945	+ 0, 723

1) Das Volumen des Aethers nach J. Pierre, c. l.
2) Das Volumen des Olivenöls nach A. Erman, Rationis quæ inter volumina corporis ejusdem: solidi, liquescentis, liquidi intercedit, specimen. Dissertatio, Berolini 1826.

Aus dieser Berechnung geht die Unrichtigkeit des Laplace-Poisson'schen Gesetzes hervor, denn sie zeigt, dass die Capillarhöhe mit Erhöhung der Temperatur viel schneller abnimmt als der Verminderung der Dichtigkeit entsprochen würde. Die Abnahme der Höhe, bis zu welcher die Flüssigkeit in Capillarröhren steigt, scheint überhaupt nicht mit der Dichtigkeit, sondern vielmehr mit der Zunahme der Temperatur in Proportionalität zu stehen. Um die Richtigkeit oder Unrichtigkeit dieser Annahme zu prüfen, habe ich, mit Zugrundelegung dieser Proportionalität zwischen Capillarhöhe und Temperatur, die Beobachtungen nach der Methode der Summe der kleinsten Quadrate berechnet und dadurch für alle untersuchten Flüssigkeiten die vollkommenste Bestätigung dieser Annahme gefunden.

Nach dieser Berechnung kann der Flüssigkeitscylinder, welcher in einer Capillarröhre von 1 Mm. Radius gehoben wird, bei jeder beliebigen Temperatur durch folgende Formeln ausgedrückt werden:

1) für Wasser, $h = 15{,}33215 - 0{,}0286396 . t$

2) für Aether, $h = 5{,}3536 - 0{,}028012 . t$

3) für Olivenöl, $h = 7{,}4640 - 0{,}010486 . t$

In diesen Formeln bezeichnet h die gesuchte Höhe des Flüssigkeitscylinders und t die Temperatur in Graden der 100theiligen Scale ausgedrückt.

Diese Berechnung belehrte mich zugleich über die Genauigkeit der Beobachtungen.

Versuche über die Capillarität des Wassers bei niedrigen Temperaturen.

Bei Olivenöl und Aether ist die Curve, welche entsteht, wenn die Temperaturgrade als Abscissen und die entsprechenden Dichtigkeiten als Ordinaten genommen werden, nahe eine gerade Linie; und somit könnte bei diesen beiden Flüssigkeiten die Capillarhöhe auch als proportionnal der Dichtigkeit betrachtet werden. — Beim Wasser aber weicht die Curve für die Veränderung der Dichtigkeit durch Temperaturveränderung bedeutend ab von der geraden Linie, und zeichnet sich namentlich durch jene auffallende Anomalie zwischen 0° und 4° aus.

Das Wasser giebt uns also das sicherste Mittel an die Hand, zur Prüfung, ob die Capillarhöhe mit der Dichtigkeitszunahme oder der Temperaturabnahme in Proportionalität

stehe. Am deutlichsten wird sich dieses aus der Beobachtung des Verhaltens der Capillarität zwischen 0° und 4° herausstellen, wo die Dichtigkeit und die Temperatur sich in gleicher Richtung verändern, während sie bei höheren Temperaturen in entgegengesetzter Richtung ab- und zunehmen. Wenn daher die Capillarhöhe in Proportionalität mit der Dichtigkeit steht, so muss sie von 0° bis 4° zunehmen, hier ein Maximum erreichen und bei höheren Temperaturen wieder abnehmen; nimmt sie aber in dem Verhältnisse ab, als die Temperatur zunimmt, so muss sie schon von 0° bis 4° abnehmen.

Ich stellte daher mit besonderer Sorgfalt, in wenigstens acht Versuchsreihen, wohl bei 200 Beobachtungen innerhalb der Temperaturgrenzen von 0° bis 8° an. Ich kehrte öfters die Capillarröhre um, so dass an verschiedenen Theilen der Röhre die Beobachtungen gemacht wurden; ich sorgte dafür, dass die Temperatur der Luft im Glase bei jeder Beobachtung die nämliche war, wie die der Flüssigkeit; endlich stellte ich die Versuchsreihen sowohl dadurch dar, dass ich nach und nach die Flüssigkeit abkühlte, als auch von 0° ausgehend, allmählig erwärmte. Ich will einige der Versuchsreihen hier anführen.

Höhe der Flüssigkeitssäule des Wassers bei niedrigen Temperaturen, in einer Capillarröhre, deren Radius bei 10°,5 C. = 0,29274 ist.

1. *Versuchsreihe.*

Temperatur.	Capillarhöhe.			Mittel.	Temperatur.	Capillarhöhe.			Mittel.
	mm			mm		mm			mm
0° C.	52, 350	300	—	52, 325	3°,5C.	51, 875	850	—	51, 862
0 ,5	52, 150	050	—	52, 100	4 ,5	51, 750	—	—	51, 750
2 ,25	52, 075	050	—	52, 062	5	51, 825	800	—	51, 812
3	51, 950	925	750	51, 875	7	51, 510	—	—	51, 510

2. *Versuchsreihe.*

Temperatur.	Capillarhöhe.			Mittel.	Temperatur.	Capillarhöhe.			Mittel.
	mm			mm		mm			mm
0° C.	52, 325	275	225	52, 275	3°,25C.	51, 900	875	800	51, 858
0 ,25	52, 165	150	110	52, 140	3 ,75	51, 900	800	—	51, 850
1 ,75	52, 025	000	—	52, 012	5	51, 800	—	—	51, 800
2	52, 000	51,925	900	51, 941					

3. *Versuchsreihe.*

Temperatur.	Capillarhöhe.			Mittel.	Temperatur.	Capillarhöhe.			Mittel.
	mm			mm		mm			mm
1° C.	52, 075	52,000	51,950	52, 008	3°,25C.	51, 950	900	—	51, 925
1 ,25	52, 135	125	51,900	52, 080	3 ,75	51, 900	—	—	51, 900
1 ,5	52, 175	075	51,900	52, 033	4	51, 850	750	—	51, 800
1 ,75	52, 125	050	51,825	52, 000	5	51, 850	700	—	51, 775
2	52, 025	51,975	—	52, 000	6	51, 500	—	—	51, 500
2 ,5	52, 025	975	—	52, 000					

4. *Versuchsreihe.*

Temperatur.	Capillarhöhe.			Mittel.	Temperatur.	Capillarhöhe.			Mittel.
	mm			mm		mm			mm
1° C.	52, 075	050	—	52, 062	5°,5C.	51, 575	—	—	51, 575
2	51, 950	—	—	51, 950	6	51, 650	575	550	51, 575
3	51, 900	890	875	51, 888	7 ,25	51, 410	400	390	51, 400
3 ,25	51, 900	—	—	51, 900	7 ,5	51, 465	—	—	51, 465
3 ,75	51, 900	875	—	51, 887	8	51, 425	370	320	51, 371
4	51, 800	725	700	51, 741	8 ,5	51, 375	250	—	51, 312
4 ,5	51, 775	—	—	51, 775	9 ,25	51, 300	—	—	51, 300
5	51, 800	725	650	51, 725	9 ,5	51, 200	—	—	51, 200

5. *Versuchsreihe.*

Temperatur.	Capillarhöhe.	Temperatur.	Capillarhöhe.	Temperatur.	Capillarhöhe.	Temperatur.	Capillarhöhe.
	mm		mm		mm		mm
0° C.	52, 258	3° C.	51, 900	5° C.	51, 675	7°,75C.	51, 425
1	52, 100	4 ,25	51, 750	6 ,5	51, 600	8 ,5	51, 350
1 ,75	52, 000	4 ,75	51, 700	7	51, 525	8 ,75	51, 350
2	51, 975						

Mittel aus den 5 Versuchsreihen.

Temperatur.	Capillarhöhe.	Reducirt auf eine Capillarröhre von 1 Mm. Radius.	Temperatur.	Capillarhöhe.	Reducirt auf eine Capillarröhre von 1 Mm. Radius.
	mm	mm		mm	mm
0° C.	52, 286	15, 334	5° C.	51, 743	15, 175
1	52, 057	15, 266	6	51, 558	15, 133
2	51, 966	15, 240	7	51, 500	15, 104
3	51, 888	15, 228	8	51, 371	15, 067
4	51, 770	15, 183	9	51, 325	15, 053

Diese Tabelle bestätigt vollkommen die Thatsache, dass zwischen 0° und 4° die Höhe, bis zu welcher das Wasser in einer Capillarröhre gehoben wird, nicht mit der Dichtigkeit in Proportionalität steht, sondern in demselben Verhältnisse abnimmt, wie die Temperatur zunimmt.

Auch Hr. Sondhauss gelangt zu einem ähnlichen Resultate, sagt aber dabei: [1] »rem gravissimam satis exploratam esse non existimo.«

Ich möchte zugleich auf ein Resultat aufmerksam machen, welches ziemlich sicher aus meinen Beobachtungen hervorgeht: es scheint nämlich, dass der für die höheren Temperaturen berechnete Coefficient der Abnahme der Capillarhöhe für 1° C. (0,0286396 S. S. 32) bei den Temperaturen unter 4° grösser werde. Aus den Beobachtungen ergibt sich:

zwischen	Unterschied
0° und 1°	0,068
1° — 2°	0,026
2° — 3°	0,012
3° — 4°	0,045
Mittel für 1° C.	0,0377

Diese Vergrösserung des Coefficienten in den Temperaturen unter 4° erklärt sich vielleicht auf folgende Weise: die Kraft, welche die Flüssigkeitssäule hebt, wird durch die Höhe der gehobenen Säule gemessen: es ist dies aber ein Mass, welches wegen Veränderung des specifischen Gewichtes der Flüssigkeit bei verschiedenen Temperaturen einen verschiedenen Werth hat; während also ein Flüssigkeitscylinder von ein und derselben Grösse von den höheren Temperaturen bis + 4° stets schwerer wird, nimmt er von + 4° bis 0° wieder an Gewicht ab. Von den höheren Temperaturen bis 4° nimmt also die hebende Kraft und unser Mass für diese Kraft in gleicher Richtung zu, von 4° abwärts ist die hebende Kraft immer noch in Zunahme, aber das Mass derselben ist jetzt in Abnahme begriffen. Wenn also die hebende Kraft auch von + 4° abwärts in dem nämlichen Verhältnisse, wie in höheren Temperaturen zunimmt, so muss, weil der gehobene Cylinder leichter wird, seine Länge in stärkerem Verhältnisse wachsen, als in den höheren Temperaturen.

1) Dissertatio, p. 28.

Folgerungen aus den Beobachtungen in Bezug auf die Theorie der Cohäsion.

Schon am Eingange dieser Abhandlung (S. 9) habe ich geäussert, dass die Capillarhöhe eine Function der Cohäsion und des specifischen Gewichtes sei. Wenn daher die Capillarität als Mass der Cohäsion betrachtet wird, so müssen die Gewichte der gehobenen Flüssigkeitssäulen verglichen werden; denn man sieht leicht ein, dass bei ein und derselben Cohäsionskraft die Capillarhöhe grösser sein muss, wenn die specifische Schwere kleiner wird. Die Cohäsion wird daher ausgedrückt durch h d. — Da jedoch die Veränderung von d durch Temperaturerhöhung im Vergleiche zu der bedeutenden Veränderung von h sehr klein ist, so muss die Veränderung der Cohäsion nahe den Veränderungen der Capillarhöhe proportional sein. Um daher die Abhandlung nicht unnöthiger Weise mit Tabellen zu überladen, habe ich hier die Rechnung von h d nicht ausgeführt, welche aber bei den theoretischen Betrachtungen über die Veränderung der Cohäsion durch die Wärme und den Vergleichungen derselben mit andern Molecularkräften unumgänglich ist.

Die allgemeinen Resultate, welche ich in Folgendem anführe, bedürfen dieser Rechnung nicht.

Es ergibt sich aus allen Versuchen der Schluss, dass die Wärme einen andern Einfluss auf die Cohäsion ausübe, als den, welcher durch Veränderung der Dichtigkeit bedingt wird.

Wenn man nun die Cohäsion als eine Function der Molecularattraction und einer Repulsionskraft betrachtet, so ist kaum anzunehmen, dass die Attractionskraft, welche in einer Massenanziehung ihren Grund hat, durch Wärme irgend eine Veränderung erleide, und somit ist die Betrachtungsweise von Laplace und Poisson eine ganz natürliche: dass die Attraction der Molecule eine Function der Dichtigkeit sei. Wenn aber Poisson äussert[1]), dass die Veränderung des repulsiven Theiles der Molecularkräfte durch die Wärme eine zu vernachlässigende Grösse sei, so widerstreitet dieser Ansicht das Experiment, aus welchem im Gegentheil hervorgeht, dass die Veränderung der Attractionskraft, gegenüber den bedeutenden Veränderungen, welche die Repulsionskraft erleidet, eine beinahe zu vernachlässigende Grösse ist.

Wenn auch hier nicht der Ort ist, in alle theoretischen Speculationen einzugehen,

1) Siehe die S. 13 angeführte Stelle aus der Nouvelle théorie de l'action capillaire p. 106.

auf welche diese experimentellen Untersuchungen führen können, so beweisen dieselben doch, dass die theoretische Betrachtung der Capillarerscheinungen keineswegs durch die »Théorie de l'action capillaire« und die »Nouvelle Théorie« desselben Gegenstandes abgeschlossen ist, und wie Hr. Biot sagt, aus dem Gebiete der gemeinen Physik tretend, ein abgeschlossenes Ganzes von mathematischen Wahrheiten bilde[1]; vielmehr zeigen dieselben, dass der Ausspruch eines älteren französischen Akademikers[2] immer noch wahr bleibt: »Partout dans la nature il y a de la géométrie: mais elle est ordinairement fort compliquée, et celle qui avait fondé nos raisonnements était trop simple pour attraper juste les effets tels qu'ils sont! « —

Vergleichung der gefundenen Werthe für die Capillarhöhe des Wassers, Aethers und Olivenöls mit früheren Beobachtungen.

Es bleibt mir noch übrig, die aus meinen Beobachtungen hervorgehenden absoluten Zahlenwerthe der Capillarhöhe mit früheren Bestimmungen zu vergleichen. Da letztere zum Theil bei den wichtigen Untersuchungen von Laplace und Poisson als Prüfung der theoretischen Betrachtungen gedient haben, so möchte es vielleicht nicht ohne Interesse sein, zu sehen, in wie weit meine Zahlen mit jenen übereinstimmen.

1. *Wasser.*

Die besten von den älteren Versuchen über die Capillarhöhe des Wassers sind wohl die von Hrn. Gay-Lussac angestellten, welche nach dem Ausdrucke des Hrn. Biot die Genauigkeit astronomischer Bestimmungen erreichen.

Hr. Gay-Lussac fand die Höhe der gehobenen Flüssigkeitssäule in einer Capillarröhre von 0,^{mm}6472 Radius bei 8°,5 C. = 23,^{mm}1634,[1] was nach der oben (S. 27) angeführten Formel für eine Röhre, deren Radius = 1 Mm. ist, einem Flüssigkeitscylinder

1) Extrait du supplément à la théorie de l'action capillaire. — Journal de Physique. T. LXV. Juillet 1807. p. 95.

2) In: Histoire de l'académie royale des sciences de 1723, p. 90. Wahrscheinlich von Fontenelle, dem damaligen Secretär der Akademie.

3) Poisson. Nouvelle théorie de l'action capillaire, p. 112. An dieser Stelle im Poisson-schen Texte hat sich ein Druckfehler eingeschlichen, indem bei einer zweiten hier angeführten Beobachtung der Radius der Röhre zu 9,^{mm}9519 statt 0,9519 angegeben ist. — Dieser Druckfehler ist mit den beiden Gay-Lussac'schen Beobachtungen in andere physikalische Schriften übergegangen.

von 15,^{mm}130 entspricht. Aus meinen Beobachtungen ergibt sich für die nämliche Temperatur eine Säule von 15,^{mm}089, was mit der Gay-Lussac'schen Zahl bis auf den $1/25^{ten}$ Theil eines Mm. übereinstimmt.

Poisson reducirt nach seinem Gesetze der Veränderung der Cohäsion bei Temperaturerhöhung eine Beobachtung von Hrn. Gay-Lussac, welche bei 16° zwischen parallelen Platten angestellt ist, auf die Temperatur von 8°,5, [1]) um dieselbe mit den Beobachtungen in Capillarröhren zu vergleichen. Die so erhaltene Grösse stimmt, wie vorauszusehen, nicht mit der bei niedriger Temperatur beobachteten, so dass der Unterschied sogar 0,^{mm}4826 beträgt. Poisson schreibt denselben den Beobachtungsfehlern zu, welche aber bei den genauen Messungen des Hrn. Gay-Lussac kaum in so grossem Verhältniss vorkommen können. Dieser Unterschied reducirt sich auch wirklich auf weniger als die Hälfte, wenn die Beobachtung bei der höheren Temperatur nach meiner Formel reducirt wird.

Ich will die zuverlässigsten, mir bekannten Beobachtungen in folgender Tabelle zum Vergleiche mit meinen Resultaten zusammenstellen.

1. *Wasser.*

Beobachter.	Temperatur.	Flüssigkeitscylinder, welcher in einer Capillarröhre von 1 Mm. Radius gehoben wird.	Nach meinen Beobachtungen.	Differenz.
		mm	mm	mm
Gay-Lussac, [2])	8°,5 C.	15, 130	15, 089	+ 0, 041
idem, [3])	11	15, 033	15, 017	+ 0, 016
Frankenheim, [4])	0	15, 30	15, 332	— 0, 032
idem,	16 ,5	14, 84	14, 859	— 0, 019
idem, [5])	0	15, 42	15, 332	+ 0, 088
Sondhauss, [6])	0	15, 523	15, 332	+ 0, 191
Artur, [7])	0	15, 165	15, 332	— 0, 167
Hagen, [8])	10	14, 878	15, 046	— 0, 168

1) c. l. p. 181. — 2) c. l. p. 112. — 3) c. l. p. 295. — 4) Lehre von der Cohäsion, S. 79. Die zweite Beobachtung ist hier, als bei 6°,5 gemacht, angeführt. Hr. Frankenheim corrigirt jedoch diese Angabe in Erdmann und Marchand's Journal, 1841 Bd. XXIII. S. 404. In derselben Zahl hat Hrn. Sondhauss's Dissertation S. 25 den Druckfehler 10°,5 statt 16°,5.

5) Erdmann u. Marchand, Journal, Bd. XXIII, S. 421.

6) Dissertatio, p. 25. — 7) Théorie élémentaire de la capillarité. 1842, p. 104.

8) Die Oberfläche der Flüssigkeiten. 1845, p. 38. Hr. Hagen führt Beobachtungen an, welche er mit 6 Röhren von verschiedenem Durchmesser anstellte. Da seine Angaben im alten französischen Maasse sind, so reducirte ich sie auf Mm. und dann auf eine Röhre von 1 Mm. Radius. Die 6 Beobachtungen geben:

$$\left.\begin{array}{lll} 14,^{mm}726 & 14,714, & 14,872 \\ 14, \ \ 805 & 15,176, & 14,972 \end{array}\right\} \text{Mittel} = 14,878.$$

Die Temperatur wird hier nicht angegeben. An einer späteren Stelle sagt jedoch der Hr. Verfasser, dass alle seine Beobachtungen bei etwa 8° R angestellt seien. Ich habe daher die Temperatur = 10° C. angenommen.

2. *Aether.*

Beobachter.	Temperatur.	Flüssigkeitscylinder, welcher in einer Capillarröhre von 1 Mm. Radius gehoben wird.	Nach meinen Beobachtungen.	Differenz.
		mm	mm	mm
Frankenheim, [1]	19° C.	5, 10	4, 821	+ 0, 279
idem,	14 ,5	5, 37	4, 947	+ 0, 423
idem, [2]	0	5, 40	5, 354	+ 0, 046
Artur, [3]	0	5, 208	5, 354	— 0, 146

3. *Olivenöl.*

Beobachter.	Temperatur.	Flüssigkeitscylinder, welcher in einer Capillarröhre von 1 Mm. Radius gehoben wird.	Nach meinen Beobachtungen.	Differenz.
		mm	mm	mm
Frankenheim, [4]	13° C.	7, 40	7, 328	+ 0, 072
Hauy, [5]	8	7, 50	7, 381	+ 0, 119

Es sei mir erlaubt, zum Schlusse noch einige Relationen zu betrachten, in welchen die Cohäsion mit anderen Kräften steht und die in mehr oder weniger directer Beziehung zu meinen Resultaten stehen.

---

1) Lehre von der Cohäsion, p. 83.
2) Erdmann u. Marchand, Journal 1841. Bd. XXIII. p. 426.
3) Théorie élémentaire de la capillarité, p. 112.
4) Lehre von der Cohäsion, p. 83. (Mandelöl.)
5) Nach einer Berechnung von Frankenheim, (Lehre von der Cohäsion, p. 77) aus den Angaben, welche Laplace anführt.

Ueber die Frankenheim'sche Ansicht des Zusammenhanges der Synaphie mit der lichtbrechenden Kraft.

Hr. Frankenheim glaubt, eine gewisse Beziehung zwischen Cohäsion und lichtbrechender Kraft gefunden zu haben.[1]) Er berechnet nämlich das Product der Synaphie in die lichtbrechende Kraft ($n^2 - 1$), mit Zugrundelegung der Brewster'schen Bestimmungen. Er schliesst aus seiner Rechnung, dass dieses Product bei allen Flüssigkeiten nahezu eine constante Grösse sei und stellt die Regel auf, »dass das Licht um so stärker gebrochen werde, je kleiner die Synaphie sei.«

In Folge dieses Satzes müsste die brechende Kraft ein und derselben Flüssigkeit mit Temperaturerhöhung in ebenso grossem Verhältniss zunehmen, als die Synaphie abnimmt. Vergleichen wir die Beobachtungen mit diesem Schlusse, so geht schon aus der älteren Arbeit von Hrn. Arago und Petit[2]) hervor, dass die lichtbrechende Kraft mit Temperaturerhöhung abnimmt. Die genauesten Versuche über die Refraction der Flüssigkeiten hat in neuester Zeit Hr. Mitscherlich angestellt, und, was namentlich von dem grössten Interesse ist, er untersuchte ein und dieselbe Flüssigkeit bei verschiedenen Temperaturen. Hr. Mitscherlich hat seine Arbeiten zwar bis jetzt noch nicht einem grössern Publikum mitgetheilt, wohl aber der hiesigen Akademie der Wissenschaften vorgelegt. Die Resultate, welche ich der gütigen Mittheilung des Hrn. Verfassers verdanke, lauten dahin, dass die lichtbrechende Kraft bei erhöhter Temperatur geringer sei, obgleich sich bis jetzt noch nicht entscheiden liess, ob diese Abnahme der Refraction der Dichtigkeit oder der Temperaturzunahme proportional sei. — Es findet also gerade das Umgekehrte von dem Statt, was sich nach der Frankenheim'schen Regel ergeben müsste.

Wenn es gleich wahrscheinlich ist, dass zwischen diesen beiden Molecularwirkungen eine gewisse Relation stattfindet, so muss doch vorläufig ausgesprochen werden, dass sie nicht eine solche ist, wie Hr. Frankenheim sie annahm. Die genaue Vergleichung des Verhaltens der Cohäsion und Refraction bei verschiedenen Temperaturen, welche ohne Zweifel geeignet ist, einen Aufschluss über diese noch so dunkeln Molecularkräfte zu geben, wird jedoch erst dann möglich sein, wenn die schönen Versuche des Hrn. Mitscherlich beendigt sein werden.

1) Lehre von der Cohäsion, p. 91
2) Annales de Chimie et de Physique T. I. 1816. p. 1.

Relationen zwischen Cohäsion und Electricität.

In neuester Zeit hat Hr. Draper in New-York eine Ansicht geäussert, nach welcher die Cohäsion in elektrischen Wirkungen ihre Ursache hat.[1]) Wenn es gleich kaum ein Fortschritt zu nennen ist, wenn zur Erklärung einer dunkeln Erscheinung eine allgemeine Bezeichnung einer wenig bekannten Kraft eingeführt wird, so möchten doch die Experimente, welche Hr. Draper zur Bestärkung seiner Ansicht anführt, die Aufmerksamkeit der Physiker in Anspruch nehmen.

Das erste Experiment ist folgendes: Bringt man einen Wassertropfen auf eine reine Quecksilberoberfläche und taucht die negative Electrode eines galvanischen Stromes in das Quecksilber, während man die positive in das Wasser bringt, so zieht sich der Wassertropfen zu einer Halbkugel zusammen. — Dieses Experiment, welches ganz ähnlich schon Hr. Erman im J. 1808 beobachtet hat[2]), ist vollkommen richtig. Ich tauchte nun umgekehrt die positive Electrode in das Quecksilber und die negative in den Wassertropfen, wobei sich die entgegengesetzte Erscheinung einstellte, indem alsbald das Wasser sich über die Quecksilberoberfläche ausbreitete. (Auf vollkommen gereinigtem Platinbleche wiederholte sich die Erscheinung nicht.)

Es hängen diese Erscheinungen mit der Bewegung zusammen, welche die Hrn. Erman, Herschel, Pfaff und Schweigger[3]) bei Flüssigkeiten beobachtet haben, die das Quecksilber vollständig bedeckten, wenn ein elektrischer Strom durch diese Verbindung geht. Sie scheinen einerseits ihren Grund zu haben in der allgemeinen Tendenz der Körper, durch welche ein Strom geht, sich in der Richtung dieses Stromes zu bewegen; da aber auch die Bewegung je nach der chemischen Beschaffenheit der Flüssigkeiten verschieden sind, so scheinen sie zweitens von den chemischen Veränderungen abzuhängen, welche die Oberfläche des Quecksilbers erleidet. Aber die Annahme einer veränderten Intensität der Cohäsionskraft ist nirgends durch die Beobachtungen begründet. Dass vielmehr letztere keine Veränderung erleide, beweist auf's Bestimmteste schon das alte Experiment von Hrn. Erman[4]), welcher die Kraft, mit welcher Adhäsionsplatten

1) Philosophical magazine. Third series. 1845. p. 184.
2) Gilbert. Annalen der Physik. Bd. 32. 1809. S. 269.
3) Erman in Gilbert's Annalen. XXXII. S. 269. Herschel in Schweigger's Jahrbuch der Chemie und Physik. 1825. XLIV. S. 182. Pfaff ebendaselbst. Schweigger ebendaselbst. S. 214.
4) Gilbert's Annalen. XXXII. S. 263.

von Wasser gerissen wurden, wenn sie als Electroden eines electrischen Stromes benutzt wurden, gleich fand, wie wenn kein Strom durch die Verbindung ging. Ich habe durch einen Versuch mit einer Capillarröhre mich überzeugt, dass auch bei dem Draper'schen Experimente die Cohäsion keine merkbare Veränderung erleide: in den auf dem Quecksilber befindlichen Wassertropfen taucht eine Capillarröhre, in welcher das Wasser von dem Tropfen zum Theil aufsteigt; in die gehobene Wassersäule reicht von oben herab ein Platindraht als Electrode, so dass die elektrische Verbindung mit dem Quecksilber durch die Wassersäule stattfindet. Würde, wenn ein electrischer Strom durch die Vorrichtung geht, die Cohäsion eine Modification erleiden, so zeigte sich dieses durch die Veränderung der Capillarhöhe. Ich fand jedoch bei Ausführung des Experiments die Höhe der gehobenen Säule bei durchgehendem Strome nur insofern etwas verändert, als das äussere Niveau des Wassers durch die Verbreitung über die Quecksilberoberfläche sich veränderte.

Ich glaube daher mit Sicherheit aussprechen zu dürfen, dass die Cohäsion der Flüssigkeiten, durch welche ein electrischer Strom geht, keine merkbare Veränderung erleide und daher das von Hrn. Draper angeführte Experiment nichts beweise für den Zusammenhang der Capillarerscheinungen mit der Electricität.

Ein zweites Experiment, welches Hr. Draper anführt, ist folgendes: in ein heberförmig gebogenes Glasrohr, dessen einer Schenkel capillar ist, giesst er Quecksilber. Dasselbe steht wegen der Capillardepression im engen Schenkel tiefer als im weiten. Bringt man auf das Quecksilber im engen Schenkel etwas Wasser und taucht in dasselbe die positive Electrode und die negative in das Quecksilber des weiten Schenkels, so soll das Quecksilber in dem engen Schenkel in die Höhe steigen. — Bei Wiederholung glückte mir dieses Experiment einige Male; ebenso, wenn umgekehrt die positive Electrode in das Quecksilber und die negative in das Wasser tauchte.

Dieses Steigen des Quecksilbers in dem engen Rohre erklärt sich leicht aus einem längst bekannten Experimente von Hrn. Erman[1]), welcher das Verhalten des Quecksilbers beobachtete, das mit Wasser vollständig bedeckt war: wenn nämlich die positive Electrode in das Wasser und die negative in das Quecksilber taucht, so findet eine auffallende Krümmung und Erhöhung der Oberfläche des Quecksilbers Statt. Bei dem Draper'schen Versuche zeigt sich diese Erscheinung in der Capillarröhre, worin das Quecksilber wie beim Erman'schen Versuche sich erhebt.

---

1) Gilbert, Annalen der Physik. XXXII. 1809. S. 268.

Es gehört diese Erscheinung offenbar in die nämliche Categorie mit den Schwankungen, welche eine Quecksilbersäule zeigt, die sich in einer horizontalen Röhre zwischen Wasser befindet, in welches die Electroden eines electrischen Stromes tauchen. Schon Hr. Erman hat diese Beobachtung gemacht[1], und neulich hat sie Hr. Dr. la Rive in noch grösserem Massstabe ausgeführt.[2]

Man kann endlich auch das Steigen des Quecksilbers in der Capillarröhre ebenso leicht aus dem ersten Versuche des Hrn. Draper erklären. Wenn nämlich Wasser in dem engen Schenkel des Heberrohres auf das Quecksilber gebracht wird, so findet die Capillardepression des Quecksilbers in einem Wasserröhrchen Statt. Wird die positive Electrode in das Wasser gebracht, während die negative in das Quecksilber taucht, so zieht sich das Wasser, welches sich zwischen Quecksilber und Glasröhrchen gedrängt hatte, wie beim ersten Experimente zurück; dadurch nimmt die Convexität der Quecksilberoberfläche ab, was eine Erhebung des Quecksilbers zur Folge hat. — Jedenfalls erklärt sich die Erhebung des Quecksilbers auf eine leichte Weise durch solche secundäre Wirkungen und man braucht ebenso wenig hier, als beim ersten Experimente, eine Veränderung der Cohäsion durch den electrischen Strom anzunehmen.

Wenn überhaupt eine Relation zwischen Electricität und Cohäsion stattfindet, so glaube ich, dass dieselbe auf einem ganz andern Wege zu suchen sei. Die wichtige Entdeckung von Hrn. Faraday[3], dass ein Körper, durch welchen ein polarisirter Lichtstrahl geht, die Fähigkeit erlangt, die Polarisationsebene zu drehen, wenn der Körper von einem electrischen Strome umkreist ist, scheint zu beweisen, dass der Körper durch diesen Strom eine Veränderung im Molecularzustande erleide. Bei dieser Auffassung der Erscheinung liegt der Gedanke sehr nahe, dass die Cohäsion, welche ebenfalls in einer Wirkung der Molekularkräfte ihren Grund hat, unter den nämlichen Umständen eine Modification erleide. Gleich nachdem die erste Nachricht von der Faraday'schen Entdeckung hier bekannt wurde, wiederholte Hr. Magnus das Experiment mit dem besten Erfolge. Ich benutzte nun den nämlichen Apparat so, dass ich in die Drahtspirale an die Stelle des Körpers, durch welchen der Lichtstrahl geht, eine Flüssigkeit brachte, in welche eine Capillarröhre tauchte; ich sorgte dafür, dass der oberste Theil der gehobenen Flüssigkeitssäule noch innerhalb der Drahtspirale sich befand und beobachtete

---

1) c. t. S. 275.

2) Comptes rendus de l'académie des sciences. T. XXII. Nr. 10. 1846. p. 431.

3) Ueber die Magnetisirung des Lichts: Poggendorff's Annalen. LXVIII. 1846. p. 105. Aus Philos. Mag. ser. III. vol. XXVIII. p. 294.

nun den Rand des Meniscus, während ein Strom durch die Spirale ging. Ich wandte nacheinander Wasser, Aether, Alkohol, Steinöl, Salzsäure, Salpetersäure, Schwefelsäure und eine Lösung von Kupfervitriol an, ohne jedoch irgend eine Veränderung in der Capillarhöhe zu bemerken, wenn der Strom durch die Drahtspirale ging. Wenn man indessen bedenkt, wie gering überhaupt die Wirkung auch auf die Lichterscheinung ist, so darf man die Hoffnung nicht aufgeben, wenn es gelingen sollte das Faraday'sche Experiment in einem grössern Massstabe auszuführen, vielleicht auch eine Veränderung der Cohäsion unter den nämlichen Umständen zu beobachten.

Wir müssen glauben, dass alle Wirkungen, welche durch den Molecularzustand der Körper bedingt sind, im engsten Verbande unter sich stehen und dass demnach durch die Gesetze, welche von den einen Molecularwirkungen bekannt sind, auch die andern erläutert werden; dann ist aber auch jede neue, mit Genauigkeit ausgeführte Versuchsreihe, welche über die Gesetze der einen dieser Molekularwirkungen Aufschluss giebt, geeignet, die Kenntnisse der innersten Constitution der Körper zu erweitern. — Möge meine Arbeit auch in dieser Beziehung benutzt werden können!

Erklärung der Figuren.

Tab. I.

Fig. 1. Cylinderglas, welches die zu untersuchende Flüssigkeit enthält.

Fig. 2. Oelbad, in welches das Cylinderglas mit der Flüssigkeit gebracht wird.

Fig. 2. A. Longitudinaldurchschnitt von Fig. 2.

Fig. 3. Statif mit der Capillarröhre, den Thermometern, etc.

a. Messingscheibe.

bbbb. Messingstatif.

cc. Capillarröhre.

dd. Metallspitze zur Bestimmung des Niveau der Flüssigkeit.

ee. Thermometer, welches in die Flüssigkeit reicht.

ff. Thermometer über der Flüssigkeit.

g. Glasmasse zur Regulirung des Niveau der Flüssigkeit.

h. Schraube zum Aufwinden des Pferdehaares, welches die Glasmasse g trägt.

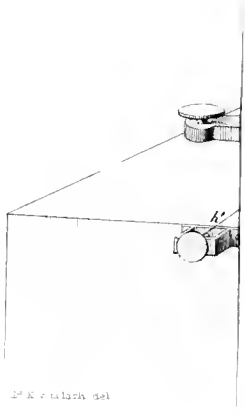
h'. Faden, welcher den nämlichen Zweck, wie das Pferdehaar h hat, und an dem Kathetometer befestigt ist.

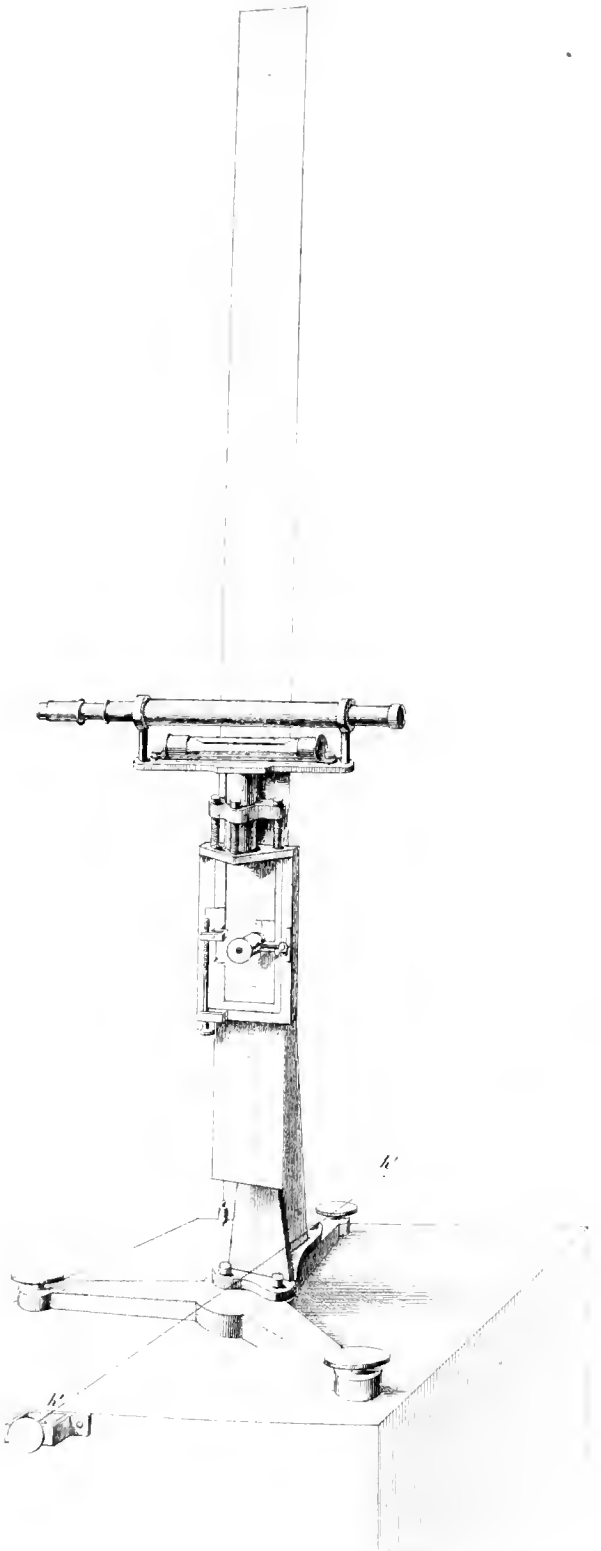
i. Weite Röhre, welche über die Capillarröhre gelegt wird, zum Aufsaugen der Flüssigkeit.

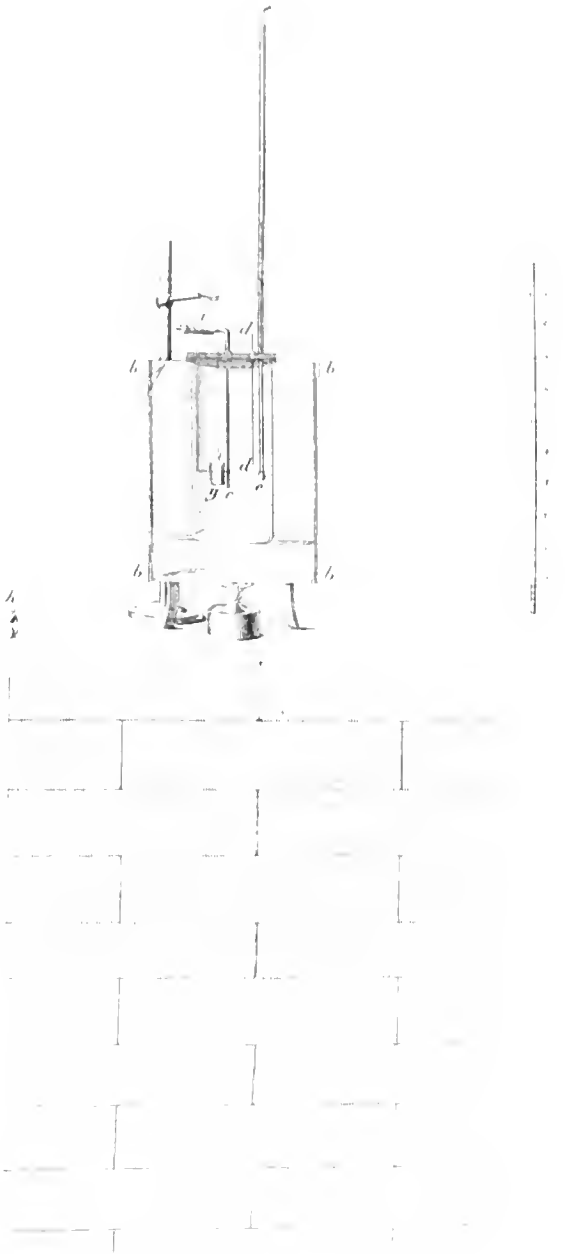
Tab. II.

Zusammenstellung des Apparates bei den Beobachtungen. Das Blechgefäss, welches die Flüssigkeit enthält, ist im Durchschnitte gezeichnet.

Inhalt.


4"





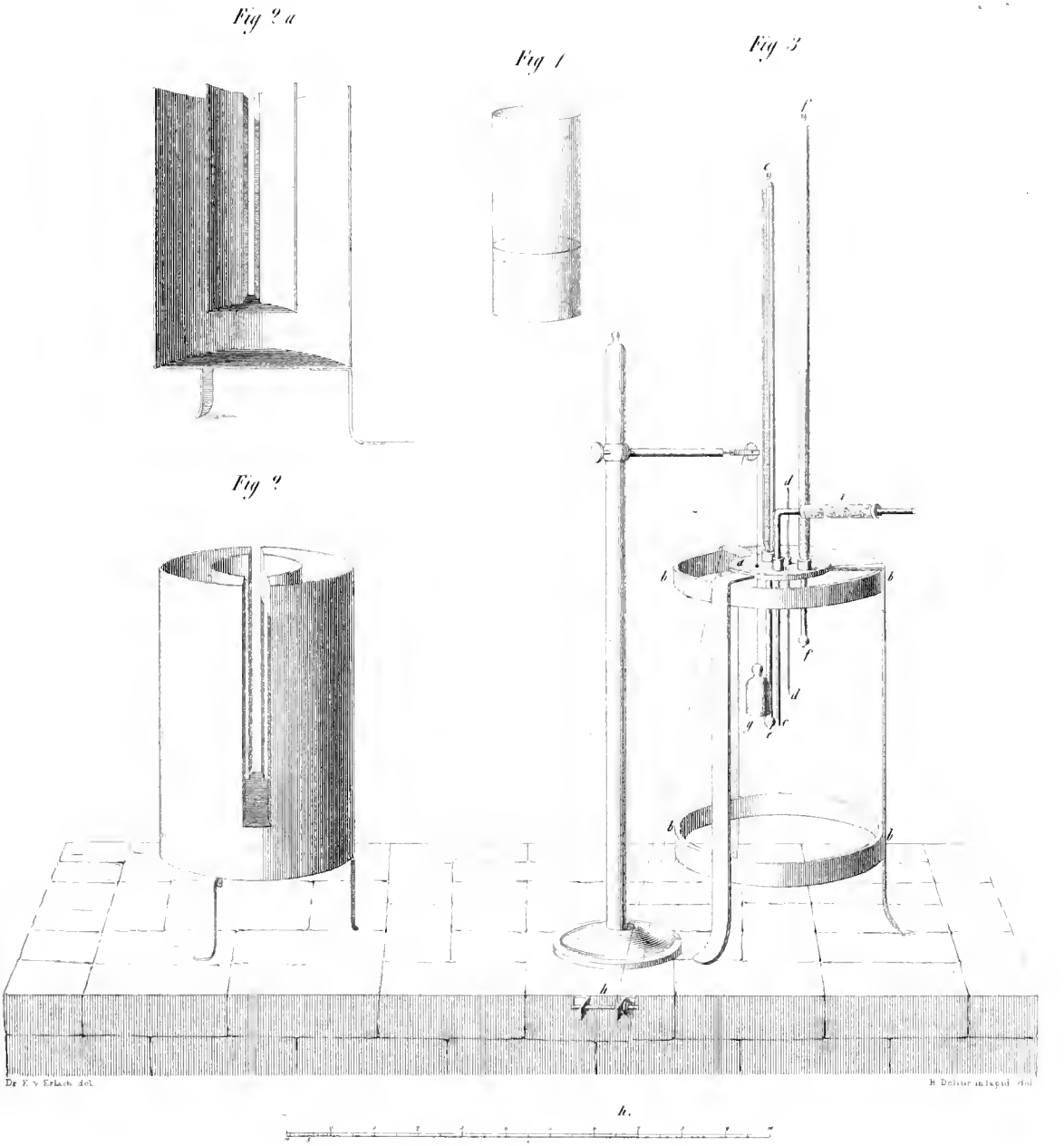


Fig 2 a
Fig 1
Fig 3
Fig 2
a
b
c
d
e
f
g
h
Dr K. v Erlach del.
H Dalour in lapid. del.
h.

Gattungen

einzelliger Algen

physiologisch und systematisch bearbeitet

von

Carl Nägeli.

Mit acht lithographirten Tafeln.

Die einzelligen Algen gewähren ein doppeltes wissenschaftliches Interesse. Sie sind einerseits der Anfang der pflanzlichen Entwickelungsreihen, und müssen somit den Ausgangspunkt und die Grundlage des Pflanzensystems darstellen. Sie gewähren anderseits die hauptsächlichsten Beispiele, wo die Pflanzenzelle als selbstständiger, bloss von äussern Einflüssen bedingter Organismus auftritt, und in dieser Eigenschaft alle wesentlichen Verrichtungen des Pflanzenindividuums ausübt; sie sind daher auch dazu bestimmt, die Grundlage der Pflanzenphysiologie zu werden, und es lässt sich jetzt schon mit ziemlicher Sicherheit vermuthen, dass manche wichtige allgemeine Frage zuerst auf diesem Gebiete entschieden werden wird.

Bis jetzt hat man sich in der Systematik wie in der Physiologie mit der Thatsache begnügt, dass es einzellige Pflanzen giebt. Aber es wurde weder versucht zu bestimmen, welche Gattungen und Arten wirklich zu denselben gehören, noch wurde ihr Studium zu allgemeinen Resultaten benutzt. Es schien mir daher an der Zeit, eine neue Reihe von Untersuchungen über die niedern Algen anzustellen, und dieselben vorzüglich mit Berücksichtigung

der Selbstständigkeit des Elementarorganes zu prüfen, die Grenzen des einzelligen Gebietes zu bestimmen, und innerhalb derselben die Erscheinungen des Zellenlebens für die Systematisirung und die physiologische Betrachtung zu benutzen.

In einer zweiten Hälfte hoffe ich die Schilderung der einzelligen Algenwelt vollständig machen zu können.

Zürich, im Juni 1848.

Inhaltsverzeichniss.

Begriffsbestimmung, Formenkreis und Eintheilung der einzelligen Algen.

A. Begriffsbestimmung und Umgrenzung.

Einzellige Algen sind solche, bei denen das Individuum eine einzige Zelle ist. Algen aber sind solche Pflanzen, deren Zelleninhalt theilweise aus Stärkekörnern und aus Chlorophyll oder einem analogen Farbstoff besteht, denen die Urzeugung mangelt, und die bloss geschlechtslose Fortpflanzung besitzen.[1])

Durch diesen Begriff sind die einzelligen Algen als Pflanzen charakterisirt, und derselbe genügt auch, um sie zu erkennen, und von allen andern Organismen zu unterscheiden. Da aber die Anwendung dieses Begriffes oft schwer wird, so mag es nicht unzweckmässig sein, den Unterschied zwischen einzelligen Algen einerseits und einzelligen Pilzen, einzelligen Zuständen mehrzelliger Pflanzen, einzelligen Thieren, einzelligen Zuständen mehrzelliger Thiere, und mehrzelligen Pflanzen anderseits näher zu erörtern.

Die Algen unterscheiden sich von den Pilzen durch die Natur des Zelleninhaltes, durch die Entstehungsweise und die Lebensart. Die Algenzellen enthalten Chlorophyll oder einen analogen Farbstoff, in den meisten findet man ein oder mehrere Farbbläschen, und in irgend einer Lebensperiode grössere oder kleinere Stärkekörner; die Algen pflanzen sich bloss durch Samen fort. Die Pilze dagegen erzeugen in ihren Zellen weder Chlorophyll, noch Stärke, noch Farbbläschen; sie entstehen nicht bloss aus Samen, sondern auch aus gährenden oder faulenden oder sich zersetzenden organischen Substanzen durch Urzeugung.[2])

---

[1]) Vgl. die neuern Algensysteme etc., pag. 116.

[2]) Ich habe früher (a. a. O.) den Unterschied zwischen Algen und Pilzen rücksichtlich des Zelleninhaltes so ausgesprochen, dass die Algenzellen Stärkekörner und Farbbläschen besitzen, die Pilzzellen derselben aber ermangeln sollten. Ich hatte in den meisten Algengattungen, selbst in Protococcus (Kütz.), Gloeocapsa (Kütz.) und vielen andern einzelligen Algen Chlorophyll- oder andere Farbbläschen gefunden, so dass ich, da nur in Gattungen und Arten mit sehr kleinen Zellen dieselben noch nicht erkannt waren, dennoch auf ein allgemeines Vorkommen schliessen musste. Ein fortgesetztes Studium des Zelleninhaltes hat mir aber gezeigt, dass mehrere einzellige Gattungen (namentlich Protococcus und Gloeocapsa) höchst unnatürlich sind, weil Inhalt und Fortpflanzung der einzelnen Arten total verschieden sind, und dass daher kein Schluss nach Analogie gemacht werden darf. Es ist mir sogar jetzt wahrscheinlich, dass bei einer Abtheilung von Algenzellen die Farbbläschen ganz mangeln; dagegen besitzen dieselben immerhin einen (meist spangrün erscheinenden) Farbstoff und kleine Stärkekörnchen.

Die einzelligen Algen unterscheiden sich von den einzelligen Pilzen durch die eben angegebenen Merkmale, und sind besonders leicht daran zu erkennen, dass sie immer im Zelleninhalte einen Farbstoff besitzen, während der Inhalt der einzelligen Pilze farblos ist. Die einzelligen Algen sind während ihrer ganzen Lebensdauer, und zwar schon im Momente ihres Entstehens gefärbt. Bloss einige wenige, die durch freie Zellenbildung entstehen, sind zuerst kleine farblose Zellchen, werden aber noch lange, ehe sie die Mutterzelle verlassen, intensiv gefärbt. Einige sehr kleine Arten (DM. $1/1000'''$ und darunter) erscheinen einzeln blass oder farblos; die Färbung wird aber immer deutlich, wenn sie in Menge beisammen liegen.

Die morphologischen und die Fortpflanzungsverhältnisse sind übrigens bei den einzelligen Algen und Pilzen ganz die nämlichen, so sehr, dass wenn die übrigen Verhältnisse nicht die Trennung in zwei verschiedene Classen fordern würden, die Gährungspilze mit Exococcus (Alg.), Sarcine (Fung.) mit Pleurococcus und Chroococcus (Alg.) vereinigt, Saprolegnia, Schinzia (Fung.) etc. in die Ordnung der Valoniaceae, Botrytis, Bremia (Fung.) etc. in die Ordnung der Vaucheriaceae gestellt werden müssten.

Die einzelligen Zustände mehrzelliger Pflanzen (Keimzellen, Sporen, Pollenkörner) zeigen oft grosse Aehnlichkeit mit einzelligen Algen, und sind auch schon mit solchen verwechselt worden. Ein Unterschied im morphologischen und chemischen Verhalten ist nicht vorhanden, und die sichere Unterscheidung wird nur durch die Kenntniss der ganzen Geschichte möglich, indem beobachtet wird, woraus eine Zelle entstanden ist, oder worein sie sich verwandeln wird. Es ist daher zu bedauern, dass von mehreren Gattungen und von vielen Arten bisher bekannter einzelliger Algen nichts über die Fortpflanzung beobachtet ist, und dass dadurch nicht bloss ihre Stellung im System, sondern sogar ihre Selbständigkeit als einzellige Pflanzen zweifelhaft bleibt.

Viele Schwierigkeiten bietet die Unterscheidung der einzelligen und mehrzelligen Algen selbst, indem es in vielen Fällen zweifelhaft wird, ob ein Conglomerat von Zellen ein mehrzelliges Individuum oder eine Colonie einzelliger Individuen darstelle. Ich glaubte früher die Frage so entscheiden zu können, dass die einzelligen Pflanzen nur Eine Art, die mehrzelligen dagegen zwei Arten der Zellenbildung, eine vegetative und eine reproductive besitzen. Dieser Unterschied ist allerdings von grosser Bedeutung bei der Beurtheilung der Individualitäten eines Organismus; allein er genügt nicht für sich allein. Denn Closterium und Euastrum mit den verwandten Gattungen sind gewiss einzellig, weil sie aus frei und getrennt schwimmenden Zellen bestehen; und doch besitzen sie zwei Arten der Zellenbildung, welche beide als reproductiv bezeichnet werden müssen. Ferner sind

Oscillaria, Phormidium, Nostoc, Cylindrospermum u. s. w. wahrscheinlich mehrzellige Algen; dennoch ist es bis jetzt nicht gelungen, die zweite Art der Zellenbildung, welche die Fortpflanzung der mehrzelligen Individuen vermittelt, aufzufinden; man sieht bloss ein Zerfallen der Zellenreihen in kleinere Stücke oder einzelne Zellen.

Von theoretischem Standpunkte aus erscheint die Sache zwar leicht. Ein einzelliger Organismus ist da vorhanden, wo der Begriff der Art in einer einzelnen Zelle sich realisirt; bei einem mehrzelligen Organismus gelangt der Artbegriff erst durch mehrere oder viele Zellengenerationen zu seiner Vollendung. Doch gestattet auch dieser Grundsatz, der seinem Wesen nach richtig scheint, keine unumschränkte Anwendung, da auch bei vielen einzelligen Gattungen der vollständige spezifische Begriff erst durch eine Reihe von Generationen der Individuen in die Erscheinung tritt, wie diess bei den Desmidiaceen und bei den meisten Palmellaceen der Fall ist.

Es bleibt daher für einmal nichts anderes übrig, als von denjenigen Fällen, wo der Organismus sicher einzellig ist, auszugehen, und durch die Analogie der Erscheinungen sowohl, als durch die natürliche Verwandtschaft auf andere, zweifelhafte Fälle zu schliessen. Die Grundlage eines solchen Schlusses, wenn er mit einiger Sicherheit gemacht werden soll, muss in einer möglichst genauen und möglichst vollständigen Kenntniss aller wesentlichen Erscheinungen, namentlich der Zellenbildung, beruhen.

Bei den einzelligen Algen sind die Zellen entweder einzeln (viele Diatomaceen, Closterium, Euastrum, Characium, Ophiocytium, Chlorococcum, Exococcus etc.); oder sie sind in Colonien vereinigt, welche leicht in einzelne Zellen zerfallen (viele Diatomaceen, Pleurococcus, Stichococcus, Chroococcus, Synechococcus, Merismopoedia etc.); oder sie sind zwar fest durch eine umhüllende Gallerte vereinigt, aber selbst durch Gallerte von einander getrennt und ohne organische Verbindung (Gloeocapsa, Apiocystis, Encyonema, Schizonema etc.); oder sie stehen einzeln auf den Enden eines verzweigten gallertartigen Stieles (Gomphonema, Mischococcus, Oocardium etc.). Zuweilen endlich sind die Zellen fest und parenchymatisch mit einander verbunden, wie es sonst bei den mehrzelligen Pflanzen der Fall ist, wobei die Verbindung entweder gar nicht, oder nur selten in kleinere Theile oder gar in einzelne Zellen zerfällt (Desmidium, Scenodesmus, Pediastrum, Sorastrum, Coelastrum etc.); hier zeigt aber die Analogie von Hydrodictyon, Botryocystis, Tachygonium, Pleurococcus, Characium deutlich, dass es Familien einzelliger Pflanzen sind.

Bei den einzelligen Algen verhalten sich ferner meistens alle Zellen einer Art im Wesentlichen, namentlich in Bezug auf Zellenbildung (Fortpflanzung), gleich, während bei den mehrzelligen Pflanzen wohl ohne Ausnahme nicht alle Zellen und in der Regel nur

eine kleine Zahl zum Behuf der Fortpflanzung Zellen bilden. Dadurch charakterisiren sich Scenodesmus, Botryocystis, Pleurococcus als Colonien einzelliger Pflanzen. Bei Rivularia und Cylindrospermum verwandeln sich in einer langen Zellenreihe bloss eine einzige oder nur einige wenige Zellen in Samen, während alle übrigen Zellen im Herbste absterben; bei allen Rivularieen verlieren die Zellen der haarförmigen Spitze bald die Fähigkeit neue Zellen zu bilden, und fallen ab; bei den Scytonemeen theilen sich die Zellen, mit Ausnahme der unmittelbar an und unter der Spitze der Aeste gelegenen, nur eine Zeit lang, und sterben dann ab. Bei den Zygnemaceen, welche sonst eine so grosse Analogie mit den Desmidiaceen zeigen, ist wenigstens die etwas verlängerte, unten in eine schildförmige Wurzel erweiterte Basiszelle zur Zellenbildung und Fortpflanzung unfähig; ebenso bei Ulothrix. Bei Ulva, Porphyra und Enteromorpha dienen alle Zellen, mit Ausnahme der untersten, der Fortpflanzung. Aus diesen Erscheinungen schliesse ich, dass die Nostochaceen, Zygnemaceen und Bangiaceen keine Colonieen einzelliger Individuen, sondern vielzellige Individuen seien.

Als charakteristische Merkmale für die einzelligen Algen, gegenüber den mehrzelligen, müssen also vorzüglich folgende hervorgehoben werden: 1) die Zellen besitzen bloss reproductive, und in der Regel auch nur einerlei Art der Zellenbildung; 2) die Zellen sind in der Regel getrennt und ohne organischen Zusammenhang, da die zwischenliegende und umhüllende Gallerte nicht als solcher zu betrachten ist; 3) alle Zellen (einer Colonie) verhalten sich in Bezug auf Fortpflanzungsfähigkeit gleich.

Es ist endlich noch des Verhältnisses der einzelligen Algen zu den einzelligen Thieren und den einzelligen Zuständen mehrzelliger Thiere zu erwähnen. Der wichtigste Unterschied, dass die Pflanzenzellmembran stickstofflos, die Thierzellmembran stickstoffhaltig ist, lässt sich besonders in zweifelhaften Fällen nicht anwenden, da die Dünnheit der Membran eine Untersuchung nicht gestattet. Dass die Thiere Ortsveränderung besitzen, die Pflanzen aber nicht, ist theils überhaupt unrichtig, theils hier um so weniger zu gebrauchen, weil viele einzellige Algen Bewegung und oft sehr rasche Bewegung (wenn sie schwärmen) zeigen, während die Eier der mehrzelligen Thiere ruhig daliegen. Von den Infusorien unterscheiden sich die einzelligen Algen dadurch, dass ihre Membran und die Anhänge derselben unbeweglich sind, dass sie somit eine starre Form besitzen, indess jene theils ihre Gestalt ändern, theils mit beweglichen Wimpern begabt sind. Die Anwesenheit von Stärke im Zelleninhalte entscheidet ferner immer für die vegetabilische Natur einer Zelle. Die Eier der mehrzelligen Thiere, deren Gestalt starr und unveränder-

lich ist, sind sogleich durch den Mangel des Farbstoffes, welcher in allen einzelligen Algen vorhanden ist, als nicht zu den letztern gehörig zu erkennen.

Die Gruppe der einzelligen Algen, wenn sie nach den ausgesprochenen Grundsätzen abgegrenzt wird, umfasst die Diatomeen, Desmidieen, Plamelleen, Hydrococceen, Hydrodictyeen, Vaucherieen, Caulerpeen, Codieen und Anadyomeneen von Kützing. Ueberdiess müssen noch einige bisher bei den Infusorien befindliche Gattungen zu den einzelligen Algen herübergenommen werden, wie z. B. Gonium. Dagegen sind auszuschliessen und zu den einzelligen Pilzen zu stellen die Gattungen Cryptococcus, Ulvina, Saprolegnia etc. Die Rivularieen, Scytonemeen, Nostocheen (und ohne Zweifel auch die Oscillarieen, wegen ihrer natürlichen Verwandtschaft mit den eben genannten Familien), Zygnemaceen und Lyngbyeen (Näg., non Kütz.) sind aus den oben angegebenen Gründen als mehrzellige Algen zu betrachten.

B. Formenkreis.

a. Chemische Verhältnisse des Zelleninhaltes.

Die einzelligen Algen zeigen rücksichtlich ihrer vegetativen und reproductiven Verhältnisse eine sehr grosse Manigfaltigkeit. Was zuerst das chemische Verhalten betrifft, so stimmen sie darin mit einander überein, dass sie ausser den allen Pflanzenzellen gemeinsamen Stoffen, wie Zucker, Gummi (Dextrin) und Proteinverbindungen, einen Farbstoff enthalten. Dieser Farbstoff aber ist verschieden.

In der grössern Zahl von einzelligen Algen, nämlich bei den Palmellaceen, Desmidiaceen, Protococcaceen, Exococcaceen, Valoniaceen und Vaucheriaceen ist der Farbstoff Chlorophyll. Dasselbe liegt in der Zelle als sogenanntes formloses, besser freies Chlorophyll, und schliesst in der Regel ein oder mehrere Chlorophyllbläschen ein. Innerhalb des Chlorophylls und neben demselben treten im Verlaufe des Zellenlebens häufig Stärkekörner und farblose Oeltröpfchen auf. Das Chlorophyll der einzelligen Algen ist schön grün oder gelbgrün; wenn es mit Stärke oder Oel gemengt ist, so erscheint es dunkelgrün, aber nie blaugrün oder spangrün. Verdünnte Säuren und Alcalien verändern seine Farbe nicht.

Bei einigen andern Gattungen einzelliger Algen, nämlich bei den Chroococcaceen wird der Zelleninhalt durch einen eigenthümlichen Farbstoff tingirt. Derselbe findet sich auch in allen Nostochaceen (Oscillarieen, Leptothricheen, Limnochlideen, Nostocceen, Scytonemeen, Lyngbyeen, Calothricheen, Mastichothricheen und Rivularieen von Kützing). Am häufigsten ist er blaugrün (spangrün), sehr häufig orange (ziegelroth), zuweilen scheint

er auch violett und kupferroth, am seltensten blau, gelb und reinroth zu sein; *nie* zeigt er sich dagegen grasgrün und gelbgrün. Dieser Farbstoff, den ich Phycochrom nennen will, ist in der gleichen Zelle und bei der gleichen Art bald constant, bald variabel. Es gibt Zellen, welche während ihrer Lebensdauer nur Eine der genannten Farben zeigen; es sind diess namentlich solche, welche ihr kurzes Leben bald durch Theilung enden; so die meisten Chroococcaceen und viele Zellen der Nostochaceen. Andere Zellen ändern ihre Farbe ein oder zwei Mal; sie sind dann meist im Anfang orange und werden später spangrün; Zellen, welche sich nicht theilen, also Dauerzellen sind, zeigen oft zuerst eine spangrüne Farbe und werden nachher braungelb, oder sie sind anfänglich orange, nachher spangrün, zuletzt braungelb. Dieser Farbenwechsel an der gleichen Zelle kann vorzüglich an mehrern Scytonemeen (Scytonemeen und Calothricheen von Kützing) und zuweilen auch an Rivularieen (Rivularieen und Mastichothricheen von Kützing) beobachtet werden.

Häufiger ist der Farbenwechsel bei den verschiedenen Zellen, die zu der gleichen Art gehören. Es gibt kaum eine Art, wo nicht der Farbstoff in den verschiedenen Individuen mehr oder weniger varirte. Am häufigsten ist der Wechsel zwischen orange und spangrün (so z. B. bei Chroococcus rufescens); es gibt aber auch Arten, deren Individuen, wie es scheint im Inhalte alle oder fast alle möglichen Farbennüancen (orange, spangrün, violett, kupferroth, blau, gelb und roth) zeigen; es sind besonders einige Gloeocapsaarten hier zu nennen, wie G. versicolor und G. ambigua. [1])

Das Phycochrom ist ungelöst in der Zelle. Es verleiht zwar in der Regel dem ganzen Zelleninhalte eine gleichmässige und vollkommen homogene Färbung, als ob es gelöst wäre. Wenn aber in dem homogenen Zelleninhalte grössere, hohle, nur mit Wasser gefüllte Räume auftreten, und dadurch der Schleim auf ein vollständiges oder auch nur theilweises Wandbeleg reduzirt wird, wie diess in den grössern Zellen der Chroococcaceen höchst selten, in einigen Arten der Nostochaceen aber (Scytonema Heerianum, Cylindrospermum maximum und Sirosiphon palustre) als Regel und typisch vorkömmt, so ist bloss der Schleim gefärbt, die wässrige Flüssigkeit aber ist farblos. Durch Kochen im Wasser wird das Phycochrom weder ausgezogen, noch wird dabei das Wasser

---

[1]) Die Färbung des Inhaltes ist nicht zu verwechseln mit der Färbung der Wandung, welche in den Chroococcaceen und in den Nostochaceen so häufig auftritt. Wenn die Wandung gefärbt und dadurch mehr oder weniger undurchsichtig wird, so ist es oft unmöglich, die Färbung des Zelleninhaltes sicher zu erkennen. Die Untersuchung wird in den fraglichen Fällen noch durch die Kleinheit der Zellen und durch die Schwierigkeit, sie aus ihren gefärbten Hüllen frei zu machen, erschwert. Dennoch ist es mir wahrscheinlich, dass bei Gloeocapsa versicolor, ambigua und andern die bunten Farben nicht bloss in der Zellwandung, sondern auch im Inhalte ihren Sitz haben.

in den hohlen Räumen des Zellenlumens gefärbt; ebenso wenig durch verdünnte Säuren und Alcalien. Dagegen verändern diese die Farbe.

Verdünnte Säuren färben den spangrünen Farbstoff orange, oder gelborange, oder schmutziggelb, oder bräunlich-ziegelroth, oder röthlich. Verdünnte Alcalien verändern den spangrünen Farbstoff in gelb, oder gelbgrün, oder goldgelb, oder bräunlichgelb. Die beiden Färbungen, welche durch Säuren und durch Alcalien hervorgebracht werden, stehen einander zwar in physicalischer Beziehung sehr nahe, sind aber als die entgegengesetzten Pole einer Reihe zu betrachten. Denn wenn z. B. durch Kali eine grünlichgelbe oder bräunlichgelbe Farbe hervorgebracht wurde, und diese dann durch Salzsäure in orange oder gelborange umgewandelt wird, so sieht man häufig unter dem Microscop, dass der Zelleninhalt vorher rasch die Mittelstufen spangrün, blau, violett und roth durchläuft. Die Veränderungen des Phycochroms durch Säuren und Alcalien ist an kleinen oder schwach gefärbten Zellen nicht zu beobachten; an ganzen Massen oder Straten von kleinen Zellen aber, oder an den intensiver gefärbten grössern Zellen kann sie in der Regel deutlich wahrgenommen werden.

Das Phycochrom kann nach den zwei Hauptnüancen, unter denen es auftritt, blaugrünes und orangefarbenes Phycochrom, oder Phycocyan und Phycoxanthin genannt werden.[1])

---

[1]) Es ist möglich, und wahrscheinlich, dass das Phycochrom nicht einen, sondern mehrere chemische Stoffe oder Verbindungen repräsentirt, die in einander übergehen. Aber vom physiologischen Gesichtspuncte aufgefasst, muss diese Reihe verwandter Stoffe als Ein Begriff betrachtet und benannt werden. — Es ist noch weiter zu untersuchen, ob der Farbstoff in allen, auch in den tingirenden Arten der Nostochaceen unlöslich sei, oder ob er hier vielleicht auch in löslichem Zustande vorkomme.

Kützings Phycokyan (Phycolog. general. p. 20) scheint ein anderer Farbstoff zu sein. Er fand denselben zwar auch bei Oscillarien, ausserdem aber bei Lemania, Thorea, und bei einigen Vaucherien, und vermuthet sein Vorhandensein bei Batrachospermum. Er erhielt den Farbstoff durch Maceration (oder Gährung) dieser Pflanzen. Für den Chemiker mag es von Interesse sein, die Veränderungen der Farbstoffe im leblosen Zustande unter verschiedenen Verhältnissen zu studiren; doch muss in diesem Falle vor allem aus ein reiner Stoff und nicht ein Gemenge dargestellt werden, wofür aber das angewandte Verfahren schon als solches keine Bürgschaft leistet. Auch die Resultate sprechen nicht für die Richtigkeit desselben; denn nach Kützing sollen die Oscillarien ausser Phycokyan noch Chlorophyll enthalten, wovon wenigstens das Microscop nichts zeigt; ferner ist es höchst unwahrscheinlich, dass die chlorophyllhaltigen Vaucherien und die phycochromhaltigen Oscillarien bei der Maceration den nämlichen Farbstoff liefern Bei der Unsicherheit, in welcher selbst die Chemiker noch über die verbreitetsten Farbstoffe des Pflanzenreiches sind, und bei der Leichtigkeit, mit der die Farbstoffe durch verschiedene Verhältnisse sich in andere umwandeln, muss nach meiner Ansicht der Pflanzenphysiolog sich vorzüglich an die Erscheinungen in der lebenden Pflanze halten, deren Veränderung und Zusammenhang erforschen, und sie womöglich auf einheitliche Reihen zurückführen, Wie nothwendig diess namentlich bei Pflanzenfarben sei, ergibt sich aus den abweichenden Angaben über den nämlichen Farbstoff. Kützing gibt als Eigenschaften des (durch Maceration gewonnenen) Phycokyans an, dass es durch ver-

Verschieden von dem Chlorophyll und dem Phycochrom ist der Farbstoff, der in den Diatomaceen vorkommt. Derselbe ist in lebenden Zellen goldgelb, braungelb, braun oder bräunlich. In absterbenden oder auch in getrockneten Zellen wird er häufig grün, und gleicht sehr dem Chlorophyll. In kaltem und kochendem Wasser unlöslich, wird er durch Kalilösung nicht verändert, durch Salzsäure aber in der Regel schön blaugrün (spangrün) gefärbt. Die Farbe im natürlichen Zustande und die Veränderung durch Säure unterscheidet den Farbstoff der Diatomaceen, den ich Diatomin nennen will, bestimmt von dem Chlorophyll, mit welchem er von Kützing mit Unrecht zusammengestellt worden ist.

Ein vierter Farbstoff findet sich bei den einzelligen Algen, soviel mir bis jetzt bekannt ist, nur bei einer einzigen Gattung, nämlich bei Porphyridium cruentum (Palmella c. Ag.). Es ist der nämliche, welcher in Porphyra und Bangia vorkommt. Im unveränderten Zustande purpurroth wird er beim Absterben der Zellen zuweilen grün. Säuren verändern seine Farbe nicht, Alcalien färben ihn grün. Ohne Zweifel ist diess der gleiche Farbstoff, welcher in den Florideen und in den rothen Blättern und Früchten höherer Pflanzen gefunden wird, und somit als Erythrophyll zu bezeichnen. [1])

Die einzelligen Algen werden somit durch vier Arten von Farbstoffen gefärbt, welche folgendermassen unterschieden werden können:

1) *Chlorophyll*, grün oder gelbgrün, durch verdünnte Säuren und Alcalien wenig oder nicht verändert, beim Absterben häufig bräunlichgrün.

---

dünnte Säuren nicht, oder nur insofern verändert werde, als ein reineres Blau entstehe und die geringe Beimengung von Roth verschwinde, und dass es durch Alcalien augenblicklich entfärbt werde. Meine Untersuchungen am unveränderten Farbstoff der Oscillarien und verwandten Pflanzen ergeben, dass derselbe durch Säuren orange, durch Alcalien grünlichgelb gefärbt wird. Ich bemerke dabei noch, dass zur richtigen Beurtheilung der Farbe hier immer das Microscop angewendet werden muss.

[1]) Kützing (Phycol. general. p. 21) hält den Farbstoff der Florideen für einen eigenthümlichen, und bezeichnet ihn mit dem Namen Phykoerythrin. Er glaubt, dass ausser demselben in den Zellen auch Chlorophyll enthalten, und dass das letztere an die „Zellenkügelchen“ gebunden sei, obgleich dieselben roth erscheinen. Diess ist aber unrichtig; in einer so durchsichtigen und reinen rothen Flüssigkeit müssten grüne Kügelchen ihre Farbe bemerkbar machen, gerade so wie man leicht die Farbe der Chlorophyllbläschen in den roth gefärbten Zellen der Blätter, und die gelben (sehr kleinen) Körnchen in den roth oder violett gefärbten Zellen einiger Blumenblätter (z. B. von Viola tricolor) erkennt. Bei vielen Florideen sind die Farbbläschen (Zellenkügelchen) selbst in der farblosen Zellflüssigkeit schön roth. Dieselben können aber, wie der unmittelbar in den Zellen enthaltene Farbstoff, im Alter oder beim Absterben der Zellen grün werden. Dieser grüne Farbstoff gleicht vollkommen dem Chlorophyll. Dennoch halte ich es nicht mehr für wahrscheinlich, dass er wirkliches Chlorophyll sei; sondern er ist eher das durch Alcalien veränderte Erythrophyll, so wie auch häufig das Phycochrom beim Absterben der Zellen diejenige Farbe annimmt, welche es nach Behandlung mit Alcalien zeigt.

2) *Erythrophyll*, roth oder purpurn, durch verdünnte Säuren nicht verändert, durch Alcalien grün werdend, beim Absterben ebenfalls häufig grün.

3) *Phycochrom*, spangrün oder orange (wahrscheinlich auch violett, kupferroth, gelb, blau oder roth), durch verdünnte Säuren in orange (oder eine nahstehende Nüance), durch verdünnte Alcalien in braungelb (oder eine nahstehende Nüance) sich umwandelnd.

4) *Diatomin*, braungelb, durch verdünnte Alcalien nicht verändert, durch verdünnte Salzsäure spangrün werdend, beim Absterben meist grün.

Neben dem Farbstoff bilden sich, wie schon gesagt wurde, häufig Stärkekörner oder farblose Oeltröpfchen, mit deren Zunahme in den Dauerzellen jener zuletzt verschwindet. — Es ist aber, da es sich hier um die chemischen Eigenthümlichkeiten des Inhaltes der einzelligen Algen handelt, noch einer besondern Erscheinung zu erwähnen, welche zuweilen an den chlorophyllhaltigen Zellen beobachtet wird. Mitten im Chlorophyll von Polyëdrium bilden sich ein oder auch mehrere schön rothe oder orangefarbene Oeltröpfchen. Ferner verschwindet bei einigen Gattungen zuweilen das Chlorophyll ganz; an dessen Stelle sind die Zellen mit grössern und kleinern Tröpfchen eines orangefarbenen Oels gefüllt. Ich beobachtete diese Veränderung vorzüglich an Tachygonium Braunianum, Pleurococcus miniatus (Protococcus m. Kg.), Palmella miniata Leibl., Chlorococcum infusionum Menegh. und Endococcus globosus; es gelang mir mehrmals, dass diese Pflanzen, nachdem sie einige Tage in einem flachen Teller, mit etwas Wasser angefeuchtet, auf meinem Zimmer vegetirt hatten, ihre grüne Farbe auf die angegebene Weise in orange umwandelten. Bei grössern Zellen von Tachygonium beobachtete ich, dass zuerst im Centrum ein rothes Korn auftritt, und dass nachher an die Stelle des Chlorophylls orangefarbene Oeltröpfchen treten. Letztere besitzen die Eigenthümlichkeit, dass sie durch Jodtinctur in der Regel blaugrün gefärbt werden; dabei fliessen sie durch die Einwirkung des Alcohols in grössere Tropfen zusammen, und zuweilen wird dann im Innern zwischen den blaugrünen Oeltropfen ein rother Farbstoff sichtbar. [1])

Die Umwandlung des Chlorophylls in ein orangefarbenes Oel scheint zwar ein krankhafter Zustand zu sein; doch führt er nicht den Tod der Zelle herbei. Die oben genannten einzelligen Algen (Tachygonium, Chlorococcum und Endococcus) leben seit fünf Mo-

---

[1]) Vielleicht ist als Analogon zu den rothen Körnern im Innern von Polyëdrium und von Tachygonium der rothe Punct (sog. Augenpunct) zu erwähnen, welchen man an der Peripherie mehrerer Schwärmsporen findet (z. B. bei Ulothrix). Farbe und Aussehen stimmen vollkommen überein; nur ist der letztere wandständig, und es bleibt noch zweifelhaft, ob er dem Inhalt oder der Membran angehöre, obgleich mir das erstere wahrscheinlicher vorkömmt.

naten als orangefarbene Formen auf meinem Zimmer, und vermehren sich in diesem Zustande, nehmen auch stellenweise wieder eine grüne Farbe an. Palmella miniata und Pleurococcus miniatus sind constant orangefarben, und die grünen Zellen, welche man in ihrem Lager findet, bilden die Ausnahme. — Wahrscheinlich muss hier auch Protococcus nivalis genannt werden, welcher im normalen Zustande roth gefärbt ist, in Fläschchen aufbewahrt aber ganz oder theilweise sich in grüne Zellen verwandelt; man findet darunter solche, deren Inhalt zur Hälfte noch roth, zur Hälfte schon grün ist. Diese grüne Farbe gleicht dem Chlorophyll, und wird wahrscheinlich auch durch solches hervorgebracht.

b. Morphologische Verhältnisse des Zelleninhaltes.

Die morphologischen Verhältnisse des Zelleninhaltes sind bei den einzelligen Algen äusserst manigfaltig. Der unlösliche Inhalt, welcher in Allen vorhanden ist, besteht aus Schleim (eine Mischung von Proteinverbindungen mit Gummi); derselbe wird in der Regel durch einen Farbstoff tingirt. Dieser gefärbte Schleim erfüllt häufig die ganze Zelle, wie diess namentlich bei den meisten Chroococcaceen und einigen Gattungen der Palmellaceen, Protococcaceen und Exococcaceen der Fall ist. Zuweilen bildet derselbe bloss ein vollständiges oder partielles Wandbeleg, so namentlich in vielen Diatomaceen, ferner in einigen chlorophyllhaltigen Zellen, wie Hormospora, Tachygonium etc. Nicht selten tritt er in Form von Bändern und Streifen auf, welche an der Wandung liegen (bei mehreren Diatomaceen, ferner bei Pleurotaenia) oder frei durch das Lumen der Zelle ausgespannt sind, wie diess bei den meisten Desmidiaceen der Fall ist.

Innerhalb und neben dem gefärbten Schleim bilden sich häufig Stärkekörner und Oeltröpfchen, welche zuweilen so sehr sich vermehren, dass jener dabei fast ganz resorbirt wird; wie diess zuweilen bei den Diatomaceen, häufiger aber bei den chlorophyllhaltigen, einzelligen Algen vorkömmt.

Bei den einzelligen Algen, welche Diatomin und Phycochrom enthalten, sind sonst keine weitern Organisationsverhältnisse im Zelleninhalte erkannt. Einigemal glaubte ich bei Diatomaceen ein Kernbläschen mit Kernchen zu sehen; da aber diese Erscheinung unter so vielen beobachteten Formen sich so selten zeigte, so bin ich zuletzt über deren Bedeutung doch im Zweifel geblieben. Bei einigen Diatomaceen tritt ferner der Farbstoff in kleinen, wandständigen, halbkugeligen Massen auf, welche wahrscheinlich Farbbläschen sind; dieselben lösen sich zuweilen von der Wandung los, und bewegen sich nach Art der Schwärmzellen im Lumen umher (so bei Melosira varians Ag.), was dafür

spricht, dass sie nicht blosse Zusammenhäufungen von Inhalt, sondern mit einer bestimmten Organisation begabt sind.

Unter den chlorophyllhaltigen einzelligen Algen besitzen bloss einige Gattungen der Desmidiaceen mit Sicherheit einen Kern; es ist ein centrales, ziemlich grosses, helles Kernbläschen mit einem Kernchen.

Ausserdem finden sich fast in allen chlorophyllhaltigen Gattungen ein oder mehrere Chlorophyllbläschen, welche meist in regelmässiger Zahl und Anordnung auftreten, und das Ansehen von Körnern oder auch von Kernen zeigen. Sie sind einzeln im Innern der Zellen bei den Palmellaceen, paarig zu 2, 4 oder mehrern ebenfalls im Innern des Lumens bei den meisten Desmidiaceen vorhanden; sie liegen zu vielen an der innern Oberfläche der Wandung bei Pleurotaenia und bei den Valoniaceen und Vaucheriaceen. Im letztern Falle hat es keine Schwierigkeit, sie als Chlorophyllbläschen zu erkennen, in deren grünem Inhalte ein oder mehrere Stärkekörner sich befinden. [1] Wenn sie aber mitten im Chlorophyll liegen, so ist es schwer, ihre Natur zu bestimmen, zumal da ihr constantes, einzelnes Vorkommen bei den Palmellaceen leicht zu der Meinung führt, dass es Kerne seien, und da sie mit Jod eine dunkelbraune Farbe zeigen, während das sie umgebende Chlorophyll heller braun wird. Da die Erkenntniss dieser Gebilde für die Physiologie und Systematik der einzelligen Algen von grösster Wichtigkeit ist (man denke z. B. nur an die Deutungen Ehrenberg's, welcher sie für animalische Samendrüsen hält), so stellte ich eine vergleichende Untersuchung derselben an. Schon das äussere Ansehen, wenn man eine Reihe von Gattungen betrachtet hat, zeigt, dass es die gleichen Gebilde sind, welche bei den mehrzelligen chlorophyllhaltigen Algen vorkommen, z. B. bei Zygnema, Mougeotia, Spirogyra, Sphaeroplea, Conferva u. s. w. Die Indentität wird aber durch eine genauere Untersuchung zur vollständigen Gewissheit. Ich werde auf die Details an einem andern Orte näher eintreten, und bemerke hier bloss, dass das Verhalten in absterbenden Zellen, wo der gefärbte Inhalt ganz oder grösstentheils verschwunden oder statt dessen farbloses Oel entstanden war, ferner das Verhalten in solchen Zellen, die mit verschiedenen Reagentien behandelt wurden, namentlich in solchen, wo der Farbstoff durch Alcohol ausgezogen worden war, und endlich das Verhalten derselben, nachdem sie durch Zerreissen der Zellen isolirt wurden, für die einzelligen und mehrzelligen Algen folgende übereinstimmende Resultate gab. Die grünen oder dunklen oder auch hellen und weisslichen Körper, welche im Chlorophyll liegen, sind Chlorophyllbläschen. Dieselben

---

[1]) Vgl. die neuern Algensysteme, Tab. I. fig. 40 — 42. Tab. II. fig. 21 — 23.

enthalten anfänglich bloss Chlorophyll (d. h. durch Chlorophyll gefärbten Schleim) innerhalb einer zarten Membran; sie erscheinen daher in homogenem Chlorophyll bloss als Ringe, weil das Chlorophyll in- und ausserhalb des Bläschens von gleicher Dichtigkeit ist, und das Licht gleich bricht; sehr selten bleiben sie immer in diesem Zustande, wie diess bei Hormospora der Fall ist. Nachher bildet sich Stärke in dem Chlorophyllbläschen, und verdrängt das Chlorophyll ganz oder theilweise. Entweder liegen dann in dem Bläschen ein oder mehrere kleine Stärkekörner, die als weissliche Körnchen in dem Chlorophyll erscheinen, wie diess besonders bei den Valoniaceen und Vaucheriaceen (unter den mehrzelligen Algen vorzüglich bei den Confervaceen) der Fall ist. Oder das Chlorophyllbläschen wird fast ganz von Stärke ausgefüllt, wie man diess bei den Palmellaceen und Desmidiaceen (unter den mehrzelligen Algen bei den Zygnemaceen und bei den chlorophyllhaltigen Bangiaceen) trifft; jedes Chlorophyllbläschen schliesst hier in der Regel mehrere oder viele Stärkekörner ein; dieselben bilden häufig eine concentrische Schicht, und lassen im Centrum einen hohlen Raum zwischen sich; sie sind dann meist so dicht gedrängt, dass man keine Trennungslinien zwischen den einzelnen Körnern erkennt, und dass das ganze Bläschen als ein dickwandiges Korn mit kleiner centraler Höhlung erscheint; zuweilen erkennt man strahlenförmige Trennungslinien; seltener sieht man die Stärkekörner als besondere rundliche oder eckige Körper. Wenn das Chlorophyllbläschen ganz mit Stärke ausgefüllt ist, so erscheint es innerhalb des homogenen oder körnigen, grünen Schleimes als ein weissliches oder helles Korn. Wenn es Stärke und Chlorophyll enthält, so erscheint es in verdünntem, homogenem Chlorophyll als dunkleres Korn. Wenn es bloss Chlorophyll oder auch verdünnte Stärke einschliesst, so kann es zuweilen in dunkelkörnigem Zelleninhalte einem hohlen Raume ähnlich sehen.

c. *Zellwandung.*

Die Zellwandung zeigt bei den einzelligen Algen in Bezug auf Färbung, Gestaltung und Mächtigkeit die grösste Manigfaltigkeit. Wenn die Wandung dick ist, so unterscheidet man an derselben zwei oder mehrere Schichten, und man bezeichnet die innere, den Inhalt umschliessende Schicht als Zellmembran, die äussern Schichten tragen verschiedene Namen, je nach der Form, Structur und Mächtigkeit, als äussere Membran, Extracellularsubstanz, Blase, Zelle, Hülle, Scheide, Unterlage (matrix) etc.

Um die Bedeutung dieser verschiedenen Begriffe zu würdigen, ist es nöthig, die Entstehungsweise der Gebilde, für die sie gebraucht werden, zu studiren. Ich habe dieselbe

für einen Fall, nämlich für die »Blase« der Palmellaceen nachgewiesen;[1] kann aber, gestützt auf viele Beobachtungen als allgemein gültig aussprechen, dass alle Gallerte, welche die einzelligen Algen umhüllt oder in der sie eingebettet liegen, von den Zellen selbst gebildet wird.[2] Ferner gilt als Regel, dass je die äussern Schichten die ältern, die innern die jüngern sind; eine Ausnahme trifft man zuweilen bei Desmidiaceen und Diatomaceen, wovon ich später sprechen werde.

Einige Formen und Arten besitzen eine so dünne Membran, dass dieselbe mit den stärksten Vergrösserungen noch nicht als Doppellinie, sondern bloss als eine dunkle, einfache Begrenzungslinie des Inhaltes gesehen wird; es ist diess zuweilen der Fall bei einzeln liegenden Zellen der Chroococcaceen und Palmellaceen. Sehr häufig hat die Wandung eine mässige Dicke, lässt aber nur eine einzige gleichförmige Schicht erkennen (bei den meisten Diatomaceen und Desmidiaceen). Zuweilen ist die Wandung dicker und geschichtet, aus zwei oder mehrern Schichten bestehend, wovon die innere durch Farbe und Consistenz sich von den übrigen meist mehr oder weniger verschieden zeigt (vorzüglich bei Protococcaceen, Valoniaceen und Vaucheriaceen). Sehr häufig besitzt die Wandung eine beträchtliche Dicke, und stellt sich in der Weise dar, dass die innerste den Zelleninhalt überziehende, meist sehr dünne Schicht als eigentliche Membran, die äussere, dicke, geschichtete oder ungeschichtete, nach aussen deutlich abgegrenzte oder undeutlich verschwindende Lage als Hülle für die Zelle erscheint. Diese Hülle oder Hüllmembran, wie sie vielleicht am passendsten genannt wird, überzieht bloss eine einzelne Zelle, wie diess zuweilen bei Euastrum, Gloeothece, Gloeocapsa etc. der Fall ist. Oder jede Zelle besitzt eine besondere (innere) Hüllmembran, je zwei zusammen besitzen wieder eine eigene Hülle, ebenso je vier, je acht und so fort, endlich ist das ganze Aggregat von Zellen oder die ganze Familie von einer allgemeinen Hülle umschlossen; diese wiederholte Einschachtelung in besondere, allgemeinere und allgemeinste Hüllmembranen findet man bei Gloeothece, Gloeocapsa, Tachygonium. Häufig ist bloss die allgemeinste Hüllmembran in ihrer Begrenzung deutlich, während alle übrigen innern Hüllmembranen in einander geflossen sind und eine homogene Gallerte bilden, wie diess namentlich bei Apiocystis und Anacystis, wo die Hüllmembranen die Form einer Blase haben, ferner bei Schizonema, Encyonema, Desmidium, Hormospora u. s. w. der Fall ist, wo sie eine Scheide bilden. Zuweilen sind umgekehrt bloss die besondern Hüllen deutlich, welche

---

[1]) Neuere Algensysteme, pag. 129. Tab. I. fig. 14—29.

[2]) Das Gleiche gilt auch von den mehrzelligen Algen und deren Zellen.

blasenförmig eine oder einige wenige Zellen umschliessen, während die allgemeinern Hüllen in eine homogene Gallerte zusammengeflossen sind, in welcher jene Blasen eingebettet liegen; es ist diess namentlich bei Palmella und Tetraspora zuweilen recht deutlich. Endlich geschieht es, dass besondere und allgemeine Hüllen keine Begrenzung erkennen lassen, sondern als eine homogene Gallerte erscheinen, in welcher die Zellen unmittelbar eingebettet sind (bei Aphanocapsa, Aphanothece, und häufig bei Palmella und Tetraspora). Es ist noch einer besondern Form zu erwähnen, in der die Hüllmembran auftritt; wenn eine festsitzende Zelle bloss an ihrer Basis Hüllmembran bildet, so nimmt diese die Form eines Stieles an, an dessen Ende die Zelle sich befindet; wenn die Zelle sich dann theilt, und die Tochterzellen wieder auf gleiche Weise Hüllmembran erzeugen, und wenn dieser Process sich wiederholt, so entsteht ein (meist dichotomisch-) verästelter Stiel, an dessen Enden je 1, 2 oder seltener mehrere Zellen befestigt sind (so bei Gomphonema, Mischococcus, Oocardium etc.).

Die eigentliche Membran erscheint häufig als eine ununterbrochene, überall gleich dicke Schicht (so besonders bei den Chroococcaceen, Palmellaceen, Valoniaceen und Vaucheriaceen, bei einigen Desmidiaceen und selten bei den kleinern Formen der Diatomaceen). Zuweilen erkennt man an derselben verdünnte Stellen oder Poren (bei vielen Diatomaceen und bei einigen Arten von Euastrum). Häufiger zeigt die Membran Verdickungen; dieselben sind entweder punct- und warzenförmig, und springen bald nach innen (Diatomaceen), bald nach aussen vor (Euastrum), oder sie sind linien-, band- und leistenförmig, und springen ebenfalls bald nach innen (Diatomaceen), bald nach aussen vor (Closterium). Ein Uebergang zwischen punct- und linienförmiger Verdickung der Membran scheint durch Puncte vermittelt zu werden, welche einander genähert in Reihen stehen, wie man diess bei Diatomaceen und zuweilen auch bei Euastrum und Phycastrum antrifft. Zuweilen verlängert sich die äussere punctförmige Verdickung in Stacheln, wie diess bei mehrern Desmidiaceen und Palmellaceen der Fall ist, oder in lange und sehr dünne, wimperartige Haare, wie sie die Schwärmzellen der Palmellaceen besitzen.

Die Wandung der einzelligen Algen (sowohl die Zellmembran als die Hüllmembran) besteht, wie bei allen übrigen Algen, aus der von den Physiologen sogenannten Pflanzengallerte, die in sehr verschiedenen Graden der Verdünnung auftritt, indem sie bald eine der Holzfaser sich nähernde Derbheit, bald eine halbflüssige Weichheit besitzt. Sie ist in der Regel farblos, zuweilen wird die Hüllmembran gefärbt. An Gomphonema dichotomum Kg. sah ich die Stiele bräunlich und braungelb werden. Besonders aber zeichnet sich Gloeocapsa (und zum Theil Gloeothece) durch die manigfaltigen Farben der

Hüllmembran aus; am häufigsten treten daselbst braungelbe Nüancirungen, dann violette und kupferrothe Färbungen auf, seltener sind die blauen, gelben und rothen Farben. Jodtinctur verändert die Gallerte der einzelligen Algen gewöhnlich nicht; zuweilen bringt sie in der farblosen Hüllmembran eine goldgelbe Färbung hervor, wie ich es bei Tachygonium sah. Salzsäure färbt die braungelbe, zuweilen auch die farblose Hüllmembran dunkelspangrün (so bei Gloeocapsaarten und unter den mehrzelligen Algen bei mehreren Gattungen der Nostochaceen, z. B. bei Schizosiphon), die violette und blaue Hüllmembran aber roth oder feuerroth (bei mehreren Gloeocapsaarten); durch Alcalien dagegen wird das Braungelb in goldgelb verwandelt und das Violett und Rothviolett mehr blau gefärbt. Diese Reactionen scheinen darauf hinzudeuten, dass die Hüllmembran durch zwei verschiedene Farbstoffe tingirt werden kann, wovon der eine der gelben, der andere der blaurothen Reihe angehört. — Es ist hier auch noch der bekannten Thatsache zu erwähnen, dass die Zellmembran der Diatomaceen Kieselerde enthält, welche nach Verbrennung der organischen Bestandtheile ein Skelett, das vollkommen die ursprüngliche Gestalt der Membran zeigt, bildet.

d. Entstehung und Wachsthum der Zellen.

Die einzelligen Algen entstehen entweder durch freie oder durch wandständige Zellenbildung. Im erstern Falle besitzen die Zellen bei ihrem Entstehen eine kugelige Gestalt (Protococcaceen, Valoniaceen). Im zweiten Falle sind die Zellen bei ihrem Entstehen zuweilen ebenfalls kugelig oder ellipsoïdisch, wenn sie nämlich einzeln sich bilden, wie diess bei den Vaucheriaceen, Exococcaceen und bei der Copulation mehrerer Desmidiaceen stattfindet. Gewöhnlich aber, wenn die Zellen nämlich durch Theilung der Mutterzelle entstehen, besitzen sie schon im ersten Momente wenigstens eine, häufig auch mehrere gerade Flächen, und demzufolge sehr verschiedene Gestalten.

Das Wachsthum der Zelle ist ein doppeltes, entweder allseitiges oder Spitzenwachsthum; beim erstern findet bloss eine Ausdehnung der Membran, beim letztern eine fortgesetzte Neubildung des Inhaltes und der Membran an der Spitze der Aeste statt.

Was zuerst die Zellen ohne Spitzenwachsthum betrifft, so findet nur eine geringe Veränderung ihrer Gestalt während der ganzen Lebensdauer statt. Bei denjenigen, welche durch Theilung entstehen, beschränkt sich ihre Ausdehnung durchschnittlich auf das Einfache ihres Volumens, indem sie in einzelnen Fällen gleich Null ist, in andern aber das Mehrfache des Volumens beträgt. Bei denjenigen dagegen, welche durch freie Zel-

lenbildung entstehen (Protococcaceen), ist die Ausdehnung beträchtlicher. — Bei den Diatomaceen, deren Membran wegen des Kieselgehaltes fest und unbiegsam ist, bleibt die Gestalt während der ganzen Lebensdauer ziemlich dieselbe, und das Wachsthum beschränkt sich darauf, dass die Zelle sich um das Einfache ihrer Achse in die Länge streckt (wenn Achse und Länge in dem Sinne genommen werden, dass sie die Theilungsfläche unter einem rechten Winkel schneiden); dabei bleiben die Kanten und die Flächen die nämlichen. — Bei den Desmidiaceen, welche durch Theilung entstanden sind, besitzen die jungen Zellen nicht die Gestalt der ausgewachsenen Individuen, wie diess bei den Diatomaceen der Fall ist; sondern sie stellen bloss die unpaarige Hälfte derselben dar, und das Wachsthum besteht darin, dass sich die fehlende Hälfte ergänzt. — Die Zellen der Palmellaceen und Chroococcaceen haben eine grosse Neigung, ihre freien Flächen abzurunden; die einzelnen Zellen derselben sind daher in der Regel sphärisch oder ellipsoïdisch; und das Wachsthum ihrer Tochterzellen besteht bloss darin, dass sich ihre halbsphärische oder halbellipsoïdische Gestalt wieder zur vollständigen Gestalt der Mutterzelle ausdehnt und abrundet. Sind dagegen mehrere Zellen zu einer Familie ohne zwischenliegende Hüllmembran verbunden, so besitzen sie eine mehr oder weniger polyedrische Form, indem eine oder mehrere, selten alle Flächen eben sind; in den einen Fällen behalten sie diese Form, in den andern trennen sie sich von einander, und werden kugelig. — Die Zellen der meisten Protococcaceen sind kugelig oder ellipsoïdisch bei ihrem Entstehen, und behalten diese Gestalt zeitlebens.

Während die Gestalt der einzelligen Algen ohne Spitzenwachsthum eine abgeschlossene genannt werden kann, so stellt sich dieselbe bei den einzelligen Algen mit Spitzenwachsthum als eine ungeschlossene dar, indem sie sich verlängert und neue Theile (Aeste) bildet. Bei den erstern hat das entstehende Individuum immer ein bestimmtes Verhältniss zum ausgewachsenen; bei den letztern aber findet man zwischen dem entstehenden Individuum (Keimzelle) und dem ausgewachsenen durchaus keine Analogie in der Form. Während bei den einzelligen Algen ohne Spitzenwachsthum die langcylindrische oder fadenförmige Gestalt höchst selten ist, so ist dieselbe bei denen mit Spitzenwachsthum typisch. Während endlich die einzelligen Algen ohne Spitzenwachsthum unverästelt sind und durchaus keine Differenz von Organen besitzen, so sind die einzelligen Algen mit Spitzenwachsthum in der Regel verästelt und mit verschiedenen Organen begabt, welche durch die verschiedenen Aeste dargestellt werden; die Gegensätze werden vorzüglich durch Wurzel und Laub, im Laub zuweilen wieder durch centrale oder Mark-

und peripherische oder Rindenäste, durch Stamm und Blatt, durch sterile und fertile Laubäste, durch sterile und fertile Blätter gebildet. [1])

e. Fortpflanzung.

Die einzelligen Algen pflanzen sich auf mehrere Arten fort, indem ihr Gesammtorganismus sowie ihre einzelnen Partieen sich dabei in verschiedener Weise betheiligen.

Die erste Art der Fortpflanzung ist die Theilung. Der ganze Inhalt der Mutterzelle individualisirt sich in zwei (selten 4) Partieen, und geht durch wandständige Membranbildung in zwei (selten 4) gleiche Tochterzellen über, indem das Lumen der Zelle durch eine mittlere Scheidewand abgetheilt wird. In dem Momente, wo die Tochterzellen entstehen, hört die Existenz der Mutterzelle auf. Hieher gehört die Fortpflanzung der Chroococcaceen, Palmellaceen, Diatomaceen und Desmidiaceen.

Die zweite Art der Fortpflanzung ist die Copulation der Desmidiaceen. Zwei Individuen legen sich dicht nebeneinander, treiben kurze Auswüchse, welche zusammentreffen und durch Resorption der Scheidewand einen Kanal bilden; der ganze Inhalt der beiden so verbundenen Zellen tritt in den Kanal hinein, ballt sich in Eine Masse zusammen, und bildet, indem er sich mit einer Membran umkleidet, eine einzige Zelle. [2]) Auch bei dieser Fortpflanzung gehen die Mutterindividuen mit der Bildung des neuen Individuums zu Grunde. Merkwürdig erscheint diese Fortpflanzung besonders auch dadurch, dass von je zwei Individuen nur ein einziges erzeugt werden kann, ein Fall, der wahrscheinlich in der Natur nicht wieder kehrt, und auf den ich im speciellen Theil noch zurückkommen werde.

Die dritte Art der Fortpflanzung ist die freie Zellenbildung der Protococcaceen. Ueberall in dem Schleiminhalte entstehen kleine, farblose, kugelige Zellen, welche grösser und gefärbt werden. Mit der Ausbildung der Tochterzellen schwindet der Inhalt der Mutterzelle. Die Zellenbildung findet entweder durch das ganze Lumen der Mutterzelle statt, wenn dasselbe mit festem Inhalte ganz gefüllt ist (Chlorococcum), oder bloss an der Peripherie, wenn im Innern eine wässrige Flüssigkeit sich befindet und der feste Inhalt eine wandständige Schicht bildet (Endococcus, Hydrodictyon). Bei dieser Fortpflanzung nimmt nicht der ganze Inhalt an der Bildung der Tochterzellen unmittelbar Theil; sondern es sind bloss Partieen desselben, welche sich zu neuen Zellen individualisiren, indess der

---

[1]) Vgl. Zeitschrift f. w. B. 1. Heft (1844) p. 151. und: Die neuern Algensysteme p. 154 u. p. 170 ff.

[2]) So geschieht wenigstens die Copulation bei Euastrum: bei Closterium soll sie anders stattfinden.

übrige Inhalt noch Eigenthum der Mutterzelle bleibt, aber vorzüglich zur Ernährung der Tochterzellen verwendet wird. Das Individuum geht bei dieser Fortpflanzung nicht momentan durch die Entstehung der Tochterzellen zu Grunde; aber sein Tod wird durch die Ausbildung derselben stets sicher und in kurzer Zeit herbeigeführt.

Die vierte Art der Fortpflanzung ist die freie Zellenbildung der Valoniaceen, welche sich von der vorhergehenden dadurch unterscheidet, dass sie nur stellenweise in der Mutterzelle stattfindet; weitaus die grösste Partie der Mutterzelle und ihres Inhaltes wird von der Fortpflanzung gar nicht berührt. An einzelnen Stellen bilden sich im Inhalte kleine, farblose, anfangs kugelige Zellen, welche, von demselben genährt, grösser werden, sich färben und zu Keimzellen ausbilden. Von dieser Fortpflanzung wird das Leben und die Existenz des Individuums nicht beeinträchtigt.

Die fünfte Art der Fortpflanzung endlich ist die Abschnürung, wie ich sie, um eine kurze Bezeichnung zu haben, nennen will.[1]) Die Zelle wächst in einen kurzen oder längern Ast aus. Ist derselbe kurz, so wird sein ganzer Inhalt durch wandständige Membranbildung zu einer Zelle. Ist derselbe länger, so wandelt sich der ganze Endtheil seines Inhaltes durch wandständige Membranbildung in eine Zelle um (wie es nicht selten bei Vaucheria der Fall ist). Diese Zellen fallen in der Regel mit der sie umkleidenden Membran der Mutterzelle ab, seltener werden sie aus derselben entleert (Vaucheria clavata). Eine besondere Modification dieser Art der Fortpflanzung bildet die Copulation, welche bei Vaucheria zuweilen vorkömmt. Die Zelle wächst in zwei nebeneinander stehende Aeste aus, wovon der eine kürzer und dicker (Keimast), der andere länger und dünner ist (Hackenast). Der letztere krümmt sich hackenförmig, legt sich mit seiner Spitze an die Spitze des Keimastes an, und lässt, nachdem die Scheidewand resorbirt wurde, in denselben einen Theil seines Inhaltes übertreten, welcher sich mit dem Inhalte des Keimastes vereinigt, worauf die Bildung der Keimzelle statt hat.[2]) — Bei der Fortpflanzung durch Abschnürung geht das Individuum nicht zu Grunde; es kann wenigstens mehrere Male nach einander neue Individuen erzeugen (Exococcus), oder selbst unbegrenzt sich fortpflanzen, wenn (wie bei den meisten Vaucheriaceen) die Achsen unbegrenzt in die Länge wachsen oder unbegrenzt neu entstehen.

---

[1]) Dieser Ausdruck ist bloss figürlich zu nehmen, und nicht in dem Sinne, wie es von Meyen u. A. geschehen ist.

[2]) Vgl. Die neuern Algensysteme, pag. 175. Tab. IV. fig. 21, 22.

f. Bewegung der Zellen.

Die einzelligen Algen zeigen ausser der zufälligen Ortsveränderung, welche lediglich durch äussere Ursachen, wie Strömungen im Wasser u. s. w. hervorgebracht werden, häufig Bewegungen, die ihnen eigenthümlich sind und die durch die eigenen Lebensprocesse hervorgerufen werden. Es sind diess aber keine willkürlichen oder animalen Bewegungen; die Ursache derselben liegt nicht in einer Contraction und Expansion der Membran, die auf äussere oder innere Reize erfolgt, sondern rein in den vegetativen Processen der Aufnahme und Abgabe von flüssigen Stoffen, und der Bildung und Auflösung von festen Stoffen. Die eigenthümlichen Bewegungen der einzelligen Algen können in vier Kategorien gebracht werden.

Die erste Art der Bewegung geschieht in Folge der Ausscheidung von Hüllmembran. Zwei oder mehrere Zellen, welche dicht beisammen liegen, rücken auseinander, dadurch dass sie Gallerte in die Zwischenräume ablagern. Zellen, welche auf einem Gegenstande festsitzen, werden emporgehoben, indem sie an ihrem untern Ende durch Erzeugung von Hüllmembran einen Stiel bilden. Diese Bewegung geschieht so langsam, dass sie als Fortrücken nicht beobachtet werden kann.

Die zweite Art der Bewegung findet statt durch Zunahme und Abnahme der festen Stoffe im Innern der Zelle. Zellen, welche wenig feste Stoffe, namentlich wenig Stärke enthalten und eine dünne Membran besitzen, sind häufig leichter als Wasser, und treten daher an die Oberfläche desselben. Später, wenn die genannten Stoffe verhältnissmässig zunehmen, so sinken sie auf den Grund. Da nun die Wärme zur Verflüssigung der festen organischen Stoffe, Kälte zu deren Bildung beiträgt, so leben die einzelligen Algen im Sommer mehr an der Oberfläche, im Winter mehr auf dem Grunde der Gewässer; ferner trifft man bei warmem Wetter mehrere an der Oberfläche als bei kaltem. Die Schwärmzellen, welche eine äusserst dünne Membran besitzen und wenig oder keine Stärke enthalten, trifft man wohl meistens oben auf dem Wasser, auch wenn die Zellen, aus denen sie herausgetreten sind, sich in der Tiefe befinden. Im Herbst sieht man allgemein die einzelligen Algen ihre Wandungen verdicken, und das Lumen sich mehr oder weniger mit festem Inhalte füllen, um in diesem Zustande auf dem Grunde der Gewässer, geschützt gegen den Frost, zu überwintern. — Vielleicht dass zu diesen Erscheinungen auch die Bildung und Ausscheidung von Kohlensäure bei erhöhter, der Mangel derselben bei erniedrigter Temperatur beiträgt; doch ist zu bemerken, dass die Kohlensäure nie luftförmig im Innern der Zellen auftritt, und auch nie als Blasen den ein-

zelnen Zellen anhängend gesehen wird. — Nicht zu verwechseln mit dieser eigenthümlichen und so zu sagen instinctmässigen Bewegung ist die so häufige Erscheinung, dass kleine Rasen von Algen, getragen durch Blasen von Kohlensäure, die sie selber oder andere Algen und Wasserpflanzen ausgeschieden haben, in die Höhe gehoben werden.

Eine dritte Art der eigenthümlichen Bewegung ist das langsame Vor- und Zurückgehen, welches an mehreren Diatomaceen und Desmidiaceen (Closterium) beobachtet wird. Diese Zellen besitzen keine Bewegungsorgane. Da sie aber in Folge ihres Ernährungsprocesses flüssige Stoffe aufnehmen und ausscheiden, so muss die Zelle in Bewegung gerathen, wenn die Anziehung und die Ausstossung der Flüssigkeiten ungleich auf die Partieen der Oberfläche vertheilt und so lebhaft ist, dass der Widerstand des Wassers überwunden wird. Man findet daher die Bewegung vorzüglich bei solchen Zellen, welche wegen ihrer spindelförmigen Gestalt leicht das Wasser durchschneiden; auch bewegen sich diese Zellen nicht anders als in der Richtung ihres langen Durchmessers. Wenn die eine Hälfte einer spindelförmigen oder ellipsoïdischen Zelle vorzüglich oder ausschliesslich Stoffe aufnimmt, die andere Hälfte dagegen abgibt, so bewegt sich die Zelle nach der Seite hin, wo die Aufnahme statt hat. Da aber an diesen Zellen beide Zellenhälften in physiologischer und morphologischer Beziehung vollkommen gleich sind, so ist es bald die eine bald die andere, welche aufnimmt oder abgibt, und somit bewegt sich auch die Zelle bald nach der einen, bald nach der entgegengesetzten Richtung hin.

Die vierte und letzte Art der eigenthümlichen Bewegung endlich ist das Schwärmen, welches bei vielen Palmellaceen, bei Protococcaceen (Hydrodictyon) und bei der einen Art der Keimzellen von Vaucheriaceen vorkömmt. Es ist vollkommen die gleiche Erscheinung, wie das Schwärmen der Keimzellen von mehrzelligen Algen (Ulothrix, Conferva, Chaetophora etc.). Gewöhnlich sind es die einzelnen Individuen, welche schwärmen, selten sind es Familien, die aus mehreren Individuen bestehen. Die Schwärmzellen haben meist eiförmige oder kurzbirnförmige, seltener eine kugelige Gestalt; sie tragen an dem schmälern farblosen Ende zwei oder vier oder einen Kranz von sehr feinen Wimpern, oder sie sind an der ganzen Oberfläche mit solchen Wimpern bedeckt (bei Vaucheria clavata). Die Bewegung erscheint unter dem Microscop sehr rasch, etwas infusorienähnlich, und besteht in einem stetigen Fortrücken, wobei das hyaline, schmälere Ende in der Regel vorangeht und die Zelle sich fortwährend um ihre Längenachse dreht. Obgleich das Schwärmen Aehnlichkeit mit infusorieller Bewegung zeigt, so mangelt demselben doch offenbar die Spontaneität des letztern. Die Infusorien gehen vorwärts, prallen zurück, biegen um, kehren zurück, alles nach Willkür; die Schwärmzellen verfolgen

gleichmässig ihre meist ziemlich geraden Bahnen, und biegen nur ab oder kehren um, wenn sie durch ein Hinderniss, auf das sie stossen, in eine andere Richtung versetzt werden. Ausserdem ist die Wandung der Schwärmzellen, wenn auch äusserst zart, doch starr und unbeweglich, während bei den Infusorien entweder die Membran deutlich contractil oder die Anhänge derselben (Wimpern) beweglich sind. — Die Schwärmzeit dauert nicht lange. Alle Schwärmzellen stimmen darin mit einander überein, dass sie zuerst entweder in Mutterzellen oder in Hüllmembranen eingeschlossen sind, dass sie, gleichsam wenn der Zustand der Reife für das Schwärmen eingetreten ist, dieselben verlassen und im Wasser herumschwimmen, nachdem sie sich zuerst einige Zeit in der frühern Hülle, wenn Raum dafür vorhanden ist, herum bewegten, bis dieselbe platzte und sie die Oeffnung zum Hinausschlüpfen fanden. Nachdem das Schwärmen kurze Zeit gedauert hat, so gelangt die Zelle zur Ruhe, wobei sie sich gewöhnlich mit dem hyalinen Wimperende festsetzt, und sie bekömmt die Fähigkeit zu schwärmen nicht wieder. — Noch ist der Thatsache zu erwähnen, dass die Schwärmzellen sich nach dem Lichte hin bewegen, so dass in einem flachen, mit Wasser gefüllten Teller dieselben sich alle an dem Rande ansammeln, von wo das Licht ins Zimmer fällt, und wenn man den Teller umdreht, über die ganze Wasserfläche wieder zu dem nach dem Lichte gekehrten Rande hinschwimmen. — Von schwärmenden Familien sind mir nur zwei Beispiele bekannt: die Kugeln von Botryocystis, welche aus 8 oder aus 16 Zellen bestehen, drehen sich um ihre Achse und rücken vorwärts, in ähnlicher Art, wie es die einzelnen Zellen thun; die Täfelchen von Gonium, die aus 8 Zellen zusammengesetzt sind, drehen sich ebenfalls, und zwar wie eine Scheibe um die kurze Achse, und schreiten langsam vorwärts, in der Weise, dass auf derjenigen Fläche des Täfelchens, welche vorangeht, die hyalinen Enden und Wimpern aller Zellen liegen. Bei Botryocystis und Gonium schwärmen auch die einzelnen Zellen. Bei der letztern Gattung lösen sich Zellen von dem schwärmenden Täfelchen los und schwimmen herum; indess dieses, nachdem es defekt geworden und Theile verloren hat, fortfährt, sich auf die gleiche Weise zu bewegen, bis es ganz in die einzelnen Zellen zerfallen ist.

Die Ursache des Schwärmens scheint mir die nämliche zu sein, warum sich Diatomaceen und Desmidiaceen langsam bewegen. Sie kann aber für die Schwärmzellen insbesondere als erhöhte Lebensthätigkeit bezeichnet werden, welche durch eine lebhaftere Endosmose und Exosmose sich kund gibt. Ich führe dafür folgende Gründe an. Die Schwärmzellen bewegen sich mit dem farblosen schmälern Ende voran, und setzen sich mit demselben fest; dasselbe ist als Wurzelende zu betrachten, denn es wird bei den

mehrzelligen Algen (Conferva, Ulothrix etc.) ebenso wie bei denjenigen Vaucheriaceen, wo es vorhanden ist (Bryopsis), zur Wurzel. Die Wurzel oder das Wurzelende einer Pflanze übernimmt überall vorzugsweise die Verrichtung der Stoffaufnahme, das Stammende dagegen die der Stoffausscheidung. Diese Differenz von Wurzel- und Stammende an den Schwärmzellen erklärt einerseits die Thatsache, dass dieselben mit dem hyalinen (Wurzel-) Ende vorangehen, weil daselbst die Anziehung, auf der gegenüberliegenden Seite die Ausstossung der Flüssigkeiten stattfindet, anderseits auch die raschere Bewegung, weil hier ohne Zweifel Endosmose und Exosmose mehr geschieden sind als bei Diatomaceen und Desmidiaceen, wo die bei den Zellenenden gleichwerthig sind. — Es ist ferner die Zartheit der Membran an den Schwärmzellen von Wichtigkeit. Dünne Membranen gestatten immer eine viel raschere Endosmose und Exosmose, wie man diess z. B. leicht bei der Einwirkung von Jodlösung oder von Alcohol sieht, wo die Zellen mit dünnen Membranen beträchtlich schneller durch Jod gefärbt, durch Alcohol entfärbt werden, als solche mit dicken Membranen. Die Zartheit der Membran kann also vorzüglich auch als Grund für die rasche Bewegung der Schwärmzellen betrachtet werden. — Warum die Schwärmzellen sich drehen, oder warum jeder Punct derselben (wegen des Fortrückens) eine Schraubenlinie beschreibt, bleibt dabei ein Räthsel; es ist aber das gleiche Räthsel wie dasjenige, warum die Samenfäden sich drehen, und warum so viele Erscheinungen im Pflanzenreiche (z. B. die Bewegung in den Zellen der Characeen, die Formation der Faser in den Spiralgefässen) dem Typus der Schraubenlinie folgen, und somit auf einer Drehung um die Achse (verbunden mit Vorwärtsbewegung) beruhen. — Dass sich die Wimpern bewegen, soll nicht bestritten werden, wohl aber dass sie die Ursache der Bewegung der Zelle seien. Ihr Flimmern ist eine natürliche Folge der Strömung im Wasser, welche durch die Endosmose und Exosmose und durch die Bewegung der Zelle selbst hervorgebracht wird. Die Wimpern sind aber so zart, dass sie durch die geringste Fluctuation des Wassers affizirt werden müssen. Auch an Euastrum sieht man zuweilen ähnliche Wimpern, welche sich aber bestimmt nicht bewegen (was daher rühren mag, dass auch die Zelle sich nicht bewegt, dass hier jedenfalls kein so rascher Stoffwechsel statt hat, und dass die Wimpern selbst auch etwas stärker sind); in Euastrum sind die Wimpern sicher Anhänge der gallertartigen Hüllmembran. Für den Umstand, dass die Wimpern der Schwärmzellen keine selbständige Bewegung besitzen, spricht besonders auch der Grund, weil die Unbeweglichkeit und Starrheit der Pflanzenzellmembran sonst ein allgemeines und ausnahmsloses Gesetz ist. Man könnte, um die Ansicht, dass die Wimpern die Ursache der Bewegung seien, mit dem Gesetze der Starrheit der vegetabilischen Membran zu vereinen, anneh-

men, dass die Wimpern Anhänge der Schleimschicht (des Primordialschlauches), somit eine quaternäre Verbindung und den Wimpern der Infusorien analog seien. Dagegen ist aber einzuwenden, einmal dass die vegetabilischen Samenfäden, die auch stickstoffhaltig sind, eine starre Form besitzen[1]) und bloss sich vorwärts bewegen, indem sie sich um ihre Achse drehen, während dem man hier an den vegetabilischen Wimpern eine Contractilität annehmen müsste, und ferner, dass überhaupt die Wimpern doch zu dünn und zart erscheinen, um eine Zelle fortzubewegen, namentlich wenn deren bloss zwei vorhanden sind. Bei Botryocystis z. B. sah ich einzelne Zellen von $1/100'''$ im Durchmesser mit zwei kaum sichtbar zu machenden Wimpern (nachdem sie durch Jod getödtet waren) sich bewegen. Vergrössern wir dieses Bild bis dahin, wo wir ihm mit unserm Urtheil beikommen können, so müsste, wenn die Zelle durch die Wimpern bewegt wird, ein mittelgrosses Dampfschiff durch zwei an der Spitze befestigte, im Wasser befindliche und sich bewegende Taue von ungefähr 2—3 Zoll Dicke und 50 Fuss Länge bewegt werden können, wobei zu bemerken ist, dass die Taue, nach jeder Contraction durch Expansion eine Gegenbewegung machen müssten, und somit auch wieder die Wirkung jeder Contraction zum Theil neutralisiren würden. Es wäre übrigens das Dampfschiff wegen seines spitzen Vorderendes und Kieles, sowie wegen des Umstandes, dass es zum grössten Theile bloss die Luft durchschneidet, in bedeutendem Vortheile gegenüber der kugeligen, untergetauchten Botryocystiszelle. Auch darf noch beigefügt werden, dass aus einer Bewegung von zwei oder mehrern Wimpern an dem einen Ende der Zelle eher ein Fortrücken von dieser Seite weg, als nach dieser Seite hin erfolgen möchte.

Ich habe nun noch zu zeigen, dass die Annahme eines erhöhten Lebensprocesses nicht etwa aus der Luft gegriffen ist, sondern sich mit den Umständen, unter denen das Schwärmen auftritt, sehr wohl verträgt. Was einmal die Schwärmzellen selbst betrifft, so stellt sich Inhalt und Membran derselben ganz so dar, wie in jungen chlorophyllhaltigen Zellen ein- oder mehrzelliger Algenarten, wo die vegetativen Processe, wie Wachsthum und Stoffbildung, am lebhaftesten sind, und desswegen auch der Stoffwechsel am lebhaftesten sein muss. Für die Keimzellen der mehrzelligen Algen tritt übrigens die Schwärmzeit gerade dann ein, wann wir auch sonst einen gesteigerten Lebensprocess vermuthen würden, nämlich beim Beginne des Keimens, zur Zeit wo die Keimzellen in der Mutterzelle eben ausgebildet und zu einer weitern Entwickelung, die unmittelbar eintritt, fähig geworden sind. In dem Momente, wo die Keimzellen so weit herangebildet sind,

---

[1]) Zeitschrift f. w. B. 1. Heft (1844), p. 175.

dass sie sich von einander und von der Mutterzelle lostrennen und selbständig werden können, beginnt die Wirkung des Stoffwechsels sich zu äussern; sie rücken von einander, drängen sich erst langsamer dann schneller durcheinander, und verlassen darauf die berstende Mutterzelle. Im Wasser bewegen sie sich noch so lange, bis die grössten Differenzen ihres Inhaltes und der umgebenden Flüssigkeit sich durch Endosmose und Exosmose ausgeglichen haben. Dann gelangen sie allmälig zur Ruhe. — Auf gleiche Weise verhält es sich mit dem Schwärmen der Keimzellen von Vaucheriaceen und Protococcaceen (Hydrodictyon). Eine geringere Aehnlichkeit mit den Erscheinungen bei den mehrzelligen Algen hat die Bildung der Schwärmzellen von Characium, indem es hier schon nicht mehr Tochterzellen einer Mutterzelle, sondern Individuen einer Uebergangsgeneration sind, die durch eine Hüllmembran zu einer Brutfamilie vereinigt werden. Auffallender noch ist diese Verschiedenheit bei andern Gattungen der Palmellaceen (z. B. Apiocystis, Tetraspora etc.); hier tritt der gesteigerte und zum Schwärmen bestimmende Lebensprocess ebenfalls bloss in discreten Generationen ein, welche aber sich im Uebrigen von den ruhenden Generationen nicht unterscheiden. Doch ist diess nicht ohne Analogie, indem auch bei andern einzelligen Algen der Lebensprocess des Individuums, nachdem er durch eine Reihe von Generationen die gleichen Erscheinungen zeigte, dann plötzlich einmal ein anderer wird, worauf ich im nächsten Abschnitte näher eintreten werde. So findet also bei vielen Palmellaceen durch eine Reihe von Generationen Theilung (Fortpflanzung) statt, und darauf folgt eine Generation, welche, statt sogleich sich fortzupflanzen, vorher schwärmt.

Ich musste über die Bewegung der einzelligen Algen etwas einlässlicher sein, weil sie der Hauptgrund ist, warum so viele derselben zu den Infusorien gestellt wurden, weil sie Veranlassung gab zu der Theorie von der Thierwerdung der Pflanze und der Verwandlung von Infusorien in Algen und umgekehrt, und weil, ehe man an die Benutzung eines Gebietes geht, zuerst die Rechtmässigkeit des Besitzes nachgewiesen werden muss, um nicht bei jedem Schritte in neue Grenzstreitigkeiten zu verfallen.

g. Bildung der Familien und Folge der Generationen.

Dieser Abschnitt wurde eigentlich passender noch Geschichte der Art genannt, indem es sich in den bisherigen Abschnitten um die Geschichte des Individuums handelte, und nun noch gezeigt werden muss, nach welchen eigenthümlichen Gesetzen in den verschiedenen Arten die Individuen sich zu einander verhalten und auf einander folgen. Was die Ver-

hältnisse verschiedener Generationen zu einander betrifft, so sind dieselben entweder stetige, indem jede Generation nach einer bestimmten Regel auf die vorhergehende folgt, oder aber discrete, indem eine Generation plötzlich den stetigen Wechsel unterbricht und sich anders verhält als eine ganze Reihe vorhergehender, sowie folgender Generationen. Was das Verhältniss der Individuen der gleichen Generation untereinander betrifft, so lässt sich als Regel feststellen, dass zwei Schwesterzellen sich gleich verhalten; bei verschiedenen Arten und Gattungen besteht aber eine grosse Verschiedenheit, jenachdem die Individuen entweder einzeln und unabhängig von einander leben, oder auf manigfaltige Weise in Familien vereinigt sind.

Die Erscheinungen, welche bei der Generationenfolge vorzüglich in Betracht kommen, sind dreierlei, 1) Fortpflanzung, 2) Lebensdauer und Wachsthum, 3) Bildung von Hüllmembran. Es sind hier im Allgemeinen zwei Möglichkeiten gegeben. Entweder verhalten sich in Bezug auf diese Erscheinungen alle Generationen gleich; die Geschichte der Art ist dann eine stetige und ununterbrochene Aufeinanderfolge gleichartiger Generationen. Oder es stimmen bloss eine limitirte Zahl von Generationen mit einander überein, worauf plötzlich eine solche, welche sich in Bezug auf eine oder mehrere jener Erscheinungen anders verhält, diese stetige Entwickelung unterbricht. Die Generationen, welche stetig auf einander folgen, bilden dann zusammen eine *Generationenreihe*; sie können selber *Reihengenerationen* genannt werden. Diejenigen einzelnen Generationen, welche sich anders verhalten als alle übrigen, und welche die Reihen begrenzen, will ich *Uebergangsgenerationen* nennen; ihre Individuen sind zugleich die letzte Generation einer alten Reihe, die sie abschliessen, und die erste Generation von neuen Reihen, die sie beginnen.

Die stetigen Verhältnisse der Generationenfolge betreffen erstlich die Fortpflanzung. Jede Generation verhält sich im Allgemeinen gleich wie die vorhergehenden und folgenden; wir finden diess z. B. bei den Protococcaceen und Exococcaceen, wo jede Zelle entweder durch freie Zellenbildung oder durch Abschnürung sich auf gleiche Weise fortpflanzt, wie es ihre Mutterzelle that. Bei den durch Theilung sich fortpflanzenden einzelligen Algen kann die räumliche Richtung der Zellenbildung entweder die gleiche bleiben, oder sie kann einem stetigen Wechsel unterworfen sein.

Wenn die Richtung der Zellenbildung die gleiche bleibt, so besitzt jede der beiden Tochterzellen die gleiche Achse wie die Mutterzelle, und theilt sich durch eine diese Achse unter einem rechten Winkel schneidende Wand. Es verhalten sich so alle Dia-

tomaceen und Desmidiaceen, einige Palmellaceen (Stichococcus, Hormospora, Hormocytium etc.) und einige Chroococcaceen (Synechococcus, Gloeothece und Athece).

Wenn die Richtung der Zellenbildung einem stetigen Wechsel unterworfen ist, so findet die Theilung entweder bloss in den Richtungen der Fläche oder in allen Richtungen des Raumes statt. Im ersten Falle wechselt zuweilen die Theilung regelmässig zwischen zwei rechtwinklig sich kreuzenden Richtungen, so dass die Wand, wodurch sich eine Zelle theilt, mit der Wand der Mutterzelle einen rechten Winkel bildet, mit der Wand der Grossmutterzelle dagegen parallel läuft. Es findet sich dieses Verhältniss bloss bei wenigen Gattungen der Chroococcaceen (Merismopoedia) und Palmellaceen (Tetraspora, Oocardium und wahrscheinlich bei Gonium). Die Zellen sind meist kugelig; sie dehnen sich in einer Richtung (z. B. Ostwest) in die Länge, und theilen sich durch eine zu dieser Richtung rechtwinkelige Wand (Südnord); worauf die beiden Tochterzellen sich parallel mit der Scheidewand (Südnord) verlängern, und durch eine die Achse unter einem rechten Winkel schneidende Wand (Ostwest) sich theilen; darauf wieder Ausdehnung von Ost nach West, und Theilung durch eine Wand von Süd nach Nord. — Zuweilen wechselt die Theilung nicht regelmässig zwischen zwei rechtwinklig sich kreuzenden Richtungen; sondern sie geschieht in allen möglichen Richtungen der Fläche; und die Scheidewände einer Zelle berühren die Wand, durch welche sich die Mutterzelle theilte, nicht bloss unter einem rechten, sondern auch unter spitzen und stumpfen Winkeln. Auf diese Weise verhalten sich besonders Porphyridium und Pediastrum.

Häufiger geschieht die Theilung successiv in allen Richtungen des Raumes. Sie wechselt dann zuweilen regelmässig zwischen drei rechtwinklig sich kreuzenden Richtungen, so dass die Scheidewand einer Zelle einen rechten Winkel bildet mit den Wänden, wodurch sich ihre Mutterzelle und Grossmutterzelle theilte, aber parallel läuft mit der Scheidewand der Urgrossmutterzelle. Nach dieser Regel verhalten sich mehrere Gattungen der Chroococcaceen (Chroococcus, Gloeocapsa, Aphanocapsa) und Palmellaceen (Pleurococcus, Palmella etc.). Die Zellen dieser Gattungen sind kugelig, und dehnen sich vor der Theilung gewöhnlich zu einer kurzellipsoïdischen Gestalt in die Länge; die Zellenachse ist der Längsdurchmesser dieses Ellipsoïds; die Theilung geschieht durch eine die Achse unter einem rechten Winkel in zwei gleiche Theile schneidende Wand. Wenn die Achse einer Zelle z. B. von Süd nach Nord, die Scheidewand senkrecht von Ost nach West geht, so sind die Achsen ihrer Tochterzellen von Ost nach West, die darin entstehenden Scheidewände senkrecht von Süd nach Nord gerichtet; die Achsen der folgenden Generation stehen senkrecht, und die Scheidewände liegen horizontal; darauf haben die Zellen

wieder Achsen, die von Süd nach Nord gerichtet sind, und theilen sich durch senkrechte, von Ost nach West laufende Wände.

Zuweilen aber wechselt die Theilung nicht regelmässig zwischen drei rechtwinklig sich schneidenden Richtungen; sondern sie findet in allen möglichen Richtungen des Raumes statt; so dass die Scheidewände, wodurch sich Mutterzellen und Tochterzellen theilen, einander nicht bloss unter rechten, sondern auch unter spitzen und stumpfen Winkeln berühren. Als Beispiele für diese Zellenbildung sind besonders zu nennen Botryocystis und Cystococcus.

In den bisher betrachteten Fällen bewegt sich die Zellenbildung durch Theilung, so lange die stetige Generationenfolge dauert, ununterbrochen entweder nur in Einer Richtung (der Linie), oder in den Richtungen der Fläche, oder in allen Richtungen des Raumes. Nicht immer jedoch hält sie sich bloss an eine dieser drei Regeln. Bei einigen von denjenigen Gattungen, wo die stetige Generationenfolge von Zeit zu Zeit unterbrochen wird, geschieht es zuweilen, dass im Anfang einer Generationenreihe die Theilung nur in Einer Richtung stattfindet und dass dann früher oder später Theilung in allen Richtungen des Raumes darauf folgt; so bei Palmodactylon, bei Apiocystis Brauniana v. linearis und bei Characium Naegelii A. Braun. Bei den beiden erstern Beispielen geschieht die spätere Theilung durch Scheidewände, welche sich rechtwinklig berühren; bei Characium geschieht ebenfalls die spätere Theilung zuerst auf die nämliche Weise, endigt aber, wie es scheint, mit Bildung von Scheidewänden, welche unter spitzen und stumpfen Winkeln zu einander geneigt sind.

Es ist noch eines besondern Falles zu erwähnen, wo nämlich die Zellenbildung durch Theilung in dem spätern Verlaufe der Generationenreihe, abwechselnd und mit rechtwinklig sich berührenden Wänden, in den Richtungen der Kugeloberfläche stattfindet. Im Anfange der Generationenreihe geschieht die Theilung in den drei Richtungen des Raumes; es kann hier somit ein Uebergang von der dritten zur zweiten Regel angenommen werden. Doch lässt die Thatsache auch die andere Erklärung zu, dass die Theilung von Anfang an abwechselnd in den Richtungen einer Kugeloberfläche geschehe, indem, wie es scheint, die Wände in Rücksicht auf diese Kugeloberfläche immer eine radiale Lage zeigen. Hieher gehört Coelosphaerium und Dictyosphaerium.

Die stetigen Verhältnisse der Generationenfolge betreffen ferner die Lebensdauer und das Wachsthum der Individuen. Es sind hier im Allgemeinen zwei Fälle möglich: entweder die Zellen vegetiren wenigstens so lange, bis sie eine der Mutterzelle ähnliche Grösse und Ausbildung erlangt haben, und die Fortpflanzung tritt erst ein, nachdem diess

geschehen ist, — oder die Fortpflanzung findet statt, ehe die Tochterzellen Gestalt und Grösse der Mutterzellen erreicht haben. Im erstern Falle stimmen alle successiven Generationen, was die Grösse und Form der Zellen, die Bildung des Inhaltes und der Membran betrifft, im Wesentlichen mit einander überein; — auf diese Weise verhalten sich alle diejenigen Gattungen, wo die stetige Generationenfolge nicht unterbrochen wird, wie bei den Vaucheriaceen, Valoniaceen, Exococcaceen, Protococcaceen, Diatomaceen, bei einigen Gattungen der Palmellaceen (Stichococcus, Pleurococcus, Hormospora, Oocardium, Palmella etc.) und einigen Gattungen der Chroococcaceen (Chroococcus, Aphanocapsa, Synechococcus, Aphanothece); es verhalten sich so aber auch bei einigen Gattungen, wo die stetige Generationenfolge von Zeit zu Zeit unterbrochen wird, die Reihengenerationen (z. B. bei Tetraspora, Palmodactylon, Apiocystis, Coelosphaerium etc.). — Im zweiten Falle erlangen die Tochterzellen nicht die vollkommene Ausbildung der Mutterzelle; sie bleiben kleiner; die Generationen nehmen successive an Grösse ab, bis zur letzten Reihengeneration, welche zur Uebergangsgeneration wird. Häufig geschieht diess so, dass die Generationen von sehr kurzer Dauer sind und dass bei ihnen die Grössenzunahme ganz mangelt; die durch Theilung entstehenden Individuen sind somit in jeder folgenden Generation bloss halb so gross als in der nächstvorhergehenden; man findet diess bei einigen Gattungen der Palmellaceen (Characium, Cystococcus, Botryocystis, Scenodesmus). Man kann die Generationen und Generationenreihen nach diesem Unterschiede als *dauernde* oder *transitorische* bezeichnen.

Die stetigen Verhältnisse der Generationenfolge betreffen endlich die Bildung der Hüllmembran. Die Generationen der gleichen Reihe stimmen darin in der Regel mit einander überein, dass sie alle entweder Hüllmembran erzeugen (Gloeocapsa, Gloeothece etc.) oder aber nicht (Characium, Cystococcus, Botryocystis etc.). Zuweilen geschieht es aber, dass während sonst alle Reihengenerationen Hüllmembran bilden, einzelne als Ausnahme diess nicht thun (Apiocystis, Tetraspora), oder auch dass abwechselnd eine Generation sich mit Hüllmembran bekleidet, die folgende diess gar nicht oder nur in geringem Masse thut (Tetraspora, Dictyosphaerium). Auch in Bezug auf Dichtigkeit und Färbung der Hüllmembran weichen zuweilen die Generationen der gleichen Reihe von einander ab, wie diess namentlich bei Chroococcaceen (Gloeocapsa und Gloeothece) der Fall ist. — Bei verschiedenen Arten und Gattungen verhält sich die Bildung der Hüllmembran sehr verschieden, indem sie bald mangelt bald vorhanden ist, bald an der ganzen Oberfläche der Zelle bald nur an bestimmten Stellen auftritt, und überdiess von manigfaltiger Mächtigkeit, Dichtigkeit und Färbung erscheint, wie diess bereits früher beschrieben wurde.

Von der Bildung der Hüllmembran (namentlich der Uebergangsgenerationen) hängt es ab, ob die Individuen einzeln oder in einem Lager beisammen leben oder zu Familien vereinigt sind. Von der Art der Zellenbildung, von der Dauer und dem Wachsthum der einzelnen Generationen, sowie von dem besondern Verhalten der Hüllmembran hängt es ab, in welcher eigenthümlichen Gestalt die Familien auftreten.

Wenn die Hüllmembran sehr gering oder sehr weich ist und vom Wasser leicht verflüssigt wird, und wenn die Membran der Mutterzelle dünn ist und den sich ausdehnenden Tochterzellen nicht folgen kann und zerrissen wird, so bleiben die Schwesterzellen nicht lange mit einander verbunden; sie trennen sich von einander und leben einzeln. Diess ist der Fall bei den einzelligen Algen, welche durch freie Zellenbildung (Protococcaceae mit Ausnahme von Hydrodictyon) oder durch Abschnürung (Exococcaceae, Vaucheriaceae) entstehen; unter denjenigen, welche durch Theilung sich fortpflanzen, leben vorzüglich die, welche nur in einer Richtung des Raumes sich theilen, einzeln (viele Diatomaceen z. B. Navicula, Synedra, Cymbella, mehrere Desmidiaceae z. B. Closterium, Euastrum, wenige Palmellaceae und Chroococcaceae z. B. Ophiocytium, Polyëdrium, Stichococcus, Synechococcus).

Wenn die Hüllmembran in beträchtlicher Menge gebildet wird und so weich ist, dass sie in eine homogene Gallerte zusammenfliesst, so leben zwar die Individuen nicht einzeln, aber ihr Zusammenleben hat auch nicht den Charakter einer Familie, da die Norm der Vereinigung nicht auf den Regeln der Fortpflanzungs- und Generationsverhältnisse beruht, sondern von äussern Ursachen bedingt wird. Das gallertartige Lager unterscheidet sich dadurch von der Familie, dass ersteres unbestimmt begrenzt ist, dass es aus einer beliebigen Zahl von Individuen hervorgehen und in beliebige Stücke sich trennen kann, während letztere bestimmt begrenzt ist, immer aus einer einzigen Zelle entsteht und nur in solche Stücke zerfällt, die ebenfalls einer einzigen Zelle ihren Ursprung verdanken. Ein gallertartiges Lager besitzen wenige Palmellaceen (Palmella) und wenige Chroococcaceen (Aphanocapsa, Aphanothece). — Von anderer Beschaffenheit ist das gallertartige Lager, wenn es durch die Vereinigung von vielen gelatinosen Familien entsteht. Uebergänge zwischen diesem und dem Lager mit structurloser Gallerte zeigen aber, dass auch das letztere in seiner morphologischen Bedeutung von den ersten nicht verschieden ist.

Wenn die Membran oder Hüllmembran einer Zelle zäh und elastisch genug ist, um eine grössere oder kleinere Nachkommenschaft zusammenzuhalten, oder auch wenn die Membran oder Hüllmembran der Schwesterzellen im Momente der Bildung sich zu einer cohärenten Masse vereinigt, so entstehen Familien von mehrern oder vielen Individuen. Die Forma-

tion der Familien ist äusserst manigfaltig. Sie sind nach der räumlichen Anordnung der Zellen einreihig, einschichtig, körperlich oder baumförmig. Sie bestehen je nach dem Mangel oder Vorhandensein der Hüllmembran aus parenchymatisch vereinigten oder aus von einander entfernten Zellen. Sie werden ferner entweder aus vollkommen entwickelten oder aus unentwickelten Individuen zusammengesetzt; im erstern Falle vegetirt jede Generation (oder wenigstens je die zweite) so lange, bis ihre Individuen ungefähr die Grösse und Gestalt der Mutterzellen erreicht und eine entsprechende Menge Hüllmembran gebildet haben; die Familie nimmt an Grösse in gleichem Masse zu, wie sich die Zahl der sie zusammensetzenden Individuen vermehrt, und die einzelnen Individuen der letzten Generation sind annähernd gleich gross, wie das Individuum, aus welchem die Familie hervorgegangen ist; — im zweiten Falle haben die Reihengenerationen eine sehr kurze Dauer; ihre Individuen wachsen nicht, ändern ihre Gestalt nicht und besitzen bloss Fortpflanzung (Theilung); sie sind immer bloss halb so gross als ihre Mutterzellen; die Familie wird mit der Zunahme der Individuen nicht grösser, und besteht zuletzt aus vielen kleinen Zellen, welche zusammen den gleichen Raum einnehmen, den der Inhalt der ursprünglichen Zelle, aus welcher die Familie entstanden ist, einnahm; diese kleinen, unentwickelten Zellen will ich *Brutindividuen* oder *Brutzellen*, die Familien *Brutfamilien* nennen; sie sind immer das Resultat von transitorischen Generationenreihen, wie ich sie früher genannt habe. — Im Einzelnen gibt es nun folgende Arten von Familien.

Die Familie ist eine Zellenreihe, wenn die Theilung nur in Einer Richtung des Raumes stattfindet, und die Zellen in dieser Richtung verbunden bleiben. Die Zellenreihe ist parenchymatisch (indem sich die Zellen mit ebenen Endflächen berühren) und nackt, wenn keine oder äusserst wenig Hüllmembran gebildet wird (bei mehrern Diatomaceen z. B. Melosira, Fragilaria, Meridion etc., bei wenigen Desmidiaceen z. B. Desmidium) und bei Brutfamilien (wie diess wahrscheinlich bei Ophiocytium der Fall ist). Die Zellenreihe ist parenchymatisch und mit einer scheidenartigen Hülle bekleidet, wenn die Zellen an den beiden Endflächen keine oder äussert wenig, an der Seitenfläche dagegen viel Hüllmembran bilden (Hyalotheca). Die Zellenreihe besteht endlich aus getrennten oder nur lose verbundenen, in einer scheidenartigen Hülle liegenden Zellen, wenn dieselben überall, vorzüglich aber an der Seitenfläche Hüllmembran erzeugen (Hormospora und Hormocytium).

Einreihige, aus getrennten Zellen bestehende Familien, die in einer cylindrischen, ästigen, scheidenartigen Hülle eingeschlossen sind, findet man ferner bei einigen Diatomaceen (Encyonema, Schizonema); ihr Ursprung ist aber hier etwas verschieden von den

bisher betrachteten Fällen. Die Zellen liegen nämlich so, dass ihre Achse die Achse der Scheide unter einem rechten Winkel schneidet; unmittelbar nach der Theilung liegen also die beiden Tochterzellen nebeneinander, worauf die eine über die andere sich hinwegschiebt und in die Reihe einordnet. Bei Micromega liegen mehrere solcher Scheiden nebeneinander, und sind durch eine gemeinsame, ästige Scheide in eine zusammengesetzte Familie verbunden.

Besondere Modificationen der Zellenreihe trifft man endlich bei einigen andern Diatomaceen, indem sich die Zellen entweder gegenseitig in gleicher Richtung verschieben und schiefe Reihen bilden (Bacillaria), oder indem sich die Zellen von einander trennen und nur mit einem Eck der ebenen Endfläche durch einen kleinen, aus Hüllmembran gebildeten Fuss verbunden bleiben, wodurch zikzakförmige Reihen entstehen (Diatoma).

Die Familie ist eine Zellschicht, wenn die Theilung in den Richtungen der Fläche stattfindet. Die Zellschicht ist parenchymatisch (aus polygonen Zellen zusammengesetzt), wenn keine oder äusserst wenig Hüllmembran erzeugt wird (Porphyridium, Pediastrum, Sphaerodesmus). Die Zellschicht besteht aus getrennten (kugeligen) Zellen, wenn sie in beträchtlichem Masse Hüllmembran bilden (Merismopoedia, Gonium, Tetraspora). — In den hohlkugelförmigen Zellschichten geschieht die Theilung nur durch radiale Wände; die Zellen sind kugelig oder eiförmig, und durch Hüllmembran von einander getrennt (Coelosphaerium, Dictyosphaerium). Wie die hohlkugelförmige, netzartig durchbrochene Schicht von polygonen Zellen bei Coelastrum entstehe, ist noch ungewiss.

Das schlauchförmige, einschichtige Netz von Hydrodictyon bildet sich so, dass die an der innern Oberfläche einer Zelle frei entstehenden Individuen sich aneinander ansetzen, und durch Erzeugung von wenig und zäher Hüllmembran fest mit einander verbunden werden.

In den körperförmigen Familien liegen die Individuen in allen Richtungen nebeneinander. Sie entstehen in der Regel dadurch, dass die Theilung in allen Richtungen des Raumes stattfindet. Die Familien sind würfelartig und parenchymatisch, wenn keine oder nur wenig Hüllmembran gebildet wird und alle Generationen sich vollkommen entwickeln (Pleurococcus, Chroococcus). Die Familien sind kugelig oder eiförmig und aus getrennten Zellen bestehend, wenn die Generationen sich vollkommen ausbilden und Hüllmembran erzeugen (Gloeocapsa, Anacystis, Gloeocystis); dieselben sind birnförmig und angeheftet, wenn die Zelle der ersten Generation sich festsetzt (Apiocystis); sie sind cylindrisch, wenn die Theilung zuerst nur in Einer Richtung, nachher in allen Richtungen stattfindet (Palmodactylon); je nachdem die von den verschiedenen Generationen herstammende Hüll-

membran fester oder weicher ist, so zeigt die Familie bald eine vollständige wiederholte Einschachtelung in immer kleinere Blasen, bald ist diese Einschachtelung nur zum Theil deutlich, bald auch erscheint die Gallerte homogen im Innern und bloss am Umfange scharf abgegrenzt; zuweilen wird die structurlose und halbflüssige Gallerte von einer festen Blase umschlossen, die Zellen liegen dann meist an der innern Oberfläche dieser letztern (Anacystis, Apiocystis). — Die Brutfamilien haben die Gestalt der Zelle, aus der sie entstanden, und sind von der Membran oder Hüllmembran derselben umschlossen; ihre Gestalt ist kugelig, wenn sie frei liegen (Cystococcus), oder birnförmig, wenn sie angeheftet sind (Characium). — Zusammengesetzte körperförmige Familien entstehen dann, wenn nur die Uebergangsgenerationen Hüllmembran erzeugen. Sie bestehen aus einer Gallertkugel, in welcher getrennt von einander kugelige Brutfamilien liegen (Botryocystis).

Die körperförmigen Familien entstehen aber nicht bloss durch Theilung in drei Richtungen des Raumes. Selten geschieht es durch freie Zellenbildung, indem die Membran der Mutterzelle persistirt und zur Umhüllung der Familie dient (Oocytium). Zuweilen entstehen selbst kugelige und eiförmige Familien durch Theilung in Einer Richtung des Raumes. Die erste Zelle einer Generationenreihe bildet eine Blase von Hüllmembran, welche dann die durch Theilung vermehrten Zellen von ihrer reihenförmigen Anordnung abzuweichen und sich unregelmässig nebeneinander zu lagern zwingt (Nephrocytium). Oder es wird von den Zellen jeder Generation eine blasenförmige Hüllmembran erzeugt, welche je die beiden Tochterzellen während ihres Wachsthums von ihrer ursprünglichen Richtung ablenkt und sie in eine solche Stellung versetzt, dass sie nicht mehr, wie nach der Entstehung, hintereinander, sondern nebeneinander liegen (einige Arten von Gloeothece).

In den baumförmigen Familien stehen die Zellen entweder an den Enden von verästelten Stielen, oder sie sind auf einander befestigt. Die Familien mit verästelten Stielen, welche bei Diatomaceen (Gomphonema, Cocconema) und Palmellaceen (Mischococcus, Oocardium) vorkommen, entstehen meist so, dass die erste Zelle einer Generationenreihe sich festsetzt, durch Bildung von Hüllmembran an ihrer Basis einen Stiel erzeugt, dann sich theilt, worauf jede der beiden Tochterzellen für sich einen Stiel bildet, und darauf sich wieder theilt; dieser Process wiederholt sich fortwährend. — Bei regelmässigem Verlaufe, wie man ihn bei Gomphonema beobachtet, ist der Stamm wiederholt dichotomisch getheilt, an den Enden stehen 1 oder 2 Zellen; die Familie hat so viele Generationen durchlaufen, als Dichotomieen vorhanden sind; die Dichotomieen liegen in Einer Ebene, weil die Generationen sich nur in Einer Richtung, und zwar durch eine senkrechte Wand theilen. — Bei Mischococcus theilen sich die Zellen durch eine horizontale

(die als Fortsetzung der Stiele gedachte Linie unter einem rechten Winkel schneidende) Wand; der Stamm ist bald dichotomisch, bald unregelmässig verästelt. — Bei Oocardium theilen sich die Generationen alternirend in zwei Richtungen des Raumes, durch senkrechte (mit den als Fortsetzung der Stiele gedachten Linien zusammenfallende) Scheidewände; damit übereinstimmend alterniren auch die successiven Dichotomieen der Stiele. — Die Familien von Gomphonema und Mischococcus haben lange und dünne Stiele mit von einander getrennten Achsen; die Stiele von Oocardium dagegen sind kurz und dick, ihre Achsen liegen ziemlich enge neben einander und bilden eine solide gleichförmige (durch Kalk incrustirte) halbkugelige Masse, an deren Oberfläche die dichtstehenden Zellen eine einfache Schicht bilden.

Wenn die Zellen jeder Generation Stiele bilden, so trifft man an den Enden derselben immer nur eine oder (nach der Theilung) zwei Zellen. Bei Mischococcus kömmt es zuweilen vor, dass die eine oder andere Generation, seltener alternirend je die zweite, keine Stiele erzeugt; es stehen dann an den Enden der Stiele 2 bis 4 oder auch noch mehr Zellen beisammen. Bei Licmophora mangelt die Stielbildung immer mehrern successiven Generationen, wessnahen an den Enden mehrere oder viele Zellen fächerförmig beisammen stehen.

In den baumförmigen Familien von Valonia sind die Zellen auf einander selber befestigt. Die Familien entstehen dadurch, dass einige an der Membran der Mutterzelle liegende Keimzellen sich entwickeln und dieselbe durchbrechen; die Tochterindividuen bleiben mit dem Mutterindividuum verbunden und können ihrerseits wieder mehrere Tochterindividuen entwickeln u. s. f. [1]) Die Stöcke von Valonia unterscheiden sich von den übrigen angeführten baumartigen Familien besonders auch dadurch, dass sie aus Individuen verschiedener Generationen bestehen, während bei Gomphonema, Mischococcus und Oocardium die Zellen bloss der letzten Generation angehören, und von den frühern Generationen nichts als die Hüllmembranen übrig geblieben sind.

Die Generationenreihen werden dadurch von einander geschieden, dass eine einzelne Generation (Uebergangsgeneration) plötzlich sich anders verhält als ihre Vorgängerinnen und dadurch die stetige Aufeinanderfolge unterbricht. Die Ursachen dieses Unterbruches sind viererlei Art: 1) dass die Individuen der Uebergangsgeneration sich frei machen und und vereinzelt leben, indess die Reihengenerationen in Familien vereinigt sind; 2) dass den Individuen der Uebergangsgeneration eine verhältnissmässig lange Lebensdauer zu-

[1]) Vgl. Die neuern Algensysteme, pag. 155. Tab. II. fig. 7 – 18.

kömmt, und die verschiedenen Seiten des vegetativen Lebensprocesses sich bei ihnen in beträchtlichem Masse ausbilden, während die übrigen Generationen nur kurze Zeit dauern und kaum etwas anderes thun, als dass sie sich fortpflanzen; 3) dass die Individuen der Uebergangsgeneration schwärmen, während die übrigen unbeweglich sind; und 4) dass bei der Uebergangsgeneration Copulation stattfindet, während die übrigen sich durch Theilung fortpflanzen. — Diese Erscheinungen, welche den stetigen Generationenwechsel unterbrechen, treten bald jede einzeln für sich auf, oder es sind zwei derselben mit einander verbunden. Die Zahl der Generationen einer Reihe ist bei der nämlichen Art bald sehr variabel, bald ziemlich constant; ob sie das eine oder andere sei, hängt namentlich davon ab, auf welche Weise die Familien gebildet werden.

Die erste Art, wie sich die Generationenreihen scheiden, ist die, dass die Uebergangsgeneration sich frei macht, während die Individuen der übrigen Generationen zu einer Familie vereinigt sind. Man findet diess bei vielen Diatomaceen; die reihenförmigen Familien zerfallen in die einzelnen Zellen, jede derselben bildet den Anfang zu einer neuen Zellenreihe (Melosira, Fragilaria, Meridion). Zuweilen brechen hier auch die Zellenreihen entzwei; es scheint diess aber mehr in Folge äusserer Verhältnisse stattzufinden, während das Zerfallen in die einzeln Individuen ohne Zweifel eine mehr innere Ursache hat. Die baumartigen Familien von Gomphonema zerfallen, indem die Stiele schwinden und die Individuen frei werden. Wenn die Familien durch Hüllmembran zusammengehalten werden, so reisst diese und lässt die einzelnen Zellen heraustreten oder sie wird aufgelöst (Schizonema, Encyonema, Hormospora, Glococapsa, Glocothece etc.). In diesen Fällen unterscheiden sich die Individuen der Uebergangsgenerationen von denen der Reihengenerationen kaum durch etwas anderes, als dass jene einzeln, diese in Familien leben. — In andern Fällen kommen zu diesem Unterschiede noch andere Merkmale hinzu, vorzüglich der, dass die Individuen der Uebergangsgenerationen an dem einen Ende (wo sie sich festsetzen) einen gallertartigen Fuss oder Stiel bilden, während die Individuen der Reihengenerationen auf den gegenüberliegenden Seiten wenig Hüllmembran in gleicher Quantität erzeugen (so bei Hormocytium, vorzüglich aber bei Achnanthes).

Die zweite Art, wie sich die Generationenreihen scheiden, ist die, dass die Individuen der Uebergangsgeneration eine verhältnissmässig lange Lebensdauer besitzen und die vegetativen Processe wie Stoffwechsel, Assimilation, Wachsthum, Membranbildung in beträchtlichem Masse bei ihnen vorhanden sind, während den transitorischen Reihengenerationen diess alles fast ganz mangelt. Bei Botryocystis z. B. beginnt eine Reihe mit einer kugeligen Zelle; dieselbe theilt sich in zwei halbkugelige Zellen; die letztern, ohne sich

zu verändern, theilen sich sogleich wieder jede in zwei kugelquadrantische Zellen. Diese Theilung wiederholt sich während drei bis fünf Generationen, so dass die kugelige Brutfamilie aus 8 bis 32 eckigen, zu einem dichten Gewebe verbundenen Zellen besteht, und nicht grösser ist als die ursprüngliche Zelle. Die Zellen der letzten Generation, statt sich sogleich wieder zu theilen, wie es die der frühern Generationen thaten, dehnen sich aus (wenn vorher kein Schwärmen stattfindet), bilden nach allen Seiten viel Gallerte, werden kugelig, und entfernen sich von einander, bleiben aber durch die Gallerte in eine Familie vereinigt. Die Zellen erreichen ungefähr eine ähnliche Grösse, wie die der frühern Uebergangsgeneration, worauf in jeder wieder die Theilung und mit ihr eine neue Generationenreihe beginnt. — Aehnlich verhält es sich bei der Gattung Scenodesmus. Die Familien bestehen hier in der Regel aus 4 oder 8 Zellen; in jeder derselben theilt sich der Inhalt rasch in 2, 4 und 8 Zellen. Diese Reihe von zwei oder drei Generationen wird so schnell durchlaufen, dass man gewöhnlich nur die ungetheilten oder die vollständig getheilten Zellen, selten die Mittelstufen sieht: die Reihengenerationen sind transitorisch und ohne Dauer. Die 4 oder 8 Zellen der letzten oder der Uebergangsgeneration stellen Brutfamilien dar, die nicht grösser sind als die einzelnen Individuen der ausgebildeten Familie. Die Brutfamilien trennen sich von einander; ihre Zellen werden allmälig grösser, bilden feste Stoffe im Innern, färben sich intenser, verdicken ihre Membranen und bilden die Stacheln, mit denen sie häufig bewehrt sind. Die Uebergangsgeneration ist somit dauernd. Wenn ihre Zellen die vollkommene Ausbildung erlangt haben, so findet wieder Theilung statt. Wahrscheinlich stimmt Pediastrum nebst einigen andern Gattungen der Palmellaceen in den angeführten Erscheinungen ganz mit Scenodesmus überein.

Die dritte Art, wie die Generationenreihen begrenzt werden, ist die, dass die Zellen der Uebergangsgeneration schwärmen, indess die Zellen der Reihengenerationen unbeweglich sind. Zu diesem Unterscheidungsmomente kommen verschiedene andere Differenzen hinzu, welche die Uebergangszellen und die Reihenzellen auszeichnen; so sind die letztern immer in Familien vereinigt, während die erstern bei allen Arten aus der Verbindung sich losmachen, und nur in wenigen Beispielen (Botryocystis und Gonium) überdem auch als Familien schwärmen. Häufig sind die Reihengenerationen transitorisch, indem sie weder Dauer besitzen noch zu einer vegetativen Entwickelung gelangen, wie diess bei Cystococcus und Characium der Fall ist: die schwärmende Zelle gelangt zur Ruhe, und dehnt sich bis zu einer verhältnissmässig sehr beträchtlichen Grösse aus; dann theilt sie sich rasch durch mehrere Generationen in viele kleine Zellen, welche zuerst eine Brut-

familie darstellen, dann sich trennen und, nachdem sie geschwärmt haben, sich festsetzen, um sich später wieder zu theilen. Bei Botryocystis, wo die Reihengenerationen, wie wir vorhin gesehen haben, ebenfalls transitorisch sind, sind die Uebergangsgenerationen bald unbeweglich, bald schwärmend. — In einigen Gattungen sind die Reihengenerationen dauernd, indem sich ihre Zellen vollständig ausbilden und Hüllmembran (sei es als allseitige Bekleidung, sei es an ihrem untern Theile als Stiel) erzeugen, ehe sie sich wieder theilen; die Individuen der Uebergangsgeneration unterscheiden sich von ihnen bloss dadurch, dass sie ausserdem noch schwärmen (so bei Tetraspora, Apiocystis, Mischococcus). Es ist schon früher bemerkt worden, dass bei diesen Gattungen jedoch nicht alle Reihengenerationen sich streng gleich verhalten, sondern dass häufig eine oder auch zwei Generationen sich theilen, bevor sie ihre Hüllmembran gebildet haben. Man findet daher nicht selten die Zellen zu 4 und 8 vereinigt, und man könnte sie innerhalb der Gesammtfamilie als kleine besondere Familien, welche einen eigenen besondern Generationencyclus repräsentiren, betrachten. Doch ist es hier mehr nur eine leichte Andeutung jener Erscheinung, welche bei Botryocystis vollkommen ausgeprägt ist.

Die vierte und letzte Art der Begrenzung der Generationenreihen besteht darin, dass die Uebergangszellen sich copuliren (Desmidiaceen). Während einer Zahl von successiven Generationen findet bloss Theilung statt, wobei die Individuen entweder vereinzelt oder in reihenförmige Familien verbunden sind. Dann tritt früher oder später Copulation je zweier Individuen ein. Das Verhalten der durch die Copulation erzeugten Samen ist noch unbekannt.

Die Zellen der nämlichen Generation sind in der Regel einander mehr oder weniger gleich; doch gibt es eine Zahl von Verhältnissen, wo sie bald mit einander übereinstimmen, bald verschieden sind. Es hängt diess vorzüglich davon ab, wie sie sich in Familien vereinigen. In der Regel findet man, dass Zellen der gleichen Generation, die enge mit einander verbunden sind, viel mehr mit einander übereinstimmen, als solche, welche locker zusammenhängen, und vollends als solche, welche einzeln leben, — ohne Zweifel, weil die erstern am meisten, die letztern am wenigsten den gleichen Einflüssen unterworfen sind. Ferner gilt als Regel, dass Schwesterindividuen sich ähnlicher verhalten als solche, die man (sit venia verbo) Basenindividuen oder Basenzellen nennen könnte, und überhaupt, dass Individuen, die in einem nähern Grade der Verwandtschaft stehen, mehr mit einander harmoniren, als solche, die einem weitern Verwandtschaftsgrade angehören. Ich führe für das Letztere z. B. an, dass bei Tetraspora, Palmella, Apiocystis, Gloeocapsa in der Regel die im ersten Grade verwandten Zellen sich zur nämlichen Zeit

fortpflanzen (theilen), dass die im zweiten Grade diess meist auch noch thun, oder doch wenigstens nur unbedeutend differiren, dass dagegen die im dritten Grade verwandten Zellen häufig schon keine Rücksicht mehr auf einander haben, — dass bei Apiocystis die im ersten, zweiten und dritten Grade verwandten Zellen der kleinern Generationenreihen in Hinsicht auf Bildung von Hüllmembran und gegenseitige Stellungsverhältnisse genau mit einander übereinstimmen u. s. w.

Ich will die Verhältnisse nach den Verwandtschaftsgraden nicht weiter untersuchen, da sie zu sehr ins Einzelne führen würden. Dagegen müssen mit Rücksicht auf das Verhalten aller Zellen einer Familie noch einige Puncte hervorgehoben werden. Was zuerst die vegetativen Erscheinungen betrifft, so sind sie für alle Zellen einer Familie die gleichen, insofern dieselben sich in gleichen Verhältnissen befinden. Es hat daher bei Gloeocapsaarten, wo die Hüllmembran alle möglichen Farbennüancen zeigt, entweder jede Familie nur Eine Farbe, oder wenn diese Farbe im Verlaufe der Generationen bei der gleichen Familie an Intensität ab- oder zunimmt oder sonst sich verändert, so sind doch in der Regel je die Individuen, welche der nämlichen Generation angehören, gleich gefärbt. Die Zellen einer Familie von Botryocystis, Tachygonium, Palmodactylon, Chroococcus, Scenodesmus, Pediastrum etc. zeigen ganz die gleiche Grösse, obgleich die Grösse in den verschiedenen Familien der gleichen Art bei diesen Gattungen sehr varirt. — Dagegen zeigen sich die vegetativen Erscheinungen etwas verschieden, wenn die Gestaltung der Familie es mit sich bringt, dass die Individuen ungleichen Verhältnissen unterworfen sind. Bei Pediastrum sind die Randzellen anders gestaltet, als die innern Zellen; bei Scenodesmus caudatus tragen in der Regel bloss die beiden seitlichen Zellen Stacheln; bei Diatoma bilden bloss die Individuen, welche sich theilweise von einander trennen, einen gallertartigen Fuss, welcher die Ecken zusammenhält.

Was ferner die Fortpflanzung betrifft, so tritt sie in den Zellen einer Familie nur dann zu gleicher Zeit ein, wenn die Zahl derselben eine verhältnissmässig nicht sehr grosse ist, und wenn dieselben sehr enge beisammen liegen. Desswegen finden wir gewöhnlich in Gattungen mit transitorischen Generationenreihen höchst regelmässige Zahlen, wenn wir die Zellen einer Familie zählen; die Familien von Scenodesmus bestehen aus 2, 4 oder 8, von Pediastrum aus 4, 8, 16, 32 oder 64, von Sorastrum aus 8 oder 16, von Botryocystis aus 8, 16 oder 32 Zellen; wenn ins Alter zuweilen unregelmässige Zahlen auftreten (z. B. 3, 5, 7, 31, 63 etc.), so ist es, weil eine oder mehrere Zellen zu Grunde gegangen sind, und man findet auch leicht die Stellen, wo sie mangeln; jüngere Fami-

lien bestehen aber immer aus den angegebenen Zahlen. Diese Regelmässigkeit kann nur darin ihren Grund haben, dass alle Zellen einer Generation sich zu gleicher Zeit theilen, und dass somit, die Theilung mag in jedem beliebigen Momente aufhören, die Zahl der vorhandenen Zellen immer eine Potenz von 2 ist. — Wenn dagegen die Zellen in einer Familie locker gelagert sind, so theilen sich die Zellen nicht zu der nämlichen Zeit, und ihre Zahl ist eine unregelmässige; bloss in den jungen Familien finden wir häufig die regelmässigen Zahlen 2, 4, 8, selten noch 16 (Gloeocapsa, Tachygonium); in Merismopoedia ist die Zahl gewöhnlich bis auf 32 regelmässig.

Das Schwärmen trifft in der Regel alle Zellen einer Familie, und tritt auch ziemlich zu gleicher Zeit ein (Apiocystis, Characium etc.). Die Copulation, insofern sie an freien Zellen stattfindet, nimmt gar keine Rücksicht auf irgend eine Regelmässigkeit, indem von den Individuen der gleichen Generation die einen sich copuliren, die andern nicht (so bei Euastrum).

C. Systematische Eintheilung.

Auf die Ein- oder Mehrzelligkeit der Algen wurde bisher wenig Gewicht gelegt. Die einzelligen Algen wurden somit auch nicht als besondere Gruppe unterschieden. Ich glaubte früher, folgende auf die Fortpflanzung und auf die Verschiedenheit des Wachsthums gegründete Eintheilung vorschlagen zu müssen: [1])

I. Palmellaceae — Zelle ohne Spitzenwachsthum, und ohne Astbildung; Fortpflanzung durch Theilung in 2 oder 4 Zellen.

II. Protococcaceae — Zelle ohne Spitzenwachsthum und ohne Astbildung; Fortpflanzung durch freie Zellenbildung in mehrere Zellen.

III. Valoniaceae — Zelle mit Astbildung und Spitzenwachsthum in den Aesten; Fortpflanzung durch freie Zellenbildung in mehrere Zellen.

IV. Exococcaceae — Zelle ohne Spitzenwachsthum und ohne vegetative Astbildung; Fortpflanzung durch Abschnürung.

V. Vaucheriaceae — Zelle mit vegetativer Astbildung und Spitzenwachsthum in den Aesten; Fortpflanzung durch Abschnürung.

Diese Eintheilung stützt sich auf den Gedanken, dass Einzelligkeit und Mehrzelligkeit, Wachsthum durch blosse Ausdehnung und Spitzenwachsthum des einzelligen Individuums,

---

[1]) Vgl. Die neuern Algensysteme, etc.

Fortpflanzung durch Theilung, durch freie Zellenbildung und durch Abschnürung bei den Algen Erscheinungen von solchem Werthe seien, um Ordnungen begründen zu können; dass dagegen die übrigen vegetativen und reproductiven Verhältnisse einen mehr untergeordneten Werth besitzen und bloss Differenzen innerhalb der Ordnungen begründen. Die Protococcaceen, Valoniaceen, Exococcaceen und Vaucheriaceen erscheinen mir jetzt noch als natürliche Ordnungen. Dagegen ist die der Palmellaceen, obgleich sie in ihrem Differenzialcharacter so scharf unterschieden ist, dennoch eine künstliche, weil sie allzu heterogene Elemente enthält. Vergleichen wir die zu derselben gestellten Algen (Diatomeen, Desmidieen und Palmelleen der Autoren) untereinander und mit mehrzelligen Algen, so scheinen Chroococcus, Gloeocapsa und die verwandten Gattungen mit den Nostochaceen — Pleurococcus, Stichococcus, Tetraspora mit den chlorophyllhaltigen Bangiaceen — Porphyridium mit den rothen Bangiaceen — Euastrum und die verwandten mit den Zygnemaceen sogar näher verwandt zu sein, als diese Gattungen es unter einander und mit den Diatomeen sind. Es geht daraus hervor, dass, obgleich die Gattungen der Palmellaceen vorzüglich nur durch vegetative Eigenthümlichkeiten von einander verschieden sind, die Trennung in mehrere Ordnungen sich rechtfertigen lässt, sobald für dieselben ein genauer Differenzialcharacter gefunden wird.

Man erhält nun für die Unterscheidung der Ordnungen der einzelligen Algen folgende Merkmale:

1) der Fortpflanzung, a. durch Theilung, b. durch freie Zellenbildung, c. durch Abschnürung, zuweilen verbunden mit Copulation, d. abwechselnd durch Theilung und durch Copulation;

2) des Wachsthums, a. durch blosse Ausdehnung, b. durch vegetative Astbildung und Spitzenwachsthum in den Aesten;

3) der chemischen Zusammensetzung des Inhaltes, welcher a. Phycochrom, b. Chlorophyll oder Erythrophyll, c. Diatomin enthält, und der Membran, welche a. kieselhaltig, b. ohne Kieselerde ist;

4) der morphologischen Bildung des Inhaltes, a. ohne Farbbläschen, b. mit einem Chlorophyllbläschen, c. mit einem centralen Kernbläschen und paariger Anordnung der zwei oder mehreren Chlorophyllbläschen in zwei gleiche Zellenhälften, d. mit vielen Chlorophyllbläschen ohne Rücksicht auf paarige Anordnung.

Nach diesen Merkmalen theilen sich die einzelligen Algen in folgende acht Ordnungen:

I. Chroococcaceae — Zelle ohne Spitzenwachsthum und ohne Astbildung; Inhalt freies Phycochrom ohne Farbbläschen; Membran nicht kieselhaltig; Fortpflanzung durch Theilung. — (Chroococcus, Gloeocapsa, Anacystis, Merismopoedia etc.)

II. Diatomaceae — Zelle ohne Spitzenwachsthum und ohne Astbildung; Inhalt freies Diatomin, oder in vielen wandständigen Farbbläschen; Membran kieselhaltig; Fortpflanzung durch Theilung.

III. Palmellaceae — Zelle ohne Spitzenwachsthum und ohne Astbildung; Inhalt freies Chlorophyll (zuweilen in ein orangefarbenes oder rothes Oel übergehend) oder Erythrophyll mit einem Farbbläschen; Membran nicht kieselhaltig; Fortpflanzung durch Theilung. — (Pleurococcus, Gonium, Tetraspora, Hormospora, Scenodesmus, Pediastrum etc.)

IV. Desmidiaceae — Zelle ohne Spitzenwachsthum und ohne vegetative Astbildung; Inhalt paarig, bestehend in freiem Chlorophyll, welches in der Mitte durch ein Kernbläschen unterbrochen ist, und in jeder Zellenhälfte 1 oder mehrere Chlorophyllbläschen enthält; Membran nicht kieselhaltig; Fortpflanzung durch Theilung, in einzelnen (Uebergangs-) Generationen durch Copulation. — (Desmidium, Phycastrum, Euastrum, Closterium, Cylindrocystis etc.)

V. Protococcaceae — Zelle ohne Spitzenwachsthum und ohne Astbildung; Inhalt freies Chlorophyll und in Bläschen, welches zuweilen mit einem orangefarbenen oder rothen Oel abwechselt; Membran nicht kieselhaltig; Fortpflanzung durch freie Zellenbildung. — (Protococcus, Chlorococcum, Hydrodictyon etc.)

VI. Exococcaceae — Zelle ohne Spitzenwachsthum und ohne vegetative Astbildung; Inhalt freies Chlorophyll; Membran nicht kieselhaltig; Fortpflanzung durch Abschnürung.

VII. Valoniaceae — Zelle mit vegetativer Astbildung und Spitzenwachsthum in den Aesten; Inhalt wandständige Chlorophyllbläschen; Membran nicht kieselhaltig; Fortpflanzung durch freie Zellenbildung.

VIII. Vaucheriaceae — Zelle mit vegetativer Astbildung und Spitzenwachsthum in den Aesten; Inhalt wandständige Chlorophyllbläschen; Membran nicht kieselhaltig; Fortpflanzung durch Abschnürung, zuweilen mit Copulation verbunden.

1) *Bryopsideae* — Verästelungen der Zelle frei.

2) *Codieae* — Verästelungen der Zelle in ein gewebeartiges Geflecht verbunden.

Die Eintheilung der Ordnungen selbst in Unterabtheilungen, in Gattungen und Arten hat bei jeder einzelnen ihre eigenen Regeln. Doch glaube ich hier noch eine Bemerkung machen zu müssen, die für die systematische Eintheilung aller einzelligen und vieler mehrzelligen (wenigstens der niedrigern) Algen gilt. Für die ganze Naturgeschichte besteht das

Axiom, dass alle Systematisirung sich auf die Species, als den speziellsten Begriff gründen, und von demselben ausgehend zu allgemeinern Begriffen fortschreiten muss. Dasselbe hat auch für die niedern Algen grundsätzlich seine unbestreitbare Richtigkeit; allein ich erachte seine Anwendbarkeit aus innern und äussern Gründen für einmal als eine Unmöglichkeit. Der Speciesbegriff ist bei den niedern Algen noch nie zur Anerkennung gelangt, und in neuester Zeit ist man gewiss weniger als je daran, ihm nahe zu sein. Der Versuch, den Speciesbegriff in dem zahllosen Heer der Formen herzustellen, könnte nur dazu dienen, die grösste Verwirrung hervorzubringen, wenn es nicht möglich wäre, die Reform mit Sicherheit und Vollständigkeit durchzuführen. Doch ist die Kenntniss der niedern Algen noch lange nicht so weit vorgerückt, um an die Ausführung eines solchen Problems zu gehen. Die Aufgabe der gegenwärtigen Algologie scheint mir darin zu liegen, die Formen so genau und vollständig wie möglich zu studiren, und für einmal noch als gesondert neben einander zu stellen.

Wenn aber der Speciesbegriff noch nicht realisirt werden kann, so muss an seine Stelle der Gattungsbegriff treten und die Basis der Systematisirung bilden. Derselbe ist daher gerade bei den niedern Algen mit grösster Vorsicht und Genauigkeit zu behandeln. Er muss in der Regel einen speziellen Begriff repräsentiren, und nicht, wie es jetzt meist der Fall ist, einen willkürlichen Rahmen für ein beliebiges Conglomerat von Formen darstellen. Das Verhältniss von Gattung und Art bei den höhern Pflanzen ist ein ganz anderes als das Verhältniss von Gattung und Form, wie es der gegenwärtige Stand der Algologie verlangt. Die Phanerogamengattung ist ein allgemeiner Begriff mit bestimmten Merkmalen, dem alle Arten untergeordnet werden, welche diese Merkmale besitzen. Die Untersuchung von einem oder wenigen Exemplaren einer Pflanze genügt in der Regel, um mit Sicherheit die Gattung zu bestimmen, zu welcher sie gehört. Bei den niedern Algen entscheidet sehr oft eine einzige Untersuchung, wenn sie auch Hunderte von Individuen umfasst, noch wenig; es gibt solche, welche man anhaltend beobachten muss, um ihre Geschichte, auf die es ankömmt, kennen zu lernen, namentlich diejenigen, deren Zellen zu gewissen Zeiten schwärmen; es braucht oft jahrelanges Forschen um die Fortpflanzung oder um die verschiedenen Arten der Fortpflanzung zu sehen (so ist es mir in Zürich, wo ein grosser Reichthum an Desmidiaceen ist, noch nicht gelungen, die Conjugation an mehr als an einer Form zu beobachten). Bei allen niedern Algen gibt es ferner Formen, die so klein sind, dass man gar wenig an ihnen mit unsern microscopischen Instrumenten wahrnimmt. Dennoch dürfen bei einer systematischen Aufzählung auch diese nicht vernachlässigt werden.

Unter diesen Umständen sind zweierlei Behandlungsweisen denkbar; die eine stellt alle Formen neben einander, ordnet sie in Gruppen zusammen, und abstrahirt aus jeder derselben eine Gattungsdiagnose, welche auf alle ihre Formen, so weit sie erkannt sind, passt. Es ist diess eine floristische Gattung, welche ihrer Entstehung gemäss auf möglichst äusserliche Merkmale gegründet ist, und welche bloss den Werth hat, dass sie das Auffinden der Namen der Formen ermöglicht; ausgezeichnete Beispiele für die floristische Gattung sind z. B. Protococcus, Palmella, Gloeocapsa (Kütz.), welche meist leicht zu erkennen sind, aber ganz verschiedene Typen in sich vereinigen. Die andere Behandlungsweise geht von einzelnen Formen aus, die nach ihren verschiedenen Verhältnissen möglichst vollständig und genau erkannt sind, und stellt dieselben als Gattungsrepräsentanten auf. Es werden so viele Gattungen unterschieden, als Repräsentanten, die sich in wesentlichen und absoluten Merkmalen von einander unterscheiden, vorhanden sind; die übrigen Formen werden zu denjenigen Gattungen gestellt, von deren Repräsentanten sie bloss relativ verschieden sind, oder mit denen sie, wenn man sie nur unvollständig kennt, in den erkannten Eigenschaften übereinstimmen. Dieses letztere Verfahren scheint mir für den gegenwärtigen Standpunct das einzige zu sein, welches wissenschaftlichen Werth hat, welches die Möglichkeit des wissenschaftlichen Fortschrittes in sich schliesst, und geeignet ist, zu wirklich natürlichen Gattungen zu führen. Man könnte einwenden, dass dieses Verfahren eine unzweckmässige Vermehrung der Gattungen nothwendig mache. Einerseits aber ist die Vermehrung nicht gar beträchtlich; anderseits ist es besser, kleinere und feste Gattungen zu haben, als grössere, welche sammt ihren Diagnosen bei der Ungewissheit, welche Merkmale die wesentlichern und wichtigern sind, fortwährend verändert werden, und denen man bald die, bald andere Formen unterordnet; von besonderer Wichtigkeit ist es aber, dass durch dieses Verfahren einheitliche und scharf characterisirte Gattungsbegriffe gebildet werden, welche in Ermanglung von Speciesbegriffen in dieser Form als Grundlage eines natürlichen Systems durchaus nothwendig sind, welche immer ihren Werth behalten und später einmal, wenn natürliche Arten begründet und die Gattungen zusammengezogen werden können, doch als Untergattungen fortbestehen werden.

Wenn das vorgeschlagene Verfahren angenommen wird, so folgt von selbst, dass bei jeder Gattung die Form genannt werden muss, welche als Repräsentant oder Typus zu betrachten ist; und es möchte am passendsten sein, sie unmittelbar hinter die Gattungsdiagnose, gleichsam als zu derselben gehörend, zu stellen. Die Beobachtung dieser

Regel würde die Benennungen der Algengattungen für alle Zukunft sicher stellen, und sie vor dem Schicksal bewahren, das so viele der frühern Gattungsnamen theilen, nämlich, dass man nicht weiss, wofür sie gelten sollen, und dass, wenn sie noch gebraucht werden, sie mehr dem neuern Forscher angehören, der sie für irgend einen Typus adoptirt hat, als dem ältern, der sie construirte und der desshalb als Autor genannt wird.

Chroococcaceae.

Einzellige Algen ohne Spitzenwachsthum und ohne Astbildung; Inhalt freies Phycochrom ohne Farbbläschen; Membran nicht kieselhaltig; Fortpflanzung durch Theilung.

Zu dieser Ordnung gehören Formen aus den Gattungen (Kützing's) Protococcus, Microhaloa, Microcystis, Palmella, Coccochloris, Gloeocapsa, und die Gattungen Merismopoedia, Polycoccus?, Coccochloris, Entophysalis?, Hydrococcus?

Die Chroococcaceen unterscheiden sich von allen andern einzelligen Algen durch den Farbstoff, dessen Eigenschaften oben (pag. 5) angegeben wurden. Sie sind daher meist spangrün oder orangegelb, und zeigen nie die grüne oder gelbgrüne Farbe des Chlorophylls; an sehr kleinen Formen ist die Färbung nicht an den einzelnen Zellen, sondern nur an dem ganzen Lager zu erkennen. Sie können durch den blossen Anblick sogleich von den Palmellaceen, Desmidiaceen, Protococcaceen und Exococcaceen unterschieden werden, die entweder die characteristische Färbung des Chlorophylls zeigen oder seltener statt dessen ein (orange- oder roth-) gefärbtes Oel enthalten. Von den beiden letztgenannten Ordnungen sind sie überdem durch die Fortpflanzung, und von den beiden erstern dadurch verschieden, dass die Chroococcaceen keine Farbbläschen enthalten, während wahrscheinlich alle Palmellaceen und alle Desmidiaceen ein oder mehrere Chlorophyllbläschen besitzen. Von den Diatomaceen unterscheidet sie ebensowohl die Eigenthümlichkeit des Farbstoffes, als der Mangel des Kieselpanzers, welcher den Diatomaceen eine eckige, mit scharfen Kanten und in der Regel mit ebenen Endflächen versehene Gestalt verleiht, indess die Zellen der Chroococcaceen überall, wo sie nicht an andere Zellen anstossen, eine abgerundete Oberfläche zeigen.

Die Chroococcaceen haben eine sehr grosse Verwandtschaft zu den Nostochaceen (Nostoc, Cylindrospermum, Phormidium, Oscillaria, Scytonema, Rivularia, Schizosiphon etc.). Es besteht durchaus keine andere Verschiedenheit, als dass die erstern einzellig, die letztern mehrzellig sind. Die Zellen selber der Chroococcaceen sind aber von den Zellen der Nostochaceen nicht durch das geringste Merkmal zu unterscheiden.

Die Zellen der Chroococcaceen, wenn sie vereinzelt vorkommen, sind kugelig, ellipsoïdisch, oder cylindrisch, so dass der Längendurchmesser die Dicke bis 6 Mal übertrifft. Der Inhalt ist homogen, seltener mit kleinen Körnchen vermischt, und erfüllt gewöhnlich das ganze Lumen als eine continuirliche, gleichmässige Masse; bei grössern Formen treten zuweilen in derselben hohle, mit Wasser gefüllte Räume auf. Kerne so wie andere Bläschen sind noch nicht beobachtet worden. Die Zellwandung varirt von der grössten Dünnheit, wo sie bloss als Linie zu bemerken ist, bis zu sehr beträchtlicher, dem Durchmesser des Lumens gleichkommender oder denselben mehrmals übertreffender Dicke. Doch glaube ich, dass in allen Fällen den Chroococcaceen eine reichliche Gallertausscheidung zukömmt, denn auch an denjenigen Formen, deren (freie) Zellen eine dünne Membran besitzen, bemerkt man zuweilen ausserhalb derselben eine beträchtliche Gallertmasse, von der die Zellen eingehüllt sind, und die von ihnen gebildet wurde (so bei Chroococcus minor). Bei der Fortpflanzung theilt sich je eine Zelle in zwei; die Theilung geschieht entweder fortwährend in der Richtung der Linie, oder abwechselnd in den zwei Richtungen der Fläche, oder in allen Richtungen des Raumes. Die Zellen sind unbeweglich, indem sie weder schwärmen, noch auch sonst eine sichtbare fortrückende Bewegung zeigen. — Die Chroococcaceen leben selten vereinzelt; es scheint diess nur dann der Fall zu sein, wenn sie eine sehr weiche Gallerte erzeugen, welche sich schnell verflüssigt und die Zellen nicht zusammen zu halten vermag. Zuweilen sind sie in ein gallertartiges Lager vereinigt. Am häufigsten jedoch trifft man sie zu Familien verbunden. In den beiden erstern Fällen bilden alle Generationen eine ununterbrochene Reihe. Im letzten Falle sind die Generationenreihen meist wenig deutlich geschieden, indem die Uebergangsgenerationen sich von den Reihengenerationen bloss dadurch unterscheiden, dass ihre Individuen sich trennen und vereinzelt leben, während die der letztern zu Familien verbunden sind. Doch ist dieses Merkmal nicht immer ein bestimmtes, da zuweilen die Familien nicht in die einzelnen Individuen, sondern nur in kleinere Familien zerfallen. Coelosphaerium scheint die einzige Gattung zu sein, wo die Uebergangsgeneration auch noch dadurch sich auszeichnet, dass mit ihr eine etwas modifizirte Zellenbildung beginnt.

Chroococcus.

(Tab. I. A.)

Theilung abwechselnd in allen Richtungen des Raumes bei den successiven Generationen; Zellen kugelig, mit dünnen Wandungen, einzeln oder in kleine kugelige und würfelförmige Familien vereinigt.

Typus: *C. rufescens* (Pleurococcus r. Breb., Protococcus r. Kg.). Zu dieser Gattung gehören die Formen *C. dimidiatus* (Protococcus d. Kg.), *C. pallidus* Näg., *C. turgidus* (Prot. t. Kg.), *C. minor* (Prot. m. Kg. part.), *C. crassus* (Prot. c. Kg.), *C. thermalis* (Pleurococcus th. Menegh., Prot. th. Kg.), *C. cohaerens* (Pleurococcus c. Bréb., Prot. pygmaeus Kg. part.), *C. membraninus* (Pleurococcus m. Menegh., Prot. m. Kg.), *C. minutus* (Prot. m. Kg.), und wahrscheinlich *C. julianus* (Pleurococcus j. Menegh.)

Der Zelleninhalt ist häufiger spangrün oder bläulichgrün, seltener orange. Die Zellwandung ist dünn und ungefärbt; ihre Dicke erreicht in der Regel kaum die Hälfte des Zellenlumens. Die einzelnen Zellen sind kugelig, die in Familien vereinigten undeutlich-polyëdrisch, indem die an einander stossenden Flächen etwas abgeplattet werden. Die Familien sind mehr oder weniger sphärisch, und bestehen aus 2, 4 oder 8, sehr selten aus 16 Zellen. Weder die einzelnen Individuen, noch die ganzen Familien sind in eigentliche Blasen eingeschlossen, wie diess bei Gloeocapsa der Fall ist. Dieser Umstand rührt ohne Zweifel daher, dass die verhältnissmässig dünnen und nicht hinreichend zähen Wandungen bei der Theilung und dem Wachsthum der folgenden Generationen sich nicht in entsprechendem Masse ausdehnen können; nur zwei, seltener vier Zellen sieht man etwa von einer engen Blase eingehüllt. Die gleiche Ursache hat auch zur Folge, dass die Individuen einzeln oder nur in kleine Familien vereinigt auftreten, da die zusammenhaltende Hüllmembran mangelt. — Absterbende Zellen verdicken ihre Wandungen so sehr, dass das Lumen mit dem sich entfärbenden und ölartig zusammenfliessenden Inhalte bis auf ein Minimum schwindet (fig. 1, c.)

Tab. I. A. fig. 1. **C. rufescens** (Pleurococcus r. Bréb.) **v. turicensis** *Zellen* $^1/_{120}$ *bis* $^1/_{70}$''' *dick, mit ziemlich dicker, farbloser Wandung und feinkörnigem, orangegelbem Inhalte.* — Zürich, an nassen Felsen. — Das Lager ist gallertartig und schwach orangefarbig. Die Zellen liegen einzeln, oder in Familien von 2, seltener von 4 Individuen. Im Inhalte von grössern Zellen bemerkt man zuweilen einen oder mehrere hohle Räume (b). Selten wird der Inhalt spangrün. Die Wandung erscheint homogen oder geschichtet. Krankhaft veränderte oder abgestorbene Zellen (c) haben ein sehr kleines mit farblosem, ölartigem Inhalte gefülltes, das Licht stark brechendes Lumen, welches zuweilen mit demjenigen der Schwesterzelle durch einen porusähnlichen Streifen verbunden ist; an der verdickten Wandung unterscheidet man häufig viele Schichten.

Fig. 2. **C. pallidus** *Zellen* $^1/_{300}$ *bis* $^1/_{200}$''' *dick, mit ziemlich dicker, farbloser Wandung und blassem, gelblichem oder grünlichem Inhalte.* — Zürich, an nassen Felsen. — Das Lager ist gallertartig und fast farblos (etwas gelblich). Die Zellen liegen einzeln oder in Familien von 2 und 4, seltener von 8 Individuen. Der Inhalt ist bald gelblich oder schwach orangegelb, bald grünlich, selten spangrün.

Fig. 3. **C. helveticus** *Zellen* $^1/_{500}$ *bis* $^1/_{300}$''' *dick, mit ziemlich dünner, kaum sichtbarer, verschwindender Wandung und spangrünlichem Inhalte.* — Luzern, an nassen Felsen. — Die Zellen sind zu 2, 4

und 8 in Familien vereinigt, seltener liegen sie einzeln. Der Inhalt ist schwach spangrün, zuweilen ins gelbliche spielend, seltener intensiv spangrün; in dem homogenen Schleime bemerkt man zuweilen ein oder mehrere kleine, dunkle, punctförmige Körnchen. Die weiche und ziemlich dünne Wandung ist entweder ganz unsichtbar, oder sie wird nur stellenweise gesehen.

Fig. 1. **C. minor** (Protococcus m Kg. part.) *Zellen* $^1/_{700}$ *bis* $^1/_{600}$*''' dick, mit sehr dünner Membran und spangrünlichem Inhalte, häufig mit einer dicken aber kaum sichtbaren Gallerthülle.* — An Steinen in Bächen. — Das Lager ist spangrün oder dunkelgrün. Die Zellen sind einzeln, seltener zu 2 verbunden. Ausserhalb der sehr dünnen und zarten Membran liegt zuweilen eine sehr weiche Gallertmasse, welche man erst dann deutlich erkennt, wenn man das Wasser mit Indigo oder Carmin färbt; dieselbe verbindet oft mehrere oder viele Individuen zu Familien (b). Von dem Vorhandensein dieser Gallerte überzeugt man sich schon durch den Umstand, dass bei Bewegungen des Wassers neben den einzelnen Zellen auch Gruppen von Zellen zusammen sich drehen und fortbewegen. Der Zelleninhalt ist homogen und schwach spangrün.

Gloeocapsa.

(Tab. I. F.)

Theilung abwechselnd in allen Richtungen des Raumes bei den successiven Generationen; Zellen kugelig, mit dicken, blasenförmigen Hüllmembranen, einzeln oder in kugelige (microscopische) Familien vereinigt, die von einer Blase umschlossen und im Innern in der Regel aus wiederholt in einander geschachtelten Blasen gebildet sind.

Typus: *G. atrata* Kg. Zu dieser Gattung gehören ferner folgende Formen: *G. coracina* Kg., *G. quaternata* Kg., *G. polydermatica* Kg. (Microcystis rupestris Menegh.), *G. fenestralis* Kg., *G. gelatinosa* Kg., *G. conglomerata* Kg., *G. cryptococcoides* Kg., *G. aeruginosa* Kg. (Microcystis livida Menegh.), *G. mellea* Kg., *G. rupestris* Kg., *G. purpurea* Kg., *G. sanguinolenta* Kg., *G. sanguinea* Kg., *G. Shuttleworthiana* Kg., *G. Ralfsiana* Kg., *G. Magma* Kg., *G. rubicunda* Kg., *G. scopulorum* Näg., *G. dermochroa* Näg., *G. opaca* Näg., *G. ambigua* Näg., *G. punctata* Näg., und wahrscheinlich *G. Kützingiana* Näg.

Die Gattung ist weder mit *Gloeocapsa* Kg. noch mit *Microcystis* Menegh. identisch, von denen sie nur einen Theil der Formen begreift, indess die übrigen zu andern Gattungen gehören.

Der Zelleninhalt ist in der Regel spangrün oder bläulichgrün, doch wechselt er, wie es scheint, auch mit andern Farben ab. Die Zellwandung ist sehr dick, und in der Regel das Zellenlumen mehrmals übertreffend, selten demselben bloss gleichkommend. Sie ist farblos oder gefärbt; die Farbe ist meist violett, kupferroth oder braungelb. An

der Wandung kann meistens die schmale Zellmembran und die breite Hüllmembran unterschieden werden.

Die Gallerte ist weicher oder fester; ihre Consistenz steht häufig in einem bestimmten Verhältnisse zur Färbung und zur Mächtigkeit. Die im Verhältniss zum Lumen der Zelle dicksten Wandungen sind farblos und weich, die dünnern sind nicht selten gefärbt und fester; die am intensivsten, bis zur Undurchsichtigkeit gefärbten und derbsten Zellwandungen sind in der Regel auch die dünnsten. Man erkennt in dem letztern Fall das Zellenlumen nicht, und man muss sich hüten, die gefärbte Wandung für das Lumen anzusehen. Bei solchen Formen findet man immer einzelne Individuen, deren weichere und durchsichtigere Wandung das Lumen erkennen lässt. Bei denjenigen Formen, welche mit ungefärbter und mit gefärbter Gallerte vorkommen, sind diejenigen Zellen, welche an der Oberfläche des Stratums liegen und dem Einfluss des Lichtes, der Luft und der Verdunstung mehr ausgesetzt sind, gefärbt, die der tiefer liegenden Schichten dagegen ungefärbt.

Die Zellen erscheinen immer kugelig, bloss im Momente nach der Theilung der Mutterzelle sind dieselben halbkugelig. Sie liegen selten einzeln, meist sind sie in Familien vereinigt. Die Letztern haben eine kugelige Gestalt, und bestehen aus 2, 4, 8 bis 20, 50 und 100 und selbst bis aus einigen oder vielen Hunderten von Zellen. Jede Familie wird durch eine umschliessende Blase zusammengehalten, innerhalb welcher grössere und kleinere in einander geschachtelte Blasen liegen; die kleinsten Blasen schliessen die einzelnen Zellen ein. Ursprünglich besteht die Familie aus einem einzigen, von Hüllmembran umschlossenen Individuum (fig. 1, a). Dasselbe theilt sich in zwei Zellen (fig. 1, b), von denen jede sich mit Hüllmembran umkleidet (fig. 1, c), und darauf wieder theilt (fig. 1, d); die Tochterzellen umgeben sich wieder mit einer Hülle (fig. 1, e). Dieser Process setzt sich so lange fort, als die Familie besteht. Die Hüllmembran der ersten Generation bildet die äusserste Blase; sie dehnt sich bei jeder neuen Theilung mehr aus. Innerhalb derselben liegen zwei Blasen, die von den Zellen der zweiten Generation gebildet wurden. Jede davon schliesst wieder zwei Blasen, die Hüllmembranen der dritten Generation, ein. Diese Einschachtelung von je zwei Blasen in einer grössern setzt sich fort bis auf die Zellen der letzten Generation, welche einzeln in besondern Bläschen liegen. Jede Familie wird daher von doppelt so vielen Blasen (weniger 1) zusammengesetzt, als sie Individuen enthält; man sieht sie aber nur in kleinern Familien (die aus 2, 4, 8, 16 Individuen bestehen) alle deutlich. In den grössern Familien kann man in der Regel nur die umschliessende Blase und diejenige der letzten zwei bis drei Generationen erkennen, indem die

dazwischen liegenden Blasen der frühern Generationen durch die Ausdehnung und den Druck in eine scheinbar structurlose Gallerte umgewandelt wurden (fig. 1, i). Zuweilen sieht man bloss die Blasen der letzten Generation (fig. 1, g; fig. 2, a; fig. 3, 4, 5); zuweilen erkennt man deren gar keine innerhalb einer Familie, sondern sie sind alle in eine structurlose Gallerte zusammengeflossen (fig. 1, f; fig. 2, f; fig. 6); zuweilen sind einige grössere Blasen, aber keine kleinern sichtbar. Die Möglichkeit, die Blasen in einer Familie unterscheiden zu können, hängt davon ab, ob die gallertartigen Hüllmembranen fest genug sind, dass sie nicht mit denjenigen anderer Zellen in eine homogene Masse zusammenfliessen. Aus dem Umstande nun, dass dieselben in einer Familie bald alle bestimmt begrenzt erscheinen, bald alle in einander fliessen, bald auch die der einen Generationen fest und mit deutlicher Begrenzung, die der andern Generationen weich und ohne Begrenzung sich zeigen, geht für die äussere Erscheinung der Familien eine fast zahllose Menge von Formen hervor, die man zuweilen alle an der gleichen Art findet. Eben diese Manigfaltigkeit zeigt sich auch in der Färbung der Blasen; bei der gleichen Form von Gloeocapsa ist die Gallerte der Familie bald ganz ungefärbt, bald ganz gefärbt, bald sind die grössern äussern Blasen nicht oder wenig, die innern kleinern dagegen intensiver gefärbt, bald (jedoch seltener) findet das Umgekehrte statt.

Aber nicht bloss die verschiedenen Generationen können mit Rücksicht auf Consistenz und Färbung der Hüllmembranen sich gleich oder ungleich verhalten; die nämlichen Verschiedenheiten findet man auch innerhalb der gleichen Generation, woraus eine neue Reihe von Modificationen hervorgeht; so können von den durch die Individuen derselben Generation gebildeten Blasen die einen deutlich, die andern undeutlich, die einen gefärbt, die andern farblos, oder es können die einen intensiver als die andern gefärbt sein. Fig. 2, c zeigt eine Familie, wo einige Zellen der letzten Generation so derbe und intensiv gefärbte Wandungen besitzen, dass man ihr Lumen nicht erkennt, indess die übrigen in einer weichen, durchsichtigen, structurlosen und wenig gefärbten Gallerte liegen. Doch sind solche Fälle mehr als Ausnahme zu betrachten, und man kann als Regel festhalten, dass die Individuen der gleichen Generation im Wesentlichen auch die gleichen Verhältnisse zeigen.

Die Familien erreichen eine limitirte Grösse, welche bei derselben Form aber sehr variabel ist. Die Grenze wird vorzüglich durch die Festigkeit und Elastizität der umschliessenden Blase bedingt. Wenn dieselbe die sich neubildenden Generationen nicht mehr zu fassen vermag, so zerfliesst sie entweder, wodurch die Familie in ihre einzelnen Zellen zerfällt, oder sie berstet und lässt die Zellen heraustreten (fig. 2, a). Das

Letztere findet bloss bei Familien mit derben, das Erstere bei solchen mit weichern und farblosen Blasen statt.

Tab. I. F. fig. 1. **G. atrata** Kg.

Fig. 2. **G. opaca**, *Zellen* $^1/_{900}$ *bis* $^1/_{600}$*''' dick, meist von undurchsichtigen, besondern Hüllen umgeben, welche* $^1/_{300}$ *bis* $^1/_{200}$*''' dicke, dunkel- oder rothbraune Körner darstellen; Familien bis* $^1/_{12}$*''' gross, dunkelbraun und undurchsichtig, oder kupferroth und durchsichtig.* — **Var. pellucida** (fig. f.), *Zellen* $^1/_{600}$ *bis* $^1/_{500}$*''' dick, schwach spangrün, ohne die besondern Hüllen; Familien röthlich oder blass.* — Zürich, an Felsblöcken. — Das Lager bildet einen schwarzen dünnen Ueberzug. Die Familien sind vollkommen kugelig, bis $^1/_{12}$''', in einzelnen Fällen bis $^1/_8$''' und darüber dick; meist kupferroth oder braunroth gefärbt, mit hellerm Umfang und dunkterm Innern (a); zuweilen erscheinen die Kugeln wegen dichter Lagerung der Körner vollkommen undurchsichtig. Innerhalb der Familien, welche sonst keine weitere Structur zeigen, seltener eine Eintheilung in zwei oder vier Partieen erkennen lassen (b), liegen unmittelbar die opaken Körner, welche aus einer mit dunkler Hüllmembran umgebenen Zelle bestehen. Man findet dieselben auch einzeln und frei, nachdem sie aus den platzenden Kugeln herausgetreten sind (a). Nicht häufig mangelt die äussere umschliessende Blase, so dass die Körner bloss durch Adhäsion verbunden sind (d). Wenn die Substanz dieser Letztern etwas weniger opak ist, so erkennt man darin die Zellen (e), welche zuweilen deutlich spangrün sind, andere Male aber die Färbung der Hüllmembranen zu besitzen scheinen. — In der Var. pellucida liegen innerhalb der Kugeln unmittelbar die Zellen (f). Uebergänge bilden solche Familien, wo die einen Zellen eine opake, besondere Hülle besitzen, die andern dagegen nicht (c).

Fig. 3. **G. ambigua a. fuscolutea**, *Zellen ungefähr* $^1/_{1300}$*''' dick, meist von undurchsichtigen, besondern Hüllen umgeben, welche* $^1/_{500}$ *bis* $^1/_{400}$*''' dicke, gelbe oder braungelbe Körner darstellen: Familien bis* $^1/_{50}$*''' gross, aus dicht verbundenen und meist von einer engen Blase umschlossenen Körnern bestehend.* — Zürich, auf Kalktoff und auf Felsen in Bächen. — Die Familien sind kugelig oder oval, höchstens $^1/_{40}$''' im DM., undurchsichtig, braun oder gelbbraun. Die Körner besitzen seltener eine kugelige, häufiger eine ovale oder birnförmige oder unregelmässige Form. Einzelne etwas durchsichtige Körner lassen im Innern die Zellen mit schwacher, spangrüner Färbung erkennen. Die Körner sind in eine dichte Masse zusammengeballt, welche zuweilen frei, häufiger aber von einer engen, gelben oder bräunlichgelben Hülle umgeben ist.

Fig. 4. **G. ambigua b. violacea**, *Zellen ungefähr* $^1/_{1200}$*''' dick, meist von undurchsichtigen, besondern Hüllen umgeben, welche* $^1/_{500}$ *bis* $^1/_{300}$*''' dicke, violette Körner darstellen; Familien bis* $^1/_{40}$*''' gross, die Körner in einer ziemlich engen Blase enthaltend.* — **Var. pellucida**, *Zellen kaum* $^1/_{1000}$*''' dick, schwach spangrün, ohne die besondern Hüllen; Familien schwach violett.* — Zürich, mit G. ambigua a. fuscolutea gemischt. — Die Familien sind kugelig, violett oder rothviolett und undurchsichtig. Die kugeligen Körner liegen ziemlich dicht in der Blase beisammen. Einzelne, welche etwas durchsichtiger sind, zeigen in ihrem Innern die Zelle; dieselbe ist schwach spangrün, zuweilen scheint sie die Farbe der Hüllmembran zu haben. — In der *Var. pellucida* liegen die spangrünlichen Zellen unmittelbar in der röthlichen, blassvioletten oder fast farblosen, structurlosen Gallerte der Familie (b).

G. ambigua a. fuscolutea und b. violacea fand ich bis jetzt immer nur unter einander gemengt, so

dass es mir schien, dass sie Einer Art angehören könnten. Ob diess richtig sei, müssen fernere Untersuchungen zeigen.

Fig. 5. G. **ianthina** *Kg.* Die Zellen sind meist $^1/_{660}'''$ ($^1/_{1000}$ bis $^1/_{500}'''$) dick, schwach spangrün. Die Familien besitzen eine kugelige Gestalt, und werden bis $^1/_{50}'''$ gross. Das Innere erscheint dunkler, der Umfang heller violett. Zuweilen sind bloss die besondern, intensiv gefärbten Hüllen der Zellen innerhalb der blassern allgemeinen Blase zu sehen; zuweilen erkennt man theilweise auch noch andere, meist aber undeutliche Blasen, welche zwischen den besondern Hüllen und der Peripherie liegen. Seltener ist gar keine Blasenbildung sichtbar, so dass die Zellen unmittelbar in der structurlosen Gallerte der Kugeln liegen.

Fig. 6. G. **punctata**, *Zellen* $^1/_{1500}$ *bis* $^1/_{3000}'''$ *und weniger dick, scheinbar farblos; Familien bis* $^1/_{100}'''$ *gross, farblos, im Innern ohne Blasenbildung.* — Zürich, an nassen Felsen. — Die Familien sind kugelige Blasen, in denen 2 bis 16 punctförmige Zellen ohne deutliche Färbung liegen. Selten werden die Zellen bis $^1/_{1000}$ und selbst bis $^1/_{800}'''$ gross, und zeigen dann eine schwach spangrüne Farbe.

G. **dermochroa**, *Zellen* $^1/_{1600}$ *bis* $^1/_{1100}'''$ *dick, scheinbar farblos; Familien bis* $^1/_{100}'''$ *gross, braungelb, ohne Blasenbildung.* — Zürich, an feuchten Brunnen — Das Lager bildet einen braunschwarzen Ueberzug. Die Familien sind kugelig, braungelb, zuweilen gelblich; selten bemerkt man an kleinern Kugeln undeutliche Abtheilungen im Innern; gewöhnlich liegen die Zellen unmittelbar in der structurlosen Gallerte derselben, in der Zahl von 4, 8, 16 und mehr. Die Kugeln platzen, und lassen die farblosen Zellen heraustreten, welche, ehe sie sich theilen, zuerst eine gelbliche Hülle bilden. — Zuweilen kleben mehrere Familien zu einem kleinen Klümpchen zusammen.

G. **scopulorum**, *Zellen* $^1/_{500}'''$ *dick, spangrün; Familien bis* $^1/_{20}'''$ *gross, schwärzlichviolett oder fast farblos, ohne oder nur mit spärlicher Blasenbildung im Innern.* — Rheinfall, auf Felsen, welche vom Wellenschlage benetzt werden; Zürich, an nassen steinernen Brunnen. — Das Lager ist schwärzlich. Die Familien sind meist kugelig; ihr Durchmesser erreicht zuweilen $^1/_{16}'''$; die grössern enthalten mehrere Hunderte von Zellen. Selten erscheinen die Kugeln ganz farblos; meist ist das Innere matt- oder schwärzlichviolett, der Umfang heller. Die Gallerte der Kugeln lässt in der Regel keine Structur erkennen; zuweilen ist sie im Innern mehr oder weniger deutlich in 4 oder auch in mehrere Partieen getheilt, welche dann intensiver gefärbt sind, als die umschliessende Blase. Die alten Kugeln zerfliessen, wodurch die Zellen frei werden.

G. **Kützingiana**, *Zellen* $^1/_{500}$ *bis* $^1/_{330}'''$ *dick, spangrün; Familien bis* $^1/_{20}'''$ *gross, braun, mit blasenförmiger Structur im Innern.* — Zürich, an nassen Felsen. — Das Lager ist schwärzlich oder dunkelbraun. Die Familien haben eine kugelige oder ovale Form; ihr Durchmesser beträgt zuweilen $^1/_{15}'''$; sie sind ganz braun, zuweilen am Umfange heller oder farblos, sehr selten fast ganz farblos. Im Innern der Kugeln sieht man wiederholte Einschachtelung von Blasen. Bisweilen sind die einzelnen Zellen von deutlichen, besondern Hüllen umgeben; häufiger jedoch liegen dieselben in Blasen beisammen, so dass die ganze Kugel im Innern mehrere Höhlungen enthält, welche viele ziemlich gedrängte Zellen einschliessen. — Die Familien liegen einzeln, oder sie kleben zu mehrern in kleinen Klümpchen zusammen.

G. **mellea** *Kg.* ist weder mit Cylindrocystis mellea Bréb., noch mit Microcystis mellea Menegh. synonym. Sie ist eine wahre Gloeocapsa mit rundlichen Zellen, mit Theilung in allen Richtungen des

Raumes und mit kugeligen Familien. Exemplare von Coccochloris mellea Bréb., welche von Lenormand in Arromanches gesammelt wurden, sind aus zwei verschiedenen Pflanzen gemischt. Die eine davon ist Gloeocapsa mellea Kg. Tab. phyc. 23. Die andere besteht aus cylindrischen oder länglichen Zellen, jede in einer länglichen Blase eingeschlossen; es ist diess Gloeocapsa monococca Kg. (= Cylindrocystis mellea Bréb.). Die Theilung findet bei dieser Pflanze nur in Einer Richtung statt, so dass sie jedenfalls keine Gloeocapsa sein kann, sondern eher Verwandtschaft mit Gloeothece hat. Sie gehört aber, so viel sich aus getrockneten Exemplaren schliessen lässt, überhaupt kaum zu den Chroococcaceen. — Microcystis mellea Menegh. Monogr. Nostoch. t. 12. fig. 2 kann, wenn Beschreibung und Abbildung richtig ist, nur eine dritte Pflanze sein, da die länglichen Zellen sich sowohl der Quere als der Länge nach theilen sollen.

Aphanocapsa.

(Tab. I. B.)

Theilung abwechselnd in allen Richtungen des Raumes bei den successiven Generationen; Zellen kugelig, mit dicken, zusammenfliessenden Hüllmembranen, welche ein meist structurloses, gallertartiges Lager bilden.

Typus: *A. parietina* Näg. Hieher gehören mehrere Formen, die Kützing zu seiner Gattung Palmella stellt; ferner *A. testacea* (Palmella t. A. Braun), *A. brunnea* (Palmella b. A. Braun).

Der Zelleninhalt ist bläulichgrün oder gelblich (blass orange). Die Zellwandungen sind dick, farblos und weich; sie fliessen in eine meist structurlose Gallerte zusammen, welche in der Regel ein formloses, ausgebreitetes Lager, seltener kugelige, microscopische Familien bildet. Zuweilen sieht man einzelne oder fast alle Zellen in der Gallerte von besondern Blasen umschlossen.

Tab. I. B. fig. 1. **A. parietina** (Palmella p. Näg.), *Zellen* $^1/_{400}$''' *dick, blass spangrün, entfernt und zu zwei genähert, von mässig weiten, kaum sichtbaren Hüllmembranen umschlossen, in einem weichen, schlüpfrigen, formlosen Lager.* — Rheinfall, an Brunnen. — Die einzelnen Zellen oder Zellenpaare liegen entfernt von einander. Der Zelleninhalt ist homogen, und zeigt häufig im Zentrum einen hohlen Raum. Der von der Hüllmembran gebildete, sehr schwach gezeichnete Hof beträgt $^1/_3$ bis $^1/_2$ des Zellendurchmessers.

Fig. 2. **A. testacea** (Palmella t. A. Braun), *Zellen* $^1/_{300}$ *bis* $^1/_{250}$''' *dick, gelblich, ziemlich nahe beisammen liegend, in einem weichen, formlosen, braungelben Lager.* — Freiburg im Breisgau. — (Nach getrockneten Exemplaren.)

Chroococcus, Gloeocapsa, Aphanocapsa.

Diese drei Gattungen haben bei einer grossen Verschiedenheit im äussern Habitus doch eine sehr innige Verwandtschaft zu einander. Das Merkmal, dass ihre Zellen sich abwechselnd in den drei Richtungen des Raumes theilen, scheidet sie scharf von den folgenden Gattungen ab. Dagegen sind die auf das Verhalten der Hüllmembran gegründeten Verschiedenheiten, welche sie unter einander trennen, nicht so constant, wie man es sonst von generischen Merkmalen fordern muss. Die ganze Differenz zwischen Chroococcus, Gloeocapsa und Aphanocapsa beruht darin, dass bei ersterm die Zellwandungen dünn, bei der zweiten dick und ziemlich consistent, bei der dritten dick und so weich sind, dass sie in eine structurlose Gallerte zusammenfliessen. Alle übrigen Verschiedenheiten, die noch etwa vorhanden sein mögen, lassen sich auf diese Verhältnisse zurückführen und daraus erklären. Es gibt nun Formen, welche fast mit dem gleichen Rechte zu der einen, wie zu der andern Gattung gezogen werden können. Bei Chroococcus minor (Tab. I. A. fig. 3) sind die Zellen meist frei, so dass sie ein pulveriges Lager bilden; seltener aber sind sie auch in grössern oder kleinern Partieen durch eine homogene Gallerte zusammengehalten (fig. 3, b), und zeigen somit den Gattungscharacter von Aphanocapsa. Diese verbindende Gallerte kann aber nicht unmittelbar gesehen werden, und ist oft auch schwer nachzuweisen; ihr Vorhandensein ergibt sich bloss einerseits aus dem Umstande, dass ganze Partieen von Zellen sich durch Strömungen im Wasser nicht von einander trennen lassen, sondern nur mit einander sich fortbewegen; anderseits sieht man sie in diesem Falle auch direkt, wenn man das Wasser mit Indigo oder Carmin färbt. — Mittelformen zwischen Chroococcus und Gloeocapsa findet man zuweilen unter Chroococcus dimidiatus, pallidus und andern. Die dickern Zellwandungen erscheinen an solchen Exemplaren blasenförmig, wie an den kleinern Familien von Gloeocapsa. — Ebenso schwierig ist es oft, Gloeocapsa und Aphanocapsa zu unterscheiden. Bei Aphanocapsa parietina sieht man häufig um 1 oder 2 Zellen besondere Blasen, wie diess sonst in Gloeocapsa stattfindet. Die Familien von Gloeocapsa scopulorum werden zuweilen ziemlich gross, und sind dabei bloss von einer structurlosen Gallerte gebildet, so dass man sie für eine kleine Form von Aphanocapsa nehmen könnte.

Es möchte daher natürlicher scheinen, die drei Gattungen in Eine zusammen zu ziehen, und nur als Sektionen bestehen zu lassen: Chroococcus a) verus (Acapsa), b) Gloeocapsa, c) Aphanocapsa. Da jedoch die extremen Formen ein ziemlich differentes Aus-

sehen zeigen, und ausgezeichnete Typen bilden, und da sowohl Meneghini als Kützing die hieher gehörigen Formen ebenfalls zu mehrern Gattungen bringen (letzterer zu Protococcus, Gloeocapsa und Palmella), so schien es passender, dieselben einstweilen noch als getrennt bestehen zu lassen.

Coelosphaerium.

(Tab I. C.)

Theilung im Anfang einer Generationenreihe in allen Richtungen des Raumes, nachher für jeden Punct der Familie abwechselnd in den beiden tangentalen Richtungen der Kugelfläche; Zellen kugelig, mit dicken, zusammenfliessenden Hüllmembranen, welche eine structurlose Gallerte bilden, in kleine, einschichtige, kohlkugelartige Familien vereinigt.

Typus: *C. Kützingianum* Näg., bis jetzt die einzige bekannte Form.

Die kleinen, bläulichgrünen, homogenen Zellen sind in sphärische Familien vereinigt, an welchen sie eine einzige oberflächliche Schicht bilden. Die Hohlkugel ist im Innern mit structurloser, farbloser Gallerte erfüllt; eine dünne Lage gleicher Gallerte überzieht, kaum sichtbar, die Oberfläche. Die Zellen liegen getrennt von einander, meist je 4 oder auch bloss je 2 näher beisammen. Sie theilen sich abwechselnd in zwei Richtungen durch Wände, welche nach dem Centrum der Kugel gerichtet sind; nie geschieht die Theilung durch eine tangentale Wand, so dass eine innere und eine äussere Zelle entstühnden.

Das Characteristische für die Gattung Coelosphaerium beruht darin, dass die Zellentheilung sich nach dem Centrum der ganzen Familie richtet, und dass sie nur durch radiale Wände stattfindet. Sie muss daher bei dem Beginne einer Familie oder Generationenreihe ein Mal in den drei Richtungen des Raumes rechtwinklig abwechseln, während sie von der vierten Generation an für jeden Punct der Oberfläche bloss noch in zwei Richtungen rechtwinklig abwechselt.

Tab. I. C. **C. Kützingianum** *Zellen* $^1/_{1000}$''' *dick, bläulichgrün; Familien sphärisch, bis* $^1/_{50}$''' *gross.* — Zürich, in Gräben. — Eine Familie von $^1/_{50}$''' im DM. besteht ungefähr aus 400 Zellen. Zuweilen kommen Zwillingsfamilien vor, welche an der Stelle, wo sie zusammenhängen, etwas abgeplattet sind.

Merismopoedia Meyen.

(Tab. I. D.)

Theilung abwechselnd in den zwei Richtungen der ebenen Fläche bei den successiven Generationen; Zellen kugelig, mit ziemlich dicken, zusammenfliessenden Hüllmembranen, welche eine structurlose Gallerte bilden, in (microscopische) einschichtige, täfelchenartige Familien vereinigt.

Typus: *M. glauca* (Gonium glaucum Ehrenb.) non Kg.; dazu gehören ferner die Formen *M. mediterranea* Näg., *M. Kützingii* Näg. (M. glauca Kg. Phyc. germ., M. punctata Kg. Phyc. gen.), *M. hyalina* Kg., *M. thermalis* Kg., *M. punctata* Kg.

Die Zellen sind bläulichgrün, und homogen. Sie liegen in microscopischen, einschichtigen, viereckigen Täfelchen beisammen, nach beiden Richtungen regelmässige Reihen bildend. Sie sind getrennt von einander und von kugeliger Gestalt; gewöhnlich liegen je 2 und je 4 Zellen etwas näher beisammen. Die structurlose Gallerte, welche die Zellen verbindet, zeigt bloss am Rande eine mehr oder weniger deutliche Begrenzung. Die Theilung der Zellen erfolgt meist mit genauer Uebereinstimmung bei allen in eine Familie vereinigten Individuen. Daher ist die Zahl der letztern auch sehr regelmässig, und man findet gewöhnlich 4, 8, 16, 32, 64, 128 Zellen in einem Täfelchen. Unregelmässigkeiten bilden jedenfalls die Ausnahme, und werden weniger durch den unregelmässigen Verlauf der Theilung in den successiven Generationen als durch äussere störende Verhältnisse (z. B. Angefressenwerden durch kleine Thiere), wodurch einzelne Zellen absterben, herbeigeführt. In den grössern Täfelchen von M. mediterranea geschieht es zuweilen, dass die Randzellen sich etwas früher theilen als die innern Zellen. — Die Familien zerfallen in einzelne Theile, seltener in die einzelnen Zellen; ein Täfelchen von 16, 32, 64 Zellen z. B. zerfällt meist in 4 Täfelchen von 4, 8, 16 Zellen.

Tab. I. D. fig. 1. **M. glauca** (Gonium glaucum Ehrenb.), *Zellen* $^1/_{600}$ *bis* $^1/_{400}$''' *dick, bis auf* 64 *und darüber in einem Täfelchen, welches bis* $^1/_{50}$''' *gross wird.* – In Gräben (bei Zürich). – Die Gallerte des Täfelchens ist deutlich begrenzt, meist mit sanft buchtigem oder leicht gekerbtem Rande. Die bläulichgrünen Zellen sind vor und nach der Theilung oval, sonst kugelig; man trifft sie meist zu 16, 32 und 64 beisammen.

Fig. 1. c. **M. Kützingii** (M. glauca Kg. Phyc. germ., M. punctata Kg. Phyc. gen.), *Zellen* $^1/_{1600}$''' *dick, meist* 16 *in einem Täfelchen.* – In Gräben (bei Zürich). – Die Begrenzung der Gallerte an den Täfelchen ist nicht deutlich. Die Zellen sind kugelig, und meist zu 16 vereinigt in Täfelchen, welche $^1/_{240}$ bis $^1/_{180}$''' gross sind. Doch findet man auch Familien von 4, 8, 32, 64 und 128 Zellen.

M. mediterranea, *Zellen* $^1/_{600}$ *bis* $^1/_{400}$''' *dick, zu vielen Hunderten in grössern Täfelchen.* — Sorrento bei Neapel, im Meer. — Die Gallerte ist am Rande deutlich begrenzt. Die bläulichgrünen Zellen haben vor und nach der Theilung eine ovale Gestalt; sonst sind sie kugelig. — Diese Form unterscheidet sich von M. glauca durch die viel grössern Familien.

M. hyalina *Kg.* ist nicht synonym mit Gonium hyalinum Ehrenb. Die Zellen der erstern sind (nach Kütz.) $^1/_{2000}$''', die des letztern dagegen (nach Ehrenb.) $^1/_{250}$''' gross; das letztere ist ohne Zweifel keine Merismopoedia.

M. punctata *Kg. Phyc. germ.* ist ebenfalls nicht synonym mit Gonium tranquillum Ehrenb., wie von Kützing angenommen wird. Die Zellen der erstern betragen (nach Kütz.) $^1/_{1500}$''' im DM.; das letztere, welches ein Gonium zu sein scheint, hat (nach Ehrenb.) $^1/_{240}$''' grosse Zellen.

Synechococcus.

(Tab. I. E.)

Theilung nur in Einer Richtung; Zellen länglich, mit dünnen Wandungen, einzeln oder in kleine, reihenförmige Familien vereinigt.

Typus: *S. elongatus* Näg. Ferner gehören hieher die Formen *S. aeruginosus* Näg., und *S. parvulus* Näg.

Der Zelleninhalt ist bläulichgrün oder spangrün, und geht zuweilen in blassorange oder gelblich über. Die Zellwandung ist sehr dünn. Die Zellen sind 1⅓ bis 3 und 4 Mal so lang als breit. Gewöhnlich sind sie einzeln, selten in kurze Reihen zu 2 bis 4 zusammenhängend. Weder die Zellen noch die Familien sind in Blasen eingeschlossen, wie diess bei Gloeothece der Fall ist.

Habituell der Gattung Chroococcus ähnlich, unterscheidet sich Synechococcus wesentlich durch den Umstand, dass die Zellen nur in Einer Richtung sich theilen, womit ihre längliche Gestalt in innigem Verhältnisse steht, und woher die Erscheinung rührt, dass sie nur in reihenförmigen, nicht in körperförmigen Familien zusammenhängen.

Tab. I. E. fig. 1. **S. aeruginosus** *Zellen* $^1/_{300}$ *bis* $^1/_{160}$''' *dick,* 1⅓ *bis* 2 *Mal so lang, blaugrün.* — Luzern, an nassen Felsen. — Die Zellen liegen einzeln oder zu zwei verbunden. Der homogene Inhalt ist schön blaugrün, seltener blass.

Fig. 2. **S. elongatus** (Protococcus e. Näg.) *Zellen* $^1/_{1400}$''' *dick,* 1½ *bis* 3 *Mal so lang, schwach spangrün.* — Zürich, im Kalzensee auf Schlamm. — Die Zellen liegen einzeln oder zu zwei verbunden; der homogene Inhalt ist blass.

Fig. 3. **S. parvulus**, *Zellen* $^1/_{1600}$''' *dick,* 1½ *bis* 2 *Mal so lang, bläulichgrün.* — Zürich, auf feuchter Erde. — Die Zellen liegen einzeln oder zu 2 und 4 an einander gereiht; der homogene Inhalt ist blass.

Gloeothece.

(Tab. I. G.)

Theilung nur in Einer Richtung; Zellen länglich, mit dicken, blasenförmigen Hüllmembranen, einzeln oder in kugelige und längliche, microscopische Familien vereinigt, die von einer Blase umschlossen und im Innern in der Regel aus wiederholt in einander geschachtelten Blasen gebildet sind.

Typus: *G. linearis* Näg. Zu dieser Gattung gehören ferner die Formen *G. confluens* (Gloeocapsa confluens Kg. part. ?), G. devia Näg., wahrscheinlich auch G. fuscolutea (Gloeocapsa f. Näg.) und G. palea (Gloeocapsa p. Kg.)

Die Zellen sind länglich, cylindrisch oder linear und 1⅓ bis 7 Mal so lang als breit. Der Zelleninhalt ist spangrün oder bläulichgrün. Die Zellwandung erreicht wenigstens die Dicke des Lumens selbst, und übertrifft häufig dasselbe mehrmals. Sie ist farblos oder braungelb. Man unterscheidet daran die sehr dünne Zellmembran und die dicke Hüllmembran von einander. Die Zellen liegen zuweilen einzeln oder bloss zu zwei in einer Blase eingeschlossen, hinter- oder nebeneinander. Zuweilen sind sie in kugelige Familien von 4, 8, selten von 16 Individuen vereinigt. Die Blasenbildung und Einschachtelung ist genau dieselbe, wie sie bei Gloeocapsa beschrieben wurde. — Auffallend ist dabei, dass die Zellen nicht reihenförmig, sondern körperförmig beisammen liegen. Doch hat diese Erscheinung ihren ganz natürlichen Grund. In der Mutterblase liegen die beiden Tochterzellen nach der Theilung hintereinander. Sie dehnen sich dann in die Länge; ist die Blase weich, so folgt sie anfänglich dem Drucke, reisst aber, wenn die Tochterzellen ihre eigenen Blasen bilden (fig. 2, c). Besitzt dagegen die Mutterblase zweier Individuen nicht so viel Elastizität, um dem Drucke der Ausdehnung dieser letztern folgen zu können, so werden dieselben mechanisch von der ursprünglichen Richtung abgelenkt (fig. 2, b; fig. 3, b, c). Mit dem weitern Wachsthum und der Bildung der eigenen Hüllmembranen weichen sie zuletzt so sehr von der anfänglichen Stellung ab, dass sie mehr oder weniger parallel neben einander liegen (fig. 3, d, e). Eine Längstheilung, wie man aus solchen Zuständen vermuthen könnte, findet aber nie statt. Das weitere Verhalten der Generationen in einer Familie ist das gleiche, wie das der ersten Generation, nämlich Theilung (durch eine Querwand) und Drehung der Tochterzellen (jede um einen Bogen von fast 90 Grad), bis sie in eine vollkommen oder beinahe parallele Lage gekommen sind (fig. 3, f, g, h).

Gloeothece zeigt, namentlich in den Formen mit kugeligen Familien, äusserlich eine sehr grosse Aehnlichkeit mit Gloeocapsa. Allein bei genauer Beobachtung kann man die beiden bestimmt von einander unterscheiden. Gloeocapsa hat kugelige Zellen, die sich in den verschiedenen Generationen abwechselnd in verschiedenen Richtungen theilen; nach der Theilung sind sie fast halbkugelig. Gloeothece dagegen hat längliche oder lineare Zellen, die schon nach der Theilung meist so lang oder länger sind als breit, und die sich immer wieder, auch wenn sie selbst eine andere Lage annehmen, doch mit Rücksicht auf ihre eigenen Dimensionen in der gleichen Richtung theilen, wie die Mutterzelle und alle vorhergehenden Generationen. Trotz der äussern Aehnlichkeit mit Gloeocapsa steht daher Gloeothece in wahrer natürlicher Verwandtschaft mit Synechococcus und Aphanothece.

Tab. I. G. fig. 1. **G. confluens** (Gloeocapsa c. Kg. part?), *Zellen* $^1/_{1400}$ *bis* $^1/_{1000}$''' *dick*, $1^1/_2$ *bis* 3 *Mal so lang, blass, meist einzeln in farblosen Blasen.* — Luzern, an Felsen. — Das Lager ist gallertartig und fleischfarben oder blass orange. Es besteht aus ovalen, $^1/_{250}$''' dicken und etwa $^1/_{180}$''' langen Blasen, in denen meist nur Eine Zelle liegt. Der homogene Zelleninhalt erscheint meist blass, zuweilen aber grünlich.

Fig. 2. **G. linearis**, *Zellen* $^1/_{1500}$''' *dick*, 2 *bis* 7 *Mal so lang, blass grünlich, meist einzeln in farblosen Blasen.* — Ct. Zug, an Felsen. — Das Lager ist gallertartig und fleischfarben. Die Blasen sind sehr zart, $^1/_{300}$''' dick und durchschnittlich $^1/_{130}$''' lang; sie enthalten meist eine einzige Zelle, seltener zwei hinter einander oder schief neben einander (fig. b.)

Fig. 3. **G. devia**, *Zellen* $^1/_{550}$''' *dick*, $1^1/_2$ *bis* 3 *Mal so lang, spongrünlich, zu* 2 *oder* 4 *in ovalen oder kugeligen, bis* $^1/_{70}$''' *grossen Familien locker neben- und hintereinander liegend und darin wiederholt in farblose und braungelbe Blasen eingeschachtelt.* — Zürich, an Felsen. — Diese Form ist charakteristisch durch die Eigenthümlichkeit, dass die Zellen innerhalb der Mutterblase ihre Stellung verändern, und zuletzt nebeneinander zu liegen kommen, wie diess oben beschrieben wurde. Die Familien erreichen in der Regel die Grösse von $^1/_{70}$''', und sind dann vierzellig. Nur selten werden sie etwas grösser, und schliessen 8 Zellen ein. Die Blasenbildung im Innern der Familien ist sehr deutlich und schön. Entweder sind die Blasen ganz farblos, oder sie sind gelbbraun; im letztern Falle zeigen sich häufig nur die innern, seltener die äussern oder die innern und äussern zugleich gefärbt; zuweilen ist auch bloss die eine Seite der äussern Blase gelbbraun.

G.? fuscolutea (Gloeocapsa f. Näg.), *Zellen* $^1/_{500}$ *bis* $^1/_{400}$''' *dick*, $1^1/_3$ *bis* 2 *Mal so lang, bläulichgrün, zu* 2 *bis* 16 *in kugeligen, bis* $^1/_{50}$''' *grossen Familien wenig locker neben- und hintereinander liegend und darin wiederholt in farblose oder gelbbraune Blasen eingeschachtelt.* — Zürich, an nassen Felsen. — Das Lager bildet einen gallertartigen Ueberzug, welcher an der Oberfläche mehr braun, unterhalb mehr spangrün erscheint; dort herrschen die Familien mit gefärbter, hier diejenigen mit farbloser Hüllmembran vor. Die Familien haben eine kugelige, seltener eine ovale Form. Sie enthalten meist 4 und 8, zuweilen 16, selten 32 Zellen; solche mit 4 Zellen sind $^1/_{120}$ bis $^1/_{100}$''' gross, mit 8 Zellen $^1/_{90}$ bis $^1/_{70}$''', mit 16 Zellen $^1/_{60}$ bis $^1/_{50}$''', und diejenigen mit 32 Zellen bis $^1/_{40}$''' gross. Die grössern und kleinern Blasen im Innern der Familien erscheinen meistens deutlich und schön. Mit Rücksicht auf

Färbung der Gallerte findet eine grosse Manigfaltigkeit statt: bald sind alle Hüllen einer Familie gleich, entweder farblos, oder gelblich, oder gelbbraun, bald weichen sie von einander ab, was in der Regel in der Weise statt hat, dass die innern Hüllen intensiver gefärbt sind, als die äussern; jene sind z. B. gelblich, diese farblos; oder jene sind braungelb, diese gelblich und farblos

G. fuscolutea hat eine sehr grosse habituelle Aehnlichkeit mit G. devia, und es ist mir wahrscheinlich, dass die Theilung der Zellen und die Entstehungsweise der kugeligen Familien durch Lageveränderung der Zellen auf gleiche Weise stattfinden. Doch ist es mir noch nicht gelungen, dieses deutlich zu sehen, was daher rühren mag, weil die Zellen verhältnissmässig kürzer sind und enger beisammen liegen; denn bei G. devia sind Familien mit 4 Zellen $1/50'''$ gross, indess bei G. fuscolutea solche mit 8 Zellen kaum diese Grösse besitzen.

Aphanothece.

(Tab. I. H.)

Theilung nur in Einer Richtung; Zellen länglich, mit dicken, zusammenfliessenden Hüllmembranen, welche eine structurlose Gallerte bilden.

Typus: *A. microscopica* Näg. Hieher gehören ferner *A. saxicola* (Palmogloea s. Näg.) und einige von Kützing zu Palmella gestellte Formen.

Die Zellen sind $1\frac{1}{2}$ bis 5 Mal so lang als breit, homogen und bläulichgrün, die Zellwandungen sind dick, farblos und weich. Sie fliessen in eine structurlose und meist auch formlose Gallerte zusammen. Zuweilen sieht man darin einzelne Zellen mit besondern Blasen, oder die Gallerte zeigt sich undeutlich und theilweise in Portionen abgetheilt, die zu den einzelnen Zellen gehören (fig. 2, b). Die Zellen theilen sich nur in einer Richtung, nämlich durch eine zu ihrem Längsdurchmesser senkrechte Wand. Da sie aber in einer Gallerte beisammen liegen, welche ihrer reihenförmigen Anordnung Hindernisse entgegenstellt, so werden sie nach der Theilung, während dem sie sich ausdehnen, und Gallerte bilden, von ihrer Richtung mehr oder weniger abgelenkt, auf ähnliche Weise, wie diess bei Gloeothece der Fall ist. Sie liegen daher nach allen Richtungen durch einander.

Tab. I. H. fig. 1. **A. microscopica**, *Zellen $1/500'''$ dick*, $1\frac{1}{2}$ *bis* $2\frac{1}{2}$ *Mal so lang, spangrünlich, in structurlosen, schwimmenden Gallertmassen von $1/10$ bis $1/3'''$ im DM.* — Zürich, in kleinen Sümpfen. — Die Gallerte, in welcher die Zellen eingebettet sind, ist vollkommen farb- und structurlos; sie bildet isolirte Massen, welche in jüngern und kleinern Zuständen entweder kugelig oder eiförmig, später aber von unregelmässiger Form sind. Die Gallerte wird nicht, wie diess bei den Familien von Gloeocapsa und Gloeothece der Fall ist, an der Oberfläche durch eine membranartige oder blasenförmige Schicht abgeschlossen, sondern sie hört unmittelbar auf, und ist nur durch anhängende Schlammtheilchen be-

grenzt. Diese Gallertmassen scheinen mir einen Uebergang von den eigentlichen Familien zu dem formlosen Lager darzustellen

Fig. 2. **A. saxicola** (Palmogloea s. Näg.), *Zellen* $^1/_{1500}$''' *dick*, 2 *bis* 3 *Mal so lang*, *hell bläulichgrün*, *in einer Gallerte von undeutlich blasiger Structur*. — Zürich, an feuchten Felsen. — Die farblose Gallerte zeigt unvollständige Ringe um die einzelnen Zellen, welche die Portionen der Hüllmembran bezeichnen, die von jeder Zelle gebildet wurden.

Synechococcus, Gloeothece, Aphanothece.

Diese drei Gattungen stimmen in ihren habituellen Merkmalen mit den Kützing'schen Gattungen Protococcus, Gloeocapsa und Palmella überein, und gehen vollkommen parallel mit den oben begründeten Gattungen Chroococcus, Gloeocapsa und Aphanocapsa. Wie diese letztern, sind sie nur auf das verschiedene Verhalten der Hüllmembran gegründet. Nur scheinen hier die Verschiedenheiten constanter zu sein, weil eine kleinere Zahl von Formen bekannt ist. Die Typen Synechococcus elongatus, Gloeothece linearis und Aphanothece microscopica sind allerdings beträchtlich verschieden. Weitere Untersuchungen müssen aber noch die Haltbarkeit der Gattungen erweisen. Vielleicht dass auch hier später die drei Genera in ein einziges mit drei Sektionen zu vereinigen sind: Synechococcus a) verus (Athece), b) Gloeothece, c) Aphanothece. Es wird diess dann geschehen müssen, wenn man auch Chroococcus, Gloeothece und Aphanothece zusammenzieht, was nur dann möglich wird, wenn es gelingt, die Gattungen einmal ausschliesslich auf die Fortpflanzung zu begründen und diese Begründung mit Rücksicht auf die Mehrzahl der Formen durchzuführen.

Palmellaceae.

Einzellige Algen ohne Spitzenwachsthum und ohne Astbildung; Inhalt structurloses Chlorophyll mit einem einzigen Chlorophyllbläschen (zuweilen in ein orangefarbenes oder rothes Oel übergehend); Membran nicht kieselhaltig; Fortpflanzung durch Theilung.

Zu den Palmellaceen gehören die Gattungen (Kützings) Trochiscia?, Tetraëdron, Scenodesmus, Geminella?, Pediastrum, Sphaerastrum, Sorastrum, Botryocystis, Tetraspora, Palmodictyon, Gomphosphaeria?, Hydrurus, und Formen der Gattungen Protococcus, Microcystis?, Palmella, Gloeocapsa, Palmogloea.

Die Palmellaceen unterscheiden sich von den Chroococcaceen durch den Chlorophyllinhalt und das Chlorphyllbläschen, das sie wahrscheinlich immer enthalten, während die letztern (spangrünes oder orangefarbenes) Phycochrom und kein Farbbläschen besitzen; die grasgrüne oder gelbgrüne Farbe lässt meist auf den ersten Blick schon eine Palmellacee von einer Chroococcacee erkennen. Auch wenn statt des Chlorophylls orangefarbenes Oel vorhanden ist, kann, wegen der characteristischen Eigenthümlichkeiten des Oels[1], keine Verwechslung stattfinden. — Von den Diatomaceen unterscheiden sich die Palmellaceen ebenfalls durch den Inhalt, welcher bei jenen braungelbes, durch Jod blaugrün werdendes, und beim Absterben der Zellen in Grün übergehendes Diatomin ist, ferner durch den Mangel des Kieselpanzers, welcher den Diatomaceen eckige und scharfkantige Figuren mit geraden Endflächen verleiht, während bei den Palmellaceen die freie Oberfläche immer abgerundet ist, und höchstens stellenweise in Spitzen ausläuft. — Von den Desmidiaceen sind die Palmellaceen erstlich durch den Mangel der Copulation geschieden, welche bei jenen die stetige Generationenfolge unterbricht, aber selten zu beobachten und daher für die Erkennung nicht zu benutzen ist, — zweitens besonders

[1]) Es kömmt als Tröpfchen vor, welche das Licht stark brechen, und durch Alcohol zusammenfliessen: es wird durch Jod meist blaugrün gefärbt.

durch die Anordnung des Inhaltes, welche bei den Palmellaceen unpaarig ist und mehr oder weniger in der Mitte ein einziges Chlorophyllbläschen zeigt, bei den Desmidiaceen dagegen zwei gleiche, durch einen Kern getrennte Hälften, von denen jede ein, zwei oder mehrere Chlorophyllbläschen einschliesst, bildet. — Die Protococcaceen und Exococcaceen unterscheiden sich durch die Fortpflanzung, nämlich durch den Mangel der Theilung.

Grosse Verwandtschaft besitzen die Palmellaceen mit den chlorophyllhaltigen Bangiaceen. Die Zellen einiger Gattungen sind von den einzelnen Zellen der Lyngbya muralis nicht zu unterscheiden. Die vorzüglichste Differenz zwischen den beiden Ordnungen besteht darin, dass die Individuen der einen einzellig, der andern mehrzellig sind.

Die Zellen der Palmellaceen, sofern sie nicht durch eine dichtgedrängte Lagerung eckig und geradflächig werden, sind kugelig, ellipsoidisch, birnförmig, keilförmig und cylindrisch, mit abgerundeter Oberfläche; seltener ist dieselbe stellenweise in Ecken oder Lappen vorgezogen. Scharfe Kanten und gerade Flächen kommen nur an solchen Zellen vor, welche mit andern Zellen eine parenchymatische Familie bilden.

Der Inhalt ist homogen oder körnig und gleichmässig durch die ganze Zelle vertheilt, oder seltener auf ein Wandbeleg reducirt. Die Körner sind meist sehr klein; werden sie grösser, so erkennt man sie als Oeltröpfchen (z. B. bei Hormospora) oder als Stärkekörner (z. B. bei Nephrocytium). Mehr oder weniger in der Mitte der Zelle liegt in der Regel ein Chlorophyllbläschen, anfänglich bloss Chlorophyll, später vorzüglich Stärke enthaltend. Neben demselben befindet sich häufig ein hohler mit Wasser gefüllter Raum, welcher, wenn er die Wandung berührt, von der Seite angesehen farblos erscheint. Zuweilen liegen um das Chlorophyllbläschen mehrere (2—6) Höhlungen im Inhalte. Selten verwandelt sich ein kleiner Theil oder der ganze Zelleninhalt in orangefarbenes oder rothes Oel. Ein Kern ist noch nicht beobachtet worden.

Die Zellwandung ist bald so dünn, dass sie bloss als linienförmige Begrenzung des Inhaltes erscheint, bald wird sie so dick, dass sie das Mehrfache des Lumens beträgt. Zuweilen bildet sie an den Ecken und Lappen Stacheln, meist zwei oder vier an einer Zelle, und an den Schwärmzellen lange, sehr dünne Wimpern.

Bei der Fortpflanzung theilen sich die Zellen in der Regel in zwei (selten in vier) Zellen. Die Theilung findet abwechselnd in 1, 2 oder 3 Richtungen statt. — Die Zellen sind entweder unbeweglich, oder sie schwärmen, zeigen aber nie eine langsam fortrückende Bewegung. — Die Individuen leben seltener einzeln, gewöhnlich sind sie in Familien vereinigt, die nicht selten parenchymatisch sind. Die Generationenreihen sind,

mit Ausnahme weniger Fälle, sehr deutlich von einander geschieden. Häufig sind die Reihengenerationen transitorisch und bilden Brutfamilien.

Unter den vielen Gattungen, welche zu den Palmellaceen gehören, machen sich mehrere sehr verschiedene Typen bemerkbar, um welche sich die übrigen Gattungen anordnen. Als solche möchte ich Hormospora, Tetraspora, Pediastrum und Characium nennen. Ich glaube, dass sie die Repräsentanten natürlicher Gruppen sind; aber es ist mir bis jetzt nicht möglich geworden, die Charactere für die zwei ersten Gruppen so festzustellen, dass eine scharfe Sonderung der Gattungen darnach stattfinden könnte; so wie auch gerade hier noch für mehrere Gattungen die vollständige Kenntniss der wesentlichen Erscheinungen, um sie mit Sicherheit unterzubringen, mangelt. Vorläufig lassen sich also bloss drei Gruppen scharf unterscheiden:

1. **Tetrasporeae**. *Alle Generationen entwickelt.* — Die Tochterzellen sind dauernd; sie entwickeln sich immer vollständig, bis sie den Mutterzellen in Grösse, Gestalt und Formation des Inhaltes gleich geworden sind. In Bezug auf die Bildung der Hüllmembran findet jedoch zuweilen ein Unterschied zwischen den successiven Generationen statt, indem bei einzelnen oder abwechselnd bei der zweiten oder auch bei der zweiten und dritten Generation beträchtlich weniger Gallerte ausgeschieden wird. Entweder sind alle Generationen einander vollkommen gleich, oder einzelne derselben (Uebergangsgenerationen) schwärmen. Ob dieser Unterschied einmal die Trennung in zwei Gruppen gestatten wird, werden weitere Forschungen ergeben; bis jetzt ist es mir nicht immer möglich, durch denselben Gattungen zu begründen. — Hieher gehören *Pleurococcus*, *Glaeocystis*, *Tachygonium*, *Palmella*, *Apiocystis*, *Palmodactylon*, *Hydrurus*, *Porphyridium*, *Tetraspora*, *Dictyosphaerium*, *Oocardium*, *Stichococcus*, *Hormospora*, *Hormocytium*, *Mischococcus*, *Rhaphidium*, *Inoderma*, *Polyedrium*.

2. **Pediastreae**. *Reihengenerationen transitorisch, Brutfamilien bildend; Zellen der Uebergangsgenerationen parenchymatisch vereinigt.* — Die Zellen theilen sich nach ihrem Entstehen sogleich wieder, ohne sich vorher zu entwickeln, so dass sie fortwährend kleiner werden, und die letzte Reihengeneration eine Brutfamilie darstellt, die nicht grösser ist, als die entwickelten Zellen der Uebergangsgenerationen. Diese letztern sind anfänglich sehr klein; sie besitzen eine lange Lebensdauer, während welcher sie stetig an Grösse zunehmen und dabei ihren Inhalt umbilden; sie schwärmen nicht, und bleiben fortwährend in eine parenchymatische Familie vereinigt. — Zu dieser Gruppe gehören *Pediastrum*, *Scenodesmus*, *Sorastrum*, *Coelastrum*, und wahrscheinlich *Sphaerodesmus*.

3. **Characieae**. *Reihengenerationen transitorisch, Brutfamilien bildend; Zellen der Uebergangsgenerationen sich von einander trennend.* — Wie bei der vorhergehenden Gruppe theilen sich die Zellen der Reihengenerationen sogleich, ohne sich auszubilden, und stellen zuletzt eine parenchymatische Brutfamilie von sehr kleinen Zellen dar. Die Brutzellen trennen sich von einander, worauf sie in der Regel eine Zeit lang schwärmen, nachher gelangen sie zur Ruhe und entwickeln sich. In einem Falle (Botryocystis) schwärmen auch die Brutfamilien, worauf die Zellen sich von einander entfernen und zur Ausbildung gelangen. In einem andern Falle (Gonium) schwärmen die Familien, wie es scheint, während ihrer ganzen Lebensdauer, wonach die Zellen sich trennen, und darauf zur Ruhe und zur Fortpflanzung gelangen. — Hieher sind zu stellen *Characium*, *Cystococcus*, *Dactylococcus*, *Botryocystis*, *Gonium*, und wahrscheinlich *Ophiocytium*.

Pleurococcus Meneghini part.

(Tab. IV. E.)

Zellen kugelig oder durch gegenseitigen Druck polyedrisch, mit dünnen Wandungen, einzeln oder in kleine kugelige und würfelförmige freiliegende Familien vereinigt; Theilung abwechselnd in allen Richtungen des Raumes; alle Generationen entwickelt.

Typus: *P. vulgaris* Menegh. part. Zu dieser Gattung gehören einige Formen von Protococcus Kg., wie *P. dissectus* (Prot. d. Kg. part.) und *P. miniatus* (Prot. m. Kg.)

Die Zellen liegen einzeln, oder zu 2 bis ungefähr 32 in Familien beisammen. Die Zellenbildung wechselt meistens rechtwinklig in den drei Richtungen des Raumes, und erfolgt auch häufig ziemlich zu gleicher Zeit in einer Familie, so dass dann dieselbe aus den regelmässigen Zellenzahlen 4 (fig. 2, b, d), 8 (fig. 2, c), 16 (fig. 2, e), besteht; die regelmässige Zahl 32 ist selten; dagegen enthalten die Familien zuweilen 6 Zellen indem sich 2 früher theilen als die beiden andern) und alle möglichen Zahlen von 8 bis auf 30.[1]) — Die einzelnen Zellen sind kugelig; die zu Familien vereinigten sind überall, wo sie an andere Zellen anstossen, flach, und haben somit eine polyedrische Gestalt; ihre freien Flächen aber bleiben immer abgerundet.

Der Zelleninhalt ist homogenes Chlorophyll, welches meist in einzelnen Particen der Wandung anliegt, seltener dieselbe als ein ununterbrochenes Beleg auskleidet, oder gar das Lumen ganz ausfüllt (fig. 2, f; fig. 3). Bei P. miniatus besteht der Inhalt aus einem

[1]) Das Nähere über diese Zellenbildung findet sich in „Die neuern Algensysteme" etc. pag. 124.

orangefarbenen Oel (fig. 1). — Das Chlorophyllbläschen, sowie einen der Schwesterzelle zugekehrten hellen Raum habe ich noch nicht sehen können. — Die Zellwandung ist ziemlich dünn und glatt; ihre Dicke erreicht in der Regel nicht den zehnten Theil des Lumens.

Tab. IV. E. fig. 1. **P. miniatus** (Protococcus m. Kg.), *Zellen* $^1/_{600}$ *bis* $^1/_{140}$''' *dick; einzeln, selten zu zwei verbunden, mit ölartigem orangefarbenem Inhalte.* — Freiburg i. B., an Glashauswänden des bot. Gartens. — (Nach getrockneten Exemplaren, von A. Braun mitgetheilt.)

Fig. 2. **P. vulgaris** Menegh. part., *Zellen* $^1/_{600}$ *bis* $^1/_{500}$''' *dick, selten einzeln, meist zu 2 bis ungefähr 32 in Familien vereinigt.* — An Baumstämmen. — Das Lager ist pulverig und grün.

Fig 3. **P. dissectus** (Protococcus d. Kg.?), *Zellen* $^1/_{400}$ *bis* $^1/_{280}$''' *dick, selten einzeln, meist zu 2 bis ungefähr 12 in Familien vereinigt.* — Zürich, an überschwemmten Felsen, unter andern Algen.

Gloeocystis.

(Tab. IV. F.)

Zellen kugelig, mit dicken blasenförmigen Hüllmembranen, einzeln oder in kleine kugelige freiliegende Familien vereinigt, die von einer Blase umschlossen und im Innern in der Regel aus wiederholt in einander geschachtelten Blasen gebildet sind; Theilung abwechselnd in allen Richtungen des Raumes; alle Generationen entwickelt.

Typus: *G. vesiculosa* Näg. Hieher gehören ferner einige Formen der Gattung Gloeocapsa Kg., wie z. B. *G. botryoides* (Gloeocapsa b. Kg.), und der Gattung Microcystis Menegh., wie z. B. *G. Paroliniana* (Microcystis P. Menegh.), *G. adnata* (Microcystis a. Menegh.; Palmella a. Lyngb.).

Die Zellen liegen einzeln, oder zu 2, 4 und 8, seltener mehrere in Familien vereinigt. Die Theilung wechselt ziemlich regelmässig mit den drei Richtungen des Raumes ab, indem die successiven Scheidewände meist rechtwinklig zu einander geneigt sind. Die Gestalt der Zellen ist kugelig, oder kugelig-eiförmig; bloss im Momente nach der Theilung sind sie halbkugelig.

Die Zellwandung ist sehr dick, und besteht aus einer äusserst dünnen innern Schicht, der eigentlichen Membran, und aus der farblosen und weichen Hüllmembran, welche in der Regel dem Lumen gleichkömmt, oder dasselbe übertrifft, und kugelige Blasen darstellt. Wenn alle Generationen einer Familie Hüllmembran bilden, so ist jede Zelle in einer besondern, je zwei zusammen in einer weitern Blase eingeschlossen u. s. w. (fig.

c, d, h, i, n). Wenn aber eine oder auch zwei Generationen keine Hüllen erzeugen, so trifft man unmittelbar in derselben Blase 4 oder 8 Zellen, welche zuerst nahe beisammen liegen (fig. e, g, o), nachher aber getrennt und in besondere Blasen eingeschlossen sind (fig. f, m). Zuweilen ist die Hüllmembran so weich, dass im Innern der Familien die Blasen zusammengeflossen und unkenntlich (fig. k, l), oder auch bloss theilweise deutlich (fig. r) sind. Selten ist sie fester, so dass man an ihr eine Schichtung und somit 2 oder 3 Blasen um eine einzige Zelle bemerkt (fig. p, q). — Wenn die Familien dicht beisammen liegen, so werden sie durch den gegenseitigen Druck polyedrisch (fig. b).

In dem grünen homogenen oder feingekörnten Inhalte bemerkt man meist das Chlorophyllbläschen, und einen der Schwesterzelle zugekehrten farblosen Raum (fig. s). — Das Schwärmen wurde noch nicht beobachtet, und scheint wenigstens an G. vesiculosa zu mangeln.

Tab. IV. F. **G. vesiculosa**, *Zellen* $^1/_{500}$ *bis* $^1/_{300}$*‴ dick; Familien bis* $^1/_{60}$*‴ gross, meist mit blasenförmiger Structur im Innern.* — Zürich, an feuchten Balken und Steinen. — Das Lager ist weich, gallertartig und grün.

Palmella.

(Tab. IV. D.)

Zellen kugelig, mit dicken zusammenfliessenden Hüllmembranen, welche ein meist structurloses gallertartiges Lager bilden; Theilung abwechselnd in allen Richtungen des Raumes; alle Generationen entwickelt.

Typus: *P. mucosa* Kg. Es gehören hieher *P. miniata* Leibl. und wahrscheinlich mehrere Formen der bisherigen Gattung Palmella.

Die Zellen liegen in einem gallertartigen Lager getrennt neben- und hintereinander. Die Gallerte ist vollkommen structurlos (fig. 1), oder man unterscheidet die besondern Hüllen von einzelnen Zellen (fig. 2). Die eigentliche Membran ist meist dünn, zuweilen auch ziemlich dick, ein- oder zweischichtig (fig. 2).

Die grünen Formen enthalten homogenes oder körniges Chlorophyll, in welchem man häufig das Chlorophyllbläschen und einen der Schwesterzelle zugekehrten farblosen Raum sieht (fig. 1, b). — P. miniata hat statt des Chlorophylls ein orangefarbenes Oel, welches als grössere oder kleinere Tröpfchen das Lumen ganz ausfüllt, oder dasselbe zum Theil frei lässt (fig. 2, b). Das Chlorophyllbläschen habe ich hier noch nicht gesehen, wohl

aber den farblosen, der Schwesterzelle zugekehrten Raum. — Schwärmzellen wurden bei Palmella noch nicht beobachtet, und scheinen auch nicht vorzukommen.

Tab. IV. D. fig. 1. **P. mucosa** Kg., *Zellen* 1/300 *bis* 1/250''' *dick, in einem weichen, ausgebreiteten, formlosen, olivenfarbigen Lager.* — Auf Steinen in Bächen (bei Zürich).

Fig. 2. **P. miniata** Leibl. **Var. aequalis**, *Zellen* 1/200 *bis* 1/150''' *dick, orangegelb, in einem weichen, ausgebreiteten, formlosen, ziegelrothen Lager.* — Zürich, an nassen Felsen und überschwemmten Balken. — Stellenweise treten statt der orangegelben grüne, durch Chlorophyll gefärbte Zellen auf den Uebergang bilden solche, welche beide Farben enthalten.

Apiocystis.

(Tab. II. A.)

Zellen kugelig, mit dicken, in eine structurlose Gallerte zusammenfliessenden Hüllmembranen, zu vielen in angehefteten microscopischen Blasen vereinigt; Theilung abwechselnd in allen Richtungen des Raumes, oder im Anfang einer Generationenreihe zuerst nur in Einer Richtung; alle Generationen entwickelt; Schwärmzellen durch eine Oeffnung der berstenden Blase entleert, nach dem Schwärmen sich festsetzend.

Typus: *A. Brauniana* Näg.; zu dieser Gattung gehört ferner die Form *A. linearis* Näg.

Die kugeligen Schwärmzellen setzen sich mit der Wimperstelle fest (namentlich an Conferva fracta), und bekleiden sich mit einer keulenförmigen Hüllmembran (fig. 1, e). Die erste Theilung geschieht dann in der Richtung der Achse der Blase, und wiederholt sich bei A. Brauniana abwechselnd in allen Richtungen des Raumes (fig. 1, e). Dabei dehnt sich die Blase, in welcher die Zellen liegen, immer mehr aus, und wird meist deutlich gestielt. Die jungen Blasen enthalten eine regelmässige Zahl von Zellen, nämlich 2, 4, 8, 16, 32. Dann wird die Zahl unregelmässig; in den grössern Blasen von 1/4''' Länge und 1/10''' Dicke zählte ich ungefähr 300, in den grössten von 1/2 und 3/5''' Länge und 1/4''' Dicke ungefähr 1600 Zellen.

Bei A. linearis findet die Theilung zuerst durch zwei oder drei Generationen hindurch in gleicher Richtung statt, so dass 4 oder 8 Zellen in der schmalen Blase hintereinander liegen, worauf die Theilung in allen Richtungen des Raumes abwechselt (fig. 2). Doch ist die Vermehrung in dem obern Theile der Blase häufig lebhafter, welche in diesem Falle bald keulenförmig wird.

Die Zellen sind zuerst durch das ganze Lumen der Blase gleichmässig vertheilt (fig. 1, d). Später sammeln sie sich in der Regel an der innern Oberfläche der Blasenwand, wo sie in einer oder in mehrern Schichten liegen. Doch findet die Theilung immer in allen Richtungen des Raumes statt; die einwärts liegenden Zellen rücken aber nach aussen an die Oberfläche vor. In alten Blasen sind die Zellen zuweilen je zu 8 in wandständige Ringe geordnet (fig. 1, b). Ein solcher Ring geht aus einer Zelle durch dreimalige Theilung hervor (fig. 1, f, g, h, i); von den 8 Zellen liegen zuerst nur 4 an der Wandung, 4 stehen hinter denselben (h); die letztern bewegen sich nach aussen und liegen zuletzt in gleicher Fläche mit den äussern (i).

Wenn die Familie zum Schwärmen reif wird, was bei sehr ungleicher Grösse und Zellenzahl der Fall sein kann, so fangen die Zellen an, erst langsam ihre Lage zu verrücken, und bewegen sich nach und nach lebhafter durcheinander. Die Blase platzt, und die Schwärmzellen verlassen dieselbe durch die entstandene Oeffnung (fig. 1, a). Zuweilen geht dem Schwärmen derjenige Zustand voraus, wo die Zellen in parietale Ringe geordnet sind (wie in fig. 1, b).

Der Zelleninhalt ist homogenes oder feinkörniges Chlorophyll, mit deutlichem Chlorophyllbläschen und einem hellen oder farblosen Raum. Nach der Theilung liegt der letztere an der Scheidewand, und ist somit der Schwesterzelle zugekehrt, indess das Chlorophyllbläschen auf der abgekehrten Seite sich befindet (fig. 1, e, f, g, i, k).

Die Zellen bilden viel Hüllmembran, welche innerhalb der Blasen verdünnt ist, und in eine structurlose Gallerte zusammenfliesst. Die Blasen selbst stellen sich zuweilen bloss als die Begrenzung der Gallerte dar; meist aber erkennt man sie als eine besondere, von dichterer Gallerte gebildete Wandung, deren innere Begrenzung immer deutlich und scharf, die äussere häufig undeutlich und in Auflösung begriffen ist. Die Dicke dieser Wandung beträgt in kleinern Blasen $1/500$ bis $1/200'''$, in den grössern und grössten $1/100$ bis $1/50'''$. — Im Herbst fand ich die Blasen zuweilen mit dünnen Wimpern behaart, deren Länge $1/250$ bis $1/150'''$ betrug. — Die eigentliche Membran ist sehr dünn. Die Schwärmzellen besitzen 2 äusserst zarte Wimpern (fig. 1, k).

Alle Generationen sind dauernd und entwickelt. Es sind daher die Zellen ziemlich von gleicher Grösse, von kugeliger Gestalt, und liegen meistens alle getrennt von einander, indem alle Hüllmembran bilden. Doch geschieht es zuweilen, dass nur je die zweite oder dritte Generation Hüllmembran erzeugt, oder dies wenigstens in beträchtlicherem Masse thut als die übrigen, so dass 4 und 8 Zellen einander ganz oder beinahe berühren. Dieser Umstand, sowie dass zuweilen 8 Zellen zusammen Ringe bilden, zeigt

deutlich, dass nicht alle Generationen einander vollkommen gleich sind, sondern dass sich in der ganzen Generationenreihe bisweilen wieder besondere Cyclen von 2 und 3 Generationen geltend machen.

Tab. II. A. fig. 1. **A. Brauniana**, *Zellen* $^1/_{300}$ *bis* $^1/_{200}$*''' dick; Blasen birnförmig, bis* $^1/_4$*''', selten bis* $^1/_2$ *und* $^3/_5$*''' lang und meist* $^1/_2$ *so dick; Theilung von Anfang an in allen Richtungen des Raumes.* — Zürich, in Gräben, an Conferva fracta.

Fig. 2. **A. linearis** (A. Brauniana v. linearis Näg.), *Zellen* $^1/_{300}$ *bis* $^1/_{200}$*''' dick; Blasen länglich bis linear, zuweilen keulenförmig; Theilung im Anfang der Generationenreihe nur in Einer Richtung.* — Zürich, mit voriger. Vielleicht nur eine Varietät derselben.

Palmodactylon.

(Tab. II. B.)

Zellen kugelig, mit dicken, blasenförmigen oder zusammenfliessenden Hüllmembranen, in freischwimmende, cylindrische, mikroskopische Blasen (oder in Reihen kürzerer Blasen) eingeschlossen, welche häufig strahlenförmig zusammenhängen; Theilung in jedem einzelnen Strahl anfänglich nur in Einer Richtung, später abwechselnd in allen Richtungen des Raumes; alle Generationen entwickelt.

Typus: *P. varium* Näg. Zu dieser Gattung gehören noch die Formen *P. subramosum* Näg. und *P. simplex* Näg.

Die Zellen einzelner Generationen schwärmen ohne Zweifel, obgleich ich das Heraustreten derselben aus den Hüllen selbst nicht beobachtet habe. Es kommen aber Schwärmzellen im Wasser vor, welche den Zellen der Pflanze vollkommen ähnlich sehen. Nach dem Schwärmen bleiben die Zellen frei liegen, und bekleiden sich mit einer breiten Hüllmembran (fig. 1, k). Dann theilen sie sich wiederholt, und entfernen sich nach jeder Theilung von einander, indem sie Gallerte bilden (fig. 1, l, m, n), welche die Zellen in Familien zusammenhält.

Bei P. subramosum und P. simplex theilen sich die Zellen zuerst durch unbestimmt viele Generationen fortwährend in Einer Richtung, und bilden eine fadenförmige, einreihige Familie (fig. 2, b, c); dann theilen sie sich in allen Richtungen des Raumes, und stellen eine cylindrische Familie dar, in welcher mehrere oder viele Zellen auf den Durchschnitt kommen (fig. 2, a; fig. 3).

Bei P. varium ist die Folge der Zellentheilung äusserst manigfaltig. Die Familien sind zusammengesetzt, und treten in zwei Hauptformen auf. Entweder bestehen sie aus

einem Hauptstrahl, welchem seitliche Strahlen aufgesetzt sind (fig. 1, b). Oder die Strahlen gehen radienförmig von einem Mittelpunkte aus (fig. 1, a, d). Im erstern Falle findet sowohl zur Bildung des Hauptstrahles, als später zur Bildung der Nebenstrahlen anfänglich wiederholt Theilung in Einer Richtung statt, welche nachher übergeht in eine Theilung in allen Richtungen. Im zweiten Falle beginnt die Vermehrung aus der Uebergangszelle entweder sogleich durch Theilung in verschiedenen Richtungen (fig. 1, m), und bildet mehrere beisammenliegende Zellen, aus deren jeder ein Strahl hervorgeht; — oder es entsteht aus der ersten Zelle zuerst eine kurze Reihe von meist 4 Zellen (e, f), worauf Theilung auch in den andern Richtungen eintritt (g, h, i); aus jeder der so gegebildeten Zellen kann ein Strahl erzeugt werden. In den Strahlen selbst findet die Theilung zuerst nur in der Richtung ihrer Achse, später aber abwechselnd in allen Richtungen statt (fig. 1, c.) Ich zählte bis über 20 Strahlen an einer zusammengesetzten Familie.

Der Zelleninhalt ist homogenes oder körniges Chlorophyll, welches entweder das ganze Lumen ausfüllt und nur einen hohlen Raum im Innern lässt, oder sich auf ein unterbrochenes Wandbeleg reducirt (fig. 1, o). Nach dem Lichtbrechungsvermögen zu urtheilen, ist der Inhalt in der Regel mit einer ziemlichen Menge von Oel vermischt. Das Chlorophyllbläschen sowie die helle Wimperstelle sah ich noch nicht mit Bestimmtheit. — Die Zellen bilden dicke Hüllmembranen, welche meist zusammenfliessen, so dass nur die Begrenzung der zu einer Familie oder einem Strahl gehörigen Gallerte sichtbar ist (fig. 1, c, e, l; fig. 2, 3). Nicht selten aber sind die Hüllmembranen blasenförmig und deutlich begrenzt. Man erkennt dann die Portionen, welche den einzelnen Zellen (fig. 1, f, m, n) oder einzelnen Theilen eines Strahls (fig. 1, b, d, g, h, i) angehören.

Tab. II. B. fig. 1. **P. varium**, *Zellen* $^1/_{500}$ *bis* $^1/_{300}$''' *dick; Familien aus vielen cylindrischen, bis* $^1/_{60}$''' *dicken Strahlen zusammengesetzt, welche in der Mitte zusammenhängen.* — Zürich, in kleinen Sümpfen. — Zuweilen sind die Zellen bloss $^1/_{600}$''', andere Mal bis $^1/_{250}$''' dick. Die Strahlen, welche in der Zahl von 4 bis 20 und mehr eine Familie bilden, hängen entweder in einem Centrum zusammen, oder sie sind an einer kurzen Achse befestigt. Die Gliederung, welche an jungen Strahlen zuweilen sichtbar ist, verschwindet später. Jeder Strahl entsteht in der Regel aus 4 bis 8 hinter einander liegenden Zellen (d, e), und zeigt später überall mehrere neben einander liegende Zellen.

Fig. 2. **P. simplex**, *Zellen* $^1/_{400}$ *bis* $^1/_{250}$''' *dick; Familien einfach, fadenförmig, bis* $^1/_{30}$''' *dick.* — Zürich, Einsiedeln; in Torfgräben. — Die Familie besteht im jüngern Zustande aus einer langen Zellenreihe; die Gallerte ist ungegliedert. Später liegen viele Zellen neben einander; dieselben sind oft in eine Reihe von Gruppen geschieden, von denen jede aus einer einzigen Zelle (der frühern Reihe) durch Theilung in allen Richtungen des Raumes hervorgieng. — Vielleicht nur Varietät der vorigen.

Fig. 3. **P. subramosum**, *Zellen* $1/500$ *bis* $1/300'''$ *dick: Familien aus 2 oder mehrern fadenförmigen bis* $1/50'''$ *dicken Strahlen bestehend, welche wie Aeste auf einander befestigt sind.* — Zürich, in kleinen Sümpfen. — Die Familien werden in der Regel aus 2 bis 4, seltener aus mehr Strahlen gebildet. Diese bestehen in jüngern Zuständen aus einer langen Zellenreihe, und zeigen sich dann zuweilen mit stellenweiser undeutlicher Gliederung. Nachher liegen überall mehrere Zellen neben einander, welche, wie bei der vorigen, ebenfalls zuweilen in Gruppen getheilt sind. — Diese Form hält die Mitte zwischen den beiden ersten, und vermittelt vielleicht den Uebergang zwischen denselben.

Porphyridium.

(Tab. IV. II.)

Zellen zusammengedrückt, in der Fläche rundlich oder durch gegenseitigen Druck etwas polygon, mit ziemlich dünnen zusammenfliessenden Hüllmembranen, in einschichtige freiliegende Familien vereinigt; Theilung abwechselnd in den Richtungen der Fläche; alle Generationen entwickelt und gleich; Zelleninhalt purpurfarbig.

Typus: *P. cruentum* (Palmella cruenta Ag.), die einzige bekannte Art.

Das blutrothe, gallertartige Lager besteht aus grössern und kleinern einschichtigen Täfelchen, deren Zellen, von der Fläche betrachtet, rundlich und meist etwas eckig erscheinen. Die Dicke der Zellen beträgt an getrockneten Exemplaren $1/3$ bis $1/5$ der Breite. Die dünnen Hüllmembranen sind in eine structurlose Gallerte zusammengeflossen, in welcher die Zellen gelagert sind. Die Scheidewände betragen $1/5$ bis $1/3$, selten bis $1/2$ des Lumens. Die eigentliche Membran ist sehr dünn.

Der Zelleninhalt ist durch Erythrophyll gefärbt; er erscheint schön purpurn, und stimmt in der Farbe mit Porphyra vulgaris überein. Ein Bläschen konnte ich darin nicht sehen.

Tab. IV. II. **P. cruentum** (Palmella cruenta Ag.), *Zellen* $1/330'''$ *breit, etwas eckig, purpurfarbig.* — (Nach getrockneten Exemplaren.)

Tetraspora.

(Tab. II. C.)

Zellen kugelig, mit dicken in eine structurlose Gallerte zusammenfliessenden Hüllmembranen, in grosse einschichtige Familien vereinigt; Theilung abwechselnd in den Richtungen der Fläche; alle Generationen entwickelt.

Zu dieser Gattung gehören wohl die meisten Formen, die bisdahin zu derselben gerechnet wurden. Indess mangelt noch viel zu einer vollständigen Kenntniss, und es wäre

möglich, dass sich aus dieser noch verschiedene Typen ergeben könnten. So ist namentlich noch ungewiss, ob alle Formen Schwärmgenerationen besitzen oder nicht, ob die Schwärmzellen sich zuletzt festsetzen oder frei liegen bleiben, ob schon von Anfang an die Theilung in den Richtungen der Fläche abwechselt oder ob sie zuerst in allen Richtungen des Raumes statt finde, ob die Familien aller Formen zuerst sackförmig oder ob die einen schon von Anfang an offene Schichten seien?

Die Zellen liegen innerhalb einer hautartigen structurlosen Gallerte in Einer Schicht, entweder alle entfernt von einander oder zu 2 und 4 genähert. Die gallertartige Haut ist zuerst sackförmig geschlossen, nachher geöffnet und ausgebreitet (T. bullosa). Bei andern Formen (T. gelatinosa, T. explanata) ist das Lager unregelmässig ausgebreitet, zum Theil blasig aufgetrieben, und wird durch viele hinter einander liegende Schichten gebildet. Es besteht hier aus vielen Häuten, die man häufig durch vorsichtigen Druck von einander trennen kann. Die Zellen theilen sich abwechselnd nur in zwei Richtungen, und bilden daher eine einfache Schicht, wenn sie auch nicht immer mathematisch in der gleichen Fläche liegen; solche Abweichungen in der Stellung sind indess bei Gattungen, welche viel Gallerte bilden, leicht begreiflich.

Die kugeligen Zellen enthalten homogenes oder feingekörntes Chlorophyll; zuweilen ist dasselbe etwas ölartig und bricht das Licht stark. Das Chlorophyllbläschen und der farblose Raum sind in der Regel deutlich (fig. c, d, e). Der letztere ist der Schwesterzelle zugekehrt. — Die breiten Hüllmembranen, welche die Zellen bilden, bestehen aus einer sehr wasserhaltigen Gallerte, und fliessen daher in eine homogene Masse zusammen, an der man die den einzelnen Generationen angehörigen Portionen nicht unterscheiden kann. — Die eigentliche Zellmembran ist sehr dünn. An den Schwärmzellen sind 2 zarte Wimpern befestigt (fig. f).

Tab. II. C. **T. explanta** Kg.

Dictyosphaerium.

(Tab. II. E.)

Zellen eiförmig mit dicken, zusammenfliessenden Hüllmembranen, zu vielen in freischwimmende, einschichtige, hohlkugelartige (microscopische) Familien vereinigt, je eine an den Enden von zarten Fäden, die vom Mittelpunkt der Familie ausgehen und nach der Peripherie hin sich wiederholt verästeln; Theilung im Anfange einer Generationenreihe in allen Richtungen

des Raumes, nachher bezüglich auf den Mittelpunkt der ganzen Familie in der Regel nur abwechselnd in den beiden tangentalen Richtungen; alle oder je die zweiten Generationen entwickelt.

Typus: *D. Ehrenbergianum* Näg., die einzige bekannte Form.

Das Schwärmen der Zellen habe ich selbst nicht unmittelbar beobachtet; es ist diess wegen des vereinzelten Vorkommens der Familien unter vielen anderen Algen auch nicht leicht möglich. Doch kann daran kaum gezweifelt werden, da von einzelnen Familien stellenweise die Zellen sich abgelöst haben, und man ähnliche Zellen im Wasser schwärmend findet.

Nach dem Schwärmen liegen die Zellen frei. Die Vermehrung beginnt zuerst durch eine Theilung in allen Richtungen des Raumes; dabei bilden die Zellen viel Gallerte. Man findet daher junge Familien von 8 Zellen, welche in einer ovalen Gallertkugel hinter und neben einander liegen (fig. f). Von da an scheint aber die Theilung nur in den Richtungen der Oberfläche der Gallertkugel sich zu wiederholen, denn die Zellen bilden nun fortwährend eine oberflächliche Schicht. Selten sieht man einzelne Zellen innerhalb derselben liegen, was aber wahrscheinlicher Weise nicht daher rührt, dass die Theilung zuweilen auch in radialer Richtung statt hat, sondern eher daher, dass die Zellen mit der Vergrösserung der Kugel nicht immer gleichmässig sich vom Centrum entfernen. Dieselben erzeugen in der Regel durch kreuzweise Theilung vier kleinere Zellen (b, f). Es sind daher nicht alle successiven Generationen einander vollkommen gleich, sondern nur je die zweiten stimmen unter einander überein, indem abwechselnd die Zellen der einen Generation dauernd sind, sich vollkommen entwickeln und viel Hüllmembran bilden, indess die Zellen der andern Generation nur kurze Zeit leben und bloss sich theilen. — Die Familien erreichen eine Grösse von ungefähr $1/40'''$, und bestehen bis ungefähr aus 100 Zellen. Die Vermehrung hört dann auf, und die Zellen lösen sich von der Gallertkugel los (c).

Die Zellen sind oval, und liegen mit ihrem Längendurchmesser parallel der Oberfläche der Familie. Der Inhalt ist homogenes, ölartiges, das Licht stark brechendes Chlorophyll, mit einem Chlorophyllbläschen und einem farblosen Raum, welcher zuerst der Schwesterzelle zugekehrt, nachher aber peripherisch gestellt ist, indess das Chlorophyllbläschen an der nach dem Centrum der Familie gerichteten Seite liegt. — Die dicke Hüllmembran, welche von den Zellen einer Familie gebildet wird, fliesst in eine struc-

turlose Gallerte zusammen, an welcher bloss die äussere Begrenzung, nicht aber die von den einzelnen Generationen herstammenden Portionen erkannt werden.

In der homogenen Gallerte bemerkt man zarte Fäden, welche einem im Innern der Hohlkugel liegenden Netzwerk ähnlich sehen. Bei genauer Untersuchung zeigt sich aber, dass sie nicht netzförmig verbunden sind, sondern von dem Centrum ausstrahlen und sich nach aussen hin verzweigen. Die einzelnen Enden gehen zur Mitte der innern Fläche jeder Zelle. Verfolgt man diese Fäden von aussen nach innen, so bemerkt man, dass zuerst diejenigen von je 2 Schwesterzellen sich in einen Zweig vereinigen, dass dann je 2 Zweige, welche Schwesterzellen der nächstfrühern Generation repräsentiren, sich wieder zu einem Zweige vereinigen u. s. w. (f, g). Leitet man aus diesen Erscheinungen die Genesis der Fäden ab, so ergiebt sich, dass zuerst die 2 Zellen, welche durch Theilung einer Uebergangszelle entstehen, wenn sie sich von einander trennen, durch einen Faden verbunden bleiben, — dass dann ihre zwei Tochterzellen, wenn sie sich von einander entfernen, durch je einen Zweig mit dem Faden der Mutterzelle zusammenhängen, und so fort. So viele Generationen, so viele Verzweigungen. Dabei ist zu bemerken, dass wie die Generationenreihe nicht Glied um Glied gleich verläuft, sondern je zwei Generationen (durch die kreuzweise Theilung) zusammengerückt werden, so auch die Fadenstücke nicht gleich lang sind, sondern dass in der Regel auf ein langes ein kurzes folgt, so dass die Theilung, statt dichotomisch, oft beinahe tetrachotomisch zu sein scheint. — Suchen wir nach Analogieen für diese Fäden, so finden wir sie bei Volvox und bei Gonium pectorale, welche wohl ebenfalls zu den einzelligen Algen gehören; bei diesen beiden Gattungen verbinden sie die neben einander liegenden Zellen direkt. Aehnliche Erscheinungen findet man aber auch zuweilen bei unzweifelhaften Pflanzen. Bei grossen Formen von Chroococcus können die absterbenden Zellen durch einen dünnen Strang vereinigt sein (Tab. I. A. fig. 1, c). Bei Sirosiphonarten sah ich mehrmals die durch breite Hüllmembranen getrennten, lebenskräftigen Zellen durch farblose zarte Fäden verbunden. Die Ursache und die Bedeutung dieser Fäden ist aber noch räthselhaft.

Tab. II. E. **D. Ehrenbergianum**, *Zellen oval, 1/400 bis 1/200''' lang, ungefähr 2/3 so dick: Familien kugelig oder eiförmig, bis 1/30''' gross.* — Zürich, in Gräben.

Oocardium.

(Tab. III. A.)

Zellen wenig zusammengedrückt, von der breiten Seite eikeilförmig, an beiden Enden etwas ausgerandet; einzeln oder zu zwei an den Enden von

dicken, röhrenförmigen, wiederholt verästelten Stielen (welche zusammen ein warzenförmiges incrustirtes Lager bilden); Theilung abwechselnd in zwei Richtungen des Raumes, rechtwinklich zu den Stielen; alle Generationen entwickelt.

Typus: *O. stratum* Näg., die einzig bekannte Art.

Die Zellen liegen an der Oberfläche von incrustirten, halbkugeligen Warzen von 1/3 bis 2/3''' ein Durchmesser und bilden eine einfache dichtgefügte Schicht. Die Warzen (fig. a), welche auf Steinen, Holz und meist auf dem Lager von Inomeria Brebissoniana vorkommen, sind nach dem Mittelpunkt der untern (angehefteten) Fläche strahlig gestreift (fig. b, c, wo ein kleiner Theil vom Durchschnitt einer Warze dargestellt ist). Die Streifen vermehren sich von innen nach aussen stetig. Die Structur kann aber erst durch Behandlung mit verdünnter Salzsäure deutlich gemacht werden. Nach Auflösung des Kalkes erkennt man gallertartige Scheiden, welche sich wiederholt dichotomisch theilen (fig. e, f); die successiven Dichotomieen schneiden sich, wie man zuweilen deutlich erkennt, unter einem rechten Winkel; an dem Ende jedes Zweiges steht eine Zelle oder ein Zellenpaar. Wenn man eine dünne oberflächliche Schicht von einer Warze abschneidet, so sieht man die Zellen in der Regel zu 2 in einer ziemlich engen Blase, welche das scheidenförmige Ende der Stiele ist, eingeschlossen (fig. c; die Zellen liegen hier nicht mehr so nahe beisammen, als in ihrer natürlichen Lage auf den Warzen). Die Zellen theilen sich, bezüglich auf den Mittelpunct des warzenförmigen Lagers, abwechselnd in den beiden tangentalen Richtungen, also immer in zwei nebeneinander, nie in zwei hintereinander liegende Zellen. Nach der Theilung bildet jede der beiden Tochterzellen einen gallertartigen Stiel. Theilung und Stielbildung alterniren fortwährend mit einander. — Oocardium stimmt somit gewissermassen mit Cocconema überein, mit dem Unterschiede jedoch, dass bei dem letztern die Zellen nur in Einer, bei dem erstern abwechselnd in den beiden horizontalen Richtungen sich theilen. Oocardium unterscheidet sich ferner durch die Kürze und Dicke seiner Stiele, welche in Folge dieser beiden Eigenschaften sich zu einem ununterbrochenen Lager zusammenfügen, während sie in Cocconema lang und dünn, und desswegen von einander getrennt sind.

Die Zellen sind ei-keilförmig, oder verkehrt breit kegelförmig, und fast noch einmal solang als breit. Das Querprofil der Zellen ist wenig zusammengedrückt. Das breitere Längenprofil zeigt an der Spitze eine deutliche und an der Basis eine weniger deutliche Ausrandung (fig. g, h). Das schmälere Längenprofil ist mehr oval, und an beiden

Enden abgerundet (fig. h). Die Theilung geschieht durch eine Linie, welche die beiden Ausrandungen des breitern Längenprofils verbindet (fig. i); die Scheidewand schneidet also den Breitendurchmesser unter einem rechten Winkel. Die Tochterzellen dehnen sich dann so aus, dass ihr Breitendurchmesser mit der Scheidewand der Mutterzelle parallel läuft.

Der Inhalt ist grün, mit kleinen Körnern. In der Mitte liegt ein grosses Korn, ohne Zweifel ein mit Stärke gefülltes Chlorophyllbläschen. An der Basis nimmt man zuweilen einen fast farblosen hohlen Raum wahr (fig. h). — Die Zellmembran ist ziemlich dünn; an der Ausrandung der obern und untern Seite zeigt sie sich auf der Durchschnittsansicht warzenförmig verdickt. Man sieht diese Verdickung nur dann deutlich, wenn sich der Inhalt von der Membran zurückgezogen hat (fig. l). Dieselbe hat die Form einer kurzen Faser, welche in der Einkerbung der Endflächen mit dem Dickendurchmesser parallel verläuft. — Die Zellen bilden seitlich und nach oben wenig Hüllmembran (fig. f), viel dagegen an ihrer untern Seite, wodurch die Stiele erzeugt werden. Die Letztern erscheinen an den Gelenken bald schwach gegliedert, bald continuirlich.

Tab. III. A. fig. l. **O. stratum.** *Zellen* $^1/_{110}$ *bis* $^1/_{90}$*''' lang, etwas mehr als halb so breit; Warzen incrustirt.* $^1/_3$ *bis* $^2/_3$*''' dick.* — Zürich, in Bächen. — Die Zellen bilden meist eine dichte Schicht, und können in ihrer Lagerung am besten mit Pflastersteinen verglichen werden.

Stichococcus.

(Tab. IV. G.)

Zellen länglich oder durch gegenseitigen Druck sehr kurz-cylindrisch, mit dünnen Wandungen; einzeln oder in kleine, reihenförmige freiliegende Familien vereinigt; Theilung nur in Einer Richtung; alle Generationen entwickelt.

Typus: *S. bacillaris* Näg. Hieher gehören ferner die Formen *S. minor* Näg. und *S. major* Näg., welche von ersterem aber kaum spezifisch verschieden sind.

Die Zellen sind 1 $^1/_3$ bis 3, 4 und 5 Mal so lang als breit; an den Enden abgerundet oder abgerundet-gestutzt, letzteres, wenn sie sich erst kürzlich von einander trennten. Sie liegen einzeln, oder sind zu 2 und 4, selten mehrere an einander gereiht. — Die Membran ist sehr dünn. Der Inhalt besteht in homogenem Chlorophyll, welches die ganze Zelle grün färbt, oder nur einseitig der Wandung anliegt. Ein Chlorophyllbläschen habe ich noch nicht bemerkt; in grössern Zellen fand ich zuweilen einen

hohlen kugeligen Raum in der Mitte (fig. 2). Schwärmende Zellen sind mir mit Sicherheit nicht bekannt.

Tab. IV. G. fig. 1. **S. bacillaris** (Protococcus b. Näg.), *Zellen* $^1/_{900}$ *bis* $^1/_{800}$''' *dick*, $1^2/_3$ *bis* 3 *Mal so lang.* — Zürich, an feuchten Balken. — Die Zellen sind einzeln, oder zu 2, seltener zu 4 verbunden. Das Lager ist grün und pulverig.

Fig. 2. **S. major**, *Zellen* $^1/_{700}$ *bis* $^1/_{500}$''' *dick*, $1^1/_3$ *bis* $2^1/_2$ *Mal so lang.* — Zürich, auf feuchter, schattiger Erde.

S. minor, *Zellen* $^1/_{2000}$ *bis* $^1/_{1000}$''' *dick*, 2 *bis* 4 *und* 5 *Mal so lang.* — Zürich, mit vorigem.

Hormospora Brébisson.

(Tab. III. B.)

Zellen eiförmig, je zu vielen in einreihige, mit einer weiten Scheide umhüllte, freischwimmende (microscopische) Familien vereinigt; Theilung nur in Einer Richtung; alle Generationen entwickelt.

Typus: *H. mutabilis* Bréb. Dazu gehört als zweite Form *H. minor* Näg.

Die Zellen kommen selten einzeln vor. Sie sind in diesem Zustande zuerst nackt, und darauf von einer ziemlich dünnen und undeutlich begrenzten Hüllmembran umgeben (fig. c). Dieselben theilen sich in zwei Zellen (fig. d), welche sich bis zur Grösse und Gestalt der Mutterzelle ausbilden, und sich dann wieder in gleicher Richtung wie jene theilen (fig. e). Wachsthum und Theilung wechseln nun fortwährend regelmässig mit einander ab. Die Zellen bleiben durch die ausgeschiedene Gallerte, welche die Gestalt einer Scheide annimmt, in eine Familie verbunden. Sie sind darin entweder durch gleiche Zwischenräume getrennt, oder sie sind je zu zweien genähert, oder sie berühren einander unmittelbar (fig. a, b). Die Familien vergrössern sich ohne bestimmtes Mass, so dass man selten die unverletzten Enden der Fäden bemerkt.

Die Zellen sind oval oder länglich; der mittlere Theil ist genau cylindrisch, die Enden sind abgerundet. Die Länge beträgt $1^1/_2$ bis $2^1/_2$ Mal die Dicke. Der Inhalt besteht aus einer vollkommen homogenen Chlorophyllschicht, welche die ganze innere Wandung mit Ausnahme der beiden Pole auskleidet (fig. e, f, i); ebenso ist meist ein schmaler, ritzenförmiger, einseitiger Streifen von Chlorophyll entblösst (in fig. k ist dieser Streifen ganz schmal, in fig. m ist er etwas breiter). Zuweilen ist die Chlorophyllschicht auf ein breites, mittleres Querband reducirt, welches $^3/_4$ bis $^1/_2$ des ganzen Umfanges einnimmt (fig. b), und endlich bildet dasselbe zuweilen bloss noch einen halbkugeligen Klumpen (fig. b, die zwei untern Zellen). Die letztern Zustände scheinen indess

ausschliesslich solchen Zellen anzugehören, welche, keiner Vermehrung fähig, nach und nach ihrem Tode entgegengehen. — Die Chlorophyllschicht liegt seltener überall der Wandung dicht an (fig. e); häufiger sieht man sie auf der einen (fig. k) oder selbst auf beiden Seiten (fig. l, n) in der Mitte von der Membran entfernt und nach einwärts gebogen. Diese Einbiegung der Chlorophyllschicht erinnert an die canalförmige Vertiefung, welche die Chlorophyllbänder bei Spirogyra bilden.

Mitten in der Länge der Zelle liegt an der Wandung ein fast kugeliges Chlorophyllbläschen mit zarter Begrenzung (fig. c, d, e, f, i, m). Dasselbe erscheint bei beiden Ansichten in der Regel nur undeutlich, oft wird es gar nicht bemerkt. Es enthält bloss Chlorophyll; ich sah es in keinem Falle durch Jod sich anders färben, als die Chlorophyllschicht selbst. Das Chlorophyllbläschen liegt der ritzenförmigen Oeffnung der Chlorophyllschicht gegenüber an der Wandung, und bleibt, wenn diese in alten Zellen nach und nach verschwindet, zuletzt noch allein übrig.

Die Chlorophyllschicht mit dem Chlorophyllbläschen ist zuweilen der einzige sichtbare, feste Zelleninhalt. Häufig liegen aber durch das Zellenlumen zerstreut grössere und kleinere farblose Oeltröpfchen mehr oder weniger zahlreich (fig. b, f, g, i, n). Sie färben sich nicht durch Jod, und fliessen durch Alkohol in einen oder wenige Tropfen zusammen.

Bevor die Zellen sich theilen, sieht man beiderseits an der Chlorophyllschicht in der Mitte eine Einkerbung (fig. o), und dann eine Theilung derselben (fig. p). Wenn die Längsspalte zugekehrt ist, so sieht man in diesem Zustande eine kreuzförmige, farblose Ritze (fig. h).

Die Zellmembran ist dünn. Sie wird häufig nur als einfache Linie, zuweilen als Doppellinie gesehen. Die Hüllmembranen der Zellen fliessen in eine meist structurlose Gallerte zusammen, welche von cylindrischer Gestalt und nach aussen scharf begrenzt ist. Bei H. minor ist zuweilen die Scheide undeutlich-gegliedert, oder man erkennt innerhalb der continuirlichen äussern Scheide die weiten, besondern Hüllmembranen der einzelnen Zellen.

Tab. III. B. **H. mutabilis** Bréb. *Zellen* $^1/_{140}$ *bis* $^1/_{120}$''' *dick*, $1^1/_3$ *bis* 2 *Mal so lang; Scheide* $^1/_{50}$''' *dick.* — Zürich, in kleinen Sümpfen.

H. minor, *Zellen* $^1/_{400}$''' *dick*, $1^1/_2$ *bis* $2^1/_2$ *Mal so lang; Scheide* $^1/_{120}$''' *dick.* — Zürich, in Torfgräben.

Nephrocytium.

(Tab. III. C.)

Zellen nierenförmig, je zu 2, 4, 8 oder 16 in weiten, nierenförmigen oder ovalen, freischwimmenden Blasen getrennt liegend, die convexe Seite mit dem Chlorophyllbläschen nach der Peripherie gekehrt.

Typus: *N. Agardhianum* Näg., einzige bekannte Art.

Die Zellen sind in der Regel zu 2, 4, 8 oder 16 in Familien vereinigt; wenn die Zahl, was indess selten der Fall ist, unregelmässig scheint, so sieht man noch die Spuren einer oder mehrerer abgestorbener und verschwindender Zellen. Sie liegen in einer blasenförmigen Gallerte, welche meist eine nierenförmige Gestalt zeigt (fig. d, f, g, h, i). Zuweilen sind die Zellen schraubenförmig angeordnet (fig. a, b, e), so dass die Endansicht einen grünen Ring und das Ende der Spirale zeigt (fig. b). 8 Zellen bilden 3½ bis 4 Umläufe, 4 Zellen bilden deren gegen 3. Im erstern Falle beschreibt die einzelne Zelle einen Bogen von ungefähr 120, im zweiten Falle von 180 Graden. Häufig liegen sie unregelmässig in der Blase (fig. d, f, k). Zwei Zellen liegen zuweilen parallel, zuweilen kreuzweise (fig. g). Vier Zellen sind zuweilen so gestellt, dass je zwei parallel laufen und die beiden Paare ein Kreuz bilden (fig. h). Die regelmässige und zugleich lockere Lagerung findet sich meistens bei kleinern und verhältnissmässig längern Zellen (fig. a, b, e, h), die unregelmässige und zugleich dichtere Lagerung dagegen bei grössern und dickern Zellen (fig. i, k). Es wäre möglich, dass diese Verschiedenheiten zwei Formen begründeten, wahrscheinlicher jedoch, dass es zwei verschiedene Entwicklungszustände der gleichen Form sind, und diess um so mehr, als mit der Grössenzunahme auch eine Ausbildung des Inhaltes verbunden ist.

Das Zerfallen der Familien in die einzelnen Individuen, und die Entwickelung der letztern zu neuen Familien konnte noch nicht beobachtet werden. Aus der reihenförmigen Anordnung der Zellen in den einen Familien ist es indess wohl unzweifelhaft, dass die Vermehrung durch Theilung in Einer Richtung geschieht. Vielleicht ist der in Fig. c gezeichnete Zustand, wo 2 lange fast kreisförmige Zellen in einer Blase liegen, ein Stadium, das sich durch Theilung in Fig. a verwandelt.

Die Zellen sind länglich oder oval, und nierenförmig gekrümmt. Die dünnsten Zellen sind kaum $1/600'''$ dick, und 6 bis 4 Mal so lang; andere sind $1/400$ bis $1/300'''$ dick

und 3 bis 2 Mal so lang; an den dicksten beträgt der Durchmesser $1/200$ bis $1/110'''$ und die Länge 2 bis $1\frac{1}{2}$ so viel. Die convexe Seite der Zellen ist überall, wo dieselben noch einigermassen regelmässig geordnet sind, nach aussen gerichtet. — Der Inhalt der jüngern Zellen ist homogen und schwach gelbgrün, nachher ist derselbe intensiver grün, zuletzt dunkelgrün und körnig (fig. i, k, p); die Körner sind Amylum, Jod färbt den Inhalt dunkelblau. An der convexen Seite der Zelle liegt ein Chlorophyllbläschen, an der concaven Seite ein farbloser Raum (fig. l, m, n, o); beide sind nur zu sehen, so lange der Inhalt homogen bleibt, und werden unsichtbar, sobald die Amylumkörnchen auftreten; zuerst verschwindet der hohle Raum.

Die Zellmembran ist dünn, und an der concaven Seite zuweilen bedeutend zärter als an der convexen (fig. m). In ältern Zellen wird sie dicker (fig. p). Die Hüllmembran, in welcher die Zellen liegen, ist structurlos, und nach aussen entweder bloss scharf abgegrenzt (fig. a — h) oder von einer besondern dichtern, membranartigen Schicht umgeben (fig. i, k).

Tab. III. C. **N. Agardhianum, a. minus** (fig. a — h, l — o), *Zellen $1/200$ bis $1/100'''$ lang, meist $1/4$ bis $1/3$ so dick ($1/600$ bis $1/500'''$), hellgrün, homogen, mit einem deutlichen Chlorophyllbläschen, häufig schraubenförmig angeordnet; Blasen $1/70$ bis $1/40'''$ lang, $1/2$ bis $2/3$ so dick.* — Zürich, in Torfgräben. — Wahrscheinlich die jüngern Zustände der Art.

b. majus (fig. i, k, p), *Zellen $1/110$ bis $1/50'''$ lang, $1/2$ so dick, dunkelgrün, körnig, unregelmässig angeordnet; Blasen $1/40$ bis $1/20'''$ lang, meist $2/3$ so dick.* — Zürich, in Torfgräben. — Wahrscheinlich die ältern Stadien der vorigen.

Mischococcus.

(Tab. II. D.)

Zellen kugelig, je zu 2 oder 4 an den Enden von dünnen, verästelten, angehefteten Stielen beisammen; Theilung nur in Einer Richtung, nämlich in gleicher Richtung mit den Stielen; alle Generationen entwickelt; Schwärmzellen von den Stielen sich ablösend, nach dem Schwärmen sich festsetzend.

Typus: *M. confervicola* (Mycothamnion c. Kg.?), einzige bekannte Art.

Die kugeligen Schwärmzellen setzen sich fest (auf Vaucheria oder Conferva fracta), und bilden an ihrer untern Seite einen kürzern oder längern Stiel (fig. 2, d). Sie theilen sich dann in der Richtung dieses Stieles (durch eine horizontale Wand) in zwei Zellen, welche wieder kugelig werden (fig. 2, f). Die beiden Tochterzellen bilden entweder sogleich jede einen Stiel, oder sie theilen sich abermals, was gewöhnlicher der Fall ist, worauf erst

die Stielbildung eintritt. Bei der weitern Entwickelung wechseln nun fortwährend Theilung der Zellen und Bildung der Stiele ab. Die Verästelung geschieht dadurch, dass die einen Zellen in etwas veränderter Richtung sich theilen, und dann auch in dieser Richtung gestielt werden. Es kann diess auf doppelte Weise erklärt werden, entweder dass in den verschiedenen Generationen die Theilungsaxe räumlich wechselt (wie diess bei Tetraspora, Dictyosphaerium, Apiocystis u. s. w. der Fall ist), — oder dass sie die gleiche bleibt, indess die Zellen durch Verschiebung ihre relative Lage ändern, so dass dieselben physiologisch in gleicher, räumlich in ungleicher Richtung sich theilen (wofür in Gleothece devia [pag. 57] eine schöne Analogie vorhanden ist). Das letztere ist mir das wahrscheinlichere, indem von der Anordnung, wo alle 4 Zellen hintereinander, bis zu derjenigen, wo je 2 und 2 schief neben einander liegen, alle möglichen Zwischenstufen gefunden werden (vgl. fig. 2). Die Möglichkeit einer Verschiebung der Zellen liegt darin, dass sie, wie in Gloeothece, von einer engen Blase umgeben sind, welche sich nicht immer in erforderlichem Masse ausdehnen kann (fig. 2, c). — Wenn die Theilung der Zellen vorwiegt, so findet man je 4 Zellen und mehr an den Enden der Stiele (fig. 2); wenn die Stielbildung vorwiegt, so sind deren in der Regel nur je zwei vorhanden (fig. 1). Die Stiele sind meist dichotomisch verästelt. Die Familien erreichen eine Grösse von $1/40$ bis $1/20'''$. Wenn die Generationenreihe fertig ist, so trennen sich die Zellen von den Stielen und schwärmen. In Fig. 2, b sind alle Zellen der Familie, mit Ausnahme von wenigen, ausgeschwärmt.

Die Zellen sind genau kugelig. Das Chlorophyll bildet zuweilen ein unterbrochenes Wandbeleg, zuweilen erfüllt es mehr oder weniger das Lumen. Selten sieht man den farblosen lateralen Raum; das Chlorophyllbläschen wurde noch nicht beobachtet. — Die Zellen bilden ringsum eine geringe Menge (fig. 2, d, e, f), an ihrer Basis aber eine beträchtliche Menge von Hüllmembran; die letztere stellt die Stiele dar. Diese Stielbildung geschieht in der Regel nur von der untern von je 2 Schwesterzellen, daher die Zellen fast ohne Ausnahme nie einzeln an den Enden der Stiele stehen. Die Strahlen, aus denen die Stiele zusammengesetzt sind, erscheinen meist wie durch Scheidewände von einander getrennt. Wenn man den Bau deutlicher erkennt, so sieht man, dass an den Verästelungsstellen die Stiele keulenförmig angeschwollen sind, und einen hohlen, kugeligen Raum bilden (fig. 2, g). Offenbar haben in diesen Höhlungen früher Zellen gesessen, und wahrscheinlich die gleichen Zellen, die nachher gestielt wurden, und eben durch die Gallertausscheidung an ihrer Basis aus ihren ursprünglichen Hüllmembranen heraustreten mussten. Eine ähnliche Erscheinung, dass die Zellen ihre frühern Hüllen ver-

lassen und diese als vollständige oder unvollständige Höhlungen neben sich liegen lassen, findet man vorzüglich auch bei Gloeocystisarten.

Tab. II. D. **M. confervicola** (Mycothamnion c. Kg.?), *Zellen* $^1/_{500}$ *bis* $^1/_{250}$''' *dick: Familien bis* $^1/_{20}$''' *hoch, meist dichotomisch verästelt.*

Fig. 1. Var. **geminatus**, *Zellen* $^1/_{500}$ *bis* $^1/_{400}$''' *dick, meist zu zweien an den Enden der Stiele; Familien bis* $^1/_{30}$''' *hoch.* — Zürich, in kleinen Teichen an Vaucheria geminata und racemosa.

Fig. 2. Var. **bigeminus**, *Zellen* $^1/_{400}$ *bis* $^1/_{250}$''' *dick, meist zu vieren an den Enden der Stiele; Familien bis* $^1/_{40}$''' *hoch.* — Zürich, an Conferva fracta in Brunnen.

Rhaphidium Kützing.

(Tab. IV. C.)

Zellen nadel- oder spindelförmig, an den Enden spitz, mit dünnen Wandungen; einzeln, oder zu zweien an den Enden, oder zu kleinen, bündelförmigen Familien in der Mitte vereinigt; Theilung nur in Einer Richtung, nämlich in derjenigen der Längenachse (durch eine Querwand); alle Generationen entwickelt und gleich.

Typus: *Rh. fasciculatum* Kg.; ferner gehört zu dieser Gattung *Rh. duplex* Kg. und wahrscheinlich *Rh. minutum* Näg.

Die Zellen sind nadelförmig oder spindelförmig, 3 bis 25 Mal so lang als dick, nach beiden Enden verschmälert und spitz auslaufend, in der Mitte zuweilen etwas verdünnt (fig. 1, m); das Querprofil ist ohne Zweifel kreisförmig. Sie sind zuweilen gerade, häufig gebogen oder Sförmig, seltener doppelt gebogen (fig. 1).

Der Inhalt erscheint homogen grün, mit Ausnahme der beiden Enden, und der Mitte oder auch nur eines halbkugeligen Raumes in der Mitte (fig. 1, i; fig. 2, b). Von Chlorophyllbläschen konnte nichts wahrgenommen werden. Kützing bezeichnet die Zellen fragsweise als gegliedert; ich sah solche scheinbare Gliederung (fig. 1, n), welche durch Oeltröpfchen hervorgebracht wurde und durch Weingeist ganz oder theilweise verschwand, indem das Oel zusammenfloss. — Die Membran ist dünn und glatt.

Die Zellen theilen sich in der Mitte durch eine Querwand, welche bald eine schiefe Lage annimmt (fig. 1, k), und noch schiefer wird dadurch, dass die Tochterzellen gegeneinander in die Länge wachsen (fig. 1, l). Das Wachsthum dauert so lange, bis jede derselben die Länge der Mutterzelle erreicht hat, und sie in gleicher Höhe neben einander liegen. Sie sind entweder mit der ganzen Länge, die Spitzen ausgenommen, verwachsen (fig. 1, m): oder sie berühren einander bloss in der Mitte, indem sie sich schief

kreuzen (fig. 1, d). Die Familie besteht nun aus zwei Zellen. Jede derselben theilt sich wieder in der Mitte. Die Tochterzellen wachsen auf die angegebene Weise in die Länge, und bilden eine viergliederige Familie (fig. 1, b, e). Nachher entsteht eine solche von 8 Individuen u. s. w. Die grössten Familien enthalten nicht mehr als 16 bis 32 Zellen. Entweder sind die letztern ziemlich parallel und bilden eine garbenförmige Familie (fig. 1, a), oder sie kreuzen einander in verschiedenen Richtungen und bilden eine strahlenförmige Familie (fig. 1, c). Die Familien zerfallen zuletzt in die einzelnen Zellen. — Theilung und Familienbildung in der angegebenen Art findet bei Rh. fasciculatum statt. Rh. duplex weicht nach der Beschreibung darin ab, dass die Zellen nach der Theilung nicht vollständig bei einander vorbei wachsen, und daher bloss an den Enden verbunden bleiben, wenn diese Form nicht etwa bloss der in Fig. 1, l gezeichnete Zustand von Rh. fasciculatum ist. — Die Fortpflanzung von Rh. minutum ist mir noch unbekannt.

Die Stellung von Rhaphidium im System ist noch nicht ganz sicher. Die äussere Aehnlichkeit scheint es an Closterium anzureihen. Die Anordnung des Inhaltes spricht indess mehr für die Verwandtschaft mit den Palmellaceen. Die Beobachtung der Chlorophyllbläschen wird darüber am leichtesten entscheiden.

Tab. IV. C. fig. 1. **Rh. fasciculatum** Kg., *Zellen 15 bis 25 Mal so lang als dick; einzeln und zu 2 bis 16 in bündelförmige Familien mit der Mitte vereinigt.* — In Gräben.

Fig. 2. **Rh. minutum**, *Zellen 3 bis 7 Mal so lang als dick, halbmondförmig-gebogen, einzeln.* — Zürich, in Bächen unter andern Algen.

Polyedrium.

(Tab. IV. B.)

Zellen einzeln und freischwimmend, 3 bis 4eckig; Ecken in einer Ebene liegend, oder tetraedrisch gestellt.

Typus: *P. tetraedricum* Näg. Als Formen gehören ferner hieher *P. trigonum* Näg., *P. tetragonum* Näg. und *P. lobulatum* Näg.

Die Form der Zellen zeigt drei Modificationen; sie sind etwas zusammengedrückt mit drei (fig. 1) oder vier Ecken (fig. 2) oder tetraedrisch (fig. 3, 4). Die Ränder sind convex oder concav; die Ecken abgerundet oder wenig vorgezogen, bei einer Form in kurze Läppchen getheilt (fig. 4).

Der Inhalt ist grün, meist etwas körnig, seltener homogen. Er erfülllt das ganze Lumen gleichmässig (fig. 1, d; 3, a, b, c), oder er lässt im Innern einen bis drei hohle Räume, welche seltener die Wandung berühren (fig. 1, 2, 3). Einigemal sah ich im

Centrum ein Chlorophyllbläschen (fig. 3, b). Häufiger treten im Innern (wenn ein mittlerer hohler Raum vorhanden ist, an dem Umfange dieses letztern) 1 bis 4 schön rothe Oeltröpfchen auf (fig. 1, 2, 3, 4); zuweilen haben dieselben auch eine regelmässige Stellung zwischen dem Mittelpunkt und den Ecken (fig. 1, c, d; 3, c, d).

Die Membran ist ziemlich dünn; sie trägt an den Ecken 1 bis 4 Stacheln, bei der gelappten Form so viele, als Läppchen vorhanden sind (fig. 4, b).

Die Fortpflanzung ist noch unbekannt, und die Stellung im System somit unsicher. Einmal sah ich bei der tetraedrischen Form den Inhalt in 4 Partieen getheilt (fig. 3, d); ich bin aber ungewiss, ob diese Erscheinung in irgend einer Beziehung zur Theilung der Zelle steht.

Tab. IV. B. fig. 1. **P. trigonum**, *Zellen etwas zusammengedrückt, dreieckig.* — Zürich, in Gräben unter andern Algen. — Der Durchmesser beträgt $^1/_{160}$ bis $^1/_{80}$'''.

Fig. 2. **P. tetragonum**, *Zellen etwas zusammengedrückt, viereckig.* — Zürich, mit vorigem. — Der Durchmesser beträgt $^1/_{150}$ bis $^1/_{80}$'''.

Fig. 3. **P. tetraedricum**, *Zellen tetraedrisch, mit ungetheilten Ecken.* — Zürich, mit den vorigen. — Der Durchmesser beträgt $^1/_{160}$ bis $^1/_{70}$'''.

Fig. 4. **P. lobulatum** (P. tetraedricum Var. lobulatum Näg.), *Zellen tetraedrisch, mit gelappten Ecken; Lappen farblos.* — Zürich, mit den vorigen. — Der Durchmesser beträgt $^1/_{80}$ bis $^1/_{60}$'''.

Cystococcus.

(Tab. III. E.)

Zellen der Uebergangsgenerationen kugelig, einzeln und freiliegend, mit dünnen Wandungen, vermittelst Theilung in allen Richtungen des Raumes durch eine transitorische Generationenreihe in eine Brutfamilie übergehend, deren Zellen frei werden, indem die Membran der Urmutterzelle entweder platzt oder aufgelöst wird.

Typus: *C. humicola* Näg. Wahrscheinlich gehören zu dieser Gattung noch einige Formen, die an bewässerten oder feuchten Mauern und Bretterwänden, auf feuchter Erde und an nassen Stellen vorkommen, und die man häufig als Protococcus viridis bezeichnet. Auch Microhaloa botryoides Kg. ist wahrscheinlich hieher zu stellen. Die einen dieser Formen schwärmen.

Die Zellen der Uebergangsgenerationen sind anfänglich sehr klein; ihr Durchmesser beträgt $^1/_{1500}$ bis $^1/_{500}$'''. Sie werden allmälig grösser, und sind zuletzt $^1/_{140}$, seltener bis

$^1/_{110}'''$ dick. Dann beginnt die Theilung, welche sich rasch wiederholt (fig. g, h, i, k), bis innerhalb der äussern Wandung eine grosse Menge kleiner Zellen liegen; dieselben sind parenchymatisch, man erkennt die Scheidewände bloss als zarte Linien (fig. l). Nachher werden die Zellen kugelig (fig. m). Die umschliessende Blase (die Membran der ursprünglichen Mutterzelle) wird aufgelöst oder sie platzt, wodurch die Brutzellen, die sich von einander trennen, frei werden.

Die jungen Zellen (der Uebergangsgenerationen) sind homogen grün (fig. b). Man erkennt nachher im Innern, wenig excentrisch, ein Chlorophyllbläschen (fig. c), und darauf einen hohlen und hellern, aber nie farblosen, lateralen Raum (fig. d, e). Vor der Theilung scheint das Chlorophyllbläschen zu schwinden; wenigstens finden sich einige grössere Zellen, an denen man bloss einen hohlen Raum im Innern bemerkt (fig. f). Zuweilen ist der grüne Inhalt ölartig; zuweilen ist er ganz oder theilweise orange oder roth gefärbt. — Die Membran der jungen Zellen erkennt man bloss als zarte umgrenzende Linie, später als schmale Doppellinie.

Schwärmende Zellen konnte ich an C. humicola keine finden, als ich mehrere Tage lang denselben in einer Wasserschüssel aufbewahrte.

Tab. III. E. **C. humicola**, *Zellen bis $^1/_{130}'''$ dick, grün; Brutfamilien aus sehr vielen kleinen Zellen bestehend, in einer engen Blase eingeschlossen.* — Zürich, auf feuchter Erde und an Baumwurzeln in Wäldern. — Das Lager ist dunkelgrün und putverig.

Dactylococcus.

(Tab. III. F.)

Zellen der Uebergangsgenerationen länglich oder spindelförmig, freischwimmend, mit dünnen Wandungen, vermittelst Theilung in den Querrichtungen (durch gerade oder schiefe Längswände) durch eine transitorische Generationenreihe in eine 2, 4 oder 8zellige Brutfamilie übergehend, deren Zellen einzeln schwärmen.

Typus: *D. infusionum* Näg., einzige bekannte Art.

Die Zellen der Uebergangsgenerationen schwärmen; sie sind 4 bis 5 Mal so lang als dick, beiderseits spitz, oder an dem einen Ende stumpf, oder an beiden stumpf (fig. b). Wenn sie zur Ruhe gelangt sind, so dehnen sie sich aus, vorzüglich in die Dicke, so dass sie zuletzt noch $^1/_3$ bis $^1/_2$ so dick sind als lang (fig. c). Dann entstehen

nach einander mehrere Längswände, und die Zelle geht über in eine Familie von 2 bis 8 Brutzellen (fig. d, e, f, g), welche sich von einander trennen und schwärmen.

Der Zelleninhalt ist Chlorophyll, welches die Wandung meist partieenweise, seltener vollständig überzieht, und ein Chlorophyllbläschen. — Die Membran ist sehr zart; man sieht sie bloss als einfache Linie. An den Brutfamilien erkennt man die umschliessende Membran der Urmutterzelle entweder gar nicht, oder nur sehr undeutlich. Von Wimpern konnte ich an Schwärmzellen, nachdem sie durch Jod getödtet waren, nichts wahrnehmen.

Tab. III. F. **D. infusionum**, *Zellen* $^1/_{250}$ *bis* $^1/_{125}'''$ *lang, meist* $^1/_3$ *so dick, grün; Brutfamilien aus 2 bis 8 Zellen bestehend, nicht von einer Blase umschlossen.* — Zürich, in Wasserschüsseln, worin andere Algen und Charen aufbewahrt wurden. — Zuweilen hängen mehrere Zellen mit den Enden zusammen.

Characium A. Braun.

(Tab. III. D.)

Zellen der Uebergangsgenerationen erst klein und länglich, einzeln schwärmend, nachher sich festsetzend und birnförmig werdend, mit dünnen Wandungen; vermittelst Theilung in allen Richtungen des Raumes (oder zuerst einigemal wiederholt in der Längenrichtung) durch eine transitorische Generationenreihe in eine Brutfamilie übergehend, deren Zellen durch eine Oeffnung der Urmutterzelle entleert werden.

Typus: *C. Sieboldi* A. Braun. Dazu gehört als zweite Form *C. Nägelii* A. Braun.

Nur die zweite Form ist mir durch Untersuchung an frischen Exemplaren bekannt. Bei derselben sind die schwärmenden Zellen wenig mehr als $^1/_{1000}'''$ gross, und von länglicher Gestalt. Am vorderen Ende sind 2 Wimpern befestigt, welche ungefähr 3 bis 4 Mal so lang sind als die Zelle selbst (fig. h). Nach dem Schwärmen setzen sie sich mit diesem Ende auf einen Gegenstand fest. Dann wachsen sie in die Länge und Dicke. Die jüngern festsitzenden Zellen sind lineallanzettlich, lanzettlich, elliptisch oder birnförmig (fig. c); die ältern lanzettlich, elliptisch, birnförmig oder verkehrt-eiförmig. Sie haben, ehe die Theilung beginnt, eine Länge von $^1/_{120}$ bis $^1/_{60}'''$. Zuerst bildet sich in der Mitte eine Querwand (fig. e); dann entsteht in jeder Hälfte eine gleiche halbirende Querwand (fig. f, g); zuweilen theilt sich auch noch jedes Viertheil oder einige derselben auf gleiche Weise, so dass 4 bis 8 Zellen hinter einander liegen. Jede derselben theilt sich dann zuerst durch eine senkrechte Wand (fig. h). Der weitere Verlauf der

Zellenbildung ist mir nicht genau bekannt. Wahrscheinlich theilt sich jede Zelle zuerst noch einmal durch eine senkrechte Wand, so dass je 4 Zellen neben einander (um das Centrum gereiht) liegen. Sicher ist es, dass späterhin die Theilung nach allen Richtungen statt findet. Das Lumen der ursprünglichen Zelle ist zuletzt häufig wie mit einem kleinmaschigen, parenchymatischen Gewebe erfüllt (fig. k). Ob dabei die Brutzellen durch das ganze Lumen reichen, oder ob sie sich bloss auf eine wandständige Schicht beschränken, ist mir wegen der Kleinheit der Erscheinungen zweifelhaft geblieben. In einzelnen Fällen, wo die Brutzellen lockerer gelagert sind, ist es deutlich, dass sie nur an der Wandung der Blase liegen (fig. i). In diesem Falle sind dieselben halbkugelig (im Durchschnitt halbkreisförmig und von aussen rund). Diesem Zustande scheint unmittelbar derjenige zu folgen, wo die Zellen sich sowohl von einander als von der Blasenwandung getrennt, und eine längliche oder elliptische Form angenommen haben (fig. l). Darauf platzt die Blase, und die Brutzellen treten heraus, um zu schwärmen (fig. m).

Der Zelleninhalt ist homogen und schön gelbgrün. Wenn es zuweilen scheint, als ob grössere Zellen mit kleinen Körnern erfüllt wären, so sind es die Blasen mit den Brutzellen. Jod färbt den Inhalt braun oder rothbraun; wenn derselbe sich dabei von der Membran zurückzieht, so sieht man, dass diese ungefärbt geblieben ist. — Die Membran ist sehr zart; nur an den grössern Zellen ist sie als schmale Doppellinie zu sehen. An der Basis verlängert sie sich in ein dünnes, $1/1000$ bis $1/600'''$ langes Stielchen.

Tab. III. D. **C. Naegelii** A. Braun, *Zellen bis $1/60'''$ lang und etwa halb so dick; Brutzellen sehr zahlreich in einer Blase, $1/1000$ bis $1/800'''$ gross.* — Zürich, in einem Wassertroge, an Grasblättern.

Ophiocytium.

(Tab. IV. A.)

Zellen (der Uebergangsgenerationen) fadenförmig-cylindrisch, meist gebogen oder zusammengerollt, einzeln und freiliegend, mit dünnen Wandungen, das eine Ende mit einer Stachelspitze.

Typus: *O. apiculatum* Näg. Dazu gehört als zweite Form *O. majus* Näg.

Die Zellen schwimmen frei und einzeln im Wasser. Sie sind anfänglich kurz, so dass die Länge bloss 2 bis 4 Mal die Dicke beträgt; man findet selbst solche, welche nicht länger als dick sind (fig. 2, g). Dann verlängern sie sich sehr beträchtlich, indess sie in der Dicke wenig zunehmen. An ausgewachsenen Zellen übertrifft die Länge 10 bis 40 und selbst bis 80 Mal den Durchmesser. Das vordere Ende ist stumpf und kaum etwas ver-

schmälert, mit einer aufgesetzten Stachelspitze. Das hintere Ende ist wenig verbreitert, und stumpf oder gestutzt; ein einziges Mal fand ich es, wie das vordere, wenig verschmälert und stachelspitzig. Die Zellen sind zuweilen gerade oder nur wenig gebogen (fig. 1, b, c; 2, b), meist jedoch so gekrümmt, dass sie 1 bis 1½, seltener 2 und 3 Umläufe machen (letzteres in Fig. 1, f). Die Windungen sind eben und kreisförmig, oder wenig ansteigend und eng-schraubenförmig.

Der Zelleninhalt besteht aus homogenem Schleim, welcher ganz oder bloss stellenweise grün gefärbt ist. Zuweilen befinden sich darin kleine farblose, kugelige Körnchen, welche durch Jod nicht gefärbt werden, und ohne Zweifel Oeltröpfchen sind. Andere Male ist der ganze Inhalt ölartig-schleimig, und wenig gefärbt oder auch ganz farblos. Bei O. majus bemerkt man fast in allen Zellen, von der Seite meist halbkreisförmige, wandständige Räume, welche hohl zu sein scheinen und eine röthliche (fig. 2, a, d, g, i, k), zuweilen auch, wenn der übrige Inhalt fast farblos und ölartig ist, eine braungrünliche Farbe zeigen (fig. 2, b). Das Chlorophyll tritt bei dieser Form häufig als Längsstreifen auf, welche wandständig sind, und je zu zwei einen hohlen Raum einschliessen, indess der übrige Inhalt wenig gefärbt und ölartig-schleimig ist (fig. 2, d, i).

Die Membran ist an jungen Zellen sehr zart; sie bleibt immer dünn, und kann nur an den ältern Zellen der grössern Form und an den entleerten Zellen der kleinern Form als Doppellinie gesehen werden. Die entleerten Zellen der grössern Form lassen zwei Schichten an der Membran erkennen, wovon die äussere dünner und röthlich, die innere breiter und weisslich erscheint. — Der Stachel endigt bei O. majus meist in ein rundliches Knöpfchen, welches anfänglich farblos (fig. 2, b, g, k), nachher gelblich oder bräunlich ist (fig. 2, c, f, h, l). Zuweilen mangelt das Knöpfchen ganz (fig. 2, a). Der Stachel ist zuerst gerade (fig. 2, k), zeigt jedoch in seinem Verlaufe über oder unter der Mitte meist eine scheinbare Gliederung (fig. 2, l); nachher ist er bis zu dieser Stelle zurückgebrochen (fig. 2, h, f, e); zuletzt fällt der obere Theil ab (fig. 2, m). Zuweilen ist der ganze Stachel zurückgebogen (fig. 2, i).

Die Stellung dieses merkwürdigen Gebildes im System ist noch sehr zweifelhaft, da zur vollständigen Kenntniss mehreres mangelt. Ein Chlorophyllbläschen habe ich noch nicht auffinden können. Die Fortpflanzung ist noch unbekannt. Ein Zustand, den ich ein einziges Mal gesehen und in Fig. 1, b gezeichnet habe, scheint darauf zu deuten, dass die Zellen durch wiederholte Theilung in der Längenrichtung (durch Querwände) in eine Brutfamilie übergehen, deren Zellen entleert werden. Inhaltslose Zellen (fig. 1, c) findet man häufig; sie öffnen sich dadurch, dass das hintere Ende abbricht (fig. 2, c).

Es scheint, als ob die jungen Zellen nicht schwärmen, wenigstens habe ich mehrmals Colonieen von 4 bis 8 jungen Zellen beobachtet (fig. 1, d, e), welche, wenn sie vorher geschwärmt hätten, nicht auf diese Weise sich wieder hätten zusammenfinden können. — Die Zellen von Ophiocytium entstehen oft in ungeheurer Menge; ich habe O. majus im Frühjahr zahllos an halbfaulen Blättern von Phragmites in einem kleinen Sumpfe gefunden. Bei monatelanger Cultur konnte ich jedoch keine Vermehrung daran wahrnehmen.

Tab. IV. A. fig. 1. **O. apiculatum**, *Zellen* $^1/_{500}$ *bis* $^1/_{350}$''' *dick, bis* $^1/_{20}$ *und* $^1/_{10}$''' *lang.* — Zürich, in Gräben. — Im Inhalte ist ausser kleinen, kugeligen Körnchen, welche zuweilen vorkommen und wahrscheinlich Oeltröpfchen sind, keine Structur bemerkbar. Die Membran an inhaltslosen Zellen ist etwa $^1/_{4000}$''' dick. Der Stachel am Ende hat eine Länge von $^1/_{2000}$ bis $^1/_{200}$'''.

Fig. 2. **O. majus**, *Zellen* $^1/_{250}$ *bis* $^1/_{150}$''' *dick, bis* $^1/_8$ *und* $^1/_4$''' *lang.* — Zürich, in kleinen Sümpfen. — Die grössten Individuen erreichen eine Länge von $^1/_2$'''. Im Inhalte finden sich kleine hohle, wandständige, meist röthlich gefärbte Räume. Die Membran an entleerten Zellen ist etwa $^1/_{2000}$''' dick. Der Stachel am Ende hat eine Länge von $^1/_{300}$ bis $^1/_{90}$''', und trägt meist ein Knöpfchen an seiner Spitze.

Scenodesmus Meyen.

(Tab. V. A.)

Zellen der Uebergangsgenerationen länglich oder spindelförmig mit dünnen Wandungen, zu 2, 4 oder 8zelligen, aus einer oder zwei Querreihen bestehenden Familien parenchymatisch vereinigt; vermittelst Theilung in einer oder in zwei Richtungen durch eine transitorische Generationenreihe in eine von den übrigen Schwesterfamilien sich trennende Brutfamilie übergehend.

Typus: *S. obtusus* Meyen. Zu dieser Gattung gehören ferner *S. caudatus* Kg., *S. acutus* Meyen, und *S. pectinatus* Meyen.

Die Zellen treten nie einzeln auf, sondern sind immer zu Familien vereinigt. Selten sind die Familien 2-, meist 4- und etwas weniger häufig 8zellig. Die Zellen berühren sich mit der Seitenfläche, und liegen, wenn sie eine einzige Reihe darstellen, gewöhnlich in gleicher Höhe (fig. 2), zuweilen abwechselnd höher und tiefer (fig. 1, c), oder alle ungleich hoch in einer schiefen Reihe (fig. 1, d). Nicht selten liegen 8 Zellen in zwei Querreihen, und alterniren regelmässig mit einander, so dass jeder Intercellularraum von einer Zelle der andern Reihe ausgefüllt wird (fig. 1, e, k); oder es bleibt jederseits ein Zwischenraum frei (fig. 1, f); oder es bleiben jederseits deren zwei frei (fig. 3, c);

oder es sind an der einen Reihe ein oder zwei Zwischenräume in der Mitte frei, so dass die andere Reihe getrennt ist (fig. 3, b).

Die Zellen sind anfänglich verhältnissmässig klein, und nehmen alle in gleichem Masse beträchtlich an Grösse zu. An den Familien indess findet keine Veränderung statt, indem die Zellen weder ihre ursprüngliche Lage ändern, noch sich theilen.

Wenn die Zellen ausgewachsen sind, so beginnt die Theilung gewöhnlich in allen Zellen einer Familie zu gleicher Zeit, und wiederholt sich so rasch ein oder zwei Male, dass jene in der Regel nur als ungetheilt oder nach der vollständigen Theilung gesehen werden. Eine der beiden Endzellen, oder in einem achtzelligen Täfelchen auch wohl beide, bleiben zuweilen noch längere Zeit ungetheilt (fig. 1, m). Die ursprüngliche Zelle theilt sich zuerst in zwei (fig. 1. l), jede dieser wieder in zwei Zellen, und zuweilen jede der letztern noch einmal. Entweder sind alle Scheidewände mit dem Längendurchmesser der Urmutterzelle parallel; dann entsteht eine einzige Querreihe (fig. 2, e); — oder die erste Scheidewand schneidet denselben unter einem fast rechten Winkel (fig. 1, i), die folgenden Wände sind dagegen mit demselben parallel; dann entstehen zwei Querreihen (fig. 1. m).

Die junge Familie ist anfänglich in der Membran der Urmutterzelle eingeschlossen fig. 2, e). Die letztere wird aufgelöst, und die Brutfamilie macht sich frei. Selten findet man die jungen Familien noch einige Zeit durch die verdünnte Gallerte verbunden, welche bei der Auflösung der Zellmembranen erzeugt wird (fig. 1, g; von 8 Zellen haben sich hier 6 in je 8 Zellen getheilt; 2 sind ungetheilt geblieben). — Wie es scheint, findet die Theilung nur in der Fläche der Täfelchen statt, sodass also die Zellenbildung in allen successiven Familien nur in den Richtungen der gleichen Fläche sich bewegen würde. Es sprechen dafür die Ansichten, welche die Theilung immer darbietet. Die jungen Familien liegen zwar in Fig. 1, g nicht in einer Fläche; allein es ist diess ohne Zweifel Folge von Verschiebung, welche vor der vollständigen Trennung eintritt. Uebrigens sind die Brutfamilien in der Höhlung der Urmutterzelle gekrümmt, und auch im Alter sind sie in der Regel immer noch etwas gebogen (fig. 1, b). — Die jungen Familien bestehen aus der regelmässigen Zellenzahl 2, 4, 8. Alte Familien scheinen zuweilen aus 3, 5, 6, 7 Zellen zusammengesetzt; allein es ist diess immer nur eine Folge davon, dass eine oder mehrere Zellen abgestorben sind. Man sieht in der Regel mehr oder weniger deutliche Rudimente davon.

Die Zellen sind länglich, an beiden Enden entweder abgerundet oder spitz; der Längendurchmesser beträgt 2 bis 4 Mal die Dicke; das Querprofil ist kreisförmig. — Der

Inhalt ist in jungen Zellen ein schwach-grüner, homogener Schleim, welcher nachher intensiver gefärbt und feinkörnig, ins Alter dunkelgrün und grobkörnig wird. In absterbenden Zellen verschwindet das Chlorophyll. Jede Zelle besitzt ein Chlorophyllbläschen und einen farblosen hohlen Raum, beide in der Mitte oder etwas seitlich von der Mitte. Häufig sind beide deutlich zu sehen, zuweilen nur das eine oder andere, in den jüngsten, sowie in den ältern Zellen, welche viel körnigen Inhalt besitzen, oft gar keines. Chlorophyllbläschen und farbloser Raum haben in Rücksicht auf die Familie eine bestimmte Stellung. In zweizelligen Täfelchen ist das erstere der Scheidewand abgekehrt, der letztere zugekehrt. In 4- und 8zelligen einreihigen Täfelchen liegen die Chlorophyllbläschen aller Zellen in jeder Hälfte nach aussen, die farblosen Räume nach innen (fig. 1, h; 2, d). In zweireihigen Täfelchen zeigen sie in allen Zellen einer Reihe gleiche, in den verschiedenen Reihen entgegengesetzte Lage, und zwar so, dass in derjenigen Reihe, welche rechts vorspringt, auch die Chlorophyllbläschen rechts liegen, und umgekehrt (fig. 1, k; 3, c). Die Stellung des Chlorophyllbläschens und des hohlen Raumes richtet sich also nicht, wie diess gewöhnlich sonst bei den Palmellaceen der Fall ist, nach der Scheidewand der Mutterzelle, sondern nach dem Centrum der ganzen Familie (also nach der Scheidewand der Urmutterzelle), indem dieser die hohlen Räume zugekehrt, die Chlorophyllbläschen abgekehrt sind. — Einen Kern, den ich früher in den Zellen von Scenodesmus zu sehen glaubte, finde ich bei genauerer Kenntniss der Erscheinungen nicht mehr.

Die Zellmembran ist dünn, zuweilen an den Enden der Zellen in zarte Stacheln verlängert. Die Anordnung der letztern gehört ebenfalls zu den Erscheinungen, welche nicht von der einzelnen Zelle, sondern von der ganzen Familie abhängen. Meist tragen bloss die zwei Endzellen eines Täfelchens Stacheln. Tritt die Stachelbildung in grösserm Masse auf, so trifft sie zuerst die nächst liegenden Zellen, und schreitet dann nach der Mitte fort, doch so, dass an dem einen Seitenrande des Täfelchens nur die eine Hälfte, an dem andern Seitenrande nur die andere Hälfte der Zellen bewimpert ist (fig. 2); in c ist diese einseitige Bewimperung der Hälften vollständig. Selten geht die Stachelbildung über die Mitte hinaus, sodass zuletzt alle Zellen an beiden Enden bewehrt sind; im letztern Falle indess trägt je die eine Seite einer Hälfte nur kurze Dörnchen (fig. 2, d). Selten kommt es auch vor, dass die beiden Endzellen noch einen dritten Stachel in der Mitte besitzen (fig. 2, b).

Tab V. A. fig. 1. **S. obtusus** Meyen, *Zellen mit stumpfen, abgerundeten Enden, unbewehrt.*

Fig. 2 **S. caudatus** Kg., *Zellen mit stumpfen abgerundeten Enden, bloss die äussern oder auch die innern mit zarten, gebogenen Stacheln bewehrt.* — Die Endzellen tragen an jedem Ende einen Sta-

chel, selten einen dritten in der Mitte des äussern Randes; die innern Zellen sind unbewehrt, oder nur an einem oder auch an beiden Enden wie die Randzellen bewaffnet.

Fig. 3. **S. acutus** Meyen, *Zellen mit spitzen Enden, unbewehrt.* — Hieher gehört wohl auch *S. pectinatus* Meyen.

Pediastrum Kützing.

Zellen (der Uebergangsgenerationen) wenig zusammengedrückt, mit dünnen Wandungen, in 4, 8, 16, 32 oder 64zellige, gänzlich oder fast einschichtige, scheibenförmige Familien parenchymatisch vereinigt.

a) Pediastrum.

(Tab. V. B. 1, 2, 3.)

Familien einschichtig, Randzellen (zuweilen auch die innern) zweilappig.

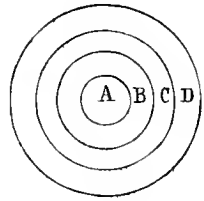
Typus: *P. Boryanum* Kg. Ferner gehören zu dieser Untergattung wohl alle bisher zu Pediastrum gerechneten Formen. Einzig möchte von dem Typus vielleicht *P. simplex* Meyen (Micrasterias Coronula Ehrenb.) abweichen, so viel sich aus Beschreibung und Abbildung schliessen lässt.

Die Zellen sind zu 2, 4, 8, 16, 32 oder 64 in Familien vereinigt. Diese Zahlen sind in jungen Familien ohne Ausnahme constant. Ins Alter dagegen können dieselben eine oder mehrere Zellen verlieren, und dadurch scheinbar unregelmässig werden. Diese Zellen trennen sich nicht von den übrigen los, sondern sie sterben ab, und verschwinden theilweise oder ganz; sie scheinen von äussern Einflüssen, wahrscheinlich meist durch kleine Wasserthierchen verletzt zu werden. Man findet sie in allen Stadien der Auflösung, und wenn sie ganz verschwunden sind, so ist wenigstens noch die Stelle erkennbar, wo sie fehlen. — Die Zellen sind zu einschichtigen Täfelchen dicht zusammengefügt, welche eine meist kreisförmige oder doch ziemlich runde Gestalt besitzen, in der Anordnung der Zellen aber ziemlich von einander abweichen. Von 4 Zellen berühren sich entweder alle (fig. 3, c) oder nur zwei in der Mitte. Von 8 Zellen liegt meist eine in der Mitte, und wird von den 7 andern kreisförmig umgeben (fig. 1, d; 3, f); weniger häufig sind 2 mittlere von 6 äussern umgeben (fig. 1, c; 3, d); seltener ist eine Zelle von 6 äussern kreisförmig umstellt, und die achte befindet sich ausserhalb des Kreises (fig. 3, a); noch seltener ist die Anordnung ganz unregelmässig (fig. 3, e). Von 16 Zellen ist in der Regel eine im Centrum, umgeben von einem innern 5- und einem äussern 10zelligen Kreis

(fig. 1, f; 2, a, b); zuweilen werden 4, 5 oder 6 innere Zellen von 12, 11 oder 10 äussern umgeben (fig. 1, a), wobei sie in zwei Kreise geordnet sind; seltener ist die Anordnung ganz unregelmässig (fig. 3, b). 32 Zellen sind meistens so gestellt, dass eine centrale Zelle von einem innern Kreise von 5, einem mittlern von 10 und einem äussern von 16 Zellen umschlossen ist (fig. 1, b); weniger häufig bestehen diese drei Kreise aus 5, 11 und 15 oder aus 6, 10 und 16 (fig. 2, c) Zellen; zuweilen sind 5 innere Zellen umgeben von zwei Kreisen von 11 und 16 (fig. 1, e), oder 6 Zellen sind von 11 und 15 oder von 10 und 16 Zellen umschlossen; zuweilen ist die Anordnung theilweise oder ganz unregelmässig. 64 Zellen lassen häufig keine regelmässige Anlagerung der Zellen erkennen; zuweilen sind 2 oder 3 äussere concentrische Zellenkreise vorhanden, indess die innern Zellen ohne Regel liegen; seltener kann man bis zum Centrum die concentrische Anlagerung verfolgen; dann wird eine Mittelzelle umschlossen von 4 Kreisen von 6, 13, 19, 25 oder von 7, 13, 19, 24 Zellen; zwei Mittelzellen sind von 8, 13, 18, 23 oder von 7, 12, 19, 24 (fig. 1, g), oder von 7, 13, 19, 23 Zellen, drei Mittelzellen sind von 8, 13, 18, 22 Zellen umgeben u. s. w. — Die Formen der Untergattung Pediastrum haben im Ganzen eine entschiedene Neigung zu concentrischer Anordnung der Zellen. So bilden 4 Zellen einen, 8 zwei, 16 drei, 32 vier und 64 Zellen fünf Kreise. Wenn diese concentrische Stellung gestört wird, so geschieht diess häufiger in grössern als in kleinern Familien, und häufiger im Innern als an der Peripherie. [1])

---

[1]) Da die Zellen in einem Täfelchen ziemlich gleiche Grösse haben, und ihre Zahl genau bestimmt ist, so wird sich geometrisch bestimmen lassen, welche Zahlenverhältnisse für die einzelnen Kreise die natürlichsten sind. In dem beigefügten Schema bezeichnet A den Raum für die Centralzelle, B, C, D die Räume für die concentrischen Zellenkreise. Wenn die radialen Dimensionen der Zellen vollkommen gleich gross sind, so ist der Durchmesser von A $1/3$ so gross, als der Durchmesser des Kreises A + B, $1/5$ von dem DM. des Kreises A + B + C, $1/7$ von dem DM. des Kreises A + B + C + D. Wenn daher der Flächeninhalt von A = 1, so ist derjenige von B = 8, von C = 16, von D = 32 (es sei d der Durchmesser von A, so ist der Quadratinhalt von A = $\frac{\pi d^2}{4}$, von A + B = $\frac{9 \pi d^2}{4}$, von A + B + C = $\frac{25 \pi d^2}{4}$, von A + B + C + D = $\frac{49 \pi d^2}{4}$). Es sollte daher der innerste con-



	A	B	C	D
8 :	1 +	7	—	—
16 :	1 +	5 +	10	—
32 :	1 +	5 +	10 +	16

Die Zellen sind anfänglich verhältnissmässig sehr klein, und werden nachher bedeutend grösser, ohne dass eine Veränderung weder in der Zahl noch in der Stellung statt findet. Die Fortpflanzung ist zwar noch nicht beobachtet, aber höchst wahrscheinlich die nämliche wie in Scenodesmus. Dass dieselbe durch wiederholte Theilung geschehe, beweisen die Zellenzahlen 4, 8, 16, 32, 64, aus denen die Täfelchen bestehen. Dass die Theilung sich rasch wiederhole und dass ein ganzes Täfelchen als Brutfamilie in einer Urmutterzelle entstehe, beweist erstlich der Umstand, dass die kleinsten Täfelchen nicht grösser sind, als die einzelnen Zellen der ausgebildeten, ferner dass die kleinsten Täfelchen schon vollzählig sind und dass späterhin nie mehr Theilung der Zellen statt findet.

Durchschnittlich sind die beiden Durchmesser der Zellen in der Fläche der Täfelchen ziemlich gleich gross; an den Randzellen wiegt häufiger der tangentale etwas über den radialen Durchmesser vor, wenn die Lappen kurz, umgekehrt, wenn sie verlängert sind. Die Dicke der Zellen ist in der Regel etwas geringer als die Breite. Die innern Zellen sind, von der Fläche angesehn, polygon, die Randzellen kurz-zweilappig (fig. 1); oder die innern Zellen sind undeutlich zweilappig, die Randzellen mit zwei langen Lappen versehen (fig. 2, a, c); oder endlich sind sowohl die innern als die Randzellen durch eine tiefe Einfaltung der Membran zweilappig, die Lappen der Randzellen keilförmig und buchtig-ausgerandet (fig. 3).

Die Täfelchen sind entweder vollkommen parenchymatisch, oder sie sind stellenweise durchbrochen. Letzteres ist meistens da der Fall, wo die innern Zellen mehr oder weniger deutlich zweilappig sind, indem zwischen den Lappen jeder Zelle eine Oeffnung sich befindet; aber diese Oeffnungen können auch in den Ecken auftreten, wo die Zellen zusammenstossen. Wenn die Stellung der Zellen in den Täfelchen regelmässig ist, so sind auch die Durchbrechungen sehr regelmässig. Pediastrum Selenaea mit 16 Zellen hat in der Regel 6 grosse und 8 kleine Oeffnungen; die grossen werden durch je 3, die kleinen durch je 2 Zellen gebildet (fig. 2, a); zuweilen mangeln die kleinen und es sind

---

centrische Kreis 8, und jeder folgende einmal mehr Zellen enthalten, als der nächst innere. Da aber die Zellen für jede Familie auf 8, 16, 32 limitirt sind, so nähern sich der geometrischen Genauigkeit am meisten die beigefügten Zahlen (1, 7 = 1, 5, 10 = 1, 5, 10, 16), wobei zu bemerken ist, dass die Zunahme des Zellendurchmessers in tangentaler Richtung durch eine Abnahme des radialen Durchmessers ausgeglichen werden muss. Diese Zahlen sind aber nicht bloss die natürlichsten, sondern sie kommen auch weitaus am häufigsten vor. Für 8 Zellen ist 2 + 6 viel naturwidriger und auch viel seltener. Für 16 Zellen ist mir eine andere streng concentrische Anordnung nicht bekannt. Für 32 Zellen ist 1 + 5 + 11 + 15 weniger naturgemäss und auch weniger häufig.

bloss die 6 grossen vorhanden (fig. 2, b, e). Täfelchen der gleichen Art mit 32 Zellen zeigen in der Regel 11 grössere, zwischen 3 Zellen liegende und 18 kleinere zwischen 2 Zellen liegende offene Zwischenräume (fig. 2, c, f).

Der Inhalt der jungen Zellen ist ein homogener und schwach grünlich gefärbter Schleim; später wird er intensiver gefärbt und körnig; zuletzt ist der Inhalt dunkelgrün und grobkörnig. In jeder Zelle liegt ein Chlorophyllbläschen; in den ganz jungen, sowie in den alten Zellen ist es meist undeutlich oder unsichtbar. Es liegt ziemlich in der Mitte der Zellen oder wenig nach innen von der Mitte (fig. 1, 2); bei P. Rotula befindet es sich dagegen an der dem Ausschnitte entgegengesetzten Seite (fig. 3). Bei P. Boryanum sah ich einmal den Inhalt strahlenförmig um das Chlorophyllbläschen angeordnet. Häufig sieht man hohle Räume in dem grünen Inhalte, bei P. Rotula einen oder zwei nach aussen von dem Chlorophyllbläschen (fig. 3, d, e), bei P. Boryanum und P. Selenaea zwei bis sechs rings um dasselbe (fig. 2, 3). Die Zellen enthalten zuweilen auch Oel, welches bei Anwendung von Jodtinktur deutlich wird, indem die Oeltröpfchen in dem braungefärbten Inhalt farblos bleiben; ihre Stellung ist dann oft sehr regelmässig (fig. 3, f). — Die Membran der jungen Zellen ist sehr dünn; in ältern Zellen wird sie dicker und zuletzt röthlich (fig. 2, f). An den Randzellen bildet die Membran häufig Stacheln, welche aber immer farblos bleiben. P. Rotula hat an jeder Randzelle 4 zarte Stacheln (fig. 3, c, d), wovon die beiden seitlichen oder alle vier zuweilen unsichtbar sind (fig. 3, e). Die übrigen Arten besitzen deren nicht mehr als zwei, je einen an dem Ende eines Lappens (fig. 1, i); dieselben können auch mangeln (fig. 2, f). Zuweilen sind sie am Ende in ein Köpfchen verdickt (fig. 1, h).

Tab. V. B. fig. 1. **P. Boryanum** Kg., *Lappen der Randzellen spitz, zugespitzt oder in einen Stachel endigend; Familien ohne Durchbrechungen.* — Hieher gehört auch *P. crucialum* Kg. — Die Lappen sind allmälig- und lang-zugespitzt, oder sie sind kurz, dreieckig, mit einem aufgesetzten Stachel; die Einschnitte zwischen den Lappen sind bald spitz, bald stumpf oder abgerundet.

Fig. 2. **P. Selenaea** Kg., *Lappen der Randzellen spitz, zugespitzt oder in einen Stachel endigend; Familien zwischen den Zellen durchbrochen.* — Hieher gehören auch *P. simplex* Kg. und *P pertusum* Kg. — Lappen und Einschnitte variren auf ähnliche Weise wie bei voriger. Die Durchbrechungen sind grösser und kleiner; jene kommen nur an bestimmten Stellen vor, und sind immer vorhanden; diese finden sich zwischen allen Zellen (fig. a, c) und können auch mangeln (fig. b).

Fig. 3. **P. Rotula** Kg., *Lappen der Randzellen durch einen tiefen und schmalen Ausschnitt breitkeilförmig oder viereckig, am äussern Rande leicht buchtig-vertieft, und mit zwei zarten Stacheln bewehrt; innere Zellen ebenfalls mit einem gleichen tiefen und schmalen Ausschnitte versehen.* — Jede Zelle ist mit 4 zarten kleinen Stacheln bewehrt, welche aber nicht immer deutlich gesehen werden.

b) Anomopedium.

(Tab. V. B. 4.)

Familien einschichtig oder stellenweise zweischichtig; Randzellen nicht gelappt.

Typus: *P. integrum* Näg., die einzige bekannte Form dieser Untergattung.

Die Familien sind anfänglich 4, 8, 16, 32 und 64zellig. Ins Alter werden sie durch Absterben einzelner Zellen defekt. Die Anordnung der Zellen ist sehr manigfaltig und häufig unregelmässig. Sie sind meistens so gestellt, dass man nach einer oder nach zwei oder auch nach drei Richtungen parallele gerade Reihen deutlich unterscheiden kann, wobei gewöhnlich die successiven Reihen um eine Zelle zu- oder abnehmen (fig. a, b, c, e, f, g, l; für 16 Zellen ist am häufigsten die in fig. b gezeichnete Stellung). Eine concentrische Anordnung, welche bei der Untergattung Pediastrum die Regel bildet, kommt hier nur ausnahmsweise vor. Nicht selten geschieht es aber, dass nicht alle Zellen in der gleichen Fläche liegen, sondern dass etliche auf der Mitte der Zellschicht eine zweite Schicht bilden. In Fig. h, i, k sind Familien von 8, 16 und 32 Zellen in den beiden Ansichten gezeichnet; in der 8zelligen liegen 2, in der 16zelligen 3, in der 32zelligen 6 Zellen auf der Schicht, welche die übrigen bilden.

Die Zellen sind anfänglich sehr klein; eine ganze Familie ist wenig grösser als eine vollkommen entwickelte Zelle. Die Familien sind im kleinsten Zustande schon vollzählig, eine Theilung der einzelnen Zellen findet an ihnen nicht statt. Es sprechen auch hier wie bei der Untergattung Pediastrum die gleichen Gründe für die Annahme, dass die Fortpflanzung eine ähnliche sei wie in Scenodesmus. — Die Zellen sind in der Fläche der Familien polygon, meistens sechseckig; die beiden Durchmesser stimmen in der Regel ziemlich genau mit einander überein. Die Dicke ist wenig geringer als die Breite. Die Randzellen sind nach aussen abgerundet oder stumpf-eckig.

Der Zelleninhalt ist im jugendlichen Zustande grüngelblich und homogen, oder mit kleinen dunklen Körnchen gemengt. Mit dem Wachsthum der Zellen färbt er sich intensiver, und ist zuletzt dunkelgrün und körnig. — Die Membran ist früherhin ebenfalls sehr zart; sie wird nach und nach dicker. Zuletzt ist sie röthlich (fig. 4, m, n). Die Randzellen besitzen zwei kurze Stacheln, von denen einer oder beide sehr kurz und

warzenförmig werden oder ganz verschwinden können. Dieselben bleiben immer farblos (fig. m, n).

Tab. V. B. fig. 4. **P. integrum**, *Randzellen abgerundet oder stumpfeckig, meist mit zwei kurzen, starken Stacheln; Familien zwischen den Zellen nicht durchbrochen.* — Zürich, an nassen Felsen. — Die entwickelten Zellen sind $1/100$ bis $1/80'''$ gross; sie liegen meist in parallelen Reihen; zuweilen bilden einige derselben eine zweite kleinere Schicht an der Mitte der Hauptschicht.

Coelastrum.

(Tab. V. C.)

Zellen (der Uebergangsgenerationen) polygon, mit dünnen Wandungen, in einschichtige, hohlkugelartige, netzförmig-durchbrochene (microscopische) Familien parenchymatisch vereinigt, nach aussen in einen oder mehrere Lappen vorgezogen.

Typus: *C. sphaericum* Näg. Zu dieser Gattung gehört noch die Art *C. cubicum* Näg.

Bei C. sphaericum (fig. 1) besteht eine Familie aus 25 bis 40 Zellen; sie ist kugelig oder eiförmig-kugelig. Die Zellen bilden eine einfache, von 3, 4, 5 oder 6eckigen leeren Maschen durchbrochene Schicht; die Maschen sind etwas grösser als die Zellen, und an einer Kugel in der Zahl von 13 bis 22 vorhanden. Jede Zelle ist im tangentalen Profil sechseckig, mit abwechselnd breiten und schmalen Seiten, wovon die breiten an die leeren Maschen, die schmalen an andere Zellen angrenzen (fig. c). Die nach innen gerichtete Fläche der Zellen ist wenig gebogen; die äussere Fläche ist conisch, und am Ende stumpf-abgerundet oder gestutzt (fig. b).

Bei C. cubicum (fig. 2) besteht jede Familie aus 8 Zellen, welche würfelförmig zusammengestellt sind. Das Innere des Würfels ist hohl; an jeder Seite desselben, d. h. zwischen je 4 Zellen befindet sich eine viereckige leere Masche (fig. b). Jede Zelle ist im Querprofil (welches gesehen wird, wenn ein Eck des Würfels zugekehrt ist [fig. d]) sechseckig, mit abwechselnd breitern, an eine leere Masche grenzenden, und schmalen, an eine andere Zelle anstossenden Seiten (die mittlere Zelle in Fig. d). Die drei schmalen mit Zellen verbundenen Seiten können als ganz kurze innere Fortsätze der Zelle betrachtet werden. Ihnen opponirt, doch etwas näher beisammenliegend, trägt jede Zelle an ihrer äussern freien Fläche drei schmale meist farblose Fortsätze oder kurze gestutzte Lappen. Man sieht je nach der Lage der Zellen einen, zwei oder alle drei. — In Fig. b

sieht man den Würfel von einer Fläche, in Fig. c von einer Kante, in Fig. d von einer Ecke.

Der Zelleninhalt ist grün, homogen oder feingekörnt. In jeder Zelle liegt meist in der Mitte, seltener seitlich ein Chlorophyllbläschen mit scharfem, dunklem Umriss. — Die Membran ist dünn. Bei C. cubicum sieht man ausserhalb derselben eine noch schmälere Schicht von Hüllmembran (Intercellularsubstanz), welche sowohl die freien Zellflächen überzieht als auch in den Scheidewänden eine trennende Schicht bildet (fig. 1, d).

Die Fortpflanzung von Coelastrum ist noch unbekannt, und somit ist auch die Stellung im System noch nicht ganz sicher. Es hat habituelle Aehnlichkeit sowohl mit Hydrodictyon, als mit den durchbrochenen Formen von Pediastrum. Doch scheint die Verwandtschaft mit der letztern Gattung sowohl wegen der Form der Zellen und wegen der Zusammenstellung derselben, als besonders wegen des Inhaltes grösser zu sein.

Tab. V. C. fig. 1. **C. sphaericum**, *Zellen* $^1/_{140}$''' *dick, im tangentalen Durchschnitt sechseckig, nach aussen conisch-vorgezogen; Familien kugelig oder eikugelig, vielzellig, bis* $^1/_{25}$''' *gross.* — Zürich, in Torfgräben.

Fig. 2. **C. cubicum**, *Zellen* $^1/_{120}$''' *dick, im tangentalen Durchschnitt sechseckig, nach aussen in drei kurze gestutzte Ecken vorgezogen; Familien würfelförmig, achtzellig.* — Zürich, in Torfgräben.

Sorastrum Kützing.

(Tab. V. D.)

Zellen (der Uebergangsgenerationen) keilförmig, buchtig-ausgerandet oder zweispaltig, etwas zusammengedrückt, mit dünnen Wandungen, zu kleinen kugeligen, einschichtigen, soliden Familien strahlenförmig vereinigt, mit den schmalen Enden im Centrum verwachsen.

Typus: *S. echinatum* Kg. Dazu gehört ferner eine andere Form *S. spinulosum* Näg.

S. echinatum mit »zweispaltigen« Zellen ist mir unbekannt; die Gattung kann daher hier nur nach der zweiten Form beurtheilt werden. Hier sind je 8 oder 16 Zellen zu einer freischwimmenden Kugel vereinigt. Zuweilen kommen Doppelkugeln vor. Die Zellen sind etwas zusammengedrückt und breit dreieckig; die Spitzen aller Zellen hängen im Centrum der Kugel mit einander zusammen. Die beiden äussern Ecken sind abgerundet, die äussere Seite buchtig-ausgerandet oder fast gerade.

Der Inhalt ist homogen oder körnig, und grün gefärbt. Mitten in der Zelle liegt ein Chlorophyllbläschen; nach aussen davon wird zuweilen ein hohler Raum wahr-

genommen (fig. d). — Die Membran ist sehr dünn. Sie verlängert sich an jeder der beiden äussern Ecken in zwei zarte Stacheln, so dass also jede Zelle 4 derselben trägt.

Die Fortpflanzung ist nicht bekannt. Zelleninhalt, Stacheln, die feste Verbindung der Zellen, und ihre regelmässige Zahl lassen aber auf eine grosse Verwandtschaft mit Pediastrum und Scenodesmus schliessen.

Tab. V. D. **S. spinulosum**. *Zellen* $^1/_{140}$*''' lang, fast eben so breit und etwas weniger als halb so dick, dreieckig mit abgerundeten Ecken und vertieftem äusserm Rande, an jeder Ecke mit zwei kleinen zarten Stacheln; Familien kugelig, 8- und 16 zellig.* — Zürich, in Gräben und Torfmooren.

Desmidiaceae.

Einzellige Algen ohne Spitzenwachsthum und ohne vegetative Astbildung; Inhalt paarig, bestehend in freiem Chlorophyll, welches in der Mitte durch ein Kernbläschen unterbrochen ist, und in jeder Zellenhälfte ein oder mehrere Chlorophyllbläschen enthält; Membran nicht kieselhaltig; Fortpflanzung durch Theilung, in einzelnen (Uebergangs-) Generationen durch Copulation.

Zu dieser Ordnung gehören die Gattungen (Kützing's) Pithiscus, Closterium, Stauroceras, Euastrum, Phycastrum, Hyalotheca, Bambusina, Isthmosira, Didymoprium, Desmidium, Trichodictyon, und Formen von Palmogloea.

Die Desmidiaceen unterscheiden sich von den Chroococcaceen, welche (spangrünes oder orangegelbes) Polychrom ohne Farbbläschen enthalten, durch den Chlorophyllinhalt, in welchem zwei oder mehrere Chlorophyllbläschen liegen. Von den Diatomaceen sind sie ebenfalls durch den Inhalt verschieden, welcher in dieser Ordnung ein braungelber Farbstoff ist, der durch Salzsäure meist blaugrün, und nur beim Absterben der Zelle grün gefärbt wird; ferner durch die Membran, welche bei den Diatomaceen kieselhaltig, bei den Desmidiaceen ohne Kieselgehalt, aber dennoch ziemlich fest ist, so dass auch bei der letztern Ordnung zuweilen scharfe Kanten und ebene Flächen vorkommen, wie sie bei der erstern als Regel vorhanden sind. Von den Palmellaceen sind die Desmidiaceen vorzüglich durch die morphologische Beschaffenheit des Inhaltes zu unterscheiden; bei den erstern ist nur Ein Chlorophyllbläschen vorhanden und die Anordnung somit unpaarig; bei den letztern liegt im Centrum ein Kern und alles übrige ist paarig; in jeder Hälfte liegt wenigstens Ein Chlorophyllbläschen. Von den Protococcaceen und Exococcaceen durch die Fortpflanzung verschieden, weichen die Desmidiaceen überdem von allen fünf genannten Ordnungen einzelliger Algen dadurch ab, dass einzelne (Uebergangs-) Individuen sich copuliren.

Mehr als mit irgend einer andern Algenordnung sind die Desmidiaceen mit den Zygnemaceen verwandt. Die Formation des Zelleninhaltes ist ganz ähnlich; die Copulation ist die nämliche. Die Differenz liegt nur darin, dass die Individuen in der einen Ordnung einzellig, in der andern mehrzellig sind.

Als die charakteristische Eigenthümlichkeit der Desmidiaceen unter den einzelligen Algen muss besonders das Prinzip der Paarigkeit, oder die Tendenz, die Zelle aus zwei gleichen Hälften zu bilden, hervorgehoben werden. Schon in der Gestalt ist diese Eigenthümlichkeit ausgedrückt; seltener ist die Zelle kurz cylindrisch oder spindelförmig oder stabförmig; gewöhnlich sind an ihr durch eine leichte Furche oder durch eine tiefe Einschnürung zwei Hälften mehr oder weniger gesondert. Diese Hälften sind an und für sich sehr verschiedenartig gestaltet; die Gestalt wird am besten durch Längen- und Querprofile ausgedrückt; das Querprofil ist kreisförmig, zusammengedrückt, oder polygon (d. h. mit 3 bis 6 Ecken oder Strahlen); das Längenprofil ist rechteckig, halbkreisförmig, oval, dreieckig, oder gelappt.

Im Centrum der Zelle liegt ein ziemlich grosses Kernbläschen mit einem Kernchen (Cylindrocystis, Closterium, Dysphinctium, Euastrum); es gleicht dem centralen Kerne der Zygnemaceen vollkommen. Der structurlose, mit Chlorophyll gefärbte Schleim ist in der Regel in der Mitte unterbrochen. Mit Ausnahme von einer Gattung (Cylindrocystis) erscheint es bei keiner andern als formlos, sondern in einer sehr bestimmten und für die Gattung oder Art constanten Form ausgeprägt, und zwar in der Regel als Bänder, welche selten wandständig, gewöhnlich aber so gestellt sind, dass der eine Rand nach der Achse, der andere nach der Peripherie gekehrt ist. Auf dem Querschnitt erscheinen die Bänder bei kreisförmigem Profil vollkommen radienförmig und gleich. Ist das Querprofil zusammengedrückt, so liegt in der Zellenhälfte entweder nur ein durch die Achse gehendes Band, oder 4 gebogene gleiche oder 8 gebogene ungleiche Bänder, von denen je 2 nach aussen convergirend ein Paar bilden und (bei 8 Bändern) zwei gegenüberliegende gleiche Paare dem langen Querdurchmesser, zwei andere Paare dem kurzen Querdurchmesser entsprechen. Ist das Querprofil 3- bis 6eckig, so geht von dem Centrum des Durchschnittes nach jedem Eck ein Paar gebogener, nach aussen convergirender Bänder. Die Chlorophyllbänder sind nur dann recht deutlich, wenn der Raum zwischen denselben leer (mit wasserheller Flüssigkeit gefüllt) ist. Zuweilen ist derselbe aber mit Stärkekörnern, oder Oeltröpfchen, oder kleinen dunkeln Körnchen, die meist Molecularbewegung zeigen, oder sonst mit körnigem Inhalte mehr oder weniger dicht angefüllt (besonders in Zellen, die sich nicht theilen): dann sind die Bänder undeutlich oder unsichtbar.

In jeder Zellenhälfte liegt ein Chlorophyllbläschen ziemlich in der Mitte der Achse, oder zwei neben derselben, oder eine Reihe in der Länge der Achse. Wenn die Chlorophyllbänder wandständig sind, so liegen auch die Bläschen an der Wand und zwar an den Bändern. In einigen Arten von Closterium und Euastrum sind die Chlorophyllbläschen noch nicht gefunden. Anfänglich enthalten dieselben bloss einen grünen Schleim, später sind sie dicht mit Stärkekörnern gefüllt, die in der Regel als eine homogene Masse sich darstellen.

Die Membran ist von mässiger Dicke und ziemlich fest; sie hat einen sehr complizirten Bau, der nicht selten an denjenigen der Pollenkörner und Sporen erinnert. Die Wandung ist eben, oder buchtig erhöht und vertieft; sie ist glatt, oder mit Längsstreifen (linienförmigen Verdickungen der Wandung), oder mit warzenförmigen Erhabenheiten, welche zum Theil durch Ausbiegungen der Wandung, zum Theil durch Verdickung derselben hervorgebracht werden, besetzt; zuweilen ist sie stellenweise mit Stacheln bewehrt, selten ganz mit dünnen Haaren besetzt. Die buchtigen Erhabenheiten, die Streifen, die Warzen, die Stacheln und Haare haben gewöhnlich eine regelmässige Anordnung, welche sich vorzüglich nach den Hauptrichtungen der Zelle (Achse, langem und kurzem Querdurchmesser, Lappen) richtet. Ausserdem bemerkt man zuweilen Poren (verdünnte Stellen) zwischen den Warzen oder an der ganzen Oberfläche. Selten sind die Zellen von einer breiten Hüllmembran umgeben, welche hier von den Poren abgesondert wird.

Bei der Fortpflanzung theilen sich die Zellen in 2 Zellen. Die Theilung geschieht nur in Einer Richtung. Nach der Theilnng vervollständigt sich jede Hälfte dadurch, dass sie eine neue gleiche Hälfte bildet, was man vorzüglich schön bei den zweitheiligen Arten sehen kann. Die Individuen leben vereinzelt oder in Familien. Die Familien sind Zellenreihen, in denen die Zellen mit breiten Endflächen an einander stossen. Die Hüllmembran stellt sich hier, wenn sie vorhanden ist, als Scheide dar; sie wird nur von der Seitenfläche ausgeschieden. — Einzelne Individuen copuliren sich; dadurch werden die Generationenreihen von einander geschieden. Zwei Zellen erzeugen einen Samen, eine kugelige oder viereckige Zelle, welche den Inhalt beider Zellen in sich aufgenommen hat. Die Entwickelung dieses Samens ist unbekannt. Es ist fast undenkbar, dass er ohne weitere Veränderung zu einem normal gebauten Individuum sich entwickele, da er nicht nur überhaupt ein Mal mehr Inhalt als ein gewöhnliches Individuum, sondern auch die characteristischen Bläschen in doppelter Anzahl besitzt. So fand ich bei Euastrum rupestre in den Samen immer 4 Chlorophyllbläschen, indess die normalen Individuen deren

nie mehr als 2, in jeder Hälfte eines, enthalten. — Bewegung findet sich bloss bei spindelförmigen Formen, als langsames Fortrücken.

Die Fortpflanzungsverhältnisse der Desmidiaceen sind, nicht bloss unter den einzelligen Algen, sondern unter den Pflanzen überhaupt so exceptionel, dass sie verdienen noch besonders hervorgehoben zu werden. Die Zellenbildung ist die nämliche wie in den Zygnemaceen, Theilung und Copulation; bei der letztern Ordnung ist aber die Theilung vegetativ, die Copulation reproduktiv, bei den Desmidiaceen sind beide reproduktiv. Es kann daher zwischen diesen zwei Ordnungen bloss eine Analogie in dem morphologischen Process der Zellenbildung, nicht in ihrer physiologischen Bedeutung gesucht werden. — Es findet sich nun eine doppelte reproduktive Zellenbildung zwar auch bei einigen andern einzelligen Algen, aber nur bei solchen mit Verästelung und Spitzenwachsthum, nämlich bei den Vaucheriaceen; wir können hier mit Recht zwischen Fortpflanzung und Vermehrung unterscheiden, und jene als die wesentliche, diese als die zufällige Art, neue Individuen zu erzeugen, betrachten. Bei den Vaucheriaceen findet die Fortpflanzung an dem gleichen Individuum wiederholt statt, dasselbe kann mehrere oder viele Keimzellen erzeugen; die Fortpflanzung genügt somit vollkommen für die Erhaltung der Art, und die Vermehrung kann ohne Schaden mangeln; — das gleiche Verhältniss zwischen Fortpflanzung und Vermehrung findet sich bei den mehrzelligen Pflanzen. Bei den Desmidiaceen zeigt sich dagegen die merkwürdige Erscheinung, dass zwei Individuen zusammen durch die Copulation nur Ein Tochterindividuum erzeugen können, weil sie mit derselben zu existiren aufhören. Wollte man nun, was nahe zu liegen scheint, die Copulation für Fortpflanzung, die Theilung für Vermehrung nehmen, so würde man zugleich aussprechen, dass bei den Desmidiaceen die Fortpflanzung an und für sich zur Vernichtung der Art führe, weil sie jedesmal die Individuenzahl vermindert, und dass die Vermehrung nothwendig und wesentlich sei. Wollte man umgekehrt die Theilung als Fortpflanzung, die Copulation als Vermehrung betrachten, so würde das einerseits der Analogie widersprechen, anderseits die Vermehrung zu einer Verminderung stempeln. — Theilung und Copulation gehören beide somit zwar gewiss der Reproduction an, stehen aber in einem noch räthselhaften Verhältniss zu einander, für welches es keine Analogie giebt.

Pleurotaenium.

(Tab. VI. A.)

Zelle einzeln, verlängert, an den Polen abgestutzt, in der Mitte mit einer leichten ringförmigen Furche; Querprofil kreisförmig; in jeder Hälfte mehrere grüne Längsbänder, welche an der Wandung liegen, in jedem Bande eine Reihe von Chlorophyllbläschen.

Typus: *P. Trabecula* (Closterium Trabecula Ehrenb.). Zu dieser Gattung gehören ferner wahrscheinlich die Formen *P. sceptrum* (Clost. s. Kg.) und *P. truncatum* (Clost. t. Bréb.).

Die einzeln- und freischwimmenden Zellen sind 8 bis 25 Mal so lang als dick, gerade oder leicht gebogen, in der Mitte ringsum leicht eingeschnürt, und entweder von der Mitte an allmälig etwas schmäler oder nach den Enden keulenförmig verdickt. Die Pole sind breit gestutzt. Neben der mittleren Einkerbung sieht man zuweilen jederseits noch eine oder zwei schwächere Einkerbungen.

An der Wandung liegen bei P. Trabecula (fig. a, b) 6 bis 7 grüne Längsbänder, gerade oder etwas hin und hergebogen, mit wellenförmigen Rändern, durch schmale, farblose Streifen von einander geschieden. Zuweilen sieht man, dass sich die Bänder der beiden Hälften in der Mitte nicht berühren (fig. d); meist ist dieses jedoch undeutlich. An den Polen convergiren dieselben, lassen aber ebenfalls einen kleinen leeren Raum zwischen sich (fig c). Das Chlorophyll der Bänder ist ziemlich homogen. In jedem Band einer Zellenhälfte liegen 7 bis 9 Chlorophyllbläschen, welche nach innen etwas über das Niveau des Bandes vorragen (fig. c, d). In jedem der beiden Zellenenden befindet sich meist ein kugeliger Haufe von kleinen schwarzen, mit Molecularbewegung begabten Körnchen (fig. b, c), zuweilen deutlich in einem hohlen blasenförmigen Raume eingeschlossen. Das Kernbläschen wurde noch nicht gesehen. — Von der Fortpflanzung ist bloss die Theilung, die Copulation dagegen noch nicht beobachtet worden. — Die Membran ist dünn, an den Polflächen etwas dicker (fig. b); zuweilen scheint es, als ob sie daselbst concav vertieft sei (fig. c). Ausserhalb der eigentlichen Membran liegt eine weiche, nach aussen undeutlich oder körnig-begrenzte Hüllmembran, ungefähr doppelt so dick als die erstere (fig. c, d).

Tab. VI. A. **P. Trabecula** (Closterium. T. Ehrenb.). — In Gräben und Sümpfen (bei Zürich).

Closterium Nitzsch.

Zellen einzeln, spindelförmig, ohne ringförmige Furche; Querprofil kreisförmig; in jeder Hälfte mehrere grüne Längsbänder, welche auf dem Querschnitt strahlenförmig und gleichmässig-vertheilt vom Centrum zur Peripherie gehen.

Diese Gattung bleibt vorläufig noch eine künstliche, da für die Untergattung Netrium, welcher wahrscheinlich der Rang einer besondern Gattung gebührt, die hinreichenden Merkmale zur Begründung wegen unvollständiger Erkenntniss noch mangeln.

a) Closterium.

(Tab. VI. C.)

Zellen verlängert-spindelförmig, gebogen; in jeder Hälfte mehrere in der Achse liegende Chlorophyllbläschen und mehrere grüne Längsbänder, welche auf dem Querschnitt strahlenförmig, gerade und gleichmässig-vertheilt vom Centrum zur Peripherie gehen.

Typus: *C. Lunula* Nitzsch. Zu dieser Untergattung gehören ferner die Formen *C. moniliferum* Ehrenb., *C. Leibleini* Kg., *C. acuminatum* Kg., *C. tenue* Kg., *C. parvulum* Näg., *C. Dianae* Ehrenb., *C. lanceolatum* Kg., *C. acerosum* Ehrenb., *C. attenuatum* Ehrenb., *C. striolatum* Ehrenb., *C. lineatum* Ehrenb., *C. turgidum* Ehrenb., *C. decussatum* Kg.; und wahrscheinlich einige andere der bisher zu Closterium gestellten Formen.

Die einzeln und frei schwimmenden Zellen sind 4 bis 30 und mehr Mal länger als breit, und mehr oder weniger gebogen, so dass sie zwischen einem kurzen Kreisbogen und einem vollständigen halben Kreise schwanken. Von der Mitte an sind sie nach den beiden spitzen oder stumpfen Enden meist allmälig verdünnt.

Im Centrum der Zelle liegt ein helles Kernbläschen, mit einem dichten centralen Kernchen (fig. 1, a; fig. 2, f). In jeder Hälfte befinden sich drei oder mehrere (bis 15) Chlorophyllbänder, deren innerer Rand die Achse, der äussere die Wandung berührt. Man kann sich von diesem Verhalten schon durch eine Vergleichung der verschiedenen Focalansichten und durch das Rollen der Zellen überzeugen. Den vollständigen Beweis erhält man aber, wenn es gelingt, dieselben senkrecht zu stellen, wo dann die Querschnitts-

ansicht 3 bis 15 grüne, radienförmig vom Centrum zur Peripherie gehende Streifen zeigt (fig. 1, b, c; fig. 2, c). Die grünen Bänder reichen bis nahe an die Mitte, wo zwischen den beiden grünen Hälften ein farbloser Zwischenraum bleibt (fig. 1, a; fig. 2, a); der innere Rand reicht meist bis an das Kernbläschen, der äussere bedeckt dasselbe theilweise. Die Enden der Zelle sind auf eine grössere oder kleinere Strecke farblos. In jeder Hälfte liegen von 2 bis 22 Chlorophyllbläschen, sie bilden in der Achse eine einfache Reihe. In den kleinsten Individuen von C. parvulum findet sich zuweilen nur Ein Chlorophyllbläschen in einer Hälfte (fig. 2, b).

In den farblosen Enden, in der Regel da wo die Chlorophyllbänder aufhören, liegt in dem Schleiminhalte ein hohler Raum, welcher kleine schwarze Körnchen in Molecularbewegung enthält. Dieser Raum ist meist kugelig, zuweilen länglich oder unregelmässig; zuweilen bewegen sich die Körnchen in dem ganzen farblosen Ende, seltener in der ganzen Zelle.

Die Membran ist dünn, und glatt oder der Länge nach gestreift; die Streifen sind linienförmige Verdickungen der Membran. Es ist wahrscheinlich, dass alle Formen gestreift, dass aber die Streifen nur bei den einen mit den jetzigen Vergrösserungen sichtbar zu machen sind, denn auch bei den glatten Arten kommen Zustände vor (wenn in abgestorbenen und inhaltslosen Zellen die Membran sich gelb färbt), wo die Streifung erkennbar wird.

Die Fortpflanzung geschieht durch Theilung und durch Copulation, welche in der Art statt finden soll, dass zwei Individuen sich mit der convexen Seite an einander legen, aufspringen, und den Inhalt heraustreten lassen. Der Inhalt der beiden Zellen bildet eine einzige oder zwei kugelige Zellen.

Die beiden Hälften einer Zelle sind in der Regel ganz gleich, so dass sie in ihrer Form und im Inhalte übereinstimmen. Nur so lange besteht eine namhafte Verschiedenheit, als die eine Hälfte nicht vollkommen entwickelt ist (fig. 2, c). Namentlich passen die Bänder der beiden Hälften genau aufeinander. Dagegen zeigt sich die Zahl der Chlorophyllbläschen, besonders wenn sie grösser ist, häufig nicht ganz gleich. Auch die Membran ist häufig etwas verschieden, indem an abgestorbenen und inhaltslosen Zellen die eine Hälfte zuweilen intensiver gefärbt und die Streifung an ihr deutlicher ausgeprägt ist als an der andern, oder indem die eine Hälfte gefärbt und gestreift, die andere farblos und glatt ist (fig. 2, g).

Tab. VI. C. fig. 1. **C. moniliferum** Ehrenb. — In Gräben und Sümpfen (bei Zürich).

Fig. 2. **C. parvulum**, *Länge* $^1/_{50}$ *bis* $^1/_{20}$''' *(selten* $^1/_{11}$'''*), Dicke* $^1/_6$ *bis* $^1/_{12}$ *der Länge; mondsi-*

chclartig, nicht bauchig, allmälig verdünnt, spitzlich; Membran glatt. — Zürich, in kleinen Sümpfen. — In jeder Hälfte 2 bis 4, seltener nur 1 oder bis 7 Chlorophyllbläschen, und 4 bis 5 Chlorophyllbänder; die Krümmung der ganzen Zelle beschreibt 1/4 bis 1/2 von der Peripherie eines Kreises; an inhaltslosen Zellen ist die Membran zuweilen braungelb und zart gestreift.

b) Netrium.

(Tab. VI. D.)

Zellen spindelförmig, gerade; in jeder Hälfte mehrere grüne, am äussern Rande gezackte Längsbänder, welche auf dem Querschnitt strahlenförmig und gleichmässig-vertheilt vom Centrum zur Peripherie gehen, und daselbst sich in zwei Schenkel theilen.

Typus: *C. Digitus* Ehrenb., einzige bekannte Art dieser Untergattung.

Die einzeln und freischwimmenden Zellen sind ungefähr 4 Mal so lang als breit, gerade und von der Mitte nach den breit und stumpflich-gestutzten Enden etwas verschmälert.

Im Centrum der Zelle liegt ein helles Kernbläschen mit einem dichten centralen Kernchen (fig. b, g). In jeder Zellenhälfte sind 6 oder 8 Chlorophyllbänder befindlich, deren innerer Rand die Achse, der äussere die Wandung berührt. Der äussere Rand erscheint bei der Längenansicht gezackt (fig. a, b, h); zuweilen sind je zwei bis vier schmale Zacken in einen Lappen vereinigt (fig. c, g). Die Zacken stehen mit einem verbreiterten Ende auf der Membran. Die Querdurchschnittsansicht (wenn die Zellen senkrecht stehen) zeigt 6 oder 8 strahlenförmig vom Centrum zur Peripherie gehende grüne Streifen, welche sich nach aussen in je zwei Schenkel spalten (fig. e, f). Die Chlorophyllbänder erscheinen an der zugekehrten Fläche der horizontal liegenden Zellen nicht als continuirliche Streifen, sondern als Reihen von breiten dunklern Punkten (in Fig. h sieht man drei solcher Reihen). Diese Punkte sind aber nicht etwa die Zacken der Bänder, sondern die Vertiefungen zwischen je zwei Zacken der Längenansicht (fig. h am Rande) und den beiden Schenkeln eines Strahles der Queransicht (fig. f), welche durch die eigenthümliche Lichtbrechung dunkel erscheinen. Ich schliesse das daraus, 1) weil gerade so viele Reihen von Punkten vorhanden sind als Bänder, und nicht etwa doppelt so viel, wie es sonst wegen der Spaltung der Bänder in je zwei Schenkel (fig. f) der Fall sein müsste, 2) weil bei langsamer Drehung der Zellen die Ausbuchtungen der Bänder in die Punkte wirklich überzugehen scheinen. — Die Chlorophyllbänder schliessen mit ihren innern

Rändern nicht vollkommen; wenigstens gibt es Ansichten, wo in der Achse ein heller Streifen sichtbar wird. In der Mitte der Zelle bedecken sie zum Theil noch das Kernbläschen, so dass oft nur ein schmaler Querstreifen zwischen den beiden Hälften farblos bleibt, und greifen an den beiden Endflächen mit ihren Zacken meist bis an die Wandung, lassen aber daselbst einen hohlen Raum zwischen denselben (fig. g, h). — Chlorophyllbläschen konnten noch nicht wahrgenommen werden. Zuweilen treten im Innern zwischen den Bändern Oeltröpfchen auf (fig. b). — Die Membran ist dünn und glatt.

Die Zellen pflanzen sich durch Theilung fort; man findet daher nicht selten ungleichhälftige Zellen. Copulation ist noch nicht beobachtet.

Tab. VI. D. C. **Digitus** Ehrenb. — In Gräben und Sümpfen (bei Zürich, Einsiedeln).

Mesotaenium.

(Tab. VI. B.)

Zellen einzeln, länglich, an den Polen abgerundet, ohne ringförmige Furche; Querprofil fast kreisförmig; in jeder Hälfte ein centrales Chlorophyllbläschen und ein grünes Längsband, welches durch die Zellenachse geht und mit den Rändern die Wandung berührt.

Typus: *M. Endlicherianum* Näg., einzige bekannte Form.

Die einzeln und freischwimmenden Zellen sind 3 bis 4 Mal länger als breit, und fast so dick als breit. Die Seitenränder sind ziemlich gerade, die Pole abgerundet.

Durch die ganze Länge der Zelle geht ein homogenes oder feinkörniges Chlorophyllband, das quer durch das Lumen ausgespannt ist und sich rings an die Wandung anlehnt. Wenn man daher die Zelle von der einen Seite ansieht, so erscheint sie hellgrün (fig. a—f); von der andern Seite angesehen, zeigt sie einen intensiver gefärbten, in der Achse liegenden Längsstreifen (fig. a, d). — Das Chlorophyllband hat anfänglich genau die Gestalt der Zelle (fig. c, d); später wird es beiderseits in der Mitte eingekerbt (fig. e), und trennt sich dann in zwei Hälften, worauf die Theilung der Zelle statt findet. — Die jungen Zellen enthalten nur Ein Chlorophyllbläschen in dem einen Brennpunkt der länglichen Zelle (fig. f, a); später bildet sich in dem andern Brennpunkt (im Centrum der andern Hälfte) ein zweites, das erst klein ist, und auch nachher bei vollkommener Ausbildung sich noch einige Zeit durch den schwächern Umriss auszeichnet (fig. b). In einigen Zellen bleiben die Chlorophyllbläschen immer unsichtbar. — Ein Kernbläschen wurde noch nicht beobachtet. — Die Membran ist dünn und glatt.

Die Fortpflanzung geschieht durch Theilung; die jungen Zellen hängen noch einige Zeit zusammen (fig. f). Copulation ist noch nicht beobachtet.

Mesotaenium hat die meiste Aehnlichkeit mit Cylindrocystis; es ist aber durch die Anordnung des Inhaltes ausgezeichnet, welche nur unter den Zygnemaceen bei Mougeotia eine Analogie findet.

Tab. VI. B. **M. Endlicherianum**, *Länge* $1/70$ *bis* $1/50'''$, *DM.* $1/250$ *bis* $1/200'''$; *die beiden Ränder des Längenprofils ziemlich gerade; Membran ganz glatt.* — Zürich.

Dysphinctium.

Zellen einzeln oder getrennt, an den Polen abgerundet, in der Mitte mit einer leichten ringförmigen Furche; Querprofil kreisförmig oder oval; in jeder Hälfte ein centrales oder zwei neben dem Mittelpunkt liegende Chlorophyllbläschen.

Die Zellen sind $1\frac{1}{2}$ bis $2\frac{1}{2}$ Mal so lang als breit, an den Polen abgerundet. Rings um den Aequator verläuft eine Einfurchung der Membran, welche bis auf $1/6$ oder höchstens $1/5$ des halben Durchmessers beträgt. Sie scheidet die Zelle in zwei gleiche Hälften. Im Centrum jeder Hälfte liegt ein Chlorophyllbläschen, oder es befinden sich deren zwei neben dem Centrum, eines rechts und eines links davon, im breiten Meridian, und in gleicher Entfernung von der Mitte der Zelle. Diese Gattung ist eine künstliche; sie vereinigt mehrere Typen, welche aus Mangel an vollständigen Untersuchungen noch nicht als selbstständige Gattungen aufgestellt werden konnten, und hier als Untergattungen folgen.

a) Actinotaenium.

(Tab. VI. E.)

Zellen oval-spindelförmig; Querprofil kreisförmig; in jeder Hälfte ein centrales Chlorophyllbläschen und mehrere grüne Längsbänder, welche auf dem Querschnitt strahlenförmig, gerade und gleichmässig-vertheilt vom Centrum zur Peripherie gehen.

Typus: *D. Regelianum* Näg., einzige bekannte Form dieser Untergattung.

Die einzeln und frei liegenden Zellen sind ungefähr 2 Mal so lang als breit, oval-spindelförmig oder ellipsoidisch, an den Enden abgerundet, durch eine leichte, oft kaum angedeutete oder auch ganz mangelnde Einfurchung in zwei Hälften gesondert.

Im Centrum der Zelle liegt ein helles Kernbläschen mit einem dichten centralen Kernchen (fig. e). Im Centrum jeder Hälfte befindet sich ein Chlorophyllbläschen. Um dasselbe stehen 6 Chlorophyllbänder, deren innerer Rand der Achse zugekehrt und frei ist, in der Mitte aber das Chlorophyllbläschen berührt, und deren äusserer Rand sich an die Wandung anlegt. Die Queransicht (wenn die Zellen senkrecht stehen) zeigt das centrale Chlorophyllbläschen und 6 von demselben strahlenförmig nach der Peripherie gehende grüne Streifen (fig. e). Die Bänder der beiden Hälften sind in der Mitte durch einen farblosen Querstreifen getrennt. — Neben den Chlorophyllbändern treten zuweilen Oeltröpfchen auf, welche öfter so zahlreich sind, dass jene nicht mehr unterschieden werden (fig. d). Zuweilen ist auch das Lumen mit dunkelgrünem, körnigem Inhalte gefüllt, so dass die Bänder unsichtbar sind (fig. a). — Die Membran ist dünn und glatt. An inhaltslosen Zellen erkennt man constant in der Mitte eine Verdickung, die als ein ringförmiges Band um den Aequator verläuft (fig. f). Häufig wird auch an jedem Pol eine warzenförmige Verdickung beobachtet.

Die Zellen vermehren sich durch Theilung; nicht selten findet man ungleichhälftige Zellen, deren jüngere Hälfte noch nicht vollständig ausgebildet ist (fig. c). Copulation ist noch nicht beobachtet.

Tab. VI. E. **D. Regelianum**, *Länge* $^1/_{66}$ *bis* $^1/_{58}$'''*, Dicke halb so gross; Furche kaum bemerkbar; Längenprofil elliptisch; Membran ganz glatt; in jeder Hälfte* 6 *Bänder.* — Luzern, an nassen Felsen.

b) Calocylindrus.

(Tab. VI. F.)

Zellen cylindrisch oder wenig zusammengedrückt, mit Ausnahme der schmalen ringförmigen glatten Furche überall mit kleinen warzenförmigen Ausbuchtungen der Membran bedeckt; in jeder Hälfte ein oder zwei Chlorophyllbläschen.

Typus: *D. annulatum* Näg. Als zweite Form gehört zu dieser Untergattung *D. Cylindrus* (Closterium C. Ehrenb.).

Die Zellen (von D. annulatum) schwimmen meist einzeln und frei, seltener findet man sie einzeln oder zu zwei bis vier in einer schwimmenden Gallertkugel getrennt liegend. Sie sind wenig mehr wie doppelt so lang als breit. Das Längenprofil hat zwei gerade und parallele Seiten und abgerundete Enden (fig. a, f); das Querprofil ist ent-

weder kreisförmig (fig. b), oder ovalkreisförmig, so dass die Breite etwa um $1/8$ grösser ist als die Dicke. Das Längenprofil zeigt von der Mitte bis zum Pol in der Regel 7 warzenförmige Ausbuchtungen der Membran, von denen die der Mitte näher liegenden stärker, die nächst dem Pole befindlichen klein und punktförmig sind (fig. f). Diese Warzen bilden ebensoviele ringförmige Reihen im Umfange des Cylinders; an der zugekehrten Fläche erscheinen sie oval. Wenn die Zelle schief steht, so zeigt sie sich sehr deutlich annulirt (fig. e). — Die Furche in der Mitte der Zelle geht kaum tiefer als die Buchten zwischen den Warzen; sie ist aber etwas breiter, und macht sich leicht als ein glatter Streifen kenntlich, der die Zelle in zwei Hälften trennt. — Bei D. Cylindrus stehn die Warzen in Längsreihen.

Der dunkelgrüne, körnige Inhalt ist in der Mitte durch einen hellen Querstreifen unterbrochen. In jeder Hälfte liegt entweder 1 centrales Chlorophyllbläschen (bei cylindrischen Individuen, fig. a, b, d) oder 2 dicht neben dem Centrum (bei etwas zusammengedrückten Individuen, fig. c). — Kernbläschen und Chlorophyllbänder sind noch nicht beobachtet. — Die Membran ist meist ziemlich dünn, an den Ausbuchtungen wenig dicker und dunkler begrenzt. Zuweilen bilden die Zellen eine breite gallertartige Hüllmembran, in welcher ihre Tochterzellen oder Enkelinnen getrennt liegen und eine kleine Familie darstellen.

Die Zellen vermehren sich durch Theilung; Copulation ist noch nicht beobachtet.

Diese Untergattung hat in der Form Aehnlichkeit mit Cylindrocystis, welche durch die glatte Membran und den Mangel einer ringförmigen mittleren Furche abweicht.

Tab. VI. F. **D. annulatum**, *Länge* $1/52$ *bis* $1/45'''$, *Dicke* $1/111'''$, *Breite* $1/100'''$ *oder gleich der Dicke; Furche kaum bemerkbar; Längenprofil mit zwei geraden parallelen Seitenrändern; Membran durch kleine Ausbuchtungen warzig; Warzen in ringförmigen Querreihen;* 5 *Reihen auf* $1/200'''$; *in jeder Hälfte* 1 *oder* 2 *Chlorophyllbläschen.* — Zürich, in kleinen Sümpfen.

D. Cylindrus (Closterium C. Ehrenb.) *ist* $1/36'''$ *lang,* $1/3$ *so dick, und der Länge nach körnig-gestreift.*

c) Dysphinctium.

(Tab. VI. G.)

Zellen oval oder länglich-oval, mit ovalem Querprofil; in jeder Hälfte ein oder zwei Chlorophyllbläschen und mehrere (8?) grüne Längsbänder, welche auf dem Querschnitt bogenförmig von den Chlorophyllbläschen ausstrahlen und paarweise nach der Peripherie convergiren.

Typus: *D. Meneghinianum* Näg. Zu dieser Untergattung gehört ferner *D. striolatum* Näg., wahrscheinlich auch die Formen *D. curtum* (Closterium c. Bréb.) und *D. clandestinum* (Closterium c. Kg.).

Die einzeln und freischwimmenden Zellen sind 1½ bis 2 Mal so lang als breit, durch eine furchenartige leichte Einschnürung, welche um den Aequator verläuft, in zwei Hälften gesondert, welche an den Polen abgerundet sind. Das Querprofil ist oval, so dass die Breite etwa um $1/7$ die Dicke übertrifft.

Der ganze Inhalt ist meist dunkel- oder schwarzgrün mit Ausnahme einer hellern wandständigen Schicht und eines hellern Querstreifens (fig. 2, a), welcher jedoch auch mangeln kann (fig. 1). Zuweilen bemerkt man die Chlorophyllbläschen als hellere kugelige Räume (fig. 2, b). Es kommen jedoch auch Zellen vor mit wasserheller Flüssigkeit, in welcher die grünen Chlorophyllbläschen liegen, und grüne Bänder, deren innerer Rand nach der Achse, der äussere nach der Wandung gerichtet ist, und die bei der Queransicht als gebogene grüne Streifen erscheinen, die nach innen die Chlorophyllbläschen berühren und je zu zweien nach der Peripherie hin convergiren (fig. 2, c), ähnlich wie diess bei Euastrum der Fall ist. — Ein Kernbläschen ist noch nicht beobachtet. — Die Membran ist ziemlich dünn und entweder ganz glatt oder zart punctirt (fig. 2, d, e) oder mit sehr kleinen Wärzchen besetzt (fig. 1). Die ringförmige Furche sowie eine kleine Polarstelle bleiben frei von Punkten und Warzen.

Die Fortpflanzung geschieht durch Theilung. Copulation wurde noch nicht gesehen.

Tab. VI. G. fig. 1. **D. striolatum**, *Länge* $1/16'''$, *Breite* $1/33'''$, *Dicke wenig geringer; Furche gerundet,* $1/10$ *der ganzen Breite; das breite Längenprofil der Hälfte oval; Membran im Profil feinwarzig, an der Fläche gestreift; Streifen nach dem Mittelpunkt der breiten Seitenfläche convergirend, 5 Streifen auf* $1/100'''$. — Zürich, in kleinen Sümpfen.

Fig. 2. **D. Meneghinianum**, *Länge* $1/32'''$, *Breite* $1/45'''$, *Dicke* $1/50'''$; *Furche breit-gerundet,* $1/12$ *der ganzen Breite; das breite Längenprofil der Hälfte etwas mehr als halbkreisförmig; Membran punctirt, 12 bis 13 Punkte auf* $1/100'''$; *in jeder Hälfte 2 Chlorophyllbläschen.* — Zürich, in kleinen Sümpfen.

Euastrum Ehrenberg.

Zellen einzeln oder getrennt, in der Mitte mit einer tiefen und faltenförmigen Einschnürung; Querprofil der Hälfte oval bis schmalspindelförmig; in jeder Hälfte ein centrales oder zwei neben dem Mittelpunkt liegende Chlorophyllbläschen.

Die Zellen sind $^4/_5$ bis etwas über 2 Mal so lang als breit, und bald $^1/_2$ bis $^2/_3$ so dick als breit, bald flach zusammengedrückt. Sie werden durch eine ringförmige Einfaltung der Membran am Aequator, welche zwischen $^2/_5$ und $^{10}/_{11}$ des halben Breitendurchmessers beträgt, in zwei gleiche Hälften geschieden, so dass die Oeffnung, welche die beiden Hälften verbindet, höchstens $^1/_2$ bis $^2/_5$ und selbst bloss bis auf $^1/_{11}$ der ganzen Breite ausmacht. Im Centrum jeder Hälfte liegt ein Chlorophyllbläschen, oder es befinden sich deren zwei neben dem Centrum, eines rechts und eines links, im breiten Meridian und in gleicher Entfernung von der Mitte der Zelle.

Die Gattung Euastrum unterscheidet sich von Dysphinctium durch die tiefer gehende Einschnürung. Sie umfasst ebenfalls mehrere Typen, die aber aus Mangel an constanten Characteren noch nicht als selbstständige Begriffe begründet werden konnten; ich ordne daher die Formen in folgende Untergattungen.

a) Tetracanthium.

(Tab. VII. C.)

Zellen etwas breiter als lang und halb so dick; Hälften ganzrandig, an den Polen breit-abgerundet, zuweilen an den beiden Seitenenden mit einem Stachel bewehrt; in jeder Hälfte ein Chlorophyllbläschen und 4 grüne Längsbänder, welche auf dem Querschnitt bogenförmig von dem Chlorophyllbläschen ausstrahlen und paarweise nach der Peripherie convergiren.

Typus: *E. convergens* Kg. (Arthrodesmus c. Ehrenb.). Hieher gehören ferner die Formen *E. retusum* Kg., *E. depressum* Näg. und vielleicht *E. Incus* Kg.

Die einzeln und frei schwimmenden Zellen sind $^1/_6$ bis $^1/_{10}$ breiter als lang, und ziemlich genau halb so dick als lang, so dass das schmale Längenprofil jeder Hälfte kreisförmig erscheint (fig. 2, c). Die Einfaltung geht so tief, dass die ovale Oeffnung $^1/_4$ bis $^1/_5$ der ganzen Breite beträgt (fig. 1, b, d). Das breite Längenprofil der Hälfte ist quer oval, an den beiden Seitenenden abgerundet. Die glatte und dünne Membran trägt bei den einen Formen an jedem Seitenende einen etwas gebogenen und nach der Aequatorialebene geneigten Stachel (fig. 1).

Im Centrum jeder Hälfte befindet sich ein Chlorophyllbläschen. Jederseits desselben liegen parallel mit dem breiten Meridian zwei grüne Bänder, deren innerer Rand nach der Achse, der äussere nach der Peripherie gerichtet ist. Sie sind der Breite nach gebogen und convergiren nach aussen. Die Queransicht zeigt dessnaben in der Mitte das Chlorophyllbläschen und zwei

Paare grüner Streifen, die von jenem ausgehen und nach den Enden des Breitendurchmessers convergiren (fig. 1, c; 2, b); die breite Längenansicht zeigt eine gleichmässige grüne Färbung, in der Mitte durch einen hellen Querstreifen unterbrochen (fig. 1, a; 2, a), und die schmale Längenansicht in jeder Hälfte zwei parallele grüne Streifen (fig. 2, c). Zuweilen bilden sich viele kleine Stärkekörnchen oder auch Oeltröpfchen, wodurch der Inhalt dunkel und die Chlorophyllbänder und auch wohl selbst die Chlorophyllbläschen undeutlich oder unsichtbar werden (in Fig. 1, b erscheinen sie als hohle Räume). — Ein Kernbläschen ist noch nicht beobachtet.

Die Vermehrung geschieht durch Theilung. Man findet daher ungleichhälftige Zellen; namentlich solche, wo die eine (junge) Hälfte noch keine oder erst kleine Stacheln gebildet hat (fig. 1, a, die eine Hälfte ist hier überdem etwas kleiner, ihr Inhalt etwas zarter und das Chlorophyllbläschen schwächer gezeichnet). — Die Copulation ist noch nicht beobachtet.

Tab. VII. C. fig. 1. **E. convergens** Kg., *Länge* $^1/_{60}'''$, *Breite (ohne die Stacheln)* $^1/_{55}$ *bis* $^1/_{50}'''$. *Dicke* $^1/_{120}'''$; *Membran glatt, an den Seitenenden mit einem Stachel bewehrt.* — In Gräben. — Die Stacheln sind $^1/_{300}$ bis $^1/_{160}'''$ lang.

Fig. 2. **E. depressum**, *Länge* $^1/_{77}'''$, *Breite* $^1/_{62}'''$, *Dicke* $^1/_{130}'''$; *Membran glatt, ohne Stacheln.* — Zürich, in Torfgräben.

b) Cosmarium.

(Tab. VII. A.)

Zellen so lang bis doppelt so lang als breit, 1⅓ bis 2 Mal so breit als dick; breites Längenprofil ganzrandig oder buchtig, am Pol abgerundet oder gestutzt oder buchtig-ausgerandet; schmales Längenprofil am Pol abgerundet; in jeder Hälfte ein oder zwei Chlorophyllbläschen und 8 grüne Längsbänder, welche auf dem Querschnitt bogenförmig von dem Chlorophyllbläschen ausstrahlen und paarweise nach der Peripherie convergiren.

Typus: *E. margaritiferum* Ehrenb.; hieher gehören ferner *E. integerrimum* Ehrenb., *E. Cucumis* (Cosmarium C. Corda), *E. rupestre* Näg., *E. quadratum* (Cosmarium q. Ralfs), *E. tetrophthalmum* Kg., *E. bioculatum* Kg., *E. Botrytis* Ehrenb., *E. ovale* (Cosmarium o. Ralfs), *E. ornatum* (Cosmarium o. Ralfs), *E. protractum* Näg., *E. Ungerianum* Näg., *E. polygonum* Näg., *E. crenulatum* Ehrenb., *E. crenatum* Kg., *E. tetragonum* Näg., und wahrscheinlich noch mehrere andere Formen.

Die Zellen schwimmen meist einzeln und frei; seltener findet man sie einzeln oder zu zwei und mehr in einer Gallertkugel getrennt liegend (fig. 5, a; 6, f). Die Einschnürung geht in einem Falle (E. integerrimum, fig. 1) bloss bis auf $^2/_5$ der halben Breite, bei allen übrigen Formen aber tiefer, so dass die Oeffnung nur $^1/_3$ bis $^1/_4$ (selten etwas mehr oder weniger) der ganzen Breite beträgt. Das breite Längenprofil der Hälfte ist oval, rundlich queroval, halbkreisförmig, viereckig, stumpf dreieckig, oder sechseckig, — neben der Einfaltung abgerundet, oder abgerundet-eckig, oder in eine stumpfe oder spitzliche Ecke vorgezogen, — am Pol abgerundet, breiter oder schmäler gestutzt, buchtig vertieft, oder in ein gestutztes Collum vorgezogen; der Rand ist bald ganz, bald mit kleinen zahlreichen oder wenigen breiten und dabei mehr oder weniger tiefen Buchten versehen. Das schmale Längenprofil der Hälfte ist rundlich-oval (fig. 2, c), und zeigt häufig neben der Einfaltung eine abgerundete Erhabenheit (fig. 4, b; 9, a). Das Querprofil ist oval (fig. 2, b) und entsprechend dem schmalen Längenprofil häufig jederseits in der Mitte des breiten Randes mit einer rundlichen Ausbuchtung versehen (fig. 4, c; 9, c).

Die Membran ist ziemlich dünn und vollkommen glatt (fig. 1), oder punktirt, oder warzig. Die Punkte sind am Profil nicht vorspringend, sondern daselbst zuweilen nur als Linien zu sehen, die durch die Membran gehen (fig. 6, i); meist kann man sie nur an der zugekehrten Fläche von inhaltslosen oder solchen Zellen sehen, in welchen sich der Inhalt von der Membran zurückgezogen hat (fig. 8, b). Die Warzen springen am Profil vor; sie sind entweder der Membran aufgesetzt und eine Verdickung derselben (fig. 10), oder sie werden zugleich durch eine geringe Ausbuchtung und Verdickung der Membran hervorgebracht, oder sie scheinen auch nichts anders als kleine Ausbuchtungen der Membran zu sein. Im letztern Falle geht der warzige in den kleinbuchtigen Rand über.

Die Punkte und Warzen haben häufig eine unregelmässige Stellung (fig. 4, d). Zuweilen wird dieselbe sehr regelmässig; namentlich ist diess bei den Warzen der Fall. Bei E. margaritiferum sind sie häufig bei der breiten Längenansicht an jeder Hälfte in concentrische (meist nur theilweise vollständige) Kreise um einen Punkt gestellt, welcher etwas näher der Einfaltung als dem Pole liegt (fig. 2, h). Bei E. Botrytis bilden sie häufig bogenförmige Reihen, welche über den Seitenrand verlaufen und nach dem Isthmus radienförmig convergiren (fig. 3, d), und die sich sowohl am Pol als an den beiden neben dem Isthmus liegenden Ecken einer Hälfte zu einem vollständigen Kreise schliessen. Eine solche Zelle, von der Polfläche angesehen, zeigt in der Mitte eine glatte Stelle, umgeben von einer kreisförmigen und von bogenförmigen Warzenreihen, oder auch nur von den letztern; die schmale Längenansicht zeigt bogenförmige Querreihen; eine ge-

trennte Hälfte, von der Isthmusfläche angesehen, hat 2 seitliche glatte Stellen, umgeben von einem oder zwei mehr oder weniger vollständigen Warzenkreisen.

Sehr merkwürdige und durchaus constante Stellungsverhältnisse finden sich bei E. Ungerianum. Die Zelle oder deren Hälfte ist in Fig. 10, b und c von der breiten, in d von der schmalen Längenansicht, in e von der Polfläche, und in f von der Isthmusfläche angesehen, dargestellt. Die gleichen Warzen und Punkte sind durch die gleichen Buchstaben bezeichnet. Eine Hälfte hat nun 1) an den schmalen Seitenflächen je zwei parallele Längsreihen von 4 grossen Warzen, welche von der gestutzten Polfläche ungefähr bis zur Mitte der Zellenhälfte reichen (m in fig. b, c, d, e, f), 2) damit parallel, mehr an der breiten Seitenfläche, jederseits zwei Reihen von 2 grossen Warzen, welche in gleicher Höhe mit den beiden innern Warzen m liegen (n in fig. b — f), 3) an der Uebergangsstelle von jeder der breiten Seitenflächen zur Isthmusfläche eine Querreihe von 3 oder 4 etwas kleinern Warzen (o in fig. b, c, d, f), 4) an den schmalen Seitenflächen eine mittlere Längsreihe von 3 bis 5 kleinen Warzen, welche zwischen den innern Warzen m anfängt und bis zu der Stelle reicht, wo die schmale Seitenfläche in die Isthmusfläche übergeht (r in fig. b — f), 5) mehrere (etwa 11) kleine Warzen, welche bei den innersten Warzen r beginnen und von dort aus sich an der Isthmusfläche nach rechts und links verbreiten, und (meist nach aussen in doppelter, nach dem Isthmus hin in einfacher Reihe) einen halben oder fast einen vollständigen Kreis bilden (s in fig. b, c, d, f), die beiden innersten derselben sind in der Regel grösser als die übrigen. Ausser diesen fünf Cathegorieen von Warzen, welche regelmässig vorhanden sind, treten zuweilen noch einige andere auf, nämlich 6) eine Warze auf der Mittellinie der breiten Seitenfläche nahe an der Polfläche (s in fig. b, c, e), 7) jederseits eine Warze an der breiten Seitenfläche zwischen den Warzen o und n (t in fig. c), 8) mehrere (8 bis 12) Warzen in der Mitte der breiten Seitenfläche, welche meist in 3 Querreihen stehen (v in fig. c).

Ausser den Warzen ist die Membran von E. Ungerianum mit Punkten besetzt; dieselben befinden sich namentlich an der Polfläche und an dem äussern Theile der breiten Seitenfläche (fig. 10, b, c); zuweilen sind sie undeutlich, seltener werden sie überall an der ganzen Zelle zwischen den Warzen sichtbar. In der Mitte der breiten Seitenfläche sind 8 bis 12 grössere röthliche Punkte vorhanden (w in fig. b, c, f, und zwischen den Warzen v in fig. c); man erkennt dieselben deutlich als verdünnte Stellen oder Poren, und da die kleinern Punkte offenbar gleicher Natur sind, so müssen auch sie als Poren betrachtet werden. Wahrscheinlich gilt diess nicht bloss für die vorliegende, sondern für alle punktirte Formen von Euastrum, da die Flächen- und Seitenansicht bei allen die nämliche ist.

Ausser der eigentlichen, in einzelnen Fällen so höchst complizirt gebauten Zellmembran trifft man zuweilen bei Cosmarium eine Hüllmembran, bestehend aus einer breiten Lage farbloser Gallerte, welche die Zelle überall umgiebt. Bei E. rupestre sind im Spätherbst und im Winter die meisten Zellen so umhüllt (fig. 6, f). Die Hüllmembran ist zuweilen scharf begrenzt, zuweilen undeutlich umschrieben, und zuweilen überall behaart (fig. 6, e). Diese zarten gallertartigen Häärchen werden zuerst gebildet, denn man findet Zellen, welche bloss mit denselben bedeckt sind (fig. 6, d), und andere, wo dieselben allmälig durch eine Gallertschicht emporgehoben und von der Zelle entfernt werden. Bei E. Ungerianum ist zuweilen bloss eine oder beide Polflächen (fig. 10, a), seltener die ganze Oberfläche damit besetzt. Diese Häärchen sind also ein Theil der Hüllmembran und zwar der zuerst gebildete. Sie müssen wie die übrige Hüllmembran von der Zelle durch die eigentliche Membran hindurch ausgeschieden werden, denn die letztere bleibt dabei unverändert. Sie sind bloss an solchen Formen deutlich, welche eine punktirte (poröse) Membran besitzen, nämlich vorzüglich an E. rupestre und E. Ungerianum, und scheinen hier in gleicher Zahl vorhanden zu sein wie die Punkte. An andern Formen mit glatter, warziger, oder buchtiger, aber nicht punktirter Membran fand ich bis jetzt bloss eine unbehaarte Hüllmembran. Ich möchte daraus schliessen, dass die Häärchen aus Gallerte bestehen, welche von den punktförmigen Poren ausgeschieden wird. Es ist möglich, dass auch die übrige Hüllmembran bloss von den Poren ausgeschieden wird, aber durch Zusammenfliessen zu einer structurlosen Gallerte sich vereinigt. Es ist sogar möglich, dass auch bei den übrigen Formen die Hüllmembran bloss durch kleine unsichtbare Poren secernirt werde; denn dass auch die übrigen Formen solche punktförmige Poren besitzen, dafür spricht der Umstand, dass man fast bei allen derselben einzelne Individuen antrifft, die entweder bloss stellenweise oder selbst überall fein punktirt sind. Diese Punktirung liegt aber an der Grenze des durch die jetzigen Instrumente sichtbar zu machenden, und ist entweder vorhanden oder scheinbar mangelnd, je nachdem ihre grössere oder geringere Ausbildung sie diesseits oder jenseits der Grenze stellt.

Im Centrum der Zelle, d. h. im Isthmus, liegt ein selten deutliches, helles Kernbläschen mit einem dichten centralen Kernchen. In jeder Hälfte befindet sich ein centrales Chlorophyllbläschen und 8 grüne Bänder, deren innerer Rand nach der Achse, der äussere nach der Peripherie gerichtet ist; sie sind der Breite nach gebogen, und convergiren paarweise nach aussen; die Queransicht zeigt daher das centrale Chlorophyllbläschen und von demselben ausstrahlend, vier Paar grüner, gebogener Streifen, von denen zwei gegenüberstehende Paare mit dem langen, zwei mit dem schmalen Durchmesser pa-

rallel laufen (fig. 2, b). Oder es liegen in jeder Zellenhälfte 2 Chlorophyllbläschen und ebenfalls 8 grüne Bänder; von diesen setzt sich das eine, mit dem Breitendurchmesser parallel gehende Paar an das eine, das andere an das andere Chlorophyllbläschen an, indess die mit dem kurzen Durchmesser parallelen Paare je von beiden Chlorophyllbläschen ausgehen (fig. 3, c; 4, c); zuweilen kommen ausserdem noch 8 kleinere und undeutliche Bänder vor, welche paarweise zwischen den übrigen Paaren stehen (fig. 2, g).

Ausser den Chlorophyllbläschen und den grünen Bändern befindet sich zuweilen bloss eine farblose Flüssigkeit in der Zelle. Zuweilen liegen kleine dunkle Körnchen mit Molecularbewegung in den Zwischenräumen. Nicht selten ist das Lumen ganz mit festem Inhalte angefüllt, wobei die Bänder immer und zuweilen auch die Chlorophyllbläschen unsichtbar werden; entweder besteht derselbe aus Oeltröpfchen mit und ohne Chlorophyll dazwischen (fig. 6, b, f), oder aus einer dunkelgrünen körnigen Masse, welche bisweilen von einer hellgrünen wandständigen Schicht umgeben wird (fig. 1), und in welcher man zuweilen das centrale Chlorophyllbläschen und einzelne grössere Oeltröpfchen als hellere Körper unterscheidet (fig. 5).

Die Fortpflanzung geschieht durch Theilung und durch Copulation. Nach der Theilung bildet sich an jeder Tochterzelle die eine Hälfte ganz neu. Im jüngern Zustande ist diese neue Hälfte klein, fast kugelig, mit zarter Membran und farblosem homogenem Schleiminhalte (fig. 2, e). Die neue Hälfte wird in der Regel der ursprünglichen vollkommen gleich; doch ist diess nicht immer der Fall, und es kommt selbst vor, dass die eine nur Ein, die andere dagegen zwei Chlorophyllbläschen enthält (fig. 2, d). — Einen abnormen Zustand, der noch nicht erklärt werden kann, habe ich in Fig. 7, b gezeichnet. Die Zelle ist durch zwei Einschnürungen in drei Theile geschieden. — Bei der Copulation legen sich zwei Zellen kreuzweise an einander; der Isthmus entwickelt sich zu einem kurzen, auf der einen Seite längern Mittelstück; aus demselben wächst ein Fortsatz hervor. Die Fortsätze der beiden Zellen verbinden sich mit einander und stellen nach Resorption der Scheidewand eine kugelige Blase dar, in welcher der Inhalt der beiden Zellen zusammentritt, und durch Membranbildung zu einer kugeligen samenähnlichen Zelle wird (fig. 6, h). In Fig. 6, g ist eine Zelle gezeichnet, welche einen Fortsatz getrieben hat, ohne sich mit einer andern Zelle zu copuliren. — Die samenähnliche, durch Copulation entstandene Zelle enthält den unveränderten Inhalt der beiden verbundenen Individuen. Wenn diese in jeder Hälfte ein Chlorophyllbläschen besitzen, so liegen im Centrum des Samens 4 Chlorophyllbläschen (fig. 6, h); von Kernen finde ich

aber nichts darin.[1] Die Entwickelung der Samen zu normal gebildeten Individuen ist noch unbekannt.

Tab. VII. A. fig. 1. **E. integerrimum** Ehrenb.? *Länge* $1/27'''$, *Breite* $1/50'''$, *Dicke* $1/70'''$; *Profile der Hälfte ohne Lappen und Buchten, überall gerundet und ganzrandig, das breite Längenprofil zuweilen neben der Einschnürung eine abgerundete Hervorragung bildend; Membran ganz glatt; Isthmus etwas weiter als die halbe Breite.* — Bei Zürich in kleinen Sümpfen. — Ehrenberg's Abbildung (Infus. Tab. XII. fig. IX) lässt es zweifelhaft, ob seine Art zu Dysphinctium oder zu Euastrum gehört, da wie bei den übrigen Arten nur der Umriss und nicht die Membran gezeichnet ist.

Fig. 2. **E. margaritiferum** Ehrenb., *Länge* $1/70$ *bis* $1/30'''$, *Breite fast eben so gross, Dicke halb so gross als die Länge; Profile der Hälfte ohne Lappen und Buchten, überall gerundet; Membran mit kleinen dichtstehenden Warzen besetzt; in jeder Hälfte* 1 *oder* 2 *Chlorophyllbläschen.* — In Gräben (bei Zürich). — Die Warzen stehen unregelmässig, oder sie bilden Reihen, welche an der breiten Seitenfläche bald concentrische Kreise darstellen, bald strahlenförmig nach dem Isthmus convergiren.

Fig. 3. **E. Botrytis** Ehrenb., *Länge* $1/55$ *bis* $1/33'''$, *Breite fast eben so gross, Dicke halb so gross als die Länge; Profile der Hälfte ohne Lappen und Buchten, das breite Längenprofil dreieckig, neben der Einschnürung etwas bauchig, am Pol gestutzt; die breite Seitenfläche neben der Einschnürung in der Mitte wenig erweitert; Membran mit kleinen dichtstehenden Warzen besetzt; in jeder Hälfte* 2 *Chlorophyllbläschen.* — In Gräben (bei Zürich). — Die Warzen stehen unregelmässig oder sie bilden Reihen, welche an der breiten Seitenfläche strahlenförmig nach dem Isthmus convergiren.

E. Botrytis steht genau in der Mitte zwischen E. margaritiferum und E. protractum. Alle drei sind, wie die Uebergänge deutlich zu zeigen scheinen, nur Formen Einer Art.

Fig. 4. **E. protractum**, *Länge* $1/55$ *bis* $1/33'''$, *Breite fast eben so gross, Dicke etwas über halb so gross als die Länge; das breite Längenprofil der Hälfte neben der Einschnürung bauchig, nach dem Pol in einen gestutzten Hals vorgezogen; die breite Seitenfläche neben der Einschnürung in der Mitte bauchig erweitert; Membran mit kleinen dichtstehenden Warzen besetzt; in jeder Hälfte* 2 *Chlorophyllbläschen.* — Zürich, in Gräben. — Die Warzen stehen unregelmässig oder in Reihen, welche an der breiten Seitenfläche strahlenförmig nach dem Isthmus convergiren.

Fig. 5. **E. tetragonum**, *Länge* $1/52$ *bis* $1/47'''$, *Breite wenig mehr als* $1/2$, *Dicke wenig mehr als* $1/3$ *der Länge; das breite Längenprofil der Hälfte fast quadratisch, buchtig-gekerbt (mit* 3 *Hervorragungen an jedem Seitenrand und* 4 *etwas kleineren an dem Polrand); das schmale Längenprofil oval; Membran glatt; in jeder Hälfte* 1 *Chlorophyllbläschen.* — Zürich, in kleinen Sümpfen.

Fig. 6. **E. rupestre**, *Länge* $1/76$ *bis* $1/38'''$, *grösste Breite kaum mehr als die halbe Länge, Dicke etwas mehr als die halbe Breite; Profile der Hälfte ohne Lappen und Buchten, überall gerundet und ganz-*

---

[1]) Bedürfte es für die Membranbildung um den ganzen Inhalt (oder die wandständige Zellenbildung) noch eines Beweises, so giebt es hiefür keinen bessern als die Theilung und Samenbildung von Euastrum, wo immer der völlig unveränderte Inhalt der beiden Mutterzellen in die Tochterzelle übergeht (vgl. Zeitschrift f. w. B. Heft 3 und 4, pag. 52 ff.).

randig; Membran punktirt; in jeder Hälfte 1 Chlorophyllbläschen; Isthmus 1/4 der Breite. — Bei Zürich, an nassen Felsen.

Fig. 7. **E. crenulatum** Ehrenb.? *Länge 1/160 bis 1/80''', Breite fast eben so gross, Dicke halb so gross als die Länge; das breite Längenprofil der Hälfte halbkreisförmig, buchtig-gekerbt; die breite Seitenfläche zuweilen mit einer schwachen Ausbuchtung neben der Einschnürung; Membran ganz glatt oder etwas punktirt; in jeder Hälfte 1 Chlorophyllbläschen.* — a) *Die Buchtungen kaum angedeutet;* b) *mit 5 schwachen Buchten und 6 Erhabenheiten an einer Hälfte* (fig. a); c) *mit 7 schwachen Buchten und 8 Erhabenheiten an einer Hälfte* (fig. c). — Zürich, in Gräben.

Fig. 8. **E. crenatum** Ralfs? *Länge 1/160 bis 1/70''', Breite eben so gross oder um 1/3 geringer. Dicke halb so gross als die Länge; das breite Längenprofil am Pol gerade und breit gestutzt, an den Seitenrändern buchtig-gekerbt; die breite Seitenfläche zuweilen mit einer Ausbuchtung neben der Einschnürung; Membran ganz glatt oder etwas punktirt; in jeder Hälfte 1 Chlorophyllbläschen* — a) *jederseits* (von der Mitte bis zur Abstutzung) *mit 4 kleinen Buchten* (fig. b); b) *jederseits mit 2 grössern und einer kleinern Bucht* (fig. a); c) *jederseits mit einer grössern und 2 kleinern Buchten;* d) *jederseits mit 2 Buchten.* — Zürich, in Gräben.

Fig. 9. **E. polygonum**, *Länge 1/150 bis 1/100''', Breite um 1/3 geringer, Dicke halb so gross als die Länge; das breite Längenprofil der Hälfte sechseckig; die breite Seitenfläche zuweilen mit einer schwachen Ausbuchtung neben der Einschnürung; Membran ganz glatt oder etwas punktirt; in jeder Hälfte 1 Chlorophyllbläschen.* — Zürich, in Gräben.

Die Formen E. crenulatum, crenatum und polygonum sind durch Uebergänge verbunden, und gehören wohl der gleichen naturhistorischen Species an.

Fig 10. **E. Ungerianum**, *Länge 1/37''', Breite 1/43''', Dicke 1/65'''; Profile der Hälfte ohne Lappen und Buchten, das breite Längenprofil neben der Einschnürung stumpfeckig oder gerundet, am Pol breitgestutzt, das schmale Längenprofil rundlich; Membran mit zerstreuten starken Warzen besetzt (von denen die vorzüglichsten an den schmalen Seitenflächen 4 Längsreihen, an der breiten Seitenfläche neben der Einschnürung eine Querreihe bilden), an den Polflächen und zwischen den Warzen der Seitenflächen punktirt; in jeder Hälfte 2 Chlorophyllbläschen.* — Zürich, in kleinen Sümpfen.

c) Eucosmium.

(Tab. VII. B.)

Zellen ungefähr 1½ so lang als breit und 1½ so breit als dick; beide Längenprofile buchtig und am Pol buchtig-ausgerandet.

Typus: *E. Hassallianum* Näg. Hieher gehört ferner *E. verrucosum* Ehrenb. und vielleicht noch einige Formen von Euastrum, wie z. B. *E. gemmatum* Ralfs.

Die frei und einzeln schwimmenden Zellen von E. Hassallianum sind ⅔ so breit und etwas weniger als ½ so dick als lang. Die Einschnürung geht so tief, dass die Oeffnung

1/3 oder etwas weniger der ganzen Breite beträgt. Das breite Längenprofil der Hälfte (fig. b) ist durch zwei tiefe Buchten dreilappig, in der Art, dass es mit den beiden innern Lappen ein queres längliches Viereck bildet, auf dessen äusserem Rande ein kleineres Quadrat aufgesetzt ist; jeder der drei Lappen hat zwei abgerundete Hervorragungen und ist dazwischen buchtig ausgerandet.

Das schmale Längenprofil der Hälfte (fig. c) ist beiderseits bauchig erweitert, und geht durch eine breite Ausbuchtung in den Endlappen über, welcher zwischen zwei abgerundeten Hervorragungen buchtig ausgerandet ist. Das Querprofil (fig. e, f) zeigt beinahe ein längliches Viereck, dessen lange Seiten 3 Hervorragungen und zwei Buchten, und dessen schmale Seiten zwei Buchten und eine mittlere Hervorragung besitzen. Das Querprofil des Endlappens (fig. d) ist fast quadratisch mit 4 Hervorragungen und ebensovielen Buchten. Die Zellenhälfte besteht somit aus einem Hauptstück und einem Endstück; das erstere hat an der breiten Seitenfläche 3 ovale Hervorragungen neben einander (sie sind in Fig. b und e mit n bezeichnet), an der schmalen Seitenfläche 2 kleinere und rundliche Hervorragungen hinter einander (in Fig. b und c mit o bezeichnet); das würfelförmige Endstück hat 4 rundliche, ebenfalls kleinere Hervorragungen an den 4 äussern Ecken (fig. b, c, d). — Die Membran ist ziemlich dünn, an den Hervorragungen etwas dicker und dunkler begrenzt, und überall ganz glatt.

Die Anordnung des Inhaltes, so wie die Fortpflanzung sind noch nicht beobachtet.

Tab. VII. B. **E. Hassallianum**, *Länge* 1/35‴, *Breite* 1/52‴, *Dicke* 1/83‴; *breites Längenprofil der Hälfte durch 2 tiefe Buchten dreilappig, Lappen buchtig-ausgerandet; die breite Seitenfläche mit drei ovalen Ausbuchtungen neben einander; Membran glatt.* — Zürich, in kleinen Sümpfen.

d) Euastrum.

(Tab. VII. D.)

Zellen 1 1/3 bis 2 Mal so lang als breit und ungefähr 1 1/2 Mal so breit als dick; breites Längenprofil ganzrandig oder buchtig oder gelappt, am Pol spitz-ausgerandet; schmales Längenprofil am Pol abgerundet.

Typus: *E. bidentatum* Näg. Hieher gehören ferner *E. ansatum* Ehrenb.? und *E. dubium* Näg.; ausserdem wahrscheinlich noch manche Formen von Euastrum, die aus den Beschreibungen und selbst aus den Abbildungen nicht hinlänglich erkannt werden können. — Wenn *E. affine* Ralfs, *E. Didelta* Ralfs, *E. oblongum* Ralfs nebst einigen verwandten Formen auf beiden Längenprofilen am Pol ausgerandet sind, wie es die Abbildungen dar-

stellen, so müssen sie in eine besondere Untergattung gebracht werden; doch vermuthe ich von einigen derselben, dass ihr breites Längenprofil am Pol abgerundet sei, und seine scheinbare Ausrandung durch eine schiefe Lage bei der Beobachtung erhalten habe.

Die einzeln und frei schwimmenden Zellen sind verhältnissmässig etwas länger als bei den andern Untergattungen; indem die Länge in der Regel fast doppelt so gross ist als die Breite, und fast dreimal so gross als die Dicke. Das breite Längenprofil der Hälfte (fig. 1, e, f; 2, b, c, d; 3, a) zeigt am Pol eine spitze, häufig faltenförmige Ausrandung, und ist an den Seiten bald ganzrandig, bald mehr oder weniger tief buchtig. Das schmale Längenprofil (fig. 1, e; 2, d; 3, b) ist nach dem abgerundeten Pol hin verschmälert, neben der Einschnürung häufig etwas buchtig-erweitert, und ausserdem ganzrandig und sanft-buchtig. Das Querprofil (fig. 1, d) ist oval, und zeigt zuweilen jederseits an der breiten Seite eine Hervorragung; das Querprofil durch das eingekerbte Ende zeigt zwei Kreise (fig. 1, g). — Die Membran ist ziemlich dünn, und glatt oder punctirt.

Der Inhalt ist grün oder dunkelgrün. In jeder Hälfte liegt ein centrales Chlorophyllbläschen. Die Anordnung der Chlorophyllbänder, so wie das Kernbläschen wurde noch nicht beobachtet. — Die Fortpflanzung geschieht durch Theilung; die Copulation ist noch unbekannt.

Tab. VII. D. fig. 1. **E. bidentatum**, *Länge* $^1/_{44}'''$, *Breite* $^1/_{70}'''$, *Dicke* $^1/_{100}'''$; *das breite Längenprofil der Hälfte nach dem gestutzten Pol etwas verschmälert, jederseits mit 3 oder 4 leichten Buchten, wovon die zweitäusserste etwas tiefer und durch einen spitzen Zahn von der äussersten geschieden ist; die breite Seitenfläche neben der Einschnürung mit einer ovalen Hervorragung; Membran zerstreut-punktirt; in jeder Hälfte 1 Chlorophyllbläschen.* — Zürich, in kleinen Sümpfen.

Fig. 2. **E. dubium**, *Länge* $^1/_{90}$ *bis* $^1/_{120}'''$; *Breite* $^1/_2$ *bis* $^3/_4$, *Dicke etwas mehr als* $^1/_5$ *der Länge; das breite Längenprofil jederseits mit 2 oder 3 Buchten, durch die äussere tiefere in einen gestutzten Pol wenig vorgezogen; die breite Seitenfläche mit einer ovalen Hervorragung neben der Einschnürung; Membran glatt; in jeder Hälfte 1 Chlorophyllbläschen.* — Zürich, in kleinen Sümpfen.

Fig. 3. **E. ansatum** Ehrenb.? *Länge* $^1/_{30}$ *bis* $^1/_{27}'''$, *Breite* $^1/_{62}$ *bis* $^1/_{55}'''$, *Dicke* $^1/_{90}'''$; *das breite Längenprofil der Hälfte neben der Einschnürung bauchig-erweitert, nach dem gerade abgestutzten Pol ausgeschweift-verschmälert; Membran glatt; in jeder Hälfte 1 Chlorophyllbläschen.* — Zürich, in kleinen Sümpfen. — Diese Form hat grosse Aehnlichkeit mit E. ansatum Ehrenb. Infus. tab. XII. fig. VI, 1 und 2. Der letztern mangelt aber die Einfaltung am Pol, und somit bleibt die Identität zweifelhaft.

e) Micrasterias.

(Tab. VI—II.)

Zellen so lang als breit oder etwas länger, stark zusammengedrückt; breites Längenprofil gelappt oder geschlitzt, mit spitzen oder stachelspitzi-

gen Lappen, am Pol abgerundet oder buchtig-vertieft, seltener mit einem spitzen Ausschnitt; schmales Längenprofil am Pol spitz.

Typus: *E. Rota* Ehrenb. Hieher gehören ferner die Formen *E. incisum* Bréb., *E. didymacanthum* Näg., *E. oscitans* (Holocystis o. Hassall), *E. decemdentatum* Näg., *E. semiradiatum* Kg., *E. Crux melitensis* Ehrenb. part., *E. radiatum* (Micrasterias r. Hassall), *E. apiculatum* Ehrenb.

Die einzeln und frei schwimmenden Zellen sind meist nicht viel länger als breit, aber stark zusammengedrückt. Die Einschnürung geht so tief, dass die Oeffnung nicht mehr als $1/6$ bis $1/8$ der ganzen Breite beträgt. Das breite Längenprofil ist häufig halbkreisförmig, und in der Regel durch zwei tiefe rundliche oder spitze Einschnitte in drei Lappen getheilt; der Endlappen ist breit, convex und ganzrandig (fig. 1, 2, 3), oder schmäler, concav und an den beiden Ecken meist etwas gezähnt (fig. 4); die Seitenlappen sind ungetheilt oder zweizähnig, oder zweilappig, oder in grössere und kleinere Lappen abgetheilt; diese letztere Theilung ist entweder unregelmässig oder ziemlich regelmässig dichotomisch, indem der ganze Seitenlappen durch einen tiefen Einschnitt in zwei kleinere Lappen, diese durch einen weniger tiefen Einschnitt je in zwei noch kleinere Lappen, diese wieder in 2 Läppchen sich theilen, welche ausgerandet-zweizähnig sind. Das schmale Längenprofil sowie das Querprofil (fig. 1, 2, 3) ist schmal spindelförmig. — Die Membran ist ziemlich dünn, an dem Seitenrande in der Regel an jeder Ecke mit einem kleinen Stachel bewehrt, an der Seitenfläche glatt oder seltener stachelig.

Die Anordnung des Inhaltes habe ich bis jetzt einzig an E. didymacanthum beobachtet. Sie stimmt ganz mit der Anordnung überein, welche bei einigen Arten der Untergattung Cosmarium gefunden wird. In jeder Hälfte liegen zwei Chlorophyllbläschen und 8 grüne Längsbänder, von denen 2 lange Paare mit dem Breitendurchmesser, 2 kurze mit dem Dickendurchmesser parallel laufen (fig. 1). — Von der Fortpflanzung ist bloss Theilung beobachtet.

Tab. VI. II. fig. 1. **E. didymacanthum**, *Länge* $1/40'''$, *Breite* $1/40'''$; *das breite Längenprofil der Hälfte durch zwei tiefe Buchten dreilappig; die Seitenlappen verschmälert, stumpf, sowie die beiden etwas vorgezogenen stumpfen Ecken des wenig gewölbten Endlappens zweistachelig; die innern Ränder zur Hälfte einander berührend, zur Hälfte divergirend.* — Zürich, in Torfgräben.

Fig. 2. **E. decemdentatum**, *Länge* $1/55'''$, *Breite* $1/55'''$; *das breite Längenprofil der Hälfte fast halbkreisförmig, durch zwei tiefe spitze Einschnitte dreilappig; Endlappen breit, gewölbt, an den beiden vorgezogenen Spitzen einstachelig; Seitenlappen durch einen stumpfen Einschnitt in 2 Läppchen getheilt, Läppchen breit mit zwei einstacheligen Ecken; die innern Ränder sowie die Ränder der Haupteinschnitte fast gerade, etwas divergirend.* — Einsiedeln, in Torfsümpfen.

Fig. 3. **E. semiradiatum** Kg.? *Länge* $1/31'''$, *Breite* $1/29'''$; *das breite Längenprofil der Hälfte halb-*

kreisförmig, durch zwei tiefe spitze Einschnitte dreilappig; Endlappen breit, gewölbt, an den beiden vorgezogenen Spitzen einstachelig; Seitenlappen durch einen spitzen Einschnitt zweilappig, Lappen durch einen stumpfen oder spitzlichen Einschnitt in 2 Läppchen getheilt, Läppchen mit zwei einstacheligen Ecken; die innern Ränder sowie die Ränder der Haupteinschnitte gerade, wenig divergirend. — Einsiedeln, in Torfsümpfen.

Fig. 4. **E. Rota** Ehrenb. part., *Länge* $1/20$ *bis* $1/8'''$, *Breite ungefähr gleich gross (etwas mehr oder weniger): das breite Längenprofil der Hälfte halbkreisförmig, durch zwei tiefe spitze Einschnitte dreilappig: Endlappen schmal, durch einen runden oder spitzen Ausschnitt ausgerandet, mit gezähnten Ecken; Seitenlappen durch spitze Einschnitte zuerst tief 2- oder 3lappig, und dann wiederholt dichotomisch gelappt: Endläppchen mit zwei einstacheligen Ecken: die innern Ränder sowie die Ränder der Haupteinschnitte gerade, kaum divergirend.* — In Gräben und Sümpfen (bei Zürich, Einsiedeln).

Phycastrum Kützing.

(Tab. VIII. A, B. C.)

Zellen einzeln oder getrennt, kurz, in der Mitte mit einer tiefen Einschnürung; Querprofil der Hälfte 3- bis 6eckig oder 3- bis 6strahlig; in jeder Hälfte ein Chlorophyllbläschen und grüne Längsbänder, welche auf dem Querschnitt bogenförmig von dem Chlorophyllbläschen ausstrahlen und paarweise nach jedem Zellenstrahl convergiren.

Die Zellen schwimmen meist einzeln und frei, seltener findet man sie einzeln oder zu zwei und mehrern in einer schwimmenden Gallertkugel getrennt liegend. Sie sind durch eine ringförmige Einschnürung der Membran am Aequator, welche zwischen $1/2$ und $6/7$ des halben Querdurchmessers beträgt, in zwei Hälften geschieden, so dass die Oeffnung, welche die beiden Hälften verbindet, $1/2$ bis $1/7$ der ganzen Dicke ausmacht. Die Länge der ganzen Zelle ist gleich der grössten Dicke, oder etwas mehr oder weniger, in einigen Fällen kaum halb so gross. In jeder Hälfte liegt ein centrales Chlorophyllbläschen und mehrere grüne Bänder, deren eine Rand das Chlorophyllbläschen und die Achse berührt, der andere nach der Peripherie gerichtet ist. Sie sind gebogen und convergiren paarweise nach aussen. Die Queransicht zeigt das centrale Chlorophyllbläschen, und von demselben ausstrahlend doppelt so viele grüne Streifen, als Lappen der Zelle vorhanden sind; je zwei Streifen treten in einen Lappen ein, und können, wenn derselbe weit ist, meist bis an dessen Ende (A. fig. 1; C. fig. 1), wenn er enger und länger ist, nicht ganz so weit verfolgt werden (B). Wenn die Zelle viel festen, körnigen Inhalt besitzt, so sind die Bänder nur undeutlich oder auch gar nicht zu sehen. — Das Kernbläschen ist noch nicht beobachtet.

Die Fortpflanzung geschieht durch Theilung; die Tochterzellen bilden nach der Theilung die eine Hälfte ganz neu, welche daher zuerst klein, fast kugelig ist, und einen homogenen farblosen Schleiminhalt und eine zarte Membran besitzt (B. fig. b). Die neue Hälfte wird in der Regel der ursprünglichen ganz gleich; doch finden in dieser Beziehung namentlich in der Untergattung Stenactinium zuweilen bedeutende Abweichungen statt. Die Ecken der beiden Hälften sind in der Regel opponirt, seltener alternirend. — Copulation ist bei Ph. mucronatum (Staurastrum m. Ralfs) beobachtet worden; sie scheint die gleiche zu sein, wie sie oben bei Euastrum b) Cosmarium beschrieben wurde.

Die Gattung Phycastrum gründet sich auf den künstlichen Charakter, dass die Zellenhälfte in 3 oder mehr Strahlen getheilt ist. Es scheint aber, dass die Zahl der Strahlen auch auf zwei herabsinken kann, und es ist mir sehr wahrscheinlich, dass Euastrum a) Tetracanthium bloss aus zweistrahligen Phycastrumarten besteht. Die vorliegende Gattung kann vielleicht einmal durch diese Vervollständigung natürlicher gemacht werden. Dann bedarf es aber neuer Unterscheidungsmerkmale, für die die bisherigen Untersuchungen nicht ausreichen.

a) Amblyactinium.

(Tab. VIII. A.)

Querprofil dreieckig, Ecken in beiden Profilen abgerundet.

Typus: *Ph. orbiculare* Kg. (Desmidium o. Ehrenb.). Hieher gehören ferner die Formen *Ph. depressum* Näg., *Ph. spinulosum* Näg., *Ph. mucronatum* (Staurastrum m. Ralfs), *Ph. striolatum* Näg., *Ph. Ralfsii* Näg. (Staurastrum tricorne Ralfs), *Ph. apiculosum* Kg., *Ph. muricatum* (Trigonocystis m. Hassall), *Ph. pilosum* Näg., *Ph. furcigerum* Kg. (Bréb).

Die beiden Zellenhälften berühren einander, oder sie sind durch ein kurzes cylindrisches Zwischenstück verbunden. Sie sind im Längenprofil meist queroval; die innern Ränder laufen entweder fast parallel oder sie divergiren stark von einander; der äussere Rand ist fast halbkreisförmig, oder gewölbt, oder gerade und selbst etwas concav. Die Seiten des Querprofils sind meist concav, zuweilen convex. — Die Membran ist dünn, ganz glatt und unbewehrt, oder sie trägt an jedem Eck einen Stachel, oder sie ist gestreift, oder mit Warzen besetzt, oder haarig, oder stachelig. Die Streifen (bei Ph. striolatum, fig. 3) verlaufen ringförmig um die Strahlen; die Mitte der Endfläche bleibt ungestreift. Die Haare haben zuweilen ebenfalls eine regelmässige Stellung; bei Ph. pilosum (fig. 4) bilden sie an der Endfläche einen Kreis, welcher eine kahle Stelle umschliesst, und stehen von demselben aus in radienförmigen, nach aussen sich verdoppelnden Reihen.

Tab. VIII. A. fig. 1. **Ph. depressum**, *Länge* $^1/_{125}'''$, *Dicke* $^1/_{125}'''$; *das Längenprofil der Hälfte queroval, innere Ränder gebogen-divergirend; die Seiten des Querprofils concav; Membran ganz glatt.* — Zürich, in kleinen Sümpfen.

Fig. 2. **Ph. spinulosum**, *Länge* $^1/_{110}'''$, *Dicke* $^1/_{125}'''$; *das Längenprofil der Hälfte spindelförmig die innern Ränder stark-divergirend, fast gerade, der äussere Rand concav oder convex; die Seiten des Querprofils concav; die beiden Hälften durch ein kurzes cylindrisches Zwischenstück verbunden; Membran glatt, an jeder Ecke mit einem Stachel bewehrt.* — Zürich, in Torfgräben.

Fig. 3. **Ph. striolatum**, *Länge* $^1/_{100}'''$, *Dicke* $^1/_{100}'''$; *das Querprofil der Hälfte dreieckig-queroval, die innern Ränder stark-divergirend, wenig gebogen, der äussere Rand gerade oder etwas concav; die Seiten des Querprofils concav; Membran unbewehrt, an den Strahlen ringförmig-gestreift, 5 Streifen auf* $^1/_{200}'''$. — Zürich, in Gräben.

Fig. 4. **Ph. pilosum**, *Länge* $^1/_{55}'''$, *Dicke* $^1/_{66}'''$; *das Längenprofil der Hälfte halbkreisförmig-queroval, die innern Ränder gebogen, wenig divergirend, der äussere Rand stark gewölbt; die Seiten des Querprofils concav; Membran mit haarförmigen Stacheln bewehrt.* — Zürich, in kleinen Sümpfen. — Haare $^1/_{500}'''$ lang, sehr dünn, am Ende in ein Köpfchen verdickt.

b) Pachyactinium.

(Tab. VIII. C.)

Querprofil dreieckig; Ecken dick, in beiden Profilen spitzlich.

Typus: *Ph. Griffithsianum* Näg. Ferner gehören hieher die Formen *Ph. cristatum* Näg., *Ph. denticulatum* Näg., *Ph. Ehrenbergianum* Näg. und *Ph. tricorne* Kg.?

Die beiden Zellenhälften sind im Längenprofil fast halbkreisförmig, oder breit-querelliptisch; die innern Ränder wenig oder stark divergirend, der äussere Rand mehr oder weniger gewölbt. Die Seiten des Querprofils sind fast gerade oder etwas convex. Die Membran ist glatt und bloss in der Nähe der Ecken mit einigen Punkten und Stacheln besetzt, oder sie ist überall warzig oder stachelig. Die Stellung der Punkte und Stacheln zeigt eine bestimmte Regelmässigkeit.

Bei Ph. cristatum steht an jeder Ecke ein Stachel, und zunächst den Ecken an jeder der drei Kanten, welche die Endfläche begrenzen, folgen noch 3 oder 4 Stacheln, von denen die innern kleiner sind (fig. 1, a, b). Von den Stacheln aus gehen Reihen von Punkten, welche ringförmig über die Seitenfläche bis zum entsprechenden Stachel der andern Kante, welche die gleiche Ecke bilden hilft, verlaufen. In Fig. 1, c ist an jeder Hälfte eine Ecke zugekehrt; man sieht den Endstachel derselben und 2 Reihen von je 3 Stacheln an den beiden Kanten; an den Endstachel schliesst sich ein vollständiger Kreis von 7 Punkten, an die beiden äussersten Stacheln der Kanten ein solcher von

10 oder 11 Punkten; der folgende Kreis ist unvollständig, man erkennt von demselben etwa 10 bis 13 Punkte; auf die innersten Stacheln folgen jederseits bloss 2 oder 3 Punkte.

Bei Ph. denticulatum (fig. 3) verlaufen um jeden Strahl 5 kreisförmige parallele Streifen, welche den Durchmesser des Strahles fast rechtwinklig schneiden. Die Streifen stellen sich im Profil als kleine stachelspitzige Zähnchen dar.

Ph. Ehrenbergianum hat an jeder Ecke einen grossen zweischenkeligen Stachel, und um die gestutzte Polfläche 6 gleiche Stacheln, die paarweise genähert sind. Zwischen jeder Ecke und dem entsprechenden Stachelpaar an der Polfläche steht ein Paar kleinerer einfacher Stacheln.

Ph. Griffithsianum (fig. 2) ist mit kleinen Warzen besetzt, welche am Ende 1 bis 4 Stacheln tragen. Jede der drei Kanten, welche die Endfläche begrenzen, trägt eine Reihe von meist 6 Warzen, wovon die beiden mittlern etwas grösser und durch einen weitern Zwischenraum getrennt, die äussern dagegen die kleinern sind; die Ecke selbst trägt 4 Stacheln. An jeder der drei Seitenflächen einer Hälfte liegt eine gebogene Reihe von 4 oder von 6 Warzen, wovon die beiden innern weiter von einander entfernt sind, und von 6 je die äusserste klein ist. Wenn man eine Ecke von oben betrachtet, so sieht man von derselben 4 Reihen von Warzen ausgehen, 2 über die Kanten (welche die Endfläche begrenzen) und 2 über die angrenzenden Seitenflächen; ausserdem bemerkt man noch nach der Oeffnung der Zelle hin 2 Punkte oder 2 Reihen von je 2 Punkten. — In Fig. b. sieht man eine inhaltslose Hälfte von der Endfläche, in Fig. c dieselbe von der entgegengesetzten Seite (d. h. von der mittleren Oeffnung); die am Rande vorspringenden Warzen in beiden Figuren gehören den Seitenflächen an; in Fig. b sind die Warzen der drei Endkanten innerhalb jener im Durchschnitte sichtbar; in Fig. c dagegen zeigt sich die Oeffnung als Ring. In Fig. d liegt eine inhaltslose Zelle so, dass zwei Ecken abgekehrt und zwei Seitenflächen zugekehrt sind; die an den Rändern vorspringenden Warzen gehören je einer Kante an; weiter nach innen sieht man fast über die Mitte jeder Seitenfläche eine Reihe von Warzen im Durchschnitt. Fig. d zeigt eine andere inhaltslose Zelle in der Lage, dass zwei Ecken (n) zugekehrt sind; die innern wenig gebogenen Reihen von Warzen (n p) gehen über die Seitenflächen, die äussern Reihen (n o o p) dagegen bezeichnen die Endkanten.

Tab. VIII. C. fig. 1. **Ph. cristatum**, *Länge* $^1/_{50}$ *bis* $^1/_{40}$'''. *Dicke* $^1/_{53}$ *bis* $^1/_{48}$'''; *das Längenprofil der Hälfte breit-querelliptisch, die innern Ränder stark divergirend, der äussere Rand etwas gewölbt; die Seiten des Querprofils etwas convex; Membran glatt oder an den Ecken spärlich punktirt, an jeder*

Ecke und dem nächst liegenden Theil der drei Endkanten mit je 4 bis 5 kleinen Stacheln bewehrt. — Zürich, in kleinen Sümpfen.

Fig. 2. **Ph. Griffithsianum**, *Länge* $^1/_{50}'''$, *Dicke* $^1/_{50}'''$; *das Querprofil der Hälfte fast halbkreisförmig, am Pol schmal-gestutzt, die innern Ränder wenig divergirend, fast gerade; die Seiten des Querprofils fast gerade; Membran mit kleinen Warzen besetzt, welche an jeder Kante der Endfläche eine Reihe und an jeder Seitenfläche eine mit der Endkante parallele Reihe bilden, Warzen 1- bis 4stachelig; Ecken 3- bis 4stachelig.* — Zürich, in kleinen Sümpfen.

Fig. 3. **Ph. denticulatum**, *Länge* $^1/_{70}'''$, *Dicke* $^1/_{55}'''$; *das Längenprofil der Hälfte quer-elliptisch, die innern Ränder gebogen, divergirend, der äussere Rand etwas gewölbt; die Seiten des Querprofils fast gerade, oder sehr wenig vertieft; Membran im Profil gesehen kurzstachelig-gezähnelt, an der Fläche mit körnigen Streifen, welche ringförmig um die Strahlen verlaufen, 3 Streifen auf* $^1/_{200}'''$; *an jeder Ecke ein grösserer und zuweilen ein zweiter etwas kleinerer Stachel.* — Zürich, in Gräben.

Ph. Ehrenbergianum, *Länge* $^1/_{66}'''$, *Dicke* $^1/_{70}'''$; *das Längenprofil der Hälfte quer-oval, die innern Bänder gebogen, divergirend, der äussere Band stark-gewölbt, am Pol breit-gestutzt; die Seiten des Querprofils leicht-geschweift; Membran glatt, an jeder Ecke mit einem grössern zweischenkeligen Stachel und um die Polfläche mit 3 Paaren solcher Stacheln, zwischen diesen und den Ecken mit je 1 Paar kleinerer einfacher Stacheln.* — Zürich, in Sümpfen. — Die grossen Stacheln sind $^1/_{500}$ bis $^1/_{300}'''$ lang, und bis zur Mitte oder darüber in zwei divergirende Schenkel gespalten. — Eine Abbildung konnte nicht mehr aufgenommen werden.

c) Stenactinium.

(Tab. VIII. B.)

Querprofil drei- bis sechseckig; Ecken vorgezogen, am Ende schmal-gestutzt oder gespalten.

Typus: *Ph. crenulatum* Näg. Hieher gehören *Ph. hexaceros* (Ehrenb.) Kg., *Ph. glabrum* (Ehrenb.) Kg., *Ph. bifidum* (Ehrenb.) Kg., *Ph. aculeatum* (Ehrenb.) Kg., *Ph. gracile* (Staurastrum g. Ralfs), *Ph. paradoxum* (Meyen) Kg., *Ph. dilatatum* (Ehrenb.) Kg., *Ph. margaritaceum* (Ehrenb.) Kg., *Ph. Arachne* (Staurastrum A. Ralfs), *Ph. Jenneri* (Staurastrum J. Ralfs).

Die beiden Zellenhälften sind im Längenprofil querspindelförmig, häufig ziemlich deutlich in ein Mittelstück und in die Strahlen geschieden, welche bald kurz und dick, bald lang und sehr dünn sind; der äussere Rand ist gerade, oder convex, oder concav. Die Seiten des Querprofils sind concav. Die Strahlen sind gleich dick oder von innen nach aussen verschmälert, am Ende gerade-abgestutzt, oder 2 bis 4spaltig; ihr Querprofil ist kreisförmig. Die Membran ist glatt, oder warzenförmig-gekerbt, oder warzig, oder stachelig. Die Warzen umgeben die Strahlen ringförmig, so dass die letztern da-

durch wie gegliedert erscheinen (fig. h — p); ein verschmälerter Strahl, welcher von oben angesehen wird, zeigt daher eine Zahl concentrischer Ringe (fig. o). Ein gleicher Ring von Warzen oder Punkten zeigt sich zuweilen auch an der Endfläche, mit einigen Punkten im Centrum (fig. p.).

Die 3, 4 und 5strahligen Individuen von Phycastrum sind von Ehrenberg in eben so viele Gattungen (Desmidium, Staurastrum und Pentasterias), von Kützing in drei Abtheilungen der gleichen Gattung (Phycastrum) gebracht worden. Die Zahl der Strahlen unterscheidet aber weder Gattungen noch Gattungsabtheilungen, nicht einmal Arten, wie aus solchen Individuen hervorgeht, deren Hälften in ungleich viele Strahlen getheilt sind. Ich beobachtete im Herbst 1847 häufig 3, 4 und 5strahlige Formen von Phycastrum crenulatum, welche so sehr in der Grösse, im Zelleninhalte und in der Structur der Membran übereinstimmten, dass ich sie nicht für specifisch verschieden halten konnte. Darunter waren die dreistrahligen Individuen, die zu Ph. hexaceros (Ehrenb.) Kg. gehörten, am zahlreichsten, die 5strahligen am seltensten. Sie lebten den Winter über im Zimmer, und nun fand ich bei wiederholten Untersuchungen einzelne Individuen, deren eine Hälfte drei, die andere vier Strahlen hatte (fig. e, i, k). Die Zahl dieser beobachteten ungleichhälftigen Zellen stieg zuletzt ungefähr auf ein Dutzend. Es waren zwei Annahmen möglich, entweder dass dieselben aus Samen entstanden seien, welche durch Copulation eines dreistrahligen mit einem vierstrahligen Individuum, also durch Bastardirung erzeugt worden, — oder dass sie durch Theilung entstanden seien und den Uebergang von der einen zur andern Form bildeten. Das letztere stellte sich indess als das richtige heraus, da in einigen solchen gemischten Exemplaren die eine Hälfte (nämlich die vierstrahlige) noch jung und nicht vollständig entwickelt sich zeigte (fig. i). Es war daher unzweifelhaft, dass sie durch Theilung von dreistrahligen Individuen auf die Art entstanden waren, dass an der neuen Hälfte sich vier Strahlen bildeten.

Tab. VIII. B. **Ph. crenulatum**, *Länge* $^1/_{90}$ *bis* $^1/_{66}'''$, *Dicke* 1 *bis* $1^1/_2$ *Mal so gross; das Längenprofil der Hälfte quer-spindelförmig, gerade; das Querprofil* 3, 4, 5*strahlig; Strahlen nach dem schmalgestutzten Ende allmälig verdünnt, der Länge nach gekerbt und durch die ringförmig verlaufenden Kerben. scheinbar gegliedert, am Ende mit zwei* (zuweilen undeutlichen) *kleinen Stacheln.* — a) **triradiatum** (Ph hexaceros Ehrenb. Kg.), *jede Hälfte* 3*strahlig.* — b) **mixtum**, *die eine Hälfte* 3-, *die andere* 4*strahlig.* — c) **quadriradiatum**, *jede Hälfte* 4*strahlig.* — d) **quinqueradiatum**, *jede Hälfte* 5*strahlig.* — Zürich, in Gräben.

Desmidium.

(Tab. VIII. 0)

Zellen kurz, in reihenförmige Familien vereinigt, mit ebenen Endflächen; Seitenfläche 3 bis 4kantig, Kanten stumpf-abgerundet, zweizähnig oder in der Mitte eingekerbt; in jeder Zellenhälfte 3 oder 4 freiliegende Chlorophyllbläschen und doppelt so viele grüne Längsbänder, welche auf dem Querschnitt paarweise von den Chlorophyllbläschen ausstrahlen und bogenförmig nach jeder Ecke convergiren.

Typus: *D. Swartzii* Ag. Hieher gehört *D. quadrangulare* Kg. und wahrscheinlich *D. didymum* Corda.

Bei D. Swartzii sind die Zellen in der Regel halb so lang als breit. Mit den ebenen Endflächen hängen sie fest zusammen, und bilden reihenförmige freischwimmende Familien. Die Form der einzelnen Zelle ist ein kurzes, dreiseitiges Prisma, mit vertieften Flächen und abgerundeten vortretenden Kanten. Dessnahen ist das Längenprofil rechteckig (fig. b, d, e), das Querprofil dreieckig mit concaven Seiten und abgerundeten Ecken (fig. b, c). Die Kanten zeigen, im Längenprofil betrachtet, in der Mitte eine spitze Einkerbung, daneben 2 Zähne, die wenig nach aussen gerichtet sind, und vor der Scheidewand noch eine geringe buchtige Vertiefung (fig. d, e). Diese Einkerbungen und Zahnbildungen erstrecken sich bloss auf die Kanten, die Seitenflächen sind eben. Die Membran ist ziemlich dünn und ganz glatt; sie ist an den Seiten etwas dicker als an den Kanten, und an den Zähnen etwas dicker und dunkler begrenzt als an dem übrigen Theil der Kanten.

Im Centrum der Zelle liegt ein nur selten deutlich zu sehendes Kernbläschen. In jeder Hälfte befinden sich drei, concentrisch gestellte, in der gleichen zur Zellenachse rechtwinkligen Ebene liegende Chlorophyllbläschen, und 6 grüne Bänder, denen je zwei mit dem innern Rande ein Chlorophyllbläschen berühren und mit dem äussern Rande nach den Kanten bogenförmig convergiren (fig. b). Auch zwischen dem Kernbläschen und den Chlorophyllbläschen liegt fester grüner Inhalt, welcher bei der Queransicht als kurze grüne

Stränge erscheint. — Häufig enthalten die Zellen so viel körnigen Inhalt, dass man die grünen Bänder und selbst die Chlorophyllbläschen nicht erkennen kann.

Die Zellen vermehren sich durch Theilung. Copulation ist noch nicht beobachtet.

Tab. VIII. D. **D. Swartzii** Ag., *Dicke der Zellen* 1/80 *bis* 1/50‴, *Länge* 1/2 *Mal so gross; das Längenprofil mit* 2 *Zähnen an den Seitenkanten; das Querprofil dreieckig, mit abgerundeten Ecken und concaven Seiten.* — In Gräben und Sümpfen (bei Zürich)

Erklärung der Abbildungen.

Die in Klammern eingeschlossenen Zahlen bezeichnen hier, wie auf den Tafeln, die Vergrösserung, so dass also z. B. (1) natürliche Grösse, (300) dreihundertmalige Vergrösserung bedeutet.

Tab. I.

A. *Chroococcus.* Fig. 1. *C. rufescens* (300). — c abgestorbene Zellen mit verdickter Wandung. — Fig. 2. *C. pallidus* (300). — Fig. 3. *C. helveticus* (600). — Fig. 4. *C. minor* (300). — b mehrere Zellen werden durch eine structurlose Gallerte in Familien vereinigt.

B. *Aphanocapsa.* Fig. 1. *A. parietina* (300), ein Stück des gallertartigen Lagers. — b (600) einzelne Zellen. — Fig. 2. *A. testacea* (300), ein Stück des gallertartigen Lagers.

C. *Coelosphaerium.* Fig. 1. *C. Kützingianum* (300), eine einfache und eine Zwillingsfamilie. — b (600) die Hälfte einer Familie. — Man sieht bloss die zugekehrte Fläche der Kugeln.

D. *Merismopoedia.* Fig. 1. *M. glauca* (300). — b (600). — Fig. 2. *M. Kützingii* (600).

E. *Synechococcus.* Fig. 1. *S. aeruginosus* (300). — Fig. 2. *S. elongatus* (600). — Fig. 3. *S. parvulus* (600).

F. *Gloeocapsa.* Fig. 1. *G. atrata* Kg. (300). — Fig. 2. *G. opaca.* a (100). b — f (300). — Einzelne Familien (vgl. die Erklärung pag. 50). — Fig. 3. *G. ambigua a. fuscolutea* (600). b (300). — In n, n sieht man innerhalb der besondern Hüllen die spangrünen Zellen; die besondern Hüllen aller übrigen Zellen sind vollkommen undurchsichtig. — Fig. 4. *G. ambigua b. violacea* (300). b (600). In b, mit Ausnahme der beiden oberen Kugeln, sieht man die spangrünen Zellen in den durchsichtigen Hüllmembranen; n zwei Zellen noch ohne Hüllmembran. Alle übrigen Zellen sind in den undurchsichtigen besondern Hüllen verborgen. — Fig. 5. *G. ianthina* Kg. (300). — Fig. 6. *G. punctata* (600).

G. *Gloeothece.* Fig. 1. *G. confluens* (300). b (600). — Zwei Stücke von dem gallertartigen Lager. — Fig. 2. *G. linearis* (600). — Fig. 3. *G. devia* (300). — Einzelne Familien; g und h zwei Familien von zwei Seiten angesehen; vgl. die Erklärung auf pag. 57.

H. *Aphanothece.* Fig. 1. *A. microscopica* (300), eine ovale Familie und ein Stück von einer unregelmässig gestalteten Familie. — Fig. 2. *A. saxicola* (300), ein Stück des gallertartigen Lagers. — b (600) ein Theil des vorigen.

Tab. II.

A. *Apiocystis.* Fig. 1. *A. Brauniana.* a (50). b, c (100). d (200). e — i (300). k (600). — d eine Blase von der Seite und im Querschnitt. e junge Blasen. f — i Gruppen von Zellen. k einzelne Zellen. — Fig. 2. *A. linearis* (100).

B. *Palmodactylon.* Fig. 1. *P. varium* a (100). b — i (200). k — n (300). o (600). — c — n junge, noch einfache Familien. o Zellen. — Fig. 2. *P. simplex* (200). b, c junge Familien. — Fig. 3. *P. subramosum* (200).

C. *Tetraspora explanata* Kg. (300). — a, b kleine Stücke von einer Familie. c — f Gruppen von Zellen und einzelne Zellen.

D. *Mischococcus confervicola.* Fig. 1. Var. *geminatus* (300). — Fig. 2. Var. *bigeminus* (300). — c — g (600). — c Zellen. d Anfang einer Familie. e, f Zellengruppen. g Verästelungsstelle eines Stiels.

E. *Dictyosphaerium Ehrenbergianum.* a — g (300). i — l (600). — In a, b, c, e sieht man nur die Zellen der zugekehrten Fläche der Kugeln, in d auch die der abgekehrten. f junge Familie, aus 7 grössern und 4 kleinern Zellen bestehend. g. Zellen vom Umfang der Kugeln mit ihren Fäden besonders dargestellt. i — l Zellen.

Tab. III.

A. *Oocardium stratum.* a (1). b (100). c, d (200). e, f (300). g — l (600). — a Warzen auf dem Lager von Inomeria Brebissoniana. b, d Stücke des senkrechten Durchschnittes durch eine Warze. c oberflächlicher Schnitt von einer Warze; die Hüllen sind durch Salzsäure aufgelockert und durch den Druck etwas von einander entfernt worden. e, f Stücke des senkrechten Durchschnittes durch eine Warze, nach Anwendung von Salzsäure und vorsichtigem Drucke. g — l Zellen. b Zelle in beiden Seitenansichten. l der Inhalt hat sich durch Jod gefärbt und von der Membran zurückgezogen.

B. *Hormospora mutabilis* Bréb. a (100). b — e (300). f — p (400). — c — e junge Familien. f — p Zellen.

C. *Nephrocytium Agardhianum.* a — h, l — o Var. *minus.* i, k, p. Var. *majus.* — a — k (300). l — p (600). — b Blase von der Seite und von den beiden Enden. g Blase in den beiden Seitenansichten. h Blase in den beiden Seitenansichten und in der Queransicht. l — p Zellen. l, m Zellen in den beiden Seitenansichten und in der Queransicht.

D. *Characium Naegelii* A. Braun (300). b — m (600). — b Schwärmzellen. c Zellen nach dem Schwärmen in der ersten Entwickelung. d Zelle vor der beginnenden Theilung. e — k Familien in fortschreitender Theilung. l Urmutterzelle mit Brutzellen gefüllt. m dieselbe mit den ausschlüpfenden Brutzellen.

E. *Cystococcus humicola* (300). b — m (600). — b — f Zellen in fortschreitender Entwickelung. g — l Familien in fortschreitender Theilung. m Urmutterzelle mit Brutzellen gefüllt.

F. *Dactylococcus infusionum* (300). b — g (600). — b schwärmende Zellen. c ruhende Zellen vor der Theilung. d — g Familien, d und g von der Seite und im Querschnitt.

Tab. IV.

A. *Ophiocytium.* Fig. 1. *O. apiculatum* (300). — b eine theilweise entleerte Zelle. c eine ganz entleerte Zelle. d, e Gruppen von jungen Zellen. — Fig. 2. *O. majus.* a — i (300). k — m (600). — c eine entleerte Zelle. e, f, h, l, m Spitzen von entleerten Zellen. g, k junge Zellen.

B. *Polyedrium.* Fig. 1. *P. trigonum.* a — c (300). d (600). — a, b, c Zellen von der breiten und der schmalen Seite angesehen. — Fig. 2. *P. tetragonum.* a — d (300). e (600). — a, c Zellen von der breiten und der schmalen Seite. — Fig. 3. *P. tetraedricum.* a — c (300). d (600). — c Zelle von zwei Seiten angesehen. — Fig. 4. *P. lobulatum.* a (300). b (600). — a Zelle von zwei Seiten angesehen.

C. *Rhaphidium.* Fig. 1. *Rh. fasciculatum* Kg. a — f (300). g — n (600). — f — i einzelne Zellen. k, l Zellen unmittelbar nach der Theilung. n Zelle durch Oeltröpfchen scheinbar gegliedert. — Fig. 2. *Rh. minutum* (300). h (600).

D. *Palmella.* Fig. 1. *P. mucosa* Kg. (200). Kleines Stück von dem gallertartigen Lager. b (600) Zellen. — Fig. 2. *P. miniata* Leibl. var. *aequalis* (200). Kleines Stück von dem gallertartigen Lager. b (400) Zellen und Gruppen von Zellen.

E. *Pleurococcus.* Fig. 1. *P. miniatus* (200). b (600). Einzelne Zellen und Familien von zwei Zellen; — eine Zelle hat sich gehäutet; die Membran, aus welcher sie herausschlüpfte, hängt ihr noch an. — Fig. 2. *P. vulgaris* Menegh. part. (300). f (600). — b, c, d, e Familien von zwei Seiten angesehen. — Fig. 3. *P. dissectus* (600).

F. *Gloeocystis vesiculosa.* a, h (200) zwei kleine Stücke von dem gallertartigen Lager. c — r (300) Blasen, besonders dargestellt. s (600) Zellen.

G. *Stichococcus.* Fig. 1. *S. bacillaris* (300). b (600). — Fig. 2. *S. major* (600).

H. *Porphyridium cruentum.* a, b (300). c — e (600). — b, c Täfelchen von der breiten und von der schmalen Seite angesehen. d Zellen von der breiten Seite. e Zellen von der schmalen Seite.

Tab. V.

A. *Scenodesmus.* Fig. 1. *S. obtusus* Meyen (300). h — m (600). — b Familie von zwei Seiten angesehen. g sechs junge Familien und zwei ungetheilte Zellen durch Gallerte verbunden. m Familie, von welcher 3 Zellen in Brutfamilien sich verwandelten. — Fig. 2. *S. caudatus* Kg. (300). — e (600) die Hälfte einer Familie, deren Zellen Brutfamilien erzeugten. — Fig. 3. *S. acutus* Meyen (300). c (600).

B. Fig. 1, 2, 3. *Pediastrum.* Fig. 1. *P. Boryanum* Kg. a — g (200). h, i (600). — g Täfelchen von zwei Seiten angesehen. h Randzelle von zwei Seiten gesehen. i zwei Zellen vom Rande. — Fig. 2. *P. Selenaea* Kg. a — d (300). d Täfelchen im Durchschnitte gesehen. — e, f (600) ein Stück von dem Rande zweier Täfelchen. — Fig. 3. *P. Rotula* Kg. a, h (300). c — f (600). — f mit Jodtinctur. — Fig. 4. *Pediastrum b) Anomopedium.* — *P. integrum.* a — k (200). l, m (400). — h, i, k drei Täfelchen von zwei Seiten angesehen. — n (600) äussere Wandungen der Randzellen mit den Stacheln.

C. *Coelastrum.* Fig. 1. *C. sphaericum* (300). — b, c (600). b einzelne Zellen von der Seite, c Zellen von oben angesehen. — d die mittlere Scheidewand aus c noch stärker vergrössert. — Fig. 2. *C. cubicum* (300), von verschiedenen Seiten angesehen.

D. *Sorastrum spinulosum* (300). — d (600) eine Zelle von zwei Seiten angesehen.

Tab. VI.

A. *Pleurotaenium Trabecula.* a (100). b (200). — c, d (600) Ende und Mitte einer Zelle.

B. *Mesotaenium Endlicherianum* (300). — a, d Zellen von zwei Seiten angesehen.

C. *Closterium.* Fig. 1. *C. moniliferum* Ehrenb. (200). — a, d Zellen in zwei Längsansichten. b, e Zellen im Durchschnitt gesehen. c Enden. — Fig. 2. *C. parvulum* (300). e, f, g (600), — a Zelle in zwei Längsansichten. e Zellen in der Queransicht. f Mitte einer Zelle. g Mitte einer inhaltslosen Zelle, deren eine Hälfte gelb und gestreift ist.

D. *Closterium b) Netrium.* — *C. Digitus* Ehrenb. a — e (200). f — h (400). — a, b, d Zellen von der Oberfläche angesehen; c im Längsdurchschnitt; e, f im Querdurchschnitt; g und h die gleiche Zelle von der Oberfläche (h) und im Längsdurchschnitt (g) gesehen.

E. *Dysphinctium a) Actinotaenium.* — *D. Regelianum.* a — d (300). e, f (600). — e eine Zelle in der Längs- und in der Queransicht. f inhaltslose Zelle

F. *Dysphinctium b) Calocylindrus.* — *D. annulatum.* a — e (300). f (600). — b Queransicht. c eine Zelle in den beiden Längsansichten. e, f zwei inhaltslose Zellen.

G. *Dysphinctium.* Fig. 1. *D. striolatum* (200). — b ein Theil des Randes aus voriger Figur, stark vergrössert. — Fig. 2. *D. Meneghinianum.* a — c (200). c eine Zelle in der Längs- und Queransicht. — d, e (600) inhaltslose Zellen; d dieselbe Zelle, von der Seite und vom Ende angesehen.

H. *Euastrum e) Micrasterias.* Fig. 1. *E. didymacanthum* (300) Zelle in der Längs- und Queransicht. — Fig. 2. *E. decemdentatum* (300) Zelle in der Längs- und Queransicht. — Fig. 3. *E. semiradiatum* Kg. (300) Zelle in der Längs- und Queransicht. — Fig. 4. *E. Rota* Ehrenb. (200) Hälfte einer Zelle.

Tab. VII.

A. *Euastrum b) Cosmarium.* Fig. 1. *E. integerrimum* Ehrenb. (300). a Zelle im breiten, b im schmalen Längenprofil. — Fig. 2. *E. margaritiferum* Ehrenb. (300). a, d, e, f

Zellen im breiten Längenprofil; c im schmalen Längenprofil; h, g im Querprofil. h Hälfte einer inhaltslosen Zelle. — Fig. 3. *E. Botrytis* Ehrenb. (300). a Zelle im breiten Längenprofil; b im schmalen Längenprofil; c im Querprofil. d Hälfte einer inhaltslosen Zelle. — Fig. 4. *E. protractum* (300). a Zelle im breiten Längenprofil; b im schmalen Längenprofil; c im Querprofil. d Hälfte einer inhaltslosen Zelle. — Fig. 5. *E. tetragonum.* a (300) zwei Zellen, von denen die eine im breiten, die andere im schmalen Längenprofil sichtbar ist, in einer Gallerthülle liegend. — b, c (600) Hälften zweier Zellen, im breiten Längenprofil. — Fig. 6. *E. rupestre* (300). c Zelle im Querprofil. g Zelle, welche in einen Fortsatz ausgewachsen ist. h zwei Zellen, die durch Copulation einen Samen erzeugt haben. — i (600) Hälfte einer inhaltslosen Zelle. — Fig. 7. *E. crenulatum* Ehrenb. (400) a eine Zelle in beiden Längenansichten. b eine abnormale, inhaltslose Zelle in beiden Längenansichten. — c, d (600) eine inhaltslose Zellenhälfte, in der breiten Längenansicht (c) und in der Queransicht (d). — Fig. 8. *E. crenatum* Ralfs (600), zwei inhaltslose Zellenhälften in der breiten Längenansicht. — Fig. 9. *E. polygonum.* a (400) eine Zelle in den beiden Längenprofilen. — b, c (600) inhaltslose Zellenhälfte, in der breiten Längenansicht (b) und in der Queransicht (c). — Fig. 10. *E. Ungerianum.* a (300) eine Zelle in den beiden Längenansichten. — b — f (600) inhaltslose Zellenhälften: b, c in der breiten Längenansicht; d in der schmalen Längenansicht; e, f in der Queransicht, von der Polfläche (e) und der Isthmusfläche (f) angesehen.

B. *Euastrum c) Eucosmium.* — *E. Hassallianum.* a (200) eine Zelle in den beiden Längenansichten. — b — f (400) inhaltslose Zellenhälften: b in der breiten Längenansicht, c in der schmalen Längenansicht; e, f in der Queransicht, von der Polfläche (e) und der Isthmusfläche (f); d Endlappen im Querprofil.

C. *Euastrum a) Tetracanthium.* Fig. 1. *E. convergens* Kg. (300). a, b Zellen in der breiten Längenansicht; c in der Queransicht. d inhaltslose Zelle in der Queransicht. — Fig. 2. *E. depressum* (300). a Zelle in der breiten Längenansicht, b in der Queransicht, c in der schmalen Längenansicht.

D. *Euastrum.* Fig. 1. *E. bidentatum.* a, b (300). a eine Zelle in der breiten und schmalen Längenansicht. — c — f (600) inhaltslose Zellenhälften; c, f in der breiten Längenansicht; e in der schmalen Längenansicht; d in der Queransicht, von der Isthmusfläche angesehen; g Querprofil des Poles. — Fig. 2. *E. dubium.* a (300). — b — d (600) inhaltslose Hälfte, d in den beiden Längenansichten dargestellt. — Fig. 3. *E. ansatum* Ehrenb. (300). a Zelle in der breiten Längenansicht; b in der schmalen Längenansicht.

Tab. VIII.

A. *Phycastrum a) Amblyactinium.* Fig. 1. *Ph. depressum.* a — c (300). a eine Zelle in der Quer- und Längenansicht. — d (600) eine inhaltslose Zelle in der Längenansicht, und eine Zelle in der Queransicht. — Fig. 2. *Ph. spinulosum* (600) eine Zelle in der Längen- und Queransicht, und eine inhaltslose Zelle. — Fig. 3. *Ph. striolatum.* a, b

(300); c (600). — a drei Zellen in einer Gallerthülle. b, c zwei Zellen in der Längen- und Queransicht. — Fig. 4. *Ph. pilosum* (600), eine inhaltslose Hälfte von der Polfläche angesehen.

B. *Phycastrum c) Stenactinium.* — *Ph. crenulatum.* a — g (300). h — o (600). — a — d, h, n — p *var. triradiatum.* f, l *var. quadriradiatum.* g, m *var. quinqueradiatum.* e, i, k *var. mixtum.* — k inhaltslose Zelle. n, o, p inhaltslose Hälfte von der Isthmusfläche (n), von der Polfläche (p) und von der Seite (o) angesehen.

C. *Phycastrum b) Pachyactinium.* Fig. 1. *Ph. cristatum.* a, b (300). c (600). Drei Zellen in den beiden Ansichten; c inhaltslos. — Fig. 2. *Ph. Griffithsianum.* a (300). b — e (600). — b, c inhaltslose Zellenhälfte von der Polfläche (b) und von der Isthmusfläche (c) angesehen. d, e inhaltslose Zelle in zwei verschiedenen Längenansichten. — Fig. 3. *Ph. denticulatum.* a (300). — b (600) eine Zelle in der Quer- und Längenansicht.

D. *Desmidium Swartzii.* a (100) eine Familie. — b (300) eine Familie in der Längenansicht, und eine Zelle in der Queransicht. — c, d, e (600) inhaltslose Zellen, c in der Queransicht, d, e in verschiedenen Längenansichten.

Druckfehler und Verbesserungen.

Seite	Zeile	
2	4	von unten lies Individualität statt Individualitäten
4	10	von oben setze oft vor schildförmige
5	12	von unten setze bei den vier erstgenannten Ordnungen nach liegt
6	10	von oben lies in statt an
10	14	von unten lies Pleurotaenium statt Pleurotaenia
11	11	von oben lies » » »
13	6	von unten lies Gloeocystis statt Tachygonium
15	5	von oben lies Gloeocystis ampla statt Tachygonium
22	9	von oben lies beiden statt bei den
29	5	von unten lies dem erstern statt den ersten
38	7	von oben lies Gloeocystis statt Tachygonium
40	9	von oben setze ein , vor mit einem
55	4	von unten setze Fig. 2 statt Fig. 1. c.
61	3	von oben lies freies statt structurloses
63	11	von unten füge nach Polyedrium hinzu Nephrocytium
128	14	von oben lies Rand statt Band

Seite 71. Die Untersuchung von lebenden Exemplaren von Porphyridium cruentum, welche ich durch die Gefälligkeit von A. Braun aus Freiburg erhielt, machte es mir möglich, einen Irrthum, in den mich die getrockneten Exemplare geführt hatten, zu berichtigen. An den letztern hatte sich das aufgeweichte Lager durch Druck und Reibung in einschichtige Täfelchen getrennt, wie sie auf Taf. IV. H. gezeichnet sind, woraus ich schloss, dass, wie bei Tetraspora, die Theilung nur in den Richtungen der Fläche geschehen. An den frischen Exemplaren liessen sich nun zwar durch Druck ebenfalls einzelne einschichtige Täfelchen lostrennen, so wie auch stellenweise an den Rändern das Lager einschichtig ist. Indess kann die körperliche Anlagerung der Zellen im übrigen Lager keinen Zweifel darüber lassen, dass die Theilung in der Regel in allen Richtungen des Raumes statt findet, wenn sie auch vielleicht zuerst und ausnahmsweise bloss in den Dimensionen der Fläche abwechselt. Ferner sah ich bei der frischen Pflanze häufig in jeder Zelle ein weissliches Korn (ein mit Stärke sich füllendes Farbbläschen), wie es die übrigen Palmellaceen besitzen. Die Gattungsdiagnose muss nun folgendermassen geändert werden:

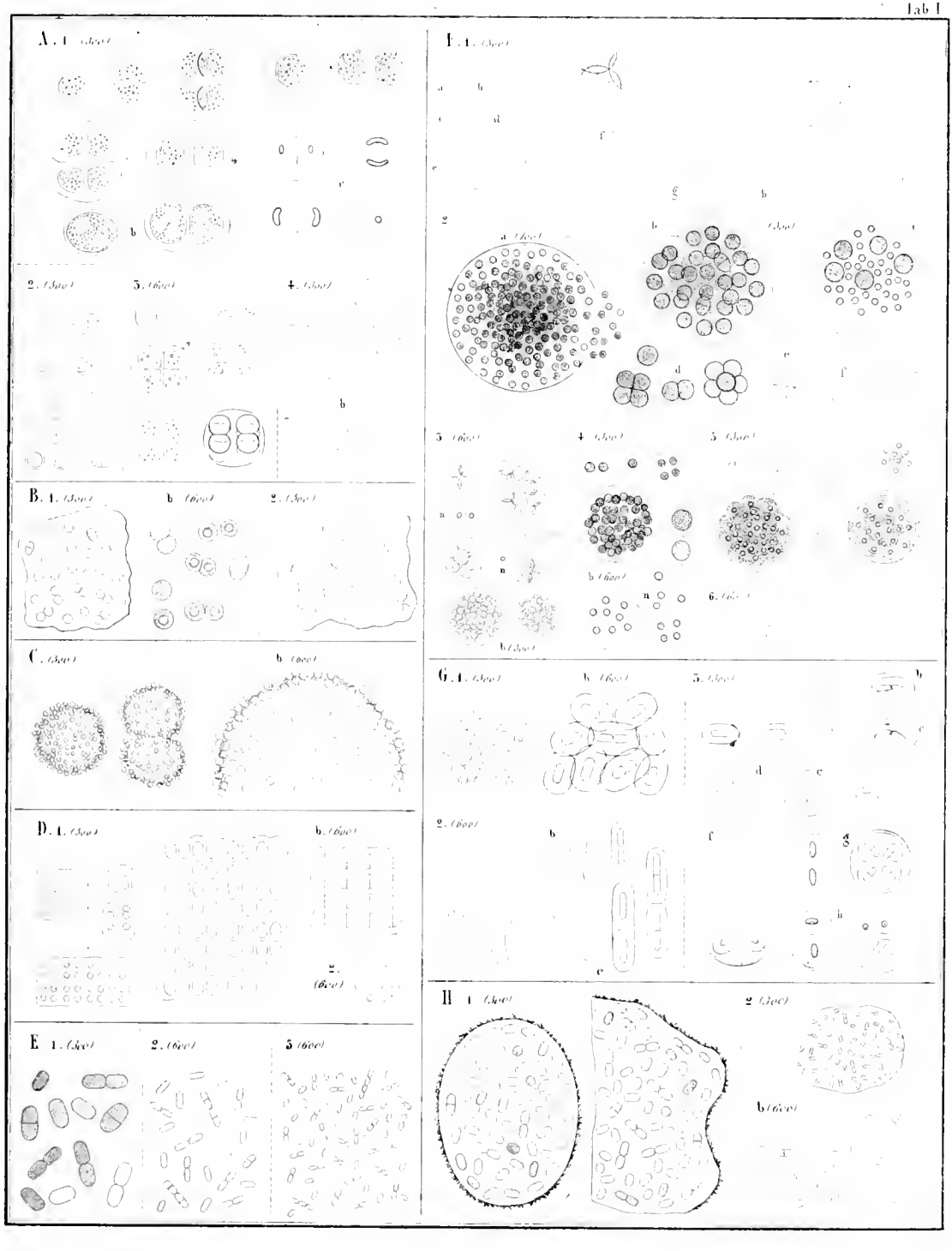
Porphyridium.

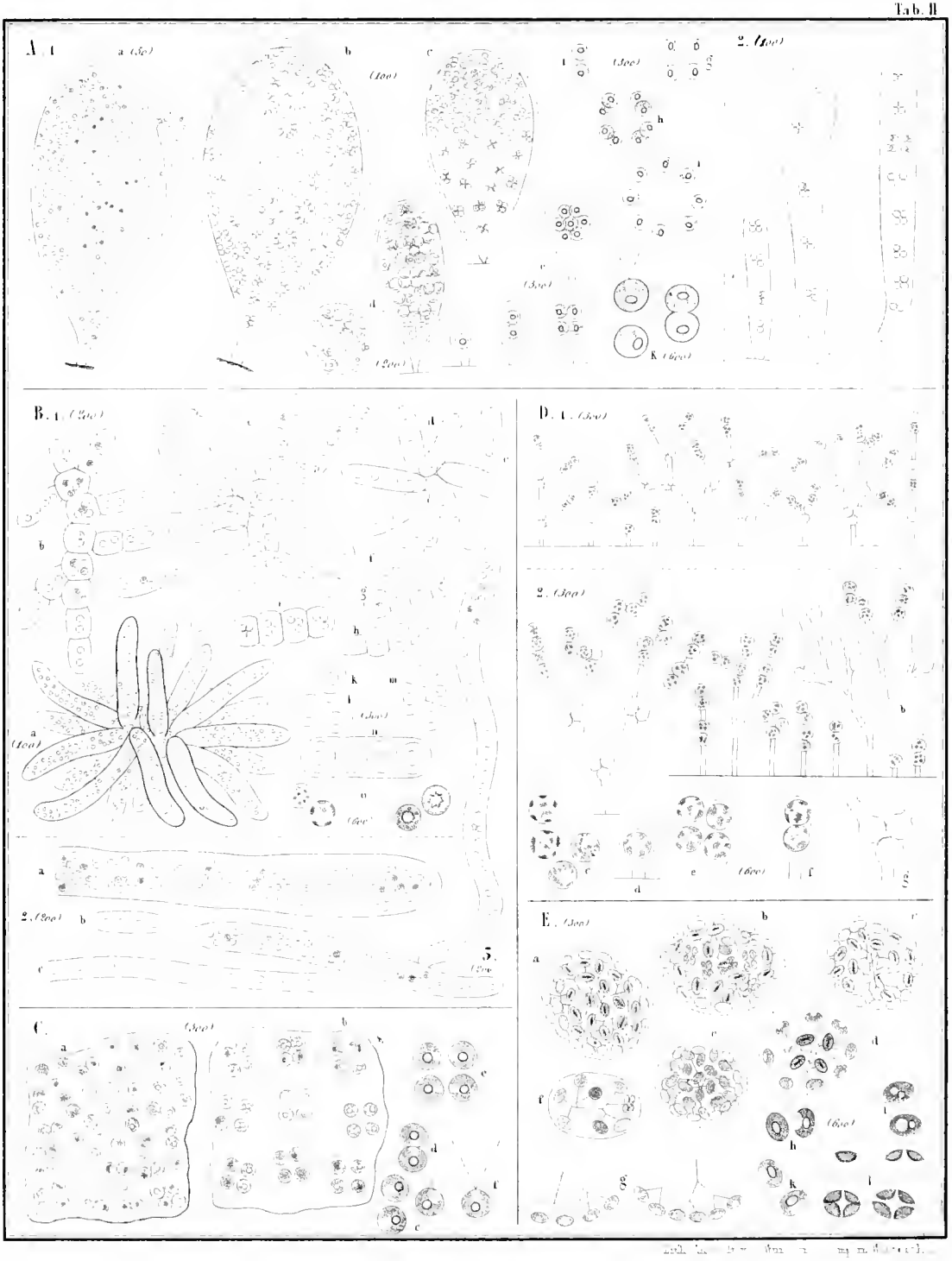
Zellen kugelig oder polyedrisch, mit ziemlich dünnen zusammenfliessenden Hüllmembranen, in ein etwas gallertartiges Lager vereinigt; Theilung

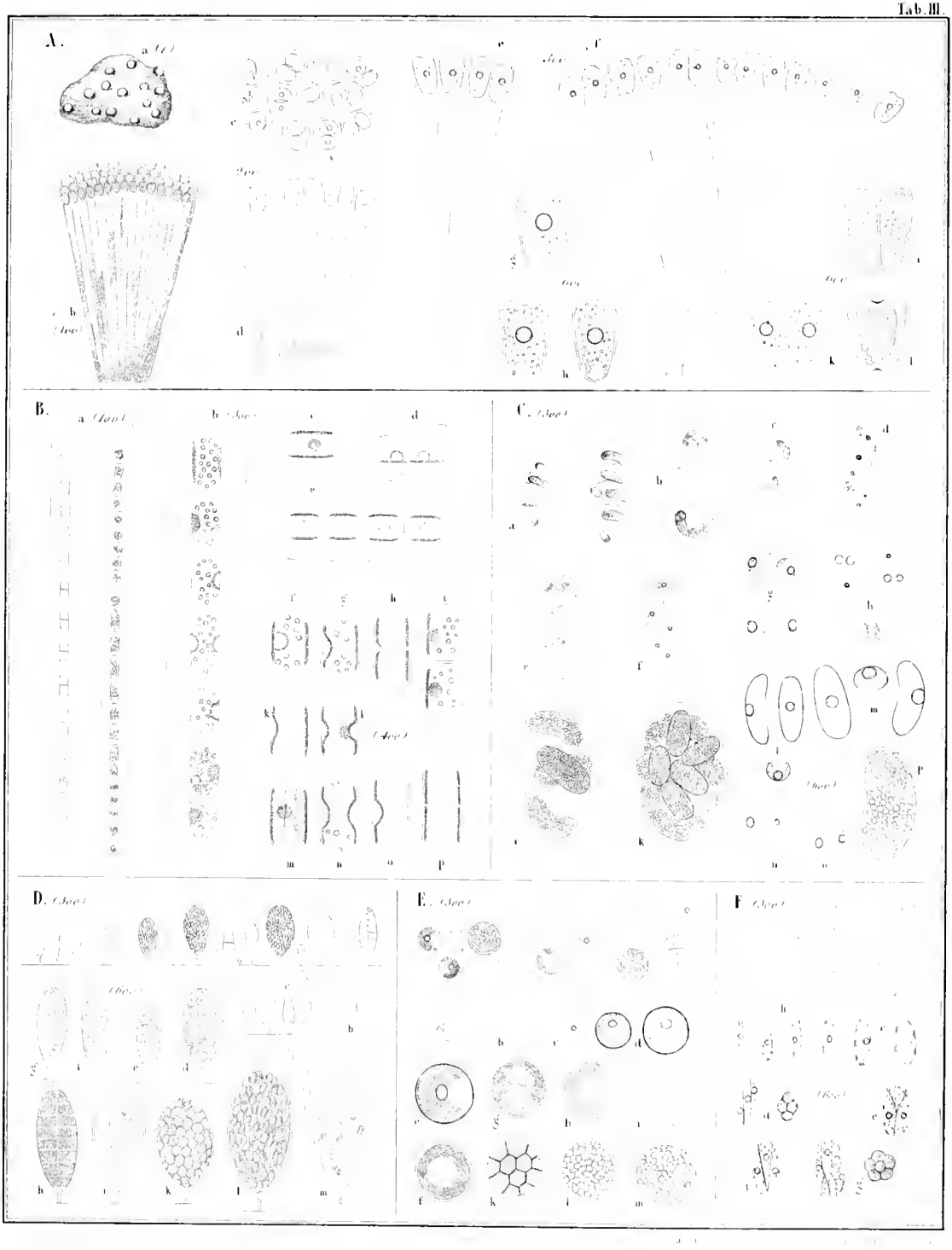
abwechselnd in allen Richtungen des Raumes, oder ausnahmsweise bloss in denen der Fläche; alle Generationen entwickelt und gleich; Zelleninhalt purpurfarbig.

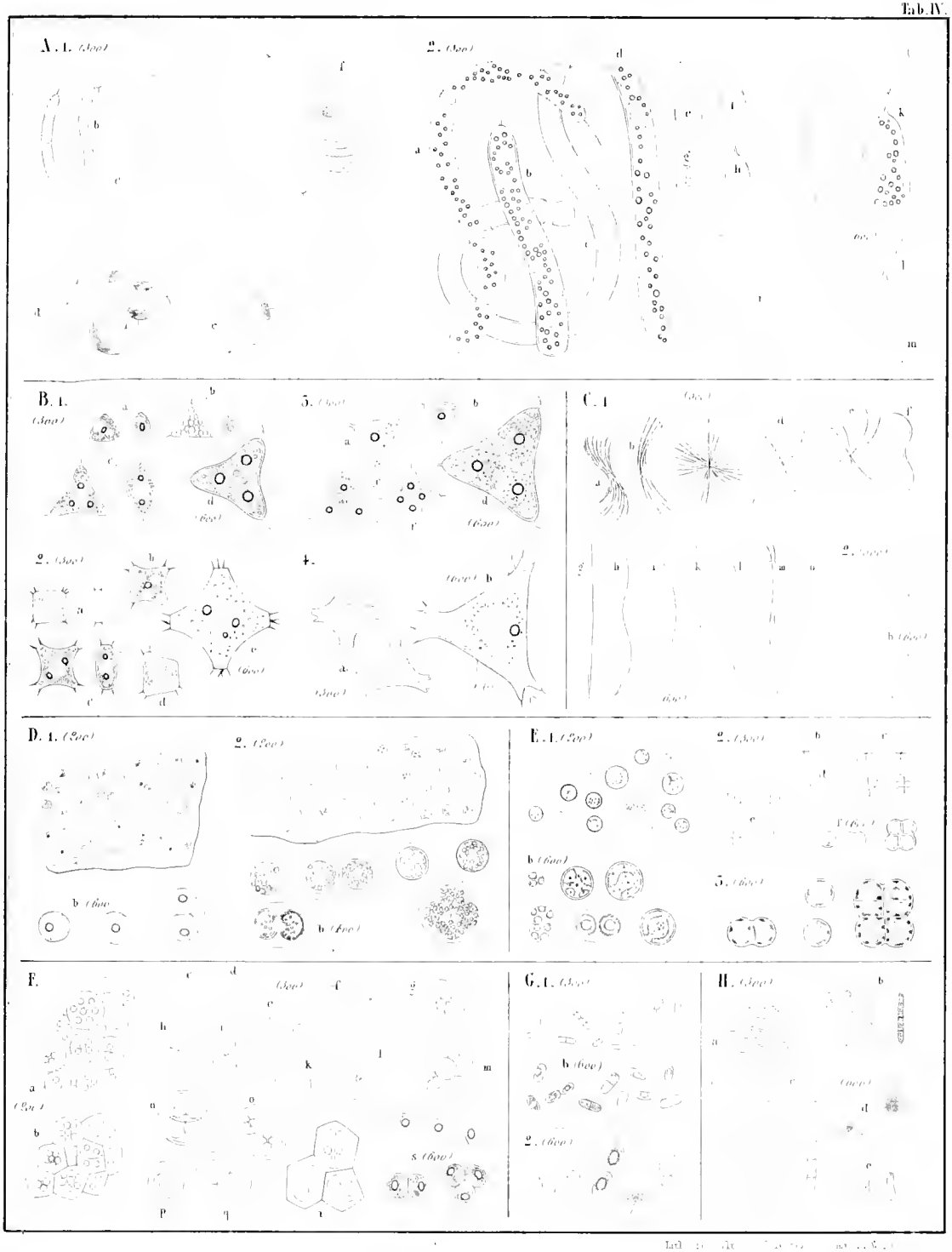
Von Palmella unterscheidet sich diese Gattung durch die erythrophyllhaltige Zellflüssigkeit.

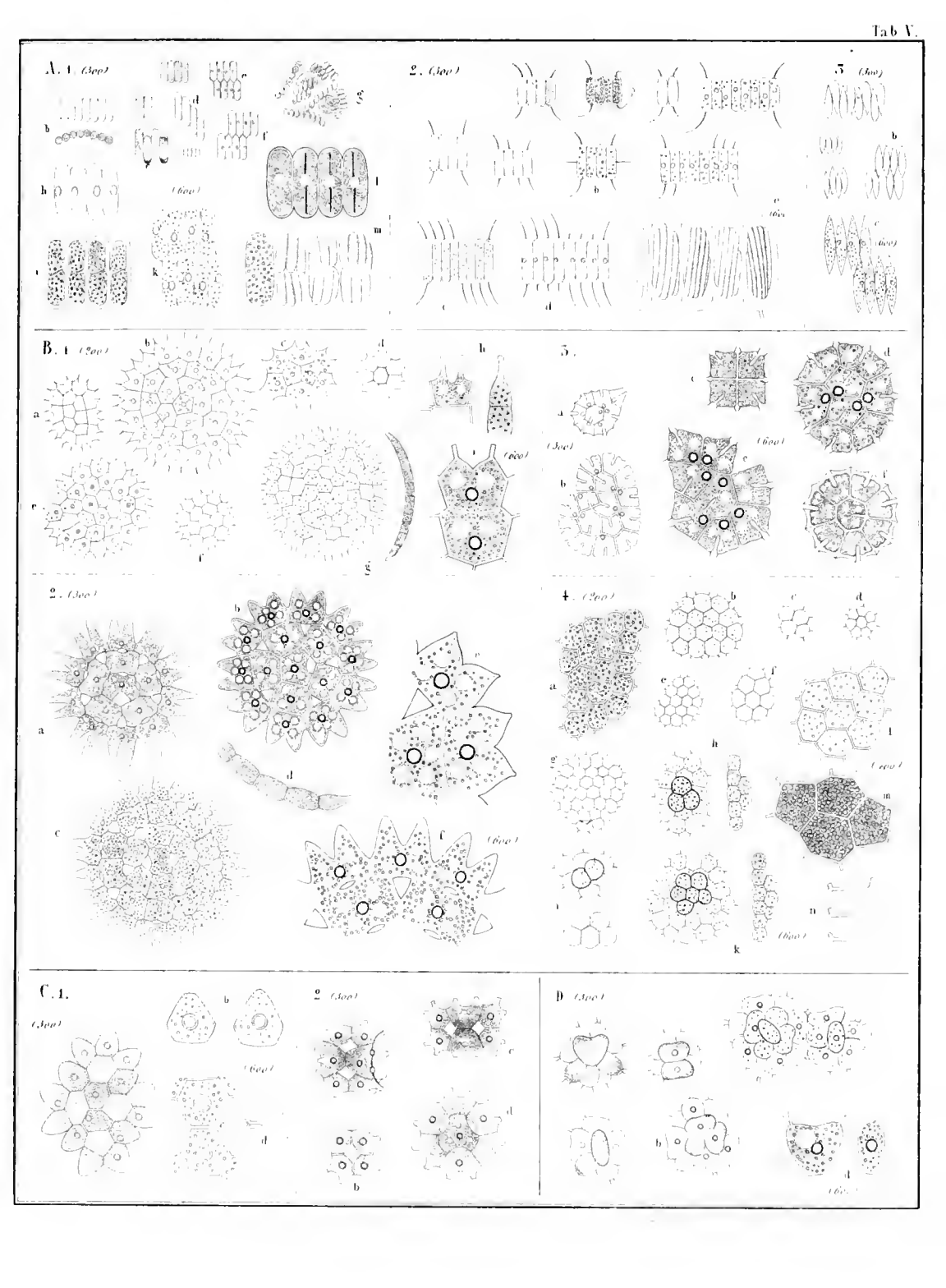
P. cruentum (Palmella c. Ag.), *Zellen* $^1/_{350}$ *bis* $^1/_{250}$''' *dick, etwas eckig; Lager hautartig.*

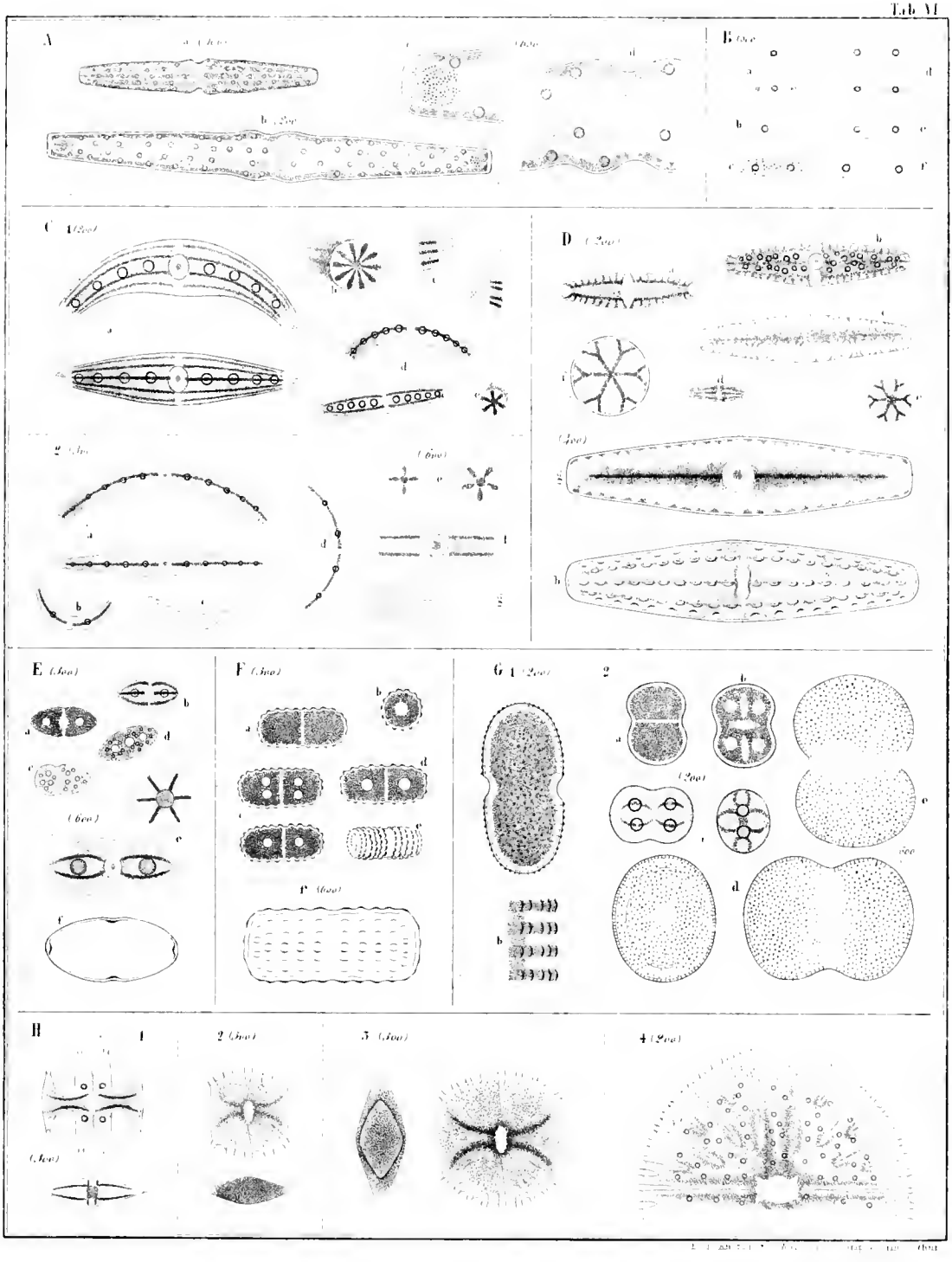

A. 1. (300)
2. (300)
3. (600)
4. (300)
B. 1. (300)
b. (600)
2. (300)
C. (300)
b. (600)
D. 1. (300)
b. (600)
2. (600)
E. 1. (300)
2. (600)
3. (600)
F. 1. (300)
2. (300)
3. (600)
4. (300)
5. (300)
6. (600)
G. 1. (300)
b. (600)
3. (300)
2. (600)
H. 1. (300)
2. (300)
b. (600)

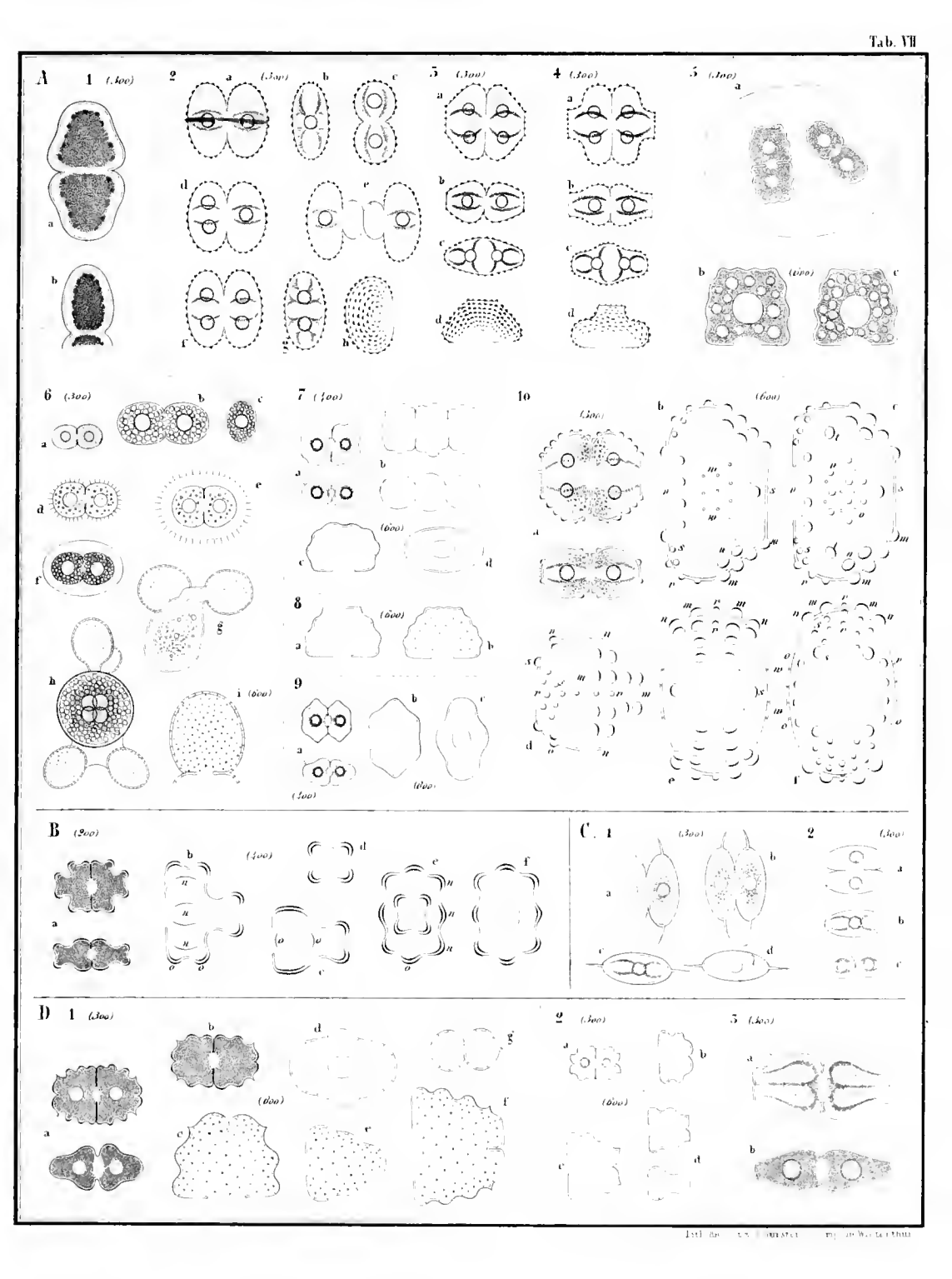

A. 1
a (30)
b
(100)
c
d
(200)
2. (100)
i (300)
h
l
e
(300)
K (600)
B. 1. (300)
a
(100)
b
c
d
e
f
g
h
k
m
l
(300)
n
o
(600)
2. (300)
b
c
3.
(50)
C.
(300)
a
b
c
d
e
f
D. 1. (300)
2. (300)
b
c
d
e
(600)
f
g
E. (300)
a
b
c
d
e
f
g
h
i
(600)
k
l


A.
B.
C.
D.
E.
F.

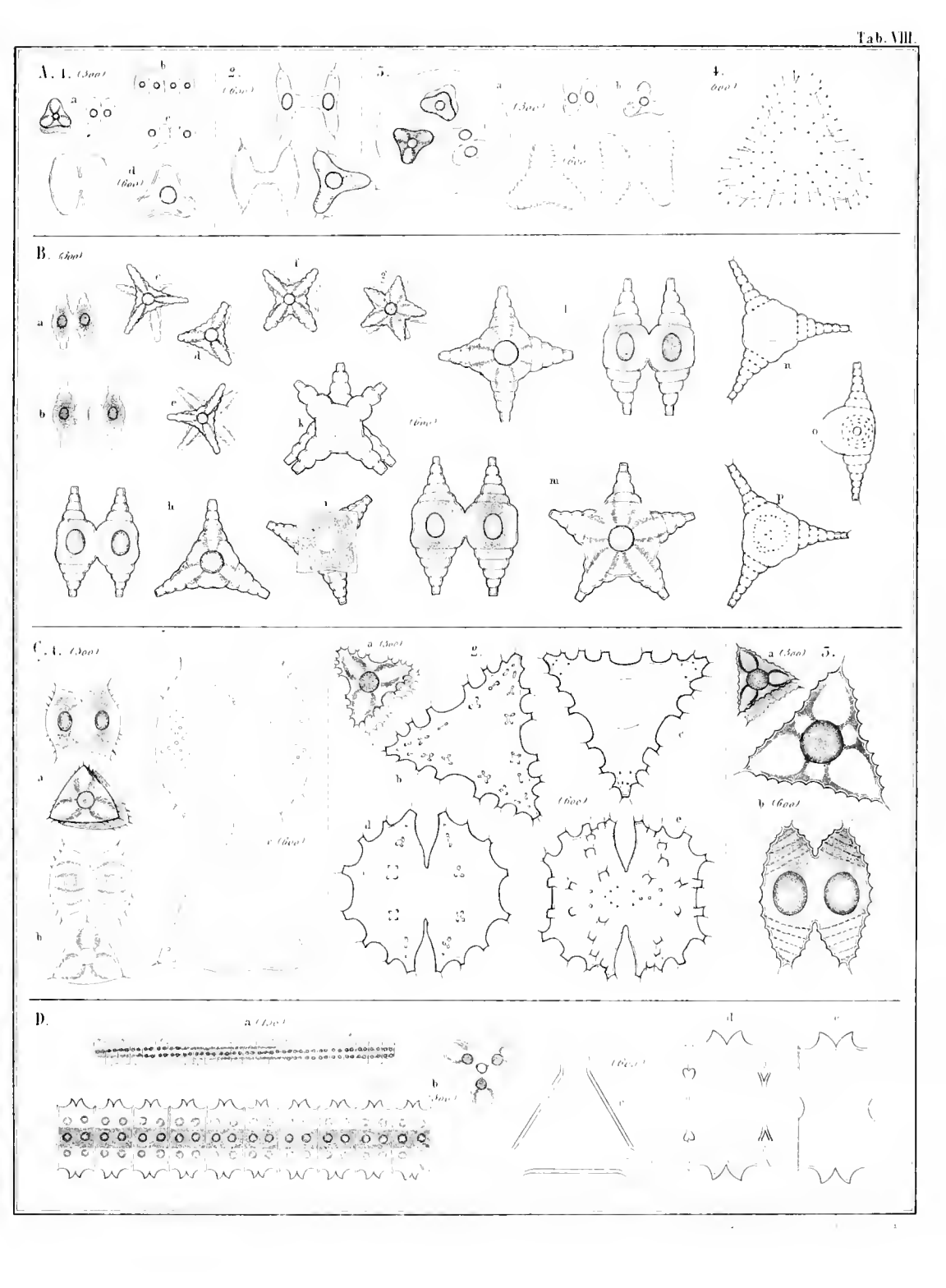

A. 1. (300)
2. (300)
B. 1. (300)
3. (300)
(650)
2. (300)
(600)
4.
(600)
(300)
C. 1
(300)
2. (300)
(600)
D. 1. (200)
2. (200)
(600)
E. 1. (200)
2. (300)
(600)
3. (600)
F.
(300)
(200)
8. (600)
G. 1. (300)
(600)
2. (600)
H. (300)
(600)


A. 1. (300)
2. (300)
3. (300)
B. 1. (200)
5.
2. (300)
4. (200)
C. 1.
(300)
2. (300)
D. (300)


A
B
C 1
2
D
E
F
G 1
2
H 1
2
3
4



Lith. Anst. v. J. Brunnmayer Wien


A. 1. (300)
2. (600)
3.
4.
B. (600)
C. 1. (300)
2.
3.
D.