

Zur Kenntniss der Sphacelarieen.

Von

Theod. Geyler, D. ph.

Vorliegende Arbeit soll einen Beitrag zur Kenntniss der Entwicklungsgeschichte und Architectonik der Sphacelarieen liefern und zugleich von dieser Basis ausgehend versuchen das Verhalten der einzelnen Gattungen zu einander näher zu beleuchten. Das Material zu diesen Untersuchungen verdanke ich der Güte von Hr. Prof. Cramer, welcher mir die freie Benutzung seiner Sammlungen gestattete; es bestand theils aus getrockneten, theils aus in Weingeist aufbewahrten Exemplaren. Die Untersuchungen, welche die grössere Hälfte des Jahres 1864 in Anspruch nahmen und erst Anfang 1865 vollendet wurden, erfolgten unter der Leitung von Hr. Prof. Cramer, auch wurden alle nur irgend wichtigen Zeichnungen von demselben revidirt.

Die Arbeit zerfällt in zwei Theile, von welchen der eine die bei den Untersuchungen der einzelnen Arten gewonnenen Resultate hervorhebt, der andere diese Resultate für die Systematik zu verwerthen sucht.

I. Ergebnisse der Untersuchung.

Die kleine Gruppe der Sphacelarieen unterscheidet sich von allen verwandten Gewächsen durch die im jugendlichen Zustande mit dunklem schleimigkörnigem, im höheren Alter mit mehr oder weniger wasserhellem Inhalt erfüllte, nach oben etwas keulig anschwellende Scheitelzelle (sphacela) der fortbildungsfähigen Axen. Die Sphacelarieen zeigen 4 Arten vegetativer Organe, als: 2 Arten Thallome,

nämlich mit unbegrenzt in die Länge wachsender Scheitelzelle versehene Thallome oder Langtriebe und Kurztriebe¹⁾, deren Scheitelzelle sehr bald aufhört sich weiter zu entwickeln; sowie 2 Arten Trichome, nämlich aufwärts wachsende oder Haarbildungen und abwärts wachsende oder Wurzelfäden. Reproductive Organe sind ebenfalls 4 zu unterscheiden: 2 geschlechtliche, Antheridien und Sporen, und 2 ungeschlechtliche, Keimfrüchte und Brutknospen.

Während beide Arten von Thallomen keiner einzigen Sphacelariee fehlen, ist das Vorkommen der Trichome nur auf bestimmte Arten beschränkt und zwar können sich hier wieder bald beide, bald nur eine Art Trichome an ein und derselben Species vorfinden. In der Kenntniss der reproductiven Organe zeigen sich noch bedeutende Lücken; bei vielen Sphacelarieen ist bloss eines oder auch gar keines dieser Organe bekannt.

Ausserdem mögen einige Eigenschaften, welche sich constant bei allen Sphacelarieen wieder finden, schon hier angeführt werden. Näheres findet sich bei Beschreibung der einzelnen Arten, besonders *Stypocaulon scoparium*.

Die von der Scheitelzelle durch Querwandbildung abgeschnittenen Glieder (primären Gliederzellen) zerfallen durch nachträgliche, jedoch sehr bald eintretende Quertheilung in 2 Hälften (secundäre Gliederzellen). Durch eine verticale Scheidewand (primäre Hauptwand) wird darauf jede secundäre Gliederzelle wieder halbirt und jede dieser Hälften durch eine senkrecht auf die primäre Hauptwand gestellte Verticalwand (secundäre Hauptwand) abermals in 2 Viertel (Cylinderquadranten) getheilt. Bis hierher ist die Theilung bei allen Sphacelarieen, wenigstens in den Langtrieben und den ältern Kurztriebpartieen, übereinstimmend; die späteren Theilungsweisen variiren bei den einzelnen Gattungen und Arten. Durch die zuletzt besprochene Verticaltheilung wird die ursprünglich aus Zellreihen bestehende Pflanze in einen Zellkörper verwandelt.

Betreffend die Entstehung der Aeste zerfallen die Sphacelarieen in 2 Gruppen. Bei den unter A angeführten Arten zeigt sich die Astanlage als eine seitliche gleich unterhalb der Spitze auftretende Ausbuchtung der Scheitelzelle, bei den unter B aufgezählten tritt dagegen diese Ausbuchtung aus einer der jüngern oder jüngsten

1) Die Benennungen „Lang- und Kurztriebe“ wurden von Cramer eingeführt; vergl. Cramer, Physiolog.-systemat. Untersuchungen über die Ceramiaeen. Heft 1. p. 1.

Gliederzellen hervor. In beiden Fällen scheidet sehr bald eine Scheidewand die Astanlage von der Hauptaxe.

A. Die Astanlage tritt als eine Ausbuchtung der Scheitelzelle auf.

Stypocaulon Scoparium Kütz. ¹⁾.

Die Pflanze, welche durchschnittlich eine Grösse von 6—12 Centimeter ²⁾ erreicht, bildet einen verzweigten, gegliederten Zellkörper mit cylindrischen Thallomen, mit Haarbildungen in den Achseln der Aeste und Wurzelfilzberindung an den älteren Partien der Hauptaxen. Von reproductiven Organen sind bloss Sporen bekannt.

Langtriebe. Die Langtriebe unterscheiden sich in den frühesten Zuständen durch Nichts von den Kurztrieben, später machen sie sich durch ihre entwicklungsfähig bleibende Scheitelzelle und ihre bedeutendere Länge ³⁾ leicht kenntlich. Sie erzeugen Lang- und Kurztriebe und umgeben sich später mit einem Filz getrennt bleibender, wenigstens nicht parenchymatoidisch zusammenschmelzender Wurzelfäden.

Kurztriebe. Die Kurztriebe sind entweder einfach oder verzweigt, d. h. die primären Kurztriebe tragen secundäre, und letztere bisweilen tertiäre ⁴⁾; ein verzweigter primärer Kurztrieb trägt meist 3—4 secundäre. Die Scheitelzelle der Kurztriebe verliert ihre Entwicklungsfähigkeit sehr bald und der ganze Kurztrieb erscheint zuletzt als ein sich nach oben verjüngender, mit einer spitzlichen, mit stark verdickter Wandung versehenen Zelle endigender, einfacher oder verzweigter, cylindrischer, gegliederter Zellkörper von meist sehr beschränkter Ausdehnung ⁵⁾. (Auf Taf. XXXIV. Fig. 1 haben sich die un-

1) Es wurden 21 Exemplare untersucht: 8 Weingeistexemplare, von welchen 2 Ex. bei Nisita gesammelt der forma hiemalis, die übrigen 6 (1 von Morilleaux, 1 von Nisita, 4 von Nizza) der forma aestivalis angehörten; 13 getrocknete Exemplare, von denen 2 (1 auf den Calvadosklippen, 1 bei Pirano gesammelt) zu der forma disticha, die übrigen 11 aber (1 von Morilleaux, 2 von Genua, 1 von Nisita, 1 von Capri, 1 von Sorrento, 1 von Nizza, 1 von Palermo, 1 aus Ligurien, 2 von Venedig) sämtlich wiederum zu der forma aestivalis gezogen wurden.

2) Agardh, Spec. gen. et ordin. Algarum p. 37.

3) Ein einfacher, d. h. bloss Kurztriebe erzeugender Langtrieb kann eine Länge von ungefähr 1 Centimeter erreichen.

4) Meneghini, Alge Italiane e Dalmatiche p. 347.

5) Die Länge eines ausgebildeten Kurztriebs kann etwa 1,2 Millimeter oder ein
Jahrb. f. wiss. Botanik IV.

tersten Kurztriebe bereits begrenzt; Fig. 13 zeigt den seltenen Fall, dass mit dem Kurztrieb zugleich auch der Langtrieb seine Entwicklungsfähigkeit verlor.) Dabei sind bisweilen die einzelnen Kurztriebe etwas einwärts gekrümmt, seltener fast hakig am Ende eingebogen.

Der ausgebildete Kurztrieb unterscheidet sich demnach ausser der beschränkten Entwicklungsfähigkeit der Scheitelzelle und der dadurch hervorgehenden geringeren Längsausdehnung von dem Langtrieb noch durch das Fehlen der Wurzelfäden.

Aststellung. Die Verzweigung der Lang- und Kurztriebe findet in ein und derselben Verticalebene statt; nur in sehr seltenen Fällen weicht die Verzweigungsrichtung des Astes um ein Geringes von dieser Ebene ab. Lang- und Kurztriebe verzweigen sich constant alternirend zweizeilig; da aber die Stellung derjenigen Aeste, welche ein unbegrenztes Wachstum annehmen, nicht bestimmt ist, so erscheinen die Langtriebe meist sehr unregelmässig an den Hauptaxen vertheilt. Unverkennbar aber ist diese alternirend zweizeilige Verzweigung an den jüngsten Langtrieben (Taf. XXXIV. Fig. 1 u. 2) und an den sich verzweigenden Kurztrieben. Nur in verhältnissmässig sehr seltenen Fällen giebt es auch hier Abweichungen von der Regel. So beobachtete ich an Langtrieben zweimal 2, einmal 3 successive Aeste; an Kurztrieben zweimal 2, ja einmal sogar 4 Aeste über einander und zwar auf der der Hauptaxe zugewendeten Seite.

Gewöhnlich entspringen von einer Basis mehrere Hauptstämme¹⁾. Diese sind unterhalb einfach, nach oben hin gewöhnlich vielfach verzweigt; der äussere Umriss der einzelnen Hauptzweige variirt von der linealen bis zur schmal lanzettlichen Gestalt. Die verschiedenartigsten Verhältnisse in der Stellung der Langtriebe rufen eine Menge von Formen der im allgemeinen Habitus sehr veränderlichen Pflanze hervor. Bald stehen die Langtriebe in grosser Anzahl dicht in Form von Büscheln zusammengedrängt am Ende einer Hauptaxe (forma glomerata Kütz.), bald stehen nur wenige und mehr verlängerte Langtriebe neben einander und finden sich mehr oder weniger aus einander gerückt über den ganzen obern Theil der Hauptaxe vertheilt (forma virgata Kütz.), bald stehen die Langtriebe einzeln und in mehr oder weniger regelmässig alternirender Stellung an der Hauptaxe (forma pennata Meneghini, forma hiemalis Harvey und Agardh, forma disticha Menegh. und Kütz.), bald endlich erzeugt die Haupt-

wenig mehr erreichen; ein unverzweigter primärer oder secundärer Kurztrieb kann sich aus 30—40 oder etwas mehr primären Gliedern zusammensetzen.

1) Agardh, l. c. p. 37. — Vergl. Roth, Catalecta Bot. III. p. 142.

axe fast bloss Kurztriebe und ist dann meist rigider und weniger lang als bei den übrigen Varietäten (forma disticha Meneghini zum Theil, besonders die von demselben angeführte ¹⁾ bei Spezia gesammelte Form). Dabei giebt es zwischen den einzelnen Hauptformen wiederum eine Menge von Uebergangsstufen ²⁾.

Auch in Hinsicht auf die Kurztriebe machen sich bei den einzelnen Varietäten bedeutende Unterschiede bemerklich. Bei der forma aestivalis der Autoren (zu welcher die forma glomerata und virgata Kützing zu rechnen ist), sind die Kurztriebe meist einfach und ihr Verzweigungswinkel ein ziemlich spitzer, daher sie dem Langtrieb etwas angelegt erscheinen (Taf. XXXIV. Fig. 1), während bei der forma hiemalis (wozu auch die forma disticha gezogen werden muss), die Kurztriebe meist verzweigt sind und ihr Verzweigungswinkel sich mehr und mehr vergrössert. Die Kurztriebe stehen daher bei letzterer Form mehr oder weniger sparrig von der Hauptaxe ab.

Während Meneghini ³⁾ angiebt, dass der erste secundäre Ast ohne Ausnahme auf der innern, d. h. der Hauptaxe zugewendeten Seite des primären Astes stehe, fand ich bei 44 Axen achtmal den ersten Ast nach aussen, 36mal nach innen gerichtet, so dass zwar eine bedeutende Bevorzugung der innern Seite, keineswegs aber eine absolute Constanz in der Stellung des ersten secundären Astes ersichtlich ist. Ein Unterschied in der Ausbildung der nach innen und nach aussen gestellten Aeste scheint nicht zu existiren. Umgekehrt (im Vergleich mit *Stypocaulon scoparium*) ist bei der Verzweigung der Ceramiaceenkurztriebe die äussere Seite bevorzugt ⁴⁾, indem nicht bloss die Verzweigung auf der äussern Seite meist früher, d. h. an den der Basis des primären Astes mehr genäherten Gliedern, beginnt, sondern die nach aussen stehenden secundären Aeste sich auch stärker entwickeln.

Die successiven Aeste sind meist ziemlich gleich weit von einander entfernt; ein Internodium, d. h. das zwischen den Abgangsstellen zweier successiven Nebenaxen befindliche Stück der Hauptaxe, besteht gewöhnlich aus 2 primären (oder da diese sehr bald sich wiederum theilen, aus 4 secundären) Gliederzellen (Taf. XXXIV. Fig. 1), von welchen die obere primäre, mit ihrem obern Ende den Ast tra-

1) Meneghini, l. c. p. 347.

2) Meneghini, l. c. p. 346.

3) Meneghini, l. c. p. 347.

4) Cramer, Physiologisch systematische Untersuchungen über die Ceramiaceen,

gende als Knotenzelle (Knotenglied), die untere primäre als Internodialzelle (Internodialglied) bezeichnet werden soll. Bei 108 Internodien fanden sich zwischen den bezüglichen Knotengliedern der auf einander folgenden Aeste in 100 Fällen je eine, in 2 Fällen je 2, in 6 Fällen je 3 Internodialglieder; ein Internodium besteht demnach unter 100 Fällen etwa 93mal aus 2 primären Gliedern. Sehr selten fehlt auch das Internodialglied und tragen 2 successive primäre Glieder je einen Ast.

Das Basilarinternodium eines Astes, d. h. das Stück desselben, welches zwischen der Hauptaxe und seinem ersten Aste sich findet, zählt (inclusive des Knotengliedes) meist mehr primäre Glieder, als ein gewöhnliches Internodium und zwar besteht es in der Regel aus 3—4 primären Gliedern. Unter 39 Fällen war das Basilarinternodium 2mal aus 2, 12mal aus 3, 14mal aus 4, 4mal aus 5, 2mal aus 6, 4mal aus 8 und einmal aus 9 primären Gliedern zusammengesetzt. Aehnlich wie bei *Stypocaulon* zeigt auch bei den meisten Ceramiaceen das Basilarinternodium eines Astes hinsichtlich der Gliederzahl eine Abweichung von der Gliederzahl eines Internodiums an der entsprechenden Hauptaxe¹⁾.

Wachstum. Das Wachstum von *Stypocaulon* wird durch die Scheitelzelle vermittelt und ist daher als Scheitelwachstum oder primäres Längenwachstum zu bezeichnen. Nachdem die Scheitelzelle hinlänglich gross geworden, erscheint seitlich ein wenig unterhalb des Scheitels eine immer mehr sich vergrössernde mit dunklem schleimigkörnigem Inhalt erfüllte Ausbuchtung, welche zuletzt durch eine in das Innere der Scheitelzelle uhrglasförmig vorspringende Scheidewand als selbsständige Zelle abgegrenzt wird (Taf. XXXIV. Fig. 1. 2). Nach Nägeli²⁾ wird die Scheitelzelle durch eine schiefe Scheidewand in 2 ungleiche Hälften getheilt, in eine kleinere obere, halb-linsenförmige und in eine grössere untere, welche bei fortschreitendem Wachstum die obere zur Seite schiebt; doch war bei allen von mir untersuchten Scheitelzellen die neue Astanlage ganz deutlich seitenständig, selbst wenn dieselbe noch nicht durch eine Scheidewand abgegrenzt war (Taf. XXXIV. Fig. 1), sowie es schon Cramer³⁾ angegeben hat.

Ungefähr zu derselben Zeit, wann sich der junge Ast von der

1) Nägeli und Cramer, Pflanzenphysiolog. Untersuchungen, Heft 4. p. 22.

2) Schleiden und Nägeli, Zeitschrift für wissenschaftliche Botanik. 1. p. 73.

3) Cramer, Physiologisch-systematische Untersuchungen über die Ceramiaceen, Heft I. p. 85.

Scheitelzelle differenzirt, wird auch die unterste primäre Gliederzelle des zugehörigen Internodiums (Internodialzelle) von der Scheitelzelle der Hauptaxe durch eine horizontale Querwand (I^a auf Taf. XXXIV. Fig. 1 u. 2) abgeschnitten. Die obere primäre Zelle des Internodiums (die mit ihrem obern Ende die Astanlage stützende Knotenzelle) bildet sich gleich darauf dadurch, dass eine horizontale Querwand (I^b auf Taf. XXXIV. Fig. 1 u. 2) sich senkrecht der die Astanlage abschneidenden Scheidewand aufsetzt, und zwar, wie es scheint, mit wenig Ausnahmen ein Wenig unterhalb der Mitte. Es ist dies Verhältniss weder auf den Abbildungen von Harvey¹⁾, noch auf denen von Kützing²⁾ ersichtlich. Lyngbye³⁾ hat die Stellung dieser Querwände bei *Sphacelaria scoparia* richtig wiedergegeben, nicht aber bei seiner *Sphacelaria disticha*.

Das übrig bleibende Stück der Scheitelzelle wächst nun wieder zur gewöhnlichen Grösse aus und es beginnt der früher geschilderte Vorgang in gleicher Weise von Neuem, nur mit dem Unterschiede, dass die nächste Astanlage fast ausnahmslos auf der dem ersten Aste entgegengesetzten Seite hervortritt. Selten unterbleibt dabei die Bildung der Internodialzelle und das Internodium zählt bloss eine primäre Zelle (Knotenzelle). In gleichfalls seltenen Fällen werden dagegen mehrere Internodialzellen angelegt, so dass dann das Internodium aus 3 und mehr primären Gliedern zusammengesetzt erscheint.

Etwa zu der Zeit, wann die 2^{te} primäre Zelle des Internodiums (Knotenzelle) von der Scheitelzelle sich abgrenzt, spaltet auch schon eine etwas zarter als die primären Scheidewände erscheinende secundäre Querwand (II^a auf Taf. XXXIV. Fig. 1 u. 2) die erste primäre Zelle desselben Internodiums (Internodialzelle) in 2 secundäre Gliederzellen, von welchen in den meisten Fällen die untere etwas weniger Längsausdehnung zeigt. In der 2^{ten} primären Zelle erscheint die secundäre Querwand (II^b auf Taf. XXXIV. Fig. 1 u. 2) ungefähr zu der Zeit, wenn die Internodialzelle des nächst obern Internodiums von der Scheitelzelle sich

1) Harvey, *Phycologia Britannica* Pl. XXXVII.

2) Kützing, *Phycologia generalis* Tab. 18. II.; — *Tabulae phycologicae* Bd. V. Tab. 96.

3) Lyngbye, *Hydrophytologia Danica*, Tab. 31. — Bauhin, *Hist.* III. p. 811 und Dillenius, *Hist. Musc.* tab. 4, fig. 23, sowie weniger gut Lobel, *Kruidb.* 1581. II. p. 286 und dessen Copie bei Dodonaeus, *Pemptad.* 1616. p. 475 geben bloss den Habitus wieder. — Auf den von mir gegebenen Abbildungen fehlt zwar noch die Querwand I^b in dem obersten Internodium, doch ist deren Stellung in dem nächst unteren Internodium deutlich ersichtlich.

abgrenzt. Die Bildung der primären Zellen, sowie auch die der secundären schreitet somit stetig von unten nach oben fort.

In ähnlicher Weise, wie bei den Sphacelarieen zerfallen auch bei den Characeen die ursprünglichen (primären) Gliederzellen in 2 ungleich grosse secundäre. Von diesen aber bleibt später die obere (die Knotenzelle der Characeen) hinsichtlich der nachträglichen Längsentwicklung im Vergleich mit der untern (der Internodialzelle der Characeen) ungemein zurück*). Bei den Sphacelarieen hingegen verlängern sich weder die primären, noch die secundären Glieder durch nachträgliches (secundäres) Wachstum; die Länge der primären und secundären Glieder ist daher an der Spitze und an der Basis der Pflanze im Ganzen dieselbe. An ein und denselben Langtrieben vorgenommene Messungen hinsichtlich der Länge der primären Zellen liessen in jedem einzelnen Falle, geringe über die ganze Axe vertheilte Schwankungen abgerechnet, keine Längsunterschiede zwischen den ältern und jüngern Gliedern wahrnehmen, wohl aber waren die Internodialglieder durchschnittlich weniger lang als die zugehörigen Knotenglieder¹⁾. Eben so wenig lässt sich, abgesehen von der durch Wurzelfadenbildung an älteren Parteen hervorgerufenen Verdickung der Hauptaxen, mit Sicherheit ein Dickenwachsthum nachweisen, da häufig an ein und derselben Axe jüngere Parteen dicker als noch nicht berindete ältere erscheinen, ja oft zu wiederholten Malen an demselben Langtrieb ein Auf- und Niederschwankeu hinsichtlich der Dicke der Glieder deutlich zu bemerken ist, wie auch vorgenommene Messungen bestätigen²⁾.

Die einzelnen secundären Gliederzellen sind constant mehr breit, als lang; bei den Sommerpflanzen, wo auch öfters ein Internodium aus mehr als 2 primären Gliedern besteht, sind die Gliederzellen zugleich verhältnissmässig etwas länger, als bei den Winterexemplaren, so dass dadurch im Verein mit der geringern oder meist ganz fehlenden Verzweigung der Kurztriebe ein schlankeres Aussehen der Langtriebe hervorgerufen wird.

Sobald sich die Astanlage von der Scheitelzelle durch Scheide-

*) Vergl. Pringsheim, Jahrbücher Bd. III. p. 296.

1) Es ergab sich als die durchschnittliche Länge der Knotenglieder 163—164 mikrom., als die der Internodialglieder ungefähr 150 mikrom. Die geringste gefundene Länge für ein Knotenglied betrug etwa 123 mikrom., die grösste 190 mikrom.; die geringste Länge für ein Internodialglied 105 mikrom., die grösste 175 mikrom.

2) Die Dicke der Langtriebglieder schwankt von 90—180 mikrom.; die Schwankung kann an ein und demselben Langtrieb 40—50 mikrom. betragen.

wandbildung abgeschlossen hat (bisweilen vielleicht schon früher), erhebt sich am Aste selbst constant an der der Hauptaxe zugewendeten Seite eine neue Ausbuchtung, welche ebenfalls sich sehr bald durch eine Scheidewand von der ersten zu dieser Zeit noch ungetheilten Zelle des Astes trennt (Taf. XXXIV. Fig. 2). Aus dieser neu sich bildenden Zellerhebung entstehen später die Haarbildungen. Die erste Zelle des Astes vergrössert sich nun schnell und wird durch eine Querwand in die unten an die Hauptaxe sich anlehende und deshalb etwas zugespitzte erste primäre Gliederzelle des Astes und eine neue Scheitelzelle getheilt. Letztere erzeugt durch Querwandbildung ununterbrochen neue primäre Glieder, wenn der Ast zum Langtrieb wird, oder hört bei den in Kurztriebe sich verwandelnden Aesten frühzeitig auf sich weiter zu entwickeln und zu theilen. Die erste primäre Querwand (I^e auf Taf. XXXIV. Fig. 1 u. 2) eines Astes steht senkrecht auf derjenigen Scheidewand, welche die später die Haarbildungen erzeugende Zelle von dem Aste selbst abgrenzt, mögen sich nun die einzelnen Aeste zu Lang- oder Kurztrieben entwickeln.

Die Anlage secundärer Kurztriebe an den primären geschieht in ganz analoger Weise, wie die der primären Kurztriebe an Langtrieben. Auch hier trifft ferner stets eine Querwand senkrecht auf die die secundären Kurztriebe abgrenzende Scheidewand. Auch die primären Zellen der Kurztriebe werden durch zarter als die primären Scheidewände auftretende secundäre Scheidewände (II auf Taf. XXXIV. Fig. 1 u. 2) in secundäre Glieder getheilt, welchen ebenfalls secundäres Längenwachsthum und nachweisliches Dickenwachsthum mangelt. Die secundäre Scheidewand tritt bei den Kurztrieben in den primären Gliedern gewöhnlich schon auf, bevor sich die nächstobere primäre Zelle von der Scheitelzelle abgegrenzt hat. Die Ausbildung der primären und ihrerseits auch der secundären Gliederzellen schreitet, wie bei den Langtrieben, stetig von unten nach oben fort. Das Wachsthum folgt hiermit bei Lang- und Kurztrieben denselben Gesetzen und wird bloss durch die unbegrenzte oder begrenzte Entwicklungsfähigkeit der Scheitelzelle und die später zu erwähnende Verticaltheilung in den secundären Gliederzellen näher charakterisirt.

Sobald die Scheitelzelle eines Kurztriebs ihre Fortbildungsfähigkeit zu verlieren beginnt, was mit der Bildung des letzten Kurztriebastes (wenn ein solcher überhaupt zur Ausbildung kommt) oder sehr bald danach geschieht, erzeugt sie zugleich eine Reihe immer schwächerer und immer dünnerer Glieder, welche endlich durch die dreieckige, etwas zugespitzte, mit am Ende stark verdickter Wandung

versehene Endzelle begrenzt werden. (Auf Taf. XXXIV. Fig. 13 ist dieses Verhältniss ungemein stark ausgeprägt). Die Stelle, wo eine Abnahme in der Fortbildungsfähigkeit der Scheitelzelle eintrat, ist dann häufig auch an den ausgebildeten Kurztrieben durch eine fast plötzliche Dickenabnahme leicht erkennbar. Die Glieder der Kurztriebe sind ausserdem schon viel schmaler, als die der Langtriebe, meist mehr als halb so schmal, so dass auch die geringere Dicke der Glieder als Unterscheidungsmerkmal von den Langtrieben bis zu einem gewissen Grade dienen kann.

Bisweilen verliert auch ein Langtrieb seine unbegrenzte Entwicklungsfähigkeit (Taf. XXXIV. Fig. 13). Dann kann ein Ast und zwar meist der oberste unmittelbar unter der Spitze sich findende die Funktion der Hauptaxe übernehmen, indem er die ursprüngliche Hauptaxe bei Seite drängend, deren Stellung und Wachstumsart annimmt. Bei Langtrieben, deren Scheitelzellen abgebrochen oder sonst beschädigt sind, vermag aus dem nächst unteren Gliede eine Zelle zu einer neuen Scheitelzelle auszuwachsen.

Was endlich den Grad der Ausbildung betrifft, welchen die obersten Aeste eines Langtriebs erreicht haben, so sei hier noch bemerkt, dass zu der Zeit, wann die neue Astanlage in der Scheitelzelle sich abgrenzt, in dem nächst unteren Aeste sich gemeiniglich schon die erste primäre Gliederzelle gebildet hat, während zu gleicher Zeit die Endzelle des zweituntersten Astes bereits ihre Entwicklungsfähigkeit verloren hat, vorausgesetzt, dass sich dieser Ast nicht zu einem Langtrieb ausbildet.

Die Zelltheilung, sowohl durch Quer- als durch die später zu besprechenden Längswände, wird nach den Untersuchungen von Nägeli¹⁾ eingeleitet durch sich theilende und dann auseinanderrückende Zellkerne (Taf. XXXIV. Fig. 2), welche je nach dem frühern oder spätern Grade der Theilung entsprechend grösser oder kleiner erscheinen. Von dem centralen den Kern bergenden Körnerhaufen strahlen nach der Peripherie der Zelle zu immer zarter werdende Schleimfäden aus, welche zuletzt in ein feinmaschiges Fadennetz übergehen. Während Nägeli²⁾ ein auf der ganzen Theilungsfläche plötzliches Auftreten einer Scheidewand zwischen den 2 Zellkernen für *Stypocaulon scoparium* annimmt, schildert Meneghini³⁾ die Querwandbildung bei den

1) Schleiden und Nägeli, Zeitschr. f. wissensch. Bot. Heft I. p. 73 u. f.; vergl. Al. Braun, die Verjüngung in der Natur p. 187.

2) Schleiden und Nägeli, l. c. p. 74; vergl. Al. Braun, l. c. p. 264.

3) Meneghini, l. c. p. 317.

primären Zellen der Sphacelarien als einen succedanen Process, indem die Scheidewand zuerst ringförmig der Peripherie des Zylinder anlagernd, von hier aus immer weiter nach innen vorschreitend die Oeffnung, durch welche der Inhalt der Scheitelzelle mit der darunter befindlichen Gliederzelle in Verbindung stand, mehr und mehr verengere und endlich gänzlich schliesse. Alle von mir beobachteten jüngsten primären Querwände, bei *Stypocaulon* sowohl, als bei den übrigen Sphacelarien, waren gegen die Ansicht von Meneghini vollständig geschlossen; nie habe ich eine solche in der Mitte durchbrochen gesehen.

Theilung in den secundären Gliederzellen der Langtriebe. a. Längstheilung. Kurz nachdem ein primäres Glied eines Langtriebs in 2 secundäre zerfallen ist, beginnen auch schon verticale Scheidewände in der neuen Gliederzelle aufzutreten. Zuerst entsteht eine durch die Mitte des secundären Gliedes gehende, in der Verzweigungsebene liegende Längswand. Sie theilt das Glied in 2 Cylinderhälften und soll in der Folge als primäre Hauptwand (A auf Taf. XXXIV. Fig. 3—7) bezeichnet werden. An diese primäre Hauptwand setzen sich bald darauf nahezu in der Mitte und unter rechtem Winkel 2 doppelt kürzere Längswände, die secundären Hauptwände (BB auf Taf. XXXIV. Fig. 3—7) an, wodurch jede Cylinderhälfte wieder halbirt wird. An der Stelle des ursprünglichen secundären Gliedes treten jetzt 4 Gliederquadranten auf. Bis hierher schildert auch Meneghini¹⁾ und Agardh²⁾ diesen Theilungsprocess übereinstimmend. Zugleich sei hier noch bemerkt, dass die Hauptwände in den successiven Gliedern nicht genau über einander stehen, sondern um ein Geringes unter einander divergiren.

Diese Cylinderquadranten theilen sich weiter in Randzellen und Centralzellen. Ungefähr von der Mitte der Peripherie jedes Quadranten ausgehend legt sich eine Längswand (I auf Taf. XXXIV. Fig. 3 bis 7) an die secundäre Hauptwand, (welche zugleich den bezüglichen Cylinderquadranten begrenzt), und schneidet so eine im Grundriss dreieckig erscheinende Zelle, die erste primäre Randzelle ab. In ähnlicher Weise lehnt sich bald darauf in jedem Cylinderquadranten eine von der Peripherie ausgehende Längswand (II auf Taf. XXXIV. Fig. 3. 5—7) an die primäre Hauptwand und schneidet so eine ebenfalls

1) Meneghini, l. c. p. 317.

2) Agardh, l. c. p. 29. — Ganz analog ist auch die Theilung in den Gliedern von *Myriotrichia Harveyana* Näg.; vergl. Nägeli, Neuere Algensysteme, p. 148. Taf. III. Fig. 15.

dreieckige Zelle, die zweite primäre Randzelle, aus dem Quadranten heraus, doch so, dass zwischen der ersten und zweiten primären Randzelle jedes Quadranten noch ein Stück des Randes frei bleibt. Indem endlich dieses noch frei gelassene Stück des Randes durch eine im Ganzen tangential senkrechte Wand (III auf Taf. XXXIV. Fig. 3. 5—7) überbrückt wird, entsteht die dritte primäre Randzelle. Der Rest des Quadranten wird von der primären Centralzelle eingenommen¹⁾.

Bevor aber die Ueberbrückung stattfindet, durch welche die dritte primäre Randzelle entsteht, ja bisweilen schon ehe die zweite primäre Randzelle sich abgegrenzt hat, theilt sich die erste primäre Randzelle durch eine radial senkrechte Scheidewand (1 auf Taf. XXXIV. Fig. 3. 5—7) in 2 secundäre Randzellen. Von diesen ist die an die secundäre Hauptwand grenzende viereckig, die der dritten primären Randzelle benachbarte aber dreieckig. Die viereckige secundäre Randzelle zerfällt nun durch eine tangential senkrechte Scheidewand (2 auf Taf. XXXIV. Fig. 3. 5—7) in eine tertiäre innere Randzelle, welche wiederum durch eine radial senkrechte Wand in 2 quartäre Zellen zerfallen kann, und in eine tertiäre äussere, welche durch eine ebenfalls radial senkrechte Wand (3 auf Taf. XXXIV. Fig. 3. 5—7) in 2 quartäre oder durch Wiederholung dieser Theilungsweise in 4 quintäre äussere Randzellen differenzirt werden kann. Die dreieckige secundäre Randzelle wird ebenso durch eine radial gestellte Scheidewand (2 auf Taf. XXXIV. Fig. 3. 5—7) in 2 tertiäre geschieden, welche bisweilen wieder durch tangential oder radial senkrechte Scheidewände in quartäre Zellen zerfallen.

Die zweite primäre Randzelle, fast constant kleiner als die erste, theilt sich durch eine radial senkrechte Scheidewand (1 auf Taf. XXXIV. Fig. 3. 5—7) in 2 secundäre Randzellen, von welchen die der primären Hauptwand anliegende viereckig ist und durch eine tangential senkrechte Scheidewand (2 auf Taf. XXXIV. Fig. 3. 5—7) in eine tertiäre innere meist ungetheilt bleibende, und in eine tertiäre äussere später durch eine radial senkrechte Wand in 2 quartäre zerfallende Randzelle getheilt wird; von welchen die an die dritte primäre Randzelle stossende aber eine dreieckige Gestalt hat und häufig ungetheilt bleibt. Die Theilungen sind hier also ganz analog den Theilungen

1) Gern hätte ich eine Anzahl Vermittlungsstadien zwischen den einzelnen Querschnitten wiedergegeben, doch wollte ich die Zahl der Abbildungen nicht allzusehr vermehren.

in der ersten primären Randzelle, nur hören die neu entstandenen Zellen eher auf, sich weiter zu differenziren.

Die durch Ueberbrückung entstandene dritte primäre Randzelle endlich theilt sich durch eine radial senkrechte Scheidewand (Taf. XXXIV. Fig. 3. 5—7) in 2 secundäre, von welchen, wie es scheint vorzugsweise die der primären Hauptwand zugewendete Zelle in Wurzelfäden auszuwachsen vermag.

Wie die Randzellen, so werden auch die primären Centralzellen jedes Cylinderquadranten durch verticale Scheidewände getheilt; die Theilungen beginnen jedoch erst, nachdem die Theilungen der Randzellen schon fast vollendet sind. Die erste dieser Scheidewände (I¹ auf Taf. XXXIV. Fig. 3. 6 u. 7) setzt sich im einzelnen Quadranten an die primäre Hauptwand an und läuft unter rechtem Winkel (also parallel mit der secundären Hauptwand) gegen die aus der ersten primären Randzelle entstandene der dritten primären Randzelle zweitnächste tertiäre Randzelle. An diese Wand setzen sich darauf und zwar unter rechtem Winkel 2 neue Wände an. Die eine derselben (II¹ auf Taf. XXXIV. Fig. 3 u. 7) läuft in annähernd radialer Richtung gegen die dritte primäre Randzelle und knüpft sich an eine der aus dieser entstandenen Randzellen an. Die andere (III¹ auf Taf. XXXIV. Fig. 3 u. 7) setzt sich dagegen mit der secundären Hauptwand in Verbindung. Auf diese Weise zerfällt jede primäre Centralzelle in 4 Tochterzellen von verschiedener Grösse, eine grosse innere oder eigentliche Centralzelle, eine etwas kleinere an der ersten primären Randzelle liegende, eine noch etwas kleinere an der zweiten primären Randzelle befindliche und eine kleinste in dem Winkel zwischen der ersten und dritten primären Randzelle jedes Cylinderquadranten. Während die 3 grössern Zellen die Form eines Rechtecks oder Quadrats besitzen, ist die kleinste meist unregelmässig eckig gestaltet. Die 3 grösseren dieser 4 Tochterzellen theilen sich noch verschiedene Male durch Scheidewände, welche entweder der primären oder der bezüglichen secundären Hauptwand parallel laufen; eine bestimmte Folge der Theilungen ist jedoch hier noch weniger als bei den weiter vorgeschrittenen Theilungen der Randzellen festzusetzen.

In den eben geschilderten Vorgängen sind in den Hauptzügen die Eigenthümlichkeiten der Theilungsfolge der einzelnen secundären Langtriebsglieder niedergelegt, so, wie sie in den bei weitem meisten Fällen stattfinden; doch giebt es auch hier eine Reihe von Modificationen. Bisweilen, wiewohl ziemlich selten, lehnt sich die zweite primäre Randzelle unmittelbar an die erste an und lässt zwischen

sich und der primären Hauptwand ein Stück des Randes zur Ueberbrückung frei (Taf. XXXIV. Fig. 5 im oberen rechten Quadranten); die Bildung der Randzellen schreitet hier also einseitig fort. Wie bei der normalen Theilung lehnt sich übrigens auch hier die erste primäre Randzelle an die bezügliche secundäre Hauptwand an. — Ebenso ist die Theilung in den einzelnen Randzellen und besonders bei vorgerückteren Stadien nicht mehr ganz constant, indem hier bald statt einer tangentialen Längswand eine radiale auftritt und umgekehrt, dort eine Theilung unterbleibt oder auch sich eine Zelle öfter als gewöhnlich theilt. — Bei der Theilung der primären Centralzelle des Cylinderquadranten kommt es auch bisweilen vor, dass die erste Längsscheidewand parallel der primären (nicht wie gewöhnlich parallel der secundären) Hauptwand verläuft (Taf. XXXIV. Fig. 6 im rechten untern Quadranten); wie überhaupt die Theilungen der Centralzellen weniger regelmässig, als die der Randzellen, auf einander folgen. —

Je älter das Stück der Axe ist, durch welche ein Querschnitt geführt wird, um so regelmässiger erscheint das Zellgewebe auf den ersten Blick, um so schwerer lässt sich jedoch die Theilungsfolge wiedererkennen, da die später auftretenden Wände die früher entstandenen aus ihrer ursprünglichen Richtung herausziehen¹⁾. Bei Querschnitten, welche durch die Abgangsstelle eines Astes gehen, ist auf der Seite des abgehenden Astes in den 2 betreffenden Cylinderquadranten die Ausbildung der 3 primären Randzellen häufig gestört, indem der Raum zum Theil schon durch die Zellen des Astes eingenommen wird (s. Taf. XXXIV. Fig. 6). Ebenso erschweren auf älteren Querschnitten die Wurzelfäden die Deutung der ursprünglichen Zusammengehörigkeit der Zellen, indem sie bei ihrem Hervorbrechen aus den bezüglichen Randzellen bedeutend an Grösse und Dicke zunehmen und dadurch die benachbarten Zellen zusammendrücken oder überdecken.

b. Quertheilung. Nachdem die Randzellen sich zu wiederholten Malen durch Verticalwände getheilt haben, beginnen die peripherischen Zellen durch Querwände in je 2 secundäre, 4 tertiäre, ja 8 quartäre über einander liegende Tochterzellen zu zerfallen; doch kann die Theilung (in tertiäre Zellen z. B.) in der einen Hälfte (secundären Zelle — die noch nicht durch Querwände getheilte Zelle als pri-

1) Wegen dieser Eigenthümlichkeit mag vielleicht die Annahme eines geringen Dickenwachstums gerechtfertigt erscheinen. — So dürfte auch die Deutung von Fig. 7 auf Taf. XXXIV. ohne Berücksichtigung der successiven Entwicklungsstadien eine sehr gewagte erscheinen.

märe betrachtet —) vor sich gehen, in der anderen unterbleiben (Taf. XXXIV. Fig. 8 u. 9). Dabei theilen sich meist bloss die äussersten Randzellen durch mehrere Querwände; die inneren zeigen bloss eine Querwand oder bleiben ungetheilt. In den Centralzellen fehlt die Querwandbildung gänzlich.

Theilung in den secundären Gliederzellen der Kurztriebe. a. Längstheilung. Aehnlich, wie die Langtriebe, verhalten sich auch die Kurztriebe. Auf Querschnitten durch den unteren Axentheil grösserer Kurztriebe¹⁾ zeigt sich, wie bei den Langtrieben, eine durchgehende primäre Hauptwand (A auf Taf. XXXIV. Fig. 10 u. 11), welche das secundäre Glied in 2 Cylinderhälften zerfällt. Ihr folgen die 2 secundären Hauptwände (BB, vergl. Taf. XXXIV. Fig. 10 nebst Erklärung), welche diese Cylinderhälften wiederum halbiren. Ebenso finden sich in jedem Cylinderquadranten 2, seltner 3 primäre Randzellen²⁾, welche häufig wiederum durch radial senkrechte Scheidewände in Randzellen höherer Generation geschieden werden. Einmal wurde ein Querschnitt beobachtet (Taf. XXXIV. Fig. 11), welcher durch eine Hauptwand in 2 Hälften geschieden, bei dem die Theilung in Quadranten aber unterblieben war. An diese Hauptwand legten sich an beiden Enden und sowohl rechts, als links, je eine primäre Randzelle an und an jede dieser Randzellen lehnte sich wiederum je eine zweite primäre Randzelle und zwar der Art, dass sich je 2 der letzten in der Mitte jeder Cylinderhälfte berührten, die Peripherie des ganzen Gliedes also von 8 gleich grossen primären Randzellen eingenommen wurde.

Querschnitte durch höhere Particen von Kurztrieben, welche entstanden waren, als schon die Fortbildungsfähigkeit der Scheitelzelle zu erlöschen anfang, zeigen ein etwas verschiedenes Verhalten. Hier unterbleibt die Bildung der Hauptwände in den secundären Gliedern gänzlich. Es erscheint eine ungetheilte Centralzelle, welche in den mittleren Gliedern meist von 5 Randzellen umgeben wird. Dabei legen sich an die erste primäre Randzelle rechts und links die zweite und dritte an und an eine von diesen darauf die vierte; die fünfte Randzelle entsteht durch Ueberbrückung³⁾; doch scheint die Reihenfolge nicht gerade sehr constant zu sein. Nach oben hin nimmt die

1) Es wurden nur solche Kurztriebe zur Untersuchung benutzt, deren Wachsthumsfähigkeit bereits erloschen war.

2) Die Bildung der 3ten primären Randzelle scheint hier meistentheils zu unterbleiben.

3) Aehnliche Randzellenbildung findet sich in den Kurztriebgliedern von Chara.

Zahl der Randzellen immer mehr ab; in der Endzelle fehlt die Randzellenbildung gänzlich und diese bleibt daher ungetheilt. Die Randzellen zerfallen durch Bildung radial senkrechter Wände auch hier gewöhnlich in Zellen höherer Ordnung.

b. Quertheilung in den secundären Gliederzellen findet sich bei den Kurztrieben ebenfalls, wenn auch, im Vergleich zu den Langtrieben, in geringerem Grade (Taf. XXXIV. Fig. 1).

Adventiväste. Adventivastbildung findet sich im Allgemeinen selten. Sie tritt an Langtrieben und zwar vorzüglich dann ein, wenn dieselben in Folge äusserer Einflüsse (Beschädigung, Vertrocknen*) der Langtriebsspitzen u. dergl.) aufgehört haben in die Länge zu wachsen. Sie können sich theils zu Lang-, theils zu Kurztrieben entwickeln. Ihre Stellung ist meist sehr unbestimmt, doch stehen sie gewöhnlich wenig unterhalb der Spitze des noch lebenskräftigen Theils des abnormaler Weise begrenzten Langtriebs. Sie können einzeln, zu 2, ja (obwohl selten) zu 3—5 an ein und demselben secundären Gliede stehen, ihre Verzweigungsebene liegt daher auch nur selten in der allgemeinen Verzweigungsebene. Selbst wenn ein normaler Ast eines begrenzten Langtriebs unbegrenztes Wachstum angenommen hat, können sich neben dem letztern noch Adventiväste bilden. Die Adventiväste entspringen (ob immer?) aus den untern secundären Gliedern primärer Glieder und entstehen durch Auswachsen von Gewebezellen. Hinsichtlich des Wachstums und der Zelltheilung in den secundären Gliedern stimmen sie vollständig mit derjenigen Thallomart (Lang- oder Kurztrieb) überein, zu welcher sie sich entwickelt haben.

Haarbildungen. Haarbildungen finden sich in den Achseln der Äste, Lang- und Kurztriebe, auf der der Hauptaxe zugekehrten Seite (Taf. XXXIV. Fig. 1. 2. 12) zu 2, 4, 6, 8 oder in noch grösserer Anzahl; dreimal habe ich 12 (Taf. XXXIV. Fig. 12), einmal sogar 16 Haare an der Basis desselben Astes beobachtet. Sie stehen in 2 Reihen über einander, in jeder Reihe also 2, 4, 6, 8 u. s. w. neben einander (Taf. XXXIV. Fig. 12). Sie stellen im ausgebildeten Zustande gegliederte, mit wasserhellem Inhalt erfüllte, Zellfäden dar, deren untere Zellen kurz, die obere aber stark verlängert sind. Sämmtliche Haare an der Basis eines Astes entstehen aus einer Zelle. Zur Zeit, wo der Ast noch einzellig ist, wächst derselbe auf der inneren Seite in einen Vorsprung aus (s. früher), der sich durch eine Scheidewand abgrenzt

*) Vergl. Meneghini, l. c. p. 316.

(Taf. XXXIV. Fig. 2). Die so entstandene Zelle ist die Anlage für die Haare¹⁾. Sie scheint sich bald nach ihrer Entstehung durch eine auf der Verzweigungsebene der Pflanze senkrecht stehende Längswand in 2 Tochterzellen zu theilen; diese bilden die Anlagen für die beiden Reihen von Haaren. Ohne Zweifel zerfällt nun jede dieser Zellen durch eine in der Verzweigungsebene der Pflanze liegende, die vorige also kreuzende Wand in je 2 neben einander befindliche Zellen und jede von diesen kann sich gleich darauf durch eine gleichfalls in der Verzweigungsebene liegende Wand wiederum in je 2 Tochterzellen theilen. So sind 8 Haaranlagen entstanden, welche durch Wiederholung dieses Processes ihre Zahl verdoppeln können. Bloss 6, 10, 12 Haarbildungen aber entstehen, wenn eine oder mehrere dieser nachträglichen Theilungen durch in der Verzweigungsebene liegende Wände unterbleibt.

In den frühesten Zuständen stellen diese Haare einfache Zellen dar. Sie besitzen dabei körnigen Inhalt. Erst später werden sie durch nachträgliche Quertheilung in Zellreihen verwandelt, wobei der körnige Inhalt verschwindet und die Zellen der Haare wasserhell werden. Nachdem dies geschehen, dehnen sich die einzelnen Zellen und zwar sehr bedeutend in der Längsrichtung aus. Dieses secundäre Längenwachsthum schreitet von oben nach der Basis hin vorwärts, ohne jedoch dieselbe zu erreichen, so dass deshalb das Haar an der Basis kurzgliedrig, nach der Spitze hin aber langgliedrig erscheint. Die zarten Enden der Haarbildungen brechen sehr bald ab und wenige Zeit später ist kaum noch die Stelle, wo sie gestanden, als kleine Erhebung erkennbar²⁾.

Was endlich den Grad der Ausbildung betrifft, welchen die Haare auf verschiedenen Höhen erreicht haben, so sei hier noch Folgendes bemerkt. Während an dem jüngsten Ast sich eben die später die Haarbildungen erzeugende Zelle von der Astanlage abgrenzt, lassen sich am nächst untern Ast bereits 2—4 schon bedeutend in der Längsrichtung gestreckte, aber meist noch aus einfachen Zellen bestehende Haare unterscheiden und haben sich am zweitunteren Ast die meist in noch grösserer Anzahl befindlichen Haare bereits durch

1) Will man diese Zelle und die daraus entstehenden Haarbildungen als einen modificirten Ast ansehen, so würde allerdings, wie Meneghini angiebt (s. früher), der erste Ast constant und ohne Ausnahme nach innen liegen.

2) Ganz ähnlich verhalten sich die Haarbildungen der den Sphaelarien nahe stehenden *Myriotrichia Harveyana* Näg. (s. Nägeli, Neuere Algensysteme p. 147). Auch hier brechen die zarten Spitzen der Haare sehr bald ab.

Querwände getheilt. — Auf den Abbildungen von Kützing¹⁾, Harvey²⁾, Lyngbye³⁾ sind die Haarbildungen nicht berücksichtigt.

Wurzelfäden. Die Wurzelfäden sind anfangs Zellreihen, später gegliederte Zellkörper und finden sich nur an älteren Langtrieben. An oberen Partien vereinzelt aus denselben hervorbrechend, umgeben sie dieselben weiter unten in Gestalt eines mehr oder weniger dichten Filzwerkes. (Taf. XXXIV. Fig. 7 zeigt den Querschnitt durch eine mit Wurzelhaaren umgebene Langtriebaxe.) Sie entstehen in den unteren secundären Gliederzellen und zwar aus einer secundären Zelle der dritten primären Randzelle; dabei scheint diejenige secundäre Randzelle der dritten primären, welche auf Seite der primären Hauptwand sich findet (Taf. XXXIV. Fig. 7), vorzüglich zur Wurzelfadenbildung geeignet zu sein⁴⁾. Jeder Cylinderquadrant eines unteren secundären Gliedes giebt normal je einem Wurzelfaden die Entstehung; die 4 Wurzelfäden sind in Beziehung auf ihre gegenseitige Lage über's Kreuz gestellt. Die einzelnen Wurzelfäden können über mehrere Internodien des Langtriebes herunterwachsen. Während sie an den obern Theilen der Hauptaxe eben hervorbrechen und etwas tiefer kaum über eine oder wenige primäre Gliederzellen herabreichen, finden sich an den ältesten Partien Wurzelfäden, welche sich über 10 bis 20 und mehr primäre Glieder erstrecken. Aeltere Wurzelfäden verzweigen sich auch bisweilen. Die Wurzelfäden legen sich oft dicht an die Hauptaxe an oder verfilzen sich unter einander. Bisweilen verschmelzen wohl auch die dicken Zellwände von 2 sich berührenden Wurzelfäden auf eine gewisse Strecke mit einander (wie man öfters auf Querschnitten sieht), nie aber schliessen sie zu einer unächtlichen parenchymatoidischen Rinde zusammen.

Ursprünglich einzellig verwandeln sich die Wurzelfäden durch von der Basis nach der Spitze fortschreitende Querwandbildung in Zellreihen (Taf. XXXIV. Fig. 8 u. 9). Jedes primäre Glied der Zellreihe theilt sich bald nach seiner Abgrenzung durch eine neue Querwand in 2 secundäre Glieder. Diese secundären Glieder (welche 1—2 mal

1) Kützing, Phycol. gener. Taf. 18. H. — Tabul. phyc. Bd. V. 96.

2) Harvey, l. c. Pl. XXXVII.

3) Lyngbye, l. c. Tab. 31. A. n. B.

4) Da die aus der 3ten primären Randzelle eines secundären Gliedes hervorgehenden secundären Randzellen durch Querwandbildung wieder in mehrere (bis 4) übereinander stehende Zellen zerfallen, so ist es denkbar, dass von letzteren ganz bestimmte zur Bildung von Wurzelfäden dienen. In einem sichern Falle sah ich den Wurzelfaden aus der zweituntersten der 4 über einander stehenden Tochterzellen der genannten secundären Randzelle hervortreten (Taf. XXXIV. Fig. 8).

so lang, als dick sind) theilen sich dann, analog den secundären Gliedern von Langtrieben durch eine Längswand, primäre Hauptwand (A in dem Wurzelfaden links auf Taf. XXXIV. Fig. 7) in 2 Cylinderhälften, von welchen eine jede durch eine secundäre Hauptwand (BB) in je zwei Cylinderquadranten zerfällt. Häufig legen sich auch an diese Hauptwände andere Scheidewände an, welche (ähnlich wie bei der Bildung der ersten und zweiten primären Randzelle in Langtriebgliedern) dreieckige Zellen aus dem Cylinderquadranten herausschneiden; doch fand ich in einem Quadranten mit Sicherheit nie mehr als eine solche Randzelle. Sie lehnte sich bald an die primäre, bald an eine secundäre Hauptwand an. Selten unterbleibt selbst die Bildung der secundären Hauptwände und legen sich dann einige Randzellen (wenn solche vorhanden) an die primäre Hauptwand an.

Antheridien und Keimfrüchte sind nicht bekannt, eben so wenig Brutknospen.

Sporen. Da ich selbst keine Sporen beobachtet habe, so folge ich in der Beschreibung derselben Meneghini¹⁾. Die Sporen finden sich nach demselben auf vielfach verzweigten Trägern, welche gleich den sie begleitenden²⁾ Haarbildungen in den Achseln der Aeste oder auch im Umkreis von deren Basis sich finden; diese Träger erheben sich, sowohl vom Ast, als auch von der Hauptaxe. Jedes Aestchen des Fruchtstandes trägt einen ellipsoidischen die Spore enthaltenden Schlauch. Diese Fruchstielchen sind articulirt, ihre Glieder (wie die Basalglieder der Haare) viel kürzer als breit. Die Stelle, wo sich der Schlauch ansetzt, ist etwas verbreitert, das oberste Glied auch ein wenig länger als die anderen. Unterhalb eines Schlauchs befinden sich oft 2 gegenüberstehende wiederum Schläuche tragende Stielchen, so dass durch Wiederholung dieser Verzweigungsart der Fruchtstand oft trichotomisch verästelt erscheint.

Die Sporen sind constant ellipsoidisch, der Kugelform sich nähernd; in Hinsicht auf Grösse veränderlich. Sie verlassen den Schlauch durch eine durch Längs- oder Querriss entstandene Oeffnung, welche sich bald an der Basis, bald an der Spitze bildet. Sie sind nicht vollständig glatt, sondern scheinen von einer mit zarten Vorsprüngen versehenen Haut umschlossen zu sein.

Die früherè Ansicht, welche den dunklen schleimigkörnigen Inhalt in den Scheitelzellen der Sphacelarien, welcher häufig ziemlich scharf

1) Meneghini, l. c. p. 349 u. 350. — Vergl. Roth, Cat. Bot. III. p. 143.

2) Decaisne, Classif. des Algues in Annal. des Scienc. Nat. 1842. Tome 17 p. 341.

umgrenzt erscheint, als eine Art Sporenbildung betrachtete. widerlegten Decaisne¹⁾ und Meneghini²⁾.

Stypocaulon Mülleri (Sonder) †³⁾.

Die Pflanze zeigt ausser 2 Arten Thallomen (Lang- und Kurztrieben), Haarbildungen und Wurzelfäden. Das vorliegende Exemplar war c. 80 mm. hoch.

Lang- und Kurztriebe verhalten sich wie bei *Stypocaulon scoparium*. Erstere⁴⁾ erzeugen Lang- und Kurztriebe und umgeben sich später mit einem Wurzelfilz; letztere⁵⁾ tragen bisweilen wieder secundäre Kurztriebe und zwar meist 3—4. Tertiäre Kurztriebe habe ich nicht beobachtet.

Aststellung (vergl. Taf. XXXIV. Fig. 14). Die Pflanze verzweigt sich in einer Verticalebene; die Verzweigung ist bei Lang- und Kurztrieben fast constant alternirend zweizeilig, der Verzweigungswinkel ein spitzer. Bei je 2 auf einander folgenden Aesten war in 54 Fällen die Stellung der Aeste 49mal eine alternirende und bloss 5 mal (1 mal an der Hauptaxe, 4 mal an Nebenaxen) folgten sich 2 successive Aeste auf derselben Seite. Während bei *Stypocaulon scoparium* der erste Ast vorwaltend nach innen gerichtet ist, fiel bei *Stypocaulon Mülleri* unter 18 Fällen der erste Ast nur 2 mal nach innen und 16 mal nach aussen, übertrifft also die Zahl der nach aussen gerichteten Aeste die Zahl der auf der innern Seite stehenden sehr bedeutend. Die Pflanze ist im Vergleich zu *Stypocaulon scoparium* sehr locker verzweigt, da einestheils die Langtriebe bei weitem nicht so dicht gestellt sind, als bei einigen Varietäten der letztgenannten Pflanze, andernteils zwischen den Abgangsstellen von 2 successiven Aesten an der Hauptaxe sich gewöhnlich 5 Internodialglieder vorfinden. Unter 12 Fällen zählte ich 10 mal 5, 1 mal 4 und einmal 6 Internodialglieder zwischen je 2 successiven Aesten. Bei den Nebenaxen ist die Zahl der Internodialglieder im Ganzen noch etwas grösser; sie beträgt gewöhnlich 6—8. So fanden sich unter 34 Fällen 4 mal 5, 9 mal 6, 7 mal 7, 5 mal 8, 3 mal 9, 2 mal 10, 2 mal 11, 1 mal 13,

1) Decaisne, *Annal. d. Scienc. Nat.* 1842. Tome 17. p. 373.

2) Meneghini, *l. c.* p. 315 u. 316.

3) Das der Untersuchung dienende Exemplar war als *Sphacelaria Mülleri* Sonder bezeichnet und stammte aus dem Herbarium Martens; als Fundort war Cap Wilson an der Südspitze Neuhollands angegeben.

4) Die Länge der Langtriebe kann 60 mm. oder etwas mehr erreichen.

5) Die Länge der Kurztriebe beträgt $1\frac{1}{2}$ mm oder wenig mehr; ein unverzweigter Kurztrieb besteht aus 30—40 oder etwas mehr primären Zellgliedern.

ja 1 mal sogar 18 Internodialglieder zwischen den Abgangsstellen von je 2 successiven Aesten. Wie bei *Stypocaulon scoparium* bestehen auch hier die Basilarinternodien aus einer grösseren Anzahl primärer Glieder, als die gewöhnlichen Internodien; es sind meist 9—11. Unter 16 Fällen zählte ich 1 mal 7, 1 mal 8, 7 mal 9, 3 mal 10, 3 mal 11, 1 mal 12 primäre Glieder.

Wachsthum. *Stypocaulon Mülleri* verlängert sich durch Scheitelwachsthum. Der Process der Astbildung ist ganz wie *Stypocaulon scoparium*. Nachdem sich durch successive Querwandbildung mehrere primäre Zellen (Internodialzellen) von der stetig fortwachsenden Scheitelzelle abgegrenzt haben, bildet sich seitlich ein wenig unterhalb der Spitze der Scheitelzelle eine neue Ausbuchtung, welche sich bald durch eine uhrglasförmig in das Lumen der Scheitelzelle vorspringende Scheidewand abgrenzt. Es ist die Anlage zu einem neuen Ast. Auf diese Basalscheidewand des Astes und zwar ein wenig unterhalb der Mitte setzt sich senkrecht ¹⁾ eine neue Querscheidewand auf, welche die oberste primäre Zelle (Knotenzelle) eines Internodiums von der Scheitelzelle abschneidet. Der ganze Unterschied in Hinsicht auf das Wachsthum zwischen *Stypocaulon scoparium* und *St. Mülleri* beruht also darin, dass ersteres meist eine, letzteres meist 5 (an Nebenaxen 6—8) Internodialglieder erzeugt, bevor es wieder zur Bildung eines neuen Astes schreitet. Die stetig weiterwachsende Scheitelzelle fährt fort in der geschilderten Weise neue Gliederzellen und neue Aeste anzulegen, nur erscheint jeder folgende Ast normal auf der dem vorhergegangenen entgegengesetzten Seite.

Die primären Zellen zerfallen sehr bald in secundäre, welche wie die primären kein nachweisliches secundäres Längen- oder Dickenwachsthum besitzen. Die einzelnen secundären Glieder sind mehr breit als lang; die mittlere Dicke der Langtriebglieder beträgt c. 45 Mikrom.

Sobald die Astanlage sich von der Hauptaxe differenzirt hat, bildet sich in der Achsel des Astes die Anlage zu der später die Haarbildungen erzeugenden Zelle: eine Ausbuchtung, welche sich bald durch eine Scheidewand abgrenzt. Auf diese Scheidewand trifft nun

1) Auf der von Kützing (Tab. Phyc. Bd. V. Taf. 100) für *Spongomorpha Mülleri* Kütz. gegebenen Abbildung steht diese Querwand über der Basalscheidewand des Astes. Ueberhaupt weicht diese Abbildung der *Spongomorpha Mülleri* so sehr von der von mir untersuchten Pflanze ab, dass beide Arten jedenfalls verschiedenen Gattungen angehören. Als Synonym für *Spongomorpha Mülleri* ist jedoch in den Tab. Phyc. auch *Sphacelaria Mülleri* Sonder mit aufgeführt.

senkrecht diejenige Querwand auf, welche die erste primäre Gliederzelle von der Scheitelzelle des Astes abschneidet. Das übrige Verhalten des Astes stimmt in der Hauptsache ganz mit dem der Hauptaxe überein; neue primäre Glieder und neue Aeste entstehen auf die schon früher geschilderte Weise.

Bei Kurztrieben unterbleiben häufig die Anlagen zu neuen Aesten und tritt bald, doch bei weitem nicht so früh, wie bei *Stypocaulon scoparium* Begrenzung der Wachstumsfähigkeit ein. Auch die primären Zellen der Kurztriebe zerfallen sehr bald in secundäre. Die Kurztriebe werden nach oben dünner und besitzen eine dreieckige, etwas spitzliche, am Ende stark verdickte Endzelle. Die Kurztriebglieder stehen den Gliedern der Langtriebe an Dicke bedeutend nach.

Theilung in den secundären Gliederzellen. A. Längstheilung. a. Langtriebe. Wenn die primären Zellen in secundäre Glieder zerfallen sind, beginnen die letzteren auch sofort sich durch Verticalwände zu theilen. Durch eine erste Hauptwand (A auf Taf. XXXIV. Fig. 15 u. 16) wird der Zylinder, welchen die secundäre Zelle bildet, in zwei Cylinderhälften zerfällt. Die Lage dieser primären Hauptwand ist, wenigstens in den internodalen Gliedern, nicht genau in der Verzweigungsebene, da nicht bloss die primären Hauptwände, sondern auch die darauf entstehenden secundären Hauptwände in den successiven secundären Gliedern nicht genau über einander liegen, sondern um einen Winkel von $20-25^{\circ}$ oder auch um weniger mit einander divergiren (s. später; vergl. auch *Stypocaulon scoparium*). Indem sich nun an die primäre Hauptwand 2 neue Wände (secundäre Hauptwände; BB auf Taf. XXXIV. Fig. 15 u. 16) unter rechtem Winkel ansetzen, werden die beiden Cylinderhälften wiederum halbirt; die ursprüngliche Zelle besteht jetzt aus 4 Cylinderquadranten. In jedem dieser Quadranten lehnt sich nun zuerst an die secundäre, dann an die primäre Hauptwand je eine Scheidewand an (I, II auf Taf. XXXIV. Fig. 15 u. 16), welche aus dem Cylinderquadranten je eine im Allgemeinen dreieckige Zelle herauschneidet. Diese Zellen sind die erste und zweite primäre Randzelle der betreffenden Cylinderquadranten, sie sind in der Anlage meistentheils fast gleich gross und lassen (auf dem Querschnitt) ein Stück des Randes zwischen sich frei, welches ungefähr einem Drittheil der Peripherie eines Kreisquadranten gleichkommt¹⁾. Dieses

1) Auf Taf. XXXIV. Fig. 15 sind die ersten primären Randzellen viel grösser als die 2ten und 3ten; doch sind, wenigstens in der Anlage, die 3 primären Randzellen gewöhnlich fast gleich gross. Erst später scheint sich die erste primäre etwas mehr als

noch freie Stück des Randes wird darauf nachträglich überbrückt und so die dritte primäre Randzelle gebildet.

Durch eine radial senkrechte Wand theilt sich die erste primäre Randzelle sehr bald in 2 secundäre (1 auf Taf. XXXIV. Fig. 15). Die an die Hauptwand grenzende secundäre Randzelle theilt sich wiederum durch eine tangential senkrechte Wand in 2 tertiäre, eine innere und eine äussere und diese können sich endlich wiederum durch eine radial senkrechte Wand in je 2 quartäre theilen. Gewöhnlich erfolgt die letztere Theilung jedoch bloss in der äussern tertiären Randzelle. Die der Hauptwand (secundären) abgewendete secundäre Randzelle zerfällt durch eine radial senkrechte Scheidewand meist bloss in 2 tertiäre Zellen. Ebenso theilt sich die zweite und dritte primäre Randzelle meist bloss durch eine radial senkrechte Wand in 2 tertiäre.

Nachdem die primären Randzellen aus dem Cylinderquadranten herausgeschnitten sind und einige Theilungen in denselben stattgefunden haben, beginnt auch in dem Reste des Cylinderquadranten, der primären Centralzelle, ein Theilungsprocess. Die erste in der primären Centralzelle eines Cylinderquadranten auftretende Wand (I¹ auf Taf. XXXIV. Fig. 15) verbindet die an die dritte primäre Randzelle stossende secundäre Tochterzelle der ersten primären Randzelle; oder (wenn diese secundäre Zelle schon in tertiäre zerfallen ist) die an die dritte primäre Randzelle grenzende tertiäre; oder endlich die der ersten primären Randzelle zugewendete secundäre Tochterzelle der dritten primären Randzelle mit der primären Hauptwand. Letzteres scheint der gewöhnlichere Fall zu sein; vergl. Taf. XXXIV. Fig. 15 nebst Erklärung. An diese so entstandene Scheidewand setzt sich wieder eine kleinere (II¹ auf Taf. XXXIV. Fig. 15) an, welche die erstere mit derjenigen secundären Zelle der dritten primären Randzelle, welche der zweiten primären angrenzt, verbindet. Zugleich verknüpft eine dritte Wand (III¹ auf Taf. XXXIV. Fig. 15) die erste in der primären Centralzelle entstandene Scheidewand mit der secun-

die andern Randzellen zu entwickeln und auszudehnen. Auch in Fig. 16 erscheint dieses Verhältniss nicht in allen Quadranten so deutlich, als gewöhnlich, ausgeprägt, obgleich das hier gegebene Stadium ein jüngeres ist; doch habe ich, um Figuren zu sparen, wie schon bei *Stypocaulon scoparium*, so auch hier geflissentlich meist solche Querschnitte ausgewählt, bei denen zugleich irgend eine Abweichung von der Regel vorkam. — Solche nachträgliche Ausdehnung der primären Randzellen deutet, wie das schon früher besprochene spätere Auseinanderziehen der Scheidewände auf ein geringes Dickenwachsthum.

dären Hauptwand des Cylinderquadranten; diese ist der primären Hauptwand parallel. So findet man auf diesem Stadium die primäre Centralzelle in 4 Zellen differenzirt; in eine grosse innere, die eigentliche Centralzelle, in 2 etwas kleinere, von denen je eine an die erste und zweite primäre Randzelle stösst, und in eine kleinste an die dritte primäre Randzelle grenzende. Die 3 ersten sind im Ganzen quadratisch oder rechteckig geformt, die letztere von unregelmässig eckiger Gestalt.

Nach Analogie mit *Stypocaulon scoparium* ist zu vermuthen, dass sowohl die Randzellen, als auch die 3 grösseren Centralzellen eines Quadranten sich noch weiter zu theilen vermögen, doch besitze ich hierüber keine Untersuchungen. Der Theilungsprocess in den secundären Gliederzellen von *Stypocaulon Mülleri* ist, wie aus dem Vorhergehenden erhellt, in der Hauptsache ganz übereinstimmend mit demjenigen bei *Stypocaulon scoparium*. Ein kleiner Unterschied ist nur in der Ausdehnung der primären Randzellen bemerkbar, indem bei *Stypocaulon scoparium* die erste primäre Randzelle auf dem Querschnitt etwa die Hälfte, die zweite etwa ein Drittheil oder seltner bloss ein Viertel, die dritte endlich den Rest einnimmt, während bei *Stypocaulon Mülleri* die einzelnen primären Randzellen, wenigstens in der Anlage, jede ein nahezu gleich grosses Stück, also etwa ein Drittheil der Peripherie des Kreisquadranten umfassen. Wie bei *Stypocaulon scoparium* überrascht auch bei *Stypocaulon Mülleri* bei Querschnitten durch ältere Axenpartieen die regelmässige Anordnung der Scheidewände; nach solchen Querschnitten würde man glauben mit vollem Recht die Bildung von nur 2 primären Randzellen in einem Cylinderquadranten annehmen zu dürfen, wenn nicht Querschnitte durch jüngere Entwicklungsstadien unzweifelhaft und fast ausnahmslos 3 primäre Randzellen zeigten. Modificationen in der Art und Folge der Zelltheilungen scheinen bei *Stypocaulon Mülleri* noch weniger, als bei der vorhergehenden Art, vorzukommen.

b. Längstheilung bei den Kurztrieben. Querschnitte durch Basalglieder der Kurztriebe zeigen die secundären Zylinder durch die primäre und die 2 secundären Hauptwände, wie bei den Langtrieben, in 4 Quadranten zerfällt (Taf. XXXIV. Fig. 17). Die Peripherie des Cylinders wird später von einer Anzahl Randzellen eingenommen. Querschnitte durch höher gelegene Kurztriebglieder lassen eine ungetheilte, von Randzellen umgebene Centralzelle erkennen, das oberste Glied endlich bleibt einzellig.

B. Quertheilung in den secundären Gliederzellen. Dieselbe tritt später in den peripherischen Randzellen der secundären Glieder sowohl bei Lang- als Kurztrieben auf.

Adventivastbildung habe ich nicht beobachtet.

Haarbildungen. Die Haare finden sich in der Achsel der Aeste und entstehen aus der zuerst sich von der Astanlage abgrenzenden Zelle. Je 2 von ihnen stehen in der Richtung der Verzweigungsebene hinter einander; sie bilden daher 2 die Richtung der Verzweigungsebene unter rechtem Winkel schneidende Reihen. Es sind zarte, in der Jugend einzellige, später gegliederte Zellfäden, deren einzelne Glieder ein ziemlich bedeutendes von oben nach unten fortschreitendes secundäres Längenwachsthum zeigen; doch strecken sich nur die obern Zellen nachträglich in der Längsrichtung, der Basaltheil des Haares bleibt unverändert. Die Enden der Haare brechen sehr leicht ab und bald ist auch das ganze Haar verschwunden. Die Haare sind bei *Stypocaulon Mülleri* in geringerer Anzahl vorhanden, als bei der früher beschriebenen Species.

Wurzelfäden. Die Wurzelfäden sind gegliedert und brechen aus einer secundären Zelle der dritten primären Randzelle hervor (Taf. XXXIV. Fig. 15); dabei scheint die der primären Hauptwand zugewendete secundäre Zelle bevorzugt zu sein (vergl. *Stypocaulon scoparium*). Die Wurzelfäden entstehen constant nur aus dem unteren secundären Glied einer primären Zelle des Internodiums. Ihre durchschnittliche Dicke beträgt e. 10 Mikrom.; sie stehen zu 2 sich gegenüber oder sind zu 4 über das Kreuz gestellt. Sie verharren bei *Stypocaulon Mülleri* längere Zeit in einem rudimentären Zustande und stellen sich dann als ganz unbedeutende in der Längsrichtung etwas gestreckte Erhebungen auf der Aussenfläche des betreffenden Zellgliedes dar. In diesem ersten Entwicklungsstadium finden sich die Wurzelfäden oft an einer ganzen Reihe successiver primärer Glieder¹⁾.

1) Da die Wurzelfäden, so lange sie sich in dem oben erwähnten rudimentären Zustande befinden und so sich selbst und die benachbarten Randzellen noch nicht überdecken, durch etwas abweichende Färbung von dem übrigen Zellgewebe leicht zu unterscheiden sind, so versuchte ich durch verschiedene Einstellung die genaue Lage derselben und (da die Lage der Wurzelfäden wieder von der Stellung der Hauptwände im Zelleylinder abhängt) auch letztere auf grössere Strecken zu bestimmen. Doch wechselte dieselbe in 13 aufeinanderfolgenden internodialen Gliedern so oft und in solcher Weise, dass von einer Regelmässigkeit nicht die Rede sein kann. Vergl. auch das schon früher über die Stellung der Hauptwände in den successiven secundären Gliedern Gesagte.

Die Glieder der Wurzelfäden können sich durch eine primäre (A) und 2 secundäre Hauptwände (BB) in 4 Cylinderquadranten theilen (Taf. XXXIV. Fig. 18); in einem Quadranten kann sich nur je eine Randzelle bilden (I, I), welche bald der primären, bald der secundären Hauptwand anliegt.

Reproductive Organe sind nicht bekannt.

Halopteris Filicina Kütz.¹⁾

Die ganze Pflanze erreicht eine Grösse von $1\frac{1}{2}$ —2, ja nach Meneghini²⁾ selbst 10 Centimeter. Ausser den Lang- und Kurztrieben finden sich an den älteren Partien noch Wurzelfäden. Von Reproductionsorganen sind Keimfrüchte bekannt.

Die Langtriebe erzeugen Lang- und Kurztriebe und unkleiden sich später mit Wurzelfäden. Die primären Kurztriebe erzeugen secundäre und diese wiederum tertiäre Kurztriebe; ihre Endzellen sind nach Begrenzung des Wachsthumns weniger zugespitzt, als bei Stypocaulon.

Aststellung. Die Verzweigung ist im Ganzen eine constant alternirend zweizeilige, der Verzweigungswinkel c. 45°. Durch die verschiedenartigsten Stellungsverhältnisse der Langtriebe an der Hauptaxe, welche erstere von der grössten Unregelmässigkeit bis zur regelmässigen Alternation in der Anordnung der in ihren äusseren Umrissen mehr oder weniger linear-lanzettlich erscheinenden Hauptzweige wechseln können, werden eine Menge Abänderungen hervorgerufen. Ueberhaupt zeigt die Pflanze analog Stypocaulon bedeutende Unterschiede in der Ausbildung der Sommer- und Winterexemplare³⁾; erstere sind schlanker und weniger verzweigt, letztere öfter verzweigt und gedrungener gebaut. Eine Abweichung von der alternirenden Verzweigung bildet die fast ausnahmslose Regel, dass die 2 ersten Zweige eines Astes der Hauptaxe, woran derselbe steht, zugerichtet sind, eine Erscheinung, welche bei Harvey⁴⁾ vortrefflich wiedergegeben, auf den Abbildungen von Kützing⁵⁾ aber nicht erkennbar ist. Erst die höhern Aeste gehorchen dem Gesetze der Alternation. Zweimal habe ich sogar die 3 ersten Zweige eines Astes nach innen gestellt gefunden, die übrigen alternirend. Selten ist die Verzweigung eines

1) Die untersuchte Pflanze (2 Weingeistexemplare) hatte Nizza zum Fundort.

2) Meneghini, l. c. p. 327.

3) Vergl. Harvey l. c. — Meneghini, l. c. p. 324.

4) Harvey, l. c. Pl. CXLII.

5) Kützing, Tab. Phyc. Bd. V. Tab. 85.

Astes gleich von Anfang an alternirend, doch liegt auch dann wenigstens der erste constant nach innen. Nur ein einziges Mal habe ich den ersten Zweig eines Astes zwar nach innen, den zweiten und dritten aber nach aussen gerichtet gesehen. Die folgenden alternirten auch in diesem Falle normal.

Da bei Halopteris fast ausnahmslos sowohl bei Haupt- als Nebenaxen (sofern letztere überhaupt Aeste erzeugen) jedes primäre Glied einen Ast trägt, so bestehen hier die Internodien bloss aus einem primären Glied, dem Knotenglied. So bestanden 38 Internodien einer Hauptaxe, 167 der zugehörigen secundären, 83 der tertiären sämmtlich ohne Ausnahme aus je einem primären Gliede. Nur bei Axen der höchsten Ordnungen sah ich einige wenige Fälle, bei welchen ein primäres Glied hinsichtlich der Astbildung übersprungen worden war. Auch die Basilarinternodien der Axen niederer Ordnung bestehen, da normal schon das erste Glied einen Ast erzeugt, bloss aus dem Knotengliede. Doch finden sich auch hier bei Axen der höchsten Ordnungen Störungen dieser Regel.

Wachsthum. Die Pflanze vergrössert sich durch Scheitelwachsthum; wie bei *Stypocaulon* entstehen auch hier die Aeste an der Scheitelzelle. Seitlich ein wenig unterhalb der Spitze bildet sich eine Ausbuchtung, welche sich bald durch eine Scheidewand abgrenzt und so die Astanlage darstellt (Taf. XXXV. Fig. 1). Auf diese Basalscheidewände der einzelnen Aeste und zwar so ziemlich in der Mitte treffen die Querscheidewände der primären Gliederzellen (I auf Taf. XXXV. Fig. 1) in senkrechter Richtung auf. Jeder Ast stützt sich somit eigentlich, wie bei *Stypocaulon*, auf 2 primäre Gliederzellen, welche beide verschiedenen Internodien angehören und von denen die untere als das zugehörige Knotenglied zu betrachten ist ¹⁾. Der ganze Vorgang ist mit dem bei *Stypocaulon* übereinstimmend, nur dass bei *Halopteris* keine Internodialglieder (in der früher angegebenen Bedeutung) vorhanden sind, da wenigstens normal jedes primäre Glied einen Ast trägt. Die erste Ausbuchtung, welche sich am primären Ast in dessen Achsel abgrenzt, erzeugt hier keine Haarbildungen, sondern wächst zu einem secundären Ast aus; auch ist dieser Vorgang noch in sofern von dem bei *Stypocaulon* stattfindenden Prozesse verschieden, als die genannte Ausbuchtung am Basalglied der Aeste einen Fortsatz bis an die entsprechende Hauptaxe entsendet (Taf. XXXV. Fig. 1). Dieser Fortsatz bildet später, wenn die primären Glieder

1) Meneghini, l. c. p. 328.

in secundäre zerfallen sind, das unterste secundäre Glied des secundären Astes und bleibt auch dann noch deutlich erkennbar¹⁾).

Die primären Glieder zerfallen sehr bald in secundäre, welche in Längs- und Breitenrichtung ziemlich gleiche Ausdehnung zeigen. Der Querdurchmesser der Hauptaxen beträgt gewöhnlich zwischen 34—52 Mikrom.; der der primären Nebenaxen etwa halb so viel. Nachträgliches Längenwachsthum, sowie Dickenwachsthum konnte ich nicht nachweisen.

Theilung in den secundären Gliederzellen. Auch hier theilt, wie bei *Stypocaulon*, eine durchgehende, in der Verzweigungsebene liegende, primäre Hauptwand (A auf Taf. XXXV. Fig. 2—5) die secundäre Gliederzelle in 2 Cylinderhälften und je eine secundäre Hauptwand (BB) zerfällt jede dieser Hälften wieder in 2 Quadranten. In jedem Quadranten bilden sich hier jedoch bloss zwei primäre Randzellen²⁾. Die erste nun auftretende Wand (I auf Taf. XXXV. Fig. 2—5) legt sich auch hier an die secundäre Hauptwand an und schneidet ein dreieckiges Stück aus dem Cylinderquadranten heraus. Nun aber verbindet eine tangential senkrechte Scheidewand (II auf Taf. XXXV. Fig. 37 — analog bei den anderen Figuren) die die erste primäre Randzelle abschneidende Wand direct mit der primären Hauptwand und bildet so die zweite primäre Randzelle. Eine dritte primäre Randzelle kommt nur höchst ausnahmsweise zur Ausbildung (vergl. Taf. XXXV. Fig. 4 nebst Erklärung). — Durch eine radial senkrechte Wand theilt sich dann die erste primäre Randzelle in eine der Hauptwand anliegende rechteckige oder trapezoidische und in eine dreieckige secundäre Randzelle. Von diesen zerfällt die erstere durch eine meist tangential senkrechte Wand sehr bald in 2 tertiäre Randzellen und dieser Theilung folgen oft noch andere durch radial oder tangential senkrechte Wände hervorgerufene Theilungen. Die letztere dreieckige secundäre Randzelle bleibt bisweilen ungetheilt und giebt später dem Wurzelfaden ihre Entstehung. Die zweite primäre Randzelle zerfällt durch eine radial senkrechte Wand in 2 secundäre Randzellen und in jeder von diesen können wiederum durch tangential oder radial-senkrechte Wände tertiäre und quartäre Zellen entstehen. — Auch die Centralzellen vermögen sich durch verticale Scheidewände (I¹ auf Taf. XXXV. Fig. 5) zu theilen.

1) Vergl. die Abbildung von *Halopteris Sertularia* Taf. XXXV. Fig. 6, wo dieser Fortsatz (α) deutlicher zu erkennen ist.

2) Um Figuren zu sparen habe ich bloss ältere Stadien abgebildet, doch kann man auch hier die ersten Theilungen zum Theil leicht wieder erkennen.

In den peripherischen Zellen treten später Querwände auf.

Wurzelfäden. Die Wurzelfäden entspringen aus der an die zweite primäre Randzelle grenzenden secundären oder tertiären Eckzelle und sind somit über das Kreuz gestellt; sie umgeben ältere Axen mit einem wenig dichten Filz.

Keimfrüchte. Die von Meneghini¹⁾ als Antheridien beschriebenen Gebilde möchte ich für Keimfrüchte ansehen, da sie nach der Beschreibung den bei *Ectocarpus* und einigen Sphacelarieen (im engeren Sinne) bekannten und als Keimfrüchten beschriebenen Organen vollkommen analog²⁾, von den für *Sphacelaria tribuloides* und *Cladostephus* bekannten Antheridien aber (s. später) durchaus verschieden sind. Sie sind von elliptischer Gestalt und sitzen einzeln in den Achseln der Kurztriebe auf einem kurzen nach oben etwas verbreiterten Stielchen und zerfallen angeblich später in eine grosse Menge viereckiger kleiner Zellen mit abgerundeten Ecken. — Ausserdem wurden von Meneghini³⁾ Anhäufungen von Sphacelen beobachtet, welche nach ihm als Keimhäufchen gedeutet werden können.

Halopteris Filicina, var. Sertularia⁴⁾.

Die Pflanze, welche nach Agardh⁵⁾ eine Grösse von 30 mm erreicht, erzeugt Lang- und Kurztriebe, entbehrt aber der Wurzelfäden und Haarbildungen; Reproductionsorgane sind nicht bekannt.

Aststellung. Die Verzweigung ist im Allgemeinen eine alternirend zweizeilige, die Stellung der Hauptzweige aber, welche von linearer und linear-lanzettlicher bis zu oblonger Gestalt ändern, ist sehr schwankend, da, wie bei *Stypocaulon*, einzelne ganz unbestimmte Aeste sich zu Langtrieben entwickeln. Der Verzweigungswinkel ist 90°. Wie bei *Halopteris filicina* stehen auch hier die 2 ersten Zweige eines Astes fast ausnahmslos über einander und zwar auf der innern Seite, die übrigen Zweige folgen dem Gesetze der Alternation⁶⁾. So zeigten von 212 Aesten 183 (also über 86%) die 2 ersten Zweige nach innen gekehrt, die übrigen alternirend (vergl. Taf. XXXV. Fig. 6); 15 die 3 ersten nach innen, die folgenden alter-

1) Meneghini, l. c. p. 330 u. 319.

2) Jac. Georg Agardh, Spec. Genera et Ord. Alg. p. 39.

3) Meneghini, l. c. p. 325.

4) Das der Untersuchung dienende (Weingeist-) Exemplar von *Halopteris Sertularia* Kütz. hatte Cherbourg als Fundort.

5) Agardh, l. c. p. 35.

6) Vergl. Harvey, l. c. Plate CXLIII; — Kützing, Tab. Phyc. Bd. V. Tab. 85.

nirend; 7 die 4 ersten nach innen, die folgenden alternirend; 6 den ersten nach innen und hierauf Alternation (vergl. Taf. XXXV. Fig. 6 β); einer den ersten nach innen, den zweiten und dritten nach aussen und dann erst Alternation. Hierbei fanden sich die Abweichungen von dieser Regel an den Axen höherer Ordnung etwas häufiger.

Auch bei *Halopteris Sertularia* Kütz. trägt normal jedes primäre Glied einen Ast. So bestanden die 46 Internodien einer Hauptaxe, 122 Internodien der zugehörigen secundären Axen, 23 der tertiären ohne Ausnahme aus je einem primären Gliede. Bei den Axen höherer Ordnung scheinen hierbei noch weniger Abweichungen, als bei *Halopteris filicina*, vorzukommen. Auch die Basilarinternodien tragen bereits wieder Aeste.

Wachsthum. Das Wachsthum stimmt ganz mit dem von *Halopteris filicina* überein. Auch hier lehnt sich je der erste Zweig eines Astes durch einen Fortsatz (α auf Taf. XXXV. Fig. 6) an die entsprechende Hauptaxe an. — Wenn die Scheitelzelle beschädigt oder vertrocknet ist, so vermag die noch lebenskräftige nächstuntere Zelle zu einer neuen Scheitelzelle auszuwachsen (Taf. XXXV. Fig. 6).

Die Theilung in den secundären Gliederzellen gleicht im Ganzen der von *Halopteris filicina* (Taf. XXXV. Fig. 7 u. 8), doch war häufig ein grosser Unterschied in der Ausbildung der 2 primären Randzellen zu bemerken, indem die eine die andere oft unverhältnissmässig an Grösse übertraf. Die grössere der beiden ¹⁾ primären Randzellen theilte sich dabei häufig durch 3 radial oder schief gestellte senkrechte Wände in 4 Zellen. Die Theilung war überhaupt nicht so regelmässig, als bei *Halopteris filicina*, soweit ich beide Pflanzen untersuchen konnte. Tangential senkrechte Wände, sowie Theilungen in den Centralzellen habe ich auf den von mir gefertigten Axenquerschnitten nicht gefunden. — Die peripherischen Randzellen theilen sich später durch Querwände.

Jac. Georg Agardh trennt in seinem neuesten Werk ²⁾ und ebenso Kützing ³⁾ die *Halopteris Sertularia* von der *Halopteris filicina*. Die Pflanze stimmt aber in den Hauptsachen so vollkommen mit *Halopteris filicina* überein, dass sie wohl nur als eine Varietät der letzteren zu betrachten ist, welche in grösseren Tiefen des Meeres

1) Bisweilen schienen auf dem oder jenem Querschnitt 3 primäre Randzellen in einem Quadranten entstanden zu sein. — Auf den 2 gegebenen Abbildungen treten diese Grössenunterschiede nicht hervor.

2) Agardh, *Spee. gen. et ord. Algarum* p. 35.

3) Kützing, *Species Algarum* p. 462.

vorkommt¹⁾. Das Fehlen der Wurzelfäden scheint kein so gewichtiges Unterscheidungsmerkmal zu sein; ebenso ist der grössere Verzweigungswinkel nicht von solcher Wichtigkeit, um eine Trennung in 2 verschiedene Arten zu rechtfertigen²⁾. Aehnliche Verschiedenheiten finden sich ja auch bei *Stypocaulon scoparium* (s. früher).

Phloiocaulon Squamulosum †³⁾.

Die Pflanze, nach Agardh⁴⁾ 15—18 Centimeter gross, erzeugt Lang- und Kurztriebe und eine grosse Anzahl dicht zu einer unächten parenchymatoidischen Rinde zusammentretender Wurzelfäden. Die Sporen sollen nach Meneghini⁵⁾ denen von *Cladostephus* gleichen.

Die Langtriebe erzeugen Lang- und Kurztriebe. Letztere stehen zerstreut an der ganzen Längsausdehnung der Langtriebaxen, scheinbar büschelig gehäuft am fortwachsenden Ende; an älteren Partien scheinen sie abfallen zu können, weshalb der Langtrieb an diesen Stellen ganz kahl erscheint. Die Kurztriebe verzweigen sich gewöhnlich nur einmal, seltener treten auch tertiäre Kurztriebe auf.

Aststellung. Die Verzweigung ist im Allgemeinen eine alternierend zweizeilige und spricht sich vorzüglich deutlich bei der Verzweigung der Kurztriebe aus; nie habe ich 2 auf einander folgende Aeste auf derselben Seite stehen sehen. Die Stellung der Langtriebe im Besonderen aber lässt sich auf kein Gesetz zurückführen. Die Verzweigung aller Axen findet ursprünglich zwar in ein und derselben Verticalebene statt, durch öfters eintretende nachträgliche Drehung der Kurztriebe um 90° sieht es dann aber bisweilen aus, als ob die Verzweigungsebene der letztern senkrecht auf der der Langtriebe stehe; eine Erscheinung, welche ich unter allen Sphacelarien allein bei *Phloiocaulon* beobachtet habe.

Normal trägt jedes primäre Glied der sich verzweigenden Axe einen Ast, doch wird an den Kurztrieben bisweilen ein Glied übersprungen. Auch die Basalglieder der Lang- und Kurztriebe erzeugen in ihrer Achsel eine Astanlage, welche aber nicht zur Ausbildung

1) Vergl. Harvey, l. c.; — und Meneghini, l. c. p. 325.

2) Vergl. Meneghini, l. c. p. 322.

3) Der Name soll andeuten, dass hier die Wurzelfäden zu einer unächten parenchymatoidischen Rinde zusammenschmelzen, während sie bei dem nahe verwandten *Stypocaulon* als Wurzelfilz auftreten. — Das untersuchte Exemplar des *Phloiocaulon squamulosum* (*Chaetopteris squamulosa* Kütz.) stammte vom Cap der guten Hoffnung.

4) Agardh, l. c. p. 41.

5) Meneghini, l. c. p. 359.

kommt und an älteren Theilen kaum noch zu erkennen ist. Der erste zu vollständiger Ausbildung gelangende secundäre Kurztrieb steht constant nach aussen (Taf. XXXV. Fig. 9).

Wachsthum. Die Astanlagen entstehen in den Scheitelzellen der Langtriebe durch Abgrenzung einer seitlichen etwas unterhalb der Spitze befindlichen Ausbuchtung (Taf. XXXV. Fig. 9). Auf diese Basalscheidewand eines jeden Astes trifft nun, wie bei *Stypocaulon* und *Halopteris*, senkrecht eine primäre Querscheidewand (I auf Taf. XXXV. Fig. 9) auf; diese Querwände entstehen sofort nach Abgrenzung der Astanlage. Die primären Glieder theilen sich sehr bald durch Querwände (II auf Taf. XXXV. Fig. 9) in secundäre. Während aber bei *Stypocaulon* und *Halopteris* diese secundären Querwände den primären im Ganzen parallel verlaufen, wird hier jede primäre Querwand von je 2 geneigten secundären eingeschlossen. Letztere divergiren nach der Seite des Astes hin, auf der entgegengesetzten aber nähern sie sich einander. Doch ist diese Erscheinung nur an jüngeren Particen der Pflanze, besonders den Langtrieben, deutlich. Die in der Achsel der Aeste sich bildenden und weiterer Entwicklung entbehrenden Astanlagen lehnen sich theils an die Hauptaxe, theils an den Ast an und entstehen schon, bevor der junge Ast durch eine Querwand die erste primäre Gliederzelle abgeschieden hat (Taf. XXXV. Fig. 9).

Theilung in den secundären Gliederzellen. Querschnitte durch ältere Particen von Langtrieben boten fast ganz dasselbe Bild, wie bei *Chaetopteris plumosa* und *Cladostephus* (s. später¹⁾) und liessen bei genauerer Betrachtung eine innere und eine äussere, oft allerdings nicht scharf abgegrenzte, Partie (äussere Partie gleich unächter Rinde) erkennen. Doch konnte ich die Entwicklungsgeschichte durch die successiven Stadien wegen Mangel an passendem Material nicht verfolgen, zumal da gerade diese Pflanze bedeutende Schwierigkeiten für das Gelingen von Quer- und Längsschnitten darbot. Taf. XXXV. Fig. 10 zeigt die 3 Hauptwände und 2 — 3 primäre Randzellen, wiewohl letztere nicht immer ganz deutlich. Vergl. die Erklärung der Tafel.

Querdurchschnitte durch ältere Glieder von Kurztrieben zeigten fast immer eine primäre den Zylinder halbirende Hauptwand, ferner häufig auch die 2 damit sich kreuzenden secundären Hauptwände. Nicht selten war jedoch die Bildung der einen oder beider

1) Vergl. Agardh l. c. p. 40. — Kützing, Tab. Phyc. Bd. VI. Tab. 6. Querschnitt durch die Langtriebaxe von *Chaetopteris squamulosa* Kütz.

secundären Hauptwände unterblieben. Die Peripherie wurde von einer mehr oder weniger grossen Anzahl primärer Randzellen von verschiedener Grösse eingenommen, welche selbst wieder durch radial senkrechte Wände (tangente habe ich nie gesehen) in 2—4, selten mehr Zellen höherer Ordnung zerfielen. Querschnitte durch höher gelegene Partien von Kurztrieben (Taf. XXXV. Fig. 11—13) zeigten eine ungetheilte Centralzelle und eine Anzahl (meist 5) primärer Randzellen, welche durch radial senkrechte Wände wiederum in 2—4 Zellen geschieden wurden. Die Anlage der primären Randzellen schien dabei so vor sich zu gehen, dass sich an die erste primäre die folgenden abwechselnd rechts und links anlegten.

Wurzelfäden. Wenn auf Grund der grossen Aehnlichkeit der Rinde bei der vorliegenden Pflanze und bei *Chaetopteris plumosa* und *Cladostephus* (s. später) ein Analogieschluss gezogen werden darf auf die Entstehung der Rinde bei *Phloiocaulon squamulosum*, so dürften auch hier sämtliche Randzellen der Langtriebe in Wurzelfäden auswachsen, und die parenchymatoidische Rinde durch inniges Zusammenschmelzen dieser entstehen.

Die Sporen stehen nach Meneghini¹⁾ in den Achseln der Kurztriebe und gleichen denen von *Cladostephus*.

B. Die Astanlage tritt als Ausbuchtung einer Gliederzelle auf.

Chaetopteris plumosa Kütz. ²⁾

Die Pflanze, welche eine Länge von 9—12 Centimeter³⁾ erreichen kann, erzeugt ausser Lang- und Kurztrieben noch eine grosse Anzahl von Wurzelfäden, welche zu einer parenchymatoidischen Rinde zusammenschmelzen. Reproductive Organe sind mir nicht bekannt.

Die Langtriebe tragen Lang- und Kurztriebe; letztere bleiben meist einfach, selten tragen sie secundäre Kurztriebe, welche dann meist bloss an der mittlern und obern Partie des primären Kurztriebes auftreten.

Aststellung. Die Verzweigung ist im Allgemeinen eine opponirt zweizeilige und in der Stellung der Kurztriebe vorzüglich

1) Meneghini, l. c. p. 359.

2) Die untersuchten Exemplare waren im Kattegat und an der englischen Küste gesammelt.

3) Agardh, l. c. p. 41.

deutlich ausgeprägt, die Stellung der einzelnen Langtriebe hingegen ist eine sehr unbestimmte. Der Verzweigungswinkel ist $c. 60^\circ$. Die älteren Kurztriebe sind nahezu gleich lang, nur die obersten jüngsten nehmen stufenweise an Länge ab, so dass der bezügliche Langtrieb nach der Spitze im Ganzen lanzettlich zugespitzt, auf der mittleren und unteren Partie aber gleich breit erscheint. Er ist dabei in seiner ganzen Länge, wo überhaupt Kurztriebe auftreten, kammförmig gefiedert. Doch findet man häufig, dass eines der oberen Glieder schon ziemlich ausgebildete Kurztriebe trägt, während das nächstuntere kaum die Kurztriebanlagen erkennen lässt; oder dass, während der eine Kurztrieb fast seine vollständige Länge erreicht hat, der diesem opponirte desselben Gliedes nur erst in der Anlage vorhanden ist¹⁾. Vergl. Taf. XXXVI. Fig. 1. Auch die secundären Kurztriebe sind normal opponirt.

Wachsthum. Die Pflanze wächst durch Scheitelwachsthum. Durch horizontale Querwände (I auf Taf. XXXVI. Fig. 1) grenzen sich die einzelnen primären Gliederzellen, welche jedoch bald in je 2 secundäre zerfallen, von der Scheitelzelle ab. Dabei ist das untere secundäre Glied meist ein wenig kürzer, als das zugehörige obere, welches letztere nahezu eben so breit als lang ist. Die Kurztriebe entstehen bei *Chaetopteris plumosa* jedoch nicht aus der Scheitelzelle, sondern aus der oberen secundären Gliederzelle der jüngern (oder jüngsten) primären Glieder durch seitliches Auswachsen und Abgrenzen durch eine Scheidewand (Taf. XXXVI. Fig. 1). Diese Scheidewand kommt zwischen die die obere secundäre Gliederzelle einschliessenden Querwände zu liegen, indem sie sich genau an die obere Querwand anlegt, aber, wie es gewöhnlich der Fall zu sein scheint, die untere Querwand nicht erreicht. Zwischen den Abgangsstellen zweier successiven Astpaare findet sich demnach je eine secundäre Gliederzelle, die untere²⁾. Auf den Abbildungen von Harvey³⁾ und Kützing⁴⁾ trägt jedes Glied einen Ast, nicht so bei Lyngbye⁵⁾, wo mit einer einzigen Ausnahme je das zweite Glied Aeste trägt. — In ganz analoger Weise verzweigen sich auch die primären Kurztriebe.

Theilung in den secundären Gliederzellen. Die primäre

1) Vergl. Meneghini, l. c. p. 351.

2) Vergl. Meneghini, l. c. p. 351.

3) Harvey, l. c. Plate LXXXVII.

4) Kützing, Tab. phyc. Bd. VI. Taf. 6.

5) Lyngbye, l. c. Taf. 30.

Hauptwand (A auf Taf. XXXVI. Fig. 2—5) liegt in der Verzweigungsebene und theilt, wie bei allen Sphacelarien, den Zylinder in 2 Hälften; sie trifft in den beästeten Gliedern auf die Basalscheidewände der Aeste auf (Taf. XXXVI. Fig. 3). Die secundären Hauptwände (BB auf Taf. XXXVI. Fig. 2—5) theilen die Cylinderhälften in je 2 Quadranten, welche bisweilen ungleiche Grösse besitzen. Aus jedem Quadranten werden darauf 2, seltener 3 (letzteres auf Taf. XXXVI. Fig. 5 links, oben und unten) primäre Randzellen herausgeschnitten, welche durch tangential- und radialgestellte senkrechte Wände in ähnlicher, aber bei weitem nicht so constanter Weise, wie bei *Stypocaulon*, in Zellen höherer Ordnung differenzirt werden (Taf. XXXVI. Fig. 2—5). Auch die Centralzelle zerfällt später durch verticale Scheidewände in mehrere Zellen (Taf. XXXVI. Fig. 5).

Wurzelfäden. Aus jeder der Randzellen eines Cylinderquadranten und, wie es scheint, ohne Bevorzugung bestimmter Zellen können Wurzelfäden (Taf. XXXVI. Fig. 4) hervorbrechen, welche zu einer parenchymatoidischen Berindung zusammenschmelzen. Diese Wurzelfäden liegen auf dem Querschnitt in mehreren Reihen hinter einander (Taf. XXXVI. Fig. 5) und verdicken den Stamm auf eine nicht unbeträchtliche Weise, auf dem Längsschnitt aber verlaufen sie schief nach unten und aussen, während die Zellen des ursprünglichen Zylinders im Ganzen einen senkrechten Verlauf besitzen. Die Wurzelfäden theilen sich durch Querwände und, wiewohl selten, auch durch Längswände.

Sphacelaria Cirrhosa Ag.¹⁾

Die Pflanze, welche im Habitus und in der Grösse bedeutend variirt²⁾, besitzt Lang- und Kurztriebe (die beiden Thallomarten sind bei den Sphacelarien im engeren Sinne nicht mehr scharf zu trennen), entbehrt der Haarbildungen und erzeugt nur sehr wenige Wurzelfäden. Ausserdem sind Keimfrüchte und Brutknospen bekannt.

Aststellung. Die Verzweigungserscheinungen sind bei *Sphacelaria cirrhosa* sehr mannigfaltiger Art³⁾. Bald stehen die Aeste an den Langtrieben mit ziemlicher Regelmässigkeit in opponirter Stellung (in welcher Form die Pflanze zu mehrfachen Verwechslungen

1) Das untersuchte Exemplar war im Kattegat gesammelt.

2) Agardh, l. c. p. 35.

3) Vergl. Roth, *Catalecta Bot.* I. p. 188; II. p. 214; III. p. 294; — I. Taf. XXXVI.

mit *Chaetopteris plumosa* ¹⁾ Veranlassung gab, von welcher sie jedoch auf dem Querschnitt durch eine Langtriebaxe leicht zu unterscheiden ist), bald alterniren sie, bald auch folgen auf der einen Seite mehrere Aeste auf einander, während die andere der Zweigbildung gänzlich entbehrt, bald endlich finden sich die Aeste in ganz unbestimmter Weise an der Hauptachse vertheilt. Auch liegen sehr oft einzelne Aeste nicht genau in der allgemeinen Verzweigungsebene. Die Aeste des Haupttriebs sind, wenn sie ihre volle Grösse erlangt haben, nahezu gleich; gewöhnlich bleiben sie einfach, bisweilen jedoch verzweigen sie sich und tragen opponirte oder alternirende oder ohne besondere Regel gestellte secundäre Aeste. Meist trägt jedes primäre Glied an seinem obern secundären Glied einen Ast oder zwei, so dass zwischen den Abgangsstellen der successiven Aeste meist bloss ein secundäres Glied sich findet.

Die ersten Wachstumsvorgänge stimmen vollständig mit dem von *Chaetopteris plumosa* überein. Die durch die secundären Querwände gebildeten secundären Glieder sind meist etwas länger als breit.

Theilung in den secundären Gliederzellen. Die primäre Hauptwand (A auf Taf. XXXVI. Fig. 19) liegt in der Verzweigungsebene und steht somit in Aeste tragenden Gliedern senkrecht auf der Basalscheidewand der Aeste. Unter rechtem Winkel setzen sich die secundären Hauptwände (BB) an die primäre an. Während aber bei den bisher besprochenen Arten der ganze Rand eines Quadranten von den sich später bildenden Randzellen eingenommen wurde, lassen die 2 gewöhnlich in jedem Cylinderquadranten auftretenden Randzellen einen Raum zwischen sich frei (Taf. XXXVI. Fig. 18^a—20), so dass sich hier die Centralzelle bis zur Peripherie des Quadranten erstreckt. Die erste primäre Randzelle jedes Quadranten lehnt sich auch hier, wie bei den übrigen Sphaecelarieen, an eine der secundären Hauptwände, die zweite (deren Bildung bisweilen auch unterbleiben kann) dagegen fast constant an die primäre Hauptwand; nur einmal sah ich die zweite primäre Randzelle sich unmittelbar an die erste legen, so dass zwischen ihr und der primären Hauptwand der freie Theil der Quadrantenperipherie sich befand. Die Randzellen theilen sich öfters durch eine mehr oder weniger radial senkrechte Wand in 2 secundäre (Taf. XXXVI. Fig. 20), von welchen

1) Vergl. Agardh, l. c. p. 41.

die der Hauptwand abgewendete Zelle Wurzelfäden zu erzeugen vermag¹⁾.

Die Gliederzellen der sehr spärlich vorhandenen Wurzelfäden (Taf. XXXVI. Fig. 18^b u. 20) theilen sich eben so durch verticale Scheidewände in 4 Cylinderquadranten; in jedem von diesen kann noch eine Randzelle abgeschnitten werden, welche sich bald an die primäre, bald an die secundäre Hauptwand anlegt.

Keimfrüchte. Dieselben sind kurzgestielte Organe und finden sich seitlich an den Kurztrieben befestigt²⁾. Die Form dieser Keimfrüchte war an dem von mir untersuchten Exemplar im Ganzen länglich oval; nach Meneghini³⁾ ändert die Gestalt von der Kugelform bis zur elliptischen. Im reifen Zustand zeigen diese Früchte eine Menge kleiner in Reihen oder strahlig angeordneter viereckiger Zellchen mit abgerundeten Ecken und gleichen so ungemein den ausgebildeten Keimfrüchten von *Ectocarpus*. Der Stiel der Keimfrucht besteht meist aus bloss einer Zelle. Meneghini⁴⁾ giebt zwar an, dass in seltenen Fällen der Stiel aus 3—4 Gliedern bestehen könne; doch habe ich nur einmal einen zweigliedrigen Stiel gesehen, alle übrigen Stiele waren nur eingliedrig, wurden aber später durch eine Längswand in 2 Zellen zerfällt (Taf. XXXVI. Fig. 21. d. e). Die junge Keimfrucht besteht zuerst aus einer rundlichen oder ovalen vom Stiel sich abgrenzenden Zelle, welche bald durch eine horizontale Querwand (I auf Taf. XXXVI. Fig. 21. c) in 2 Hälften getheilt wird (vergl. Taf. XXXVI. Fig. 21. a—e); in jeder Hälfte wiederholt sich derselbe Process noch einmal, so dass jetzt 4 Zellen vorhanden sind, von welchen die oben abgerundete Endzelle meist etwas grösser ist. Der immer dichter und undurchsichtiger werdende Inhalt lässt jedoch die weiteren Theilungen nicht mit Sicherheit verfolgen. Zuletzt fanden sich eine Menge kleiner würfelförmiger Zellchen in 12 Querreihen (je 4 Reihen einer der 3 untern Zellen der in 4 Zellen zerfallenen Keimfrucht entsprechend) und am obern Ende eine Anzahl ähnlicher Zellen in Strahlen nach der Peripherie auslaufend (welche zweifelsohne sich aus der obersten abgerundeten Zelle der 4 ersten Keimfruchtzellen gebildet hatten).

Brutknospen. Diese finden sich häufig und zwar meist auf

1) Doch können auch aus der ungetheilten primären Randzelle Wurzelfäden hervorbrechen (Taf. XXXVI. Fig. 18 b).

2) Vergl. Kützing, Tab. phyc. Bd. V. Tab. 88. II.

3) Meneghini, l. c. p. 334.

4) Meneghini, l. c. p. 335.

besonderen Exemplaren. An einem Aestchen bilden sich 2—4, meist 3, keulige mit dunklem körnigem Inhalt erfüllte Anschwellungen, welche sich später in Zellreihen verwandeln¹⁾. Dieser ganze Apparat trennt sich später von der Mutterpflanze und treibt nach Agardh²⁾ da, wo die Zellreihen an einander stossen, eine wasserhelle, gegliederte, haarförmige (vielleicht auch bloss als Haarbildung zu betrachtende) Wurzel. Ein Analogon für diese Bildungen bieten die von Montagne³⁾ beschriebenen und abgebildeten Brutknospen der *Chara stelligera* und anderer Charaarten. Auch Agardh⁴⁾ und Meneghini⁵⁾ vergleichen diese Gebilde mit den Bulbillen der höheren Pflanzen.

Sphacelaria Tribuloides Menegh. ⁶⁾.

Die Pflanze, welche gewöhnlich 1—1½ Centimeter gross⁷⁾ ist, zeigt ausser den Thallomen (ein Unterschied zwischen Lang- und Kurztrieben ist hier nicht zu machen) noch Haarbildungen und ist durch Wurzelfäden an die Unterlage befestigt. Von Fortpflanzungsorganen sind Antheridien und Brutknospen bekannt.

Aststellung. Die Verzweigung ist im höchsten Grade unbestimmt; bald alterniren die Aeste, bald stehen deren auf der einen Seite mehrere über einander, während auf der andern die Astbildung gänzlich mangelt, bald stehen sie einzeln an der Axe zerstreut, nie aber sind sie opponirt. Eben so ist die Zahl der Glieder eines Internodiums sehr schwankend, indem bisweilen von 2 auf einander folgenden primären Gliedern jedes einen Ast trägt, bei weitem häufiger jedoch eine mehr oder minder grosse Anzahl Glieder zwischen den 2 successiven Aesten zu liegen kommt.

Die ersten Wachsthumerscheinungen stimmen mit denen der vorhergehenden Art vollkommen überein. Die Aeste werden auch hier je an den obern secundären Gliedern angelegt. Die secundären Glieder sind etwa 1½ so lang als breit.

Die Theilung in den secundären Gliederzellen be-

1) Vergl. Bischoff, Handbuch der Bot. Terminologie Tab. 66. Fig. 3241. — Kützing, Tab. phyc. Bd V. Tab. 88. II. — Meneghini, l. c. p. 334.

2) Agardh, Annal. des Scienc. Natur. II Série, Tome 6. p. 110. Pl. 15. — Vergl. Montagne, Annal. d. Sc. Nat. III Sér. Tome 18. p. 81.

3) Montagne, l. c. Pl. 2.

4) Agardh, Annal. d. Sc. Nat. II. 6. p. 110.

5) Meneghini, l. c. p. 314.

6) Das untersuchte Exemplar stammte vom Mare piano bei Sorato.

7) Meneghini, l. c. p. 337.

schränkt sich auf die Bildung der 4 Cylinderquadranten und Ausschneiden einer einzigen etwa die Hälfte der Peripherie eines Quadranten einnehmenden Randzelle aus jedem von diesen. Dabei scheinen sich die einzelnen Randzellen eines Quadranten ziemlich constant entweder bloss rechts oder bloss links an die betreffenden Hauptwände anzulehnen (Taf. XXXVI. Fig. 12).

Haarbildungen. Die aus der Scheitelzelle entstehenden Haare sind gegliederte wasserhelle Zellfäden. Sie finden sich häufig unmittelbar über einem Ast oder einer Brutknospe (Taf. XXXVI. Fig. 15), häufig stehen sie aber auch vollständig isolirt an der Axe zerstreut. In Hinsicht auf ihre gegenseitige Lage alterniren sie entweder oder es liegen auch auf ein und derselben Seite mehrere über einander, nie finden sich 2 Haare an einem Gliede. Bald sind die Haare einander genähert, bald weit auseinander gerückt, indem mehrere der Haare entbehrenden primären Glieder zwischen 2 successiven Haarbildungen liegen. Die Haare entstehen, wie die Aeste bei *Stypocaulon*, *Halopteris* und *Phloiocaulon* durch seitliches Auswachsen der Scheitelzelle und Abgrenzen der Ausbuchtung mittelst einer Scheidewand. Auf diese Basalscheidewand des Haares trifft daher auch die das betreffende primäre Glied des Astes von der Scheitelzelle abtrennende Querwand senkrecht auf (Taf. XXXVI. Fig. 13, 14). Ursprünglich einzellig verwandeln sich später die Haare in Zellreihen. Sie zeigen ein nachträgliches, jedoch sich bloss auf die obern Zellglieder beschränkendes Längenwachsthum; sie sind sehr hinfalliger Natur.

Wurzelfäden befestigen die Pflanze an die Unterlage; sie scheinen eine Verlängerung der 4 Cylinderquadranten des untersten Gliedes zu sein, da sie (ob immer?) zu 4 aus der Basis der Axe hervorbrechen.

Antheridien. Diese wurden 1853 von Pringsheim¹⁾ entdeckt. In den Sphacelen der Aeste bilden sich nach demselben eine oder mehrere grosse Zellen, die jungen Antheridien. Ihr früher braun gefärbter Inhalt erblasst nach und nach und erscheint als undeutlich organisirte in einzelne rundliche Körperchen zerfallene körnige Schleimmasse. Plötzlich wächst nun die Membran des Antheridiums in einen röhrenförmigen Fortsatz aus, der die Wand der Sphacela durchbricht und sich an der Spitze öffnet. Der Inhalt des An-

1) Pringsheim, über Befruchtung und Keimung der Algen. Abdruck aus dem Monatsbericht der Academ. der Wissensch. p. 21 u. f.; — Bot. Zeit. 1855 p. 390 — Bot. Zeit. 1857; — Annal. d. Sc. Nat. IV. 3. p. 377.

theridiums zeigt eine drängende und wimmelnde Bewegung und tritt zum grössten Theil durch die Röhre heraus in Gestalt kleiner, farbloser, vollständig von einander isolirter, mit 2 Cilien verschener Körperchen, den Spermatozoiden, welche sich mit grosser Schnelligkeit nach allen Richtungen bewegen¹⁾. Die Bewegung dieser Körperchen erhielt sich bei den in den Antheridien zurückbleibenden Spermatozoiden länger als eine Stunde.

Pringsheim²⁾ hält ferner für *Sphacelaria tribuloides* eine Vermehrung durch in den Gliederzellen sich bildende Zoosporen für wahrscheinlich.

Brutknospen. Die Form der Brutknospen ist anfangs keulenförmig, später sind sie bloss noch auf der Seitenansicht keulenförmig (Taf. XXXVI. Fig. 17), auf der Vorderansicht aber keilförmig (Taf. XXXVI. Fig. 16). Sie tragen 3 in fast gerader Linie stehende Hörnchen. Die Brutknospen entstehen, wie die Aeste, aus dem obern secundären Glied der primären Gliederzelle. Die junge noch keulenförmige Brutknospe (Taf. XXXVI. Fig. 15) besteht aus 3 Zellen (a, b u. c). Die untere (a) ist die später durch Querwände in meist 3—4 Glieder³⁾ zerfallende Stielzelle; die mittlere (b) bildet den unteren Theil der eigentlichen Brutknospe und wird, wie es scheint, durch sich in der Mitte der Zelle kreuzende verticale Scheidewände (auf Taf. XXXVI. Fig. 16 liegt die eine dieser Wände in der Ebene des Papiers) in 4 Zellen zerfällt; die dritte, grösste, ursprünglich oberhalb abgerundete Zelle (c) bildet den obern Theil der Brutknospe und erleidet die grössten Veränderungen. An 3 bestimmten Stellen wächst diese oberste Zelle in hornartige Vorsprünge aus, welche sich durch Scheidewände von der Hauptzelle abgrenzen und von denen sich jedes Horn, wenigstens die beiden seitlichen grösseren, ohne Zweifel wieder durch Querwände gliedern kann. Doch bestehen auch späterhin die Hörner (d. h. die seitlichen) meist aus bloss 2 Zellen. Der Rest der obersten Hauptzelle der Brutknospe scheint sich durch in der Mitte senkrecht auf einander treffende verticale Scheidewände (die eine dieser Wände liegt auf Taf. XXXVI. Fig. 16 in der Ebene des Papiers, vergl. Fig. 17) in 4 Zellen zu differenziren und in jeder von diesen kann darauf wieder eine Querwand auftreten (Taf. XXXVI. Fig. 16). Vier Hörner, wie Meneghini⁴⁾ angiebt, habe ich nicht

1) Pringsheim, üb. Befrucht. und Keim. d. Alg. Fig. 25.

2) Pringsheim, l. c. p. 23.

3) Meneghini, l. c. p. 337.

4) Meneghini, l. c. p. 337.

gesehen, ebenso finden sich bei Kützing¹⁾ an den ausgebildeten Brutknospen constant nur 3 Hörner. Die Brutknospen fallen später ab und vermögen sich nach Meneghini²⁾ zu neuen Pflanzen zu entwickeln.

Sphacelaria Pennata Kütz.³⁾

Die von Kützing⁴⁾ abgebildete Art zeigt, ausser der Thallombildung, spärliche Haare, Sporen und Brutknospen.

Aststellung. Die Verzweigung ist bald opponirt, bald alternirend, bald folgen sich mehrere Aeste auf ein und derselben Seite; doch überwiegt die opponirte Aststellung. Die Aeste weichen ausserdem in Hinsicht auf ihre Stellung an der Hauptaxe häufig von der allgemeinen Verzweigungsebene ab. Die Internodien zählen meist 1, bisweilen 2 oder mehr primäre Glieder (d. h. inclusive des Knotengliedes).

Das Wachsthum stimmt in den meisten Erscheinungen mit dem der übrigen Sphacelarien überein. Die Aeste werden an den obern secundären Gliederzellen der primären Glieder angelegt (Taf. XXXVI. Fig. 6). Die secundären Glieder sind so lang als breit; der Durchmesser durch die Hauptaxe beträgt im Mittel 70—80 Mikrom.

Die Theilung in den secundären Gliederzellen gleicht in den Hauptsachen der der übrigen Sphacelarien, doch treten in den Randzellen nicht selten mehr Scheidewände, als bei *Sphacelaria tribuloides* und *Sphacel. cirrhosa* auf (Taf. XXXVI. Fig. 9—11). Diese Scheidewände, ausschliesslich Längswände, zeigen sich meist in dem untern secundären Glied zuerst. Bisweilen tritt jedoch diese Scheidewandbildung früher in dem obern secundären, als in dem zugehörigen untern Gliede auf, ja in seltenen Fällen werden sogar mehrere Glieder übersprungen (Taf. XXXVI. Fig. 8).

Die spärlichen Haarbildungen u. (vergl. *Sphacelaria tribuloides*) treten, im Gegensatz zu den Aestanlagen, als Ausbuchtungen der Scheitelzelle hervor (Taf. XXXVI. Fig. 7 u. 8; Fig. 8 zeigt ein altes oben schon abgebrochenes Haar, auf seine Basalscheidewand trifft eine primäre Wand der Axe senkrecht auf).

1) Kützing, Tab. phyc. Bd. V. Tab. 89. II. — Vergl. Kützing, Spec. Alg. p. 464.

2) Meneghini, l. c. p. 337 u. 338.

3) Eine auf *Cladostephus verticillatus* lebende, von Nizza stammende *Sphacelaria* ziehe ich zu dieser Art.

4) Kützing, Tab. phyc. Bd. V. Taf. 91. II.

Die ovale gestielte Spore, sowie die denjenigen von *Sphacelaria cirrhosa* sehr ähnlichen Brutknospen hat Kützing¹⁾ abgebildet.

Cladostephus Verticillatus Ag.²⁾

Die Pflanze erreicht nach Agardh³⁾ eine Länge von 6—18 Centimeter und besitzt ausser Lang- und Kurztrieben Haarbildungen und zu unächter parenchymatoidischer Berindung zusammenschmelzende Wurzelfäden. Von reproductiven Organen sind Sporen bekannt.

Die Langtriebe erreichen eine bedeutende Länge und sind ziemlich dick; die Kurztriebe dagegen, welche sich sehr bald begrenzen⁴⁾, sind bedeutend schmaler⁵⁾. Die Kurztriebe haben eine etwas keulige Form, sind nach oben und unten hin verschmälert und etwas nach der Axe hin gebogen, so dass die convexe Seite nach aussen schaut.

Aststellung. Lang- und Kurztriebe verzweigen sich. Die Aeste der Langtriebe stehen in Wirteln und zwar bloss an dem oberen secundären Gliede eines primären Gliedes (Taf. XXXVI. Fig. 24); doch stehen dabei die einzelnen Aeste nicht vollständig genau auf derselben Höhe. Die Zahl der Glieder eines Wirtels war bei dem von mir untersuchten Exemplar nicht 10, wie Agardh⁶⁾ angiebt, sondern 24 (ob immer?). Die Stellung der Langtriebe ist sehr unbestimmt. In ein und demselben Wirtel kann sich bloss ein Ast zu einem Langtrieb entwickeln, doch bildet sich bei weitem nicht in allen Wirteln ein Ast zu einem Langtrieb aus⁷⁾. Alle übrigen Aeste eines Wirtels entwickeln sich zu Kurztrieben. An diesen stehen die secundären Kurztriebe constant auf der äusseren Seite⁸⁾. Vergl. Taf. XXXVI. Fig. 25 nebst Erläuterung.

1) Kützing, l. c.

2) Die der Untersuchung dienenden (Weingeist-) Exemplare stammten von Nizza und von Nisita.

3) Agardh, spec. gen. und ord. Algar. p. 44.

4) Die Länge eines ausgewachsenen primären Kurztriebes kann 1100 oder etwas mehr mikrom. betragen.

5) Die Breite eines primären Kurztriebes betrug an der Basis 23,8 mikrom., weiter oben an der dicksten Partie 41 mikrom.

6) Agardh, l. c. p. 44.

7) Nach Decaisne, Ann. d. Sc. Nat. II Sér. Tome 17 p. 374, soll in gewissen Fällen in der Endzelle statt der Querwand eine Längswand auftreten, welche von der Spitze der Endzelle nach der nächst untern Querwand verlaufend die Endzelle halbirt und so die Anlage zu einer Gabeltheilung der Axe bildet.

8) Vergl. Agardh, l. c. p. 43. — Meneghini, l. c. p. 361. — Kützing, Tab. Phyc. Bd. VI. Taf. 9. I.

Wachsthum. Die Wirteläste der Langtriebe entstehen durch seitliches Auswachsen einer oberen secundären Gliederzelle und Abgrenzen dieses Auswuchses vermittelt einer Scheidewand. Doch findet diese Astbildung meist erst in dem 7^{ten} oder 8^{ten} unteren primären Gliede, selten in einem höhergelegenen statt. Da die Aeste durch Auswachsen einer Gliederzelle entstehen, so treffen die primären Querwände (I auf Taf. XXXVI. Fig. 22—24) der Axe auch nie senkrecht auf die Basalscheidewände der Aeste auf. Die primären Gliederzellen der Langtriebe zerfallen sehr bald durch Querwände (II auf Taf. XXXVI. Fig. 22—24) in je 2 secundäre, doch scheint bisweilen schon Längstheilung in einem primären Gliede eintreten zu können, bevor die secundäre Querwand aufgetreten ist¹⁾ (Taf. XXXVI. Fig. 23).

Während die Aeste der Langtriebe aus Gliederzellen entspringen, nimmt die Astbildung am Kurztrieb in der Scheitelzelle ihren Ursprung und treffen daher hier die primären Scheidewände (I) der Hauptaxe senkrecht auf die Basalscheidewand der Aeste (Taf. XXXVI. Fig. 25) auf. Auch an den Kurztrieben zerfallen die primären Glieder sehr bald in secundäre.

Die Theilung in den secundären Gliederzellen stimmt hinsichtlich der Langtriebe am meisten mit der von *Halopteris flicina* überein. Wie dort nehmen ursprünglich je 2, selten 3 primäre Randzellen in jedem Quadranten die Peripherie des Zelleylinders ein. Später aber finden bei *Cladostephus* sowohl in den primären Randzellen als in den Centralzellen meist noch häufigere und regelmässiger Theilungen statt, als bei *Halopteris* (Taf. XXXVI. Fig. 26 u. 27). Die Centralzellen eines secundären Gliedes vermehren sich hierbei, wie es scheint, bloss durch Längswandbildung, die Randzellen dagegen theilen sich auch durch Querwände in 2—4 übereinander stehende Zellen. In Folge davon zerfällt das Gewebe der Langtriebe in 2 differente Partien, eine langzellige Centralzellenpartie und in eine kurzellige Randzellenpartie.

Die Kurztriebe zeigen auf dem Querschnitt eine ungetheilte Centralzelle, umgeben von 4—5 primären Randzellen, in denen wiederum 1—3 radial senkrechte Scheidewände auftreten können. Doch sind häufig die ursprünglichen Randzellen nicht mehr zu erkennen (Taf. XXXVI. Fig. 28).

¹⁾ Die Zelltheilungen werden nach Nägeli (*Schleiden und Nägeli, Zeitschr. f. wissensch. Bot.* Heft I. p. 75) durch Zellkerne vermittelt. Vergl. das bei *Stypocaulon* Bemerkte.

Haarbildungen. Die Haare stehen zu mehreren in den Achseln der secundären Kurztriebe (Taf. XXXVI. Fig. 25); sie sind gegliederte, wasserhelle Zellfäden. Ihre Entwicklungsgeschichte stimmt mit der Bildung der Haare bei *Stypocaulon* überein. Sie scheinen sich durch fast simultane Verzweigung der ursprünglich einzelligen Haaranlage zu vermehren. Sie zeigen ein secundäres, von der Spitze nach der Basis fortschreitendes, letztere aber nicht erreichendes Längenwachsthum, weshalb die einzelnen Haarzellen hinsichtlich der Länge bedeutend variiren ¹⁾.

Wurzelfäden bilden sich nur an Langtrieben und ohne Ausnahme nach Entstehung der Wirteläste. Sie scheinen aus jeder beliebigen Randzelle durch Auswachsen derselben (Taf. XXXVI. Fig 29 nebst Erläuterung) entstehen zu können und schliessen schief nach unten und aussen laufend zu einer parenchymatoidischen, aussen glatten, unächtigen Rinde zusammen, überwallen dabei die Basis der Wirteläste und verdicken die Hauptaxe sehr bedeutend.

Bei 2 primären Gliedern, A u. B, deren Centralzellenpartie (s. früher) aus je 16 (je 8 neben, je 2 über einander) liegenden Zellen bestand, während in der Randzellenpartie erst 4 Zellen über einander auftraten, betrug auf dem durch die Mitte geführten Längsschnitt:

	A.	B.
Die Länge des ganzen primären Gliedes .	354 mikrom.	531 mikrom.
Die Breite der Centralzellenpartie . . .	159 „	177 „
Die Breite der Centralzellenpartie + Randzellenpartie	212 „	248 „
Die Breite der Centralzellenpartie + Randzellenpartie + unächtigen Rinde, d. h. die Breite des ganzen Gliedes . . .	460 „	531 „
folglich die Dicke des aus der unächtigen Rinde gebildeten Cylindermantels . .	119 „	141,5 „

Die Dicke der unächtigen Rinde betrug also schon auf diesem verhältnissmässig noch jugendlichen Stadium durchschnittlich bereits $\frac{3}{5}$ des Querdurchmessers. Die unächte Rinde lässt später ebenfalls 2 Schichten erkennen, eine grosszellige innere und eine kleinzellige äussere. Das Gewebe der Rinde ist scharf von den sie durchsetzenden Aesten geschieden. Die einzelnen Wurzelfäden theilen sich durch Querwände.

1) Die Zellen der Haare sind meist mehrmal, 3—10mal, so lang, als dick. Die Dicke wechselte zwischen 10—17, die Länge aber zwischen 34—103 mikrom.

Die Sporen sind nach Meneghini¹⁾ ellipsoidisch und gestielt, der Stiel mehr oder weniger lang. Ihre Stellung an den Kurztrieben ist unbestimmt, bald sind sie einzeln, bald gegenständig, bald in Spiralen angeordnet.

Cladostephus Spongiosus Ag.²⁾

Die Pflanze, welche nach Agardh³⁾ 6—9 Centimeter gross ist, steht der vorigen Art ungemein nah. Sie erzeugt Lang- und Kurztriebe, entbehrt aber der Haarbildungen; die Wurzelfäden schliessen, wie bei *Clad. verticillatus*, zu unächter Berindung zusammen. Von Reproductionsorganen sind Antheridien und Sporen bekannt. Die Pflanze ist etwas rigider, als die vorige.

Aststellung. Die Aeste entspringen in Wirteln an der Hauptaxe, die einzelnen Wirtel liegen sehr nah über einander. Die Zahl der Wirtelglieder scheint gewöhnlich 24 zu sein. Nur sehr wenige Aeste, und in jedem Wirtel höchstens einer, entwickeln sich zu Langtrieben, alle übrigen bilden sich zu Kurztrieben aus. Letztere sind nicht verzweigt, ausgenommen bei der Sporenbildung.

Der Querschnitt durch die Axe eines Langtriebs bietet im Ganzen dasselbe Bild, wie bei *Cladostephus verticillatus*, nur ist die Partie der unächten Rinde nicht so breit und die Membran der parenchymatoidisch zusammenschliessenden Rindenzellen etwas stärker verdickt. Der Querschnitt zeigt 4 noch schärfer, als bei *Cladostephus verticillatus* geschiedene Gewebspartien: 1) eine innere Stammschicht, die aus langgestreckten Zellen bestehende Centralzellenschicht; 2) eine äussere Stammschicht, die aus parenchymatoidischen Zellen gebildete, nach aussen in die innere unächte Rindenschicht übergehende Randzellenschicht; 3) eine innere unächte Rinde, welche aus grösseren, farblosen, parenchymatoidischen Rindenzellen gebildet ist; 4) eine äussere unächte Rinde, welche aus kleineren, mehr oder weniger intensiv braun gefärbten, parenchymatoidischen Rindenzellen besteht.

Ein Querschnitt durch einen Kurztrieb (Taf. XXXVI. Fig. 32, 33) zeigt eine ungetheilte Centralzelle, umgeben von 4—5 primären Rand-

1) Meneghini, l. c. p. 341 u. f. (unter *Sphacelaria Bertiana* de Not.). Agardh (l. c. p. 40) erklärt nämlich die *Sphacelaria Bertiana* de Notaris für die Sporen tragenden Aeste des *Cladostephus verticillatus*. Die Beschreibung, welche Meneghini von den Sporen der *Sphacelaria Bertiana* in dem angeführten Werke giebt, würde demgemäss hierher zu ziehen sein.

2) Das untersuchte Exemplar stammte von der englischen Küste.

3) Agardh, l. c. p. 43.

zellen, in deren jeder 1—3 radial senkrechte Scheidewände auftreten können. — Die Randzellen der Lang- und Kurztriebe können sich durch Querwände theilen (Taf. XXXVI. Fig. 31).

Antheridien wurden 1854 von Pringsheim entdeckt und stimmen nach demselben¹⁾ mit denjenigen von *Sphacelaria tribuloides* überein.

Die eiförmigen Sporen stehen in Wirteln oder auch vereinzelt (Taf. XXXVI. Fig. 30 u. 31) an den oberen secundären Gliedern der Kurztriebe; nur ausnahmsweise scheinen sie auch an den unteren secundären Gliedern vorkommen zu können. Sie entstehen durch Auswachsen einer peripherischen Gewebezelle und sind meist gestielt; der Stiel besteht meist aus 1, 2, 3, seltener 4 Zellen²⁾.

II. Allgemeine Vergleichung der untersuchten Gattungen.

Die Sphacelarien, die nächsten Verwandten der Ectocarpeen, bilden eine höchst natürliche und abgeschlossene Gruppe. Lyngbye³⁾ unterschied 1819 die Gattungen *Sphacelaria* Lyngb. und *Cladostephus* Ag. und vereinigte sie mit *Lomentaria*, *Hutchinsia* und *Ceranium* in seiner Sectio III: *Stereogonata*. Harvey⁴⁾ 1841 unterscheidet ebenfalls diese 2 Gattungen, vereinigt aber mit ihnen *Ectocarpus* Lyngb. und *Myriotrichia* Harv. J. G. Agardh⁵⁾ 1842 und ebenso Meneghini⁶⁾ trennt die Gattungen *Sphacelaria* und *Cladostephus* von den übrigen, dagegen vereinigt Decaisne⁷⁾ 1842 und ebenso Endlicher⁸⁾ *Myriotrichia* mit ihnen. Kützing⁹⁾ stellt 1843 die Gattungen *Sphacelaria*, *Halopteris*, *Stypocaulon*, *Chaetopteris* und *Cladostephus* auf und vereinigt mit ihnen noch die Gattung *Ballia*. Nägeli¹⁰⁾ 1847 vereinigt *Sphacelaria* und *Cladostephus* mit *Myriotrichia* Harv., *Elachista* Fries, *Leathesia* Gray, *Mesogloca* Ag., Chor-

1) Pringsheim, l. c. p. 23. — Annal. d. Sc. Nat. IV. 3. p. 377.

2) Vergl. Kützing, Tab. Phyc. Bd. VI. Tab. 7. II.

3) Lyngbye, Hydrophyt. Dan. p. 102 u. f.

4) Harvey, A manual of the British Algae.

5) Agardh, Algae maris mediterr. und adriat.

6) Meneghini, l. c. p. 313. u. f.

7) Decaisne, Ann. d. Sc. Nat. II Sér. Tome XVII. p. 329.

8) Endlicher, Mantissa Bot. alt.

9) Kützing, Phyc. gener. p. 291 u. f.

10) Nägeli, Neuere Algensyst. p. 146.

daria Ag., Stilophora J. Ag., Scytosiphon Ag., Cutleria Grev. und anderen in der Gruppe der Stilophoreen. Aehnlich stellt auch Thuret¹⁾ 1855 dieselben in die Nähe von Stilophora. G. Agardh²⁾ erkennt 1848 bloss die Gattungen Sphacelaria Lyngb., Cladostephus Ag., und Chaetopterus Kütz. als berechtigt an.

Die Sphacelarien bilden einen gegliederten, verzweigten Zellkörper mit cylindrischen Axen. Diese Axen können entweder eine unbegrenzte Entwicklungsfähigkeit besitzen (Langtriebe) oder es kann dieselbe begrenzt sein (bei den Kurztrieben). Die Langtriebe erzeugen Lang- und Kurztriebe. Letztere sind entweder einfach: bei Chaetopterus (gewöhnlich), Sphacelaria und Cladostephus spongiosus (ausgenommen die sporentragenden Kurztriebe), oder sie verzweigen sich und zwar einmal: bei Phloiocaulon, Chaetopterus (selten) und Cladostephus verticillatus; oder 2—3 mal: bei Stypocaulon und Halopteris, selten bei Phloiocaulon. Die Stellung der Langtriebe ist bei allen Arten ziemlich unbestimmt, indem sich bald dieser, bald jener Ast zu einem Langtrieb entwickelt. Dagegen ist die Stellung der Aeste im Allgemeinen und im Besonderen die der Kurztriebe meist constanten Gesetzen unterworfen. Die Aststellung ist eine opponirte bei Chaetopterus, eine alternirende bei Stypocaulon, Halopteris und Phloiocaulon, eine mehr oder weniger unbestimmte bei Sphacelaria, eine einseitige, der Hauptaxe abgewendete, an den Kurztrieben von Cladostephus verticillatus, eine wirtelförmige bei den an den Langtrieben befindlichen Aesten von Cladostephus. Der erste secundäre Kurztrieb kann entweder nach innen gerichtet sein, wie bei Stypocaulon scoparium (gewöhnlich) und Halopteris (bei letzterem sind die 2 ersten secundären Kurztriebe nach innen gerichtet), oder der erste secundäre Kurztrieb findet sich auf der äusseren Seite, wie bei Phloiocaulon, Stypocaulon Mülleri (gewöhnlich) und an den Kurztrieben von Cladostephus verticillatus. Die Internodien bestehen meist aus einer bestimmten Anzahl primärer Glieder. Ein primäres Glied findet sich bei Halopteris, Phloiocaulon, Chaetopterus und gewöhnlich auch bei Cladostephus, mehrere kommen vor bei Stypocaulon und zwar 2 bei Stypocaulon scoparium, 5 bei Stypocaulon Mülleri; oder die Zahl der primären Glieder eines Internodiums ist höchst schwankend (Sphacelaria). Der Verzweigungswinkel ist meist ein mehr oder weniger spitzer, nur bei Halopteris filicina β , Sertularia ist er ein Rechter. Die Langtriebe verzweigen sich nach allen Richtungen (Cladostephus) oder

1) Thuret, Ann. d. Sc. Nat. IV Sér. Tome 3. p. 14.

2) Agardh, Spec. gen. et ord. Algar.

in einer Verticalebene (bei den übrigen Sphacelarien); alle sich verzweigenden Kurztriebe tragen die Aeste in einer Verticalebene.

Das Wachstum der Sphacelarien ist ein Scheitelwachsthum. Je nachdem die Astanlagen als Ausbuchtungen der Scheitelzellen oder erst später als Ausbuchtungen von Gliederzellen auftreten, zerfallen die Sphacelarien in 2 grosse Gruppen. Der ersten gehört *Stypocaulon*, *Halopteris* und *Phloiocaulon*, der zweiten *Chaetopteris*, *Sphacelaria* und *Cladostephus* an. Letztere Gattung vermittelt gewissermaassen den Uebergang zwischen diesen 2 Gruppen, indem die Astwirtel zwar an Gliederzellen, die secundären Kurztriebe dagegen an den Scheitelzellen angelegt werden. Auch bei *Sphacelaria tribuloides* und *Sphac. pennata* tritt die Anlage zu den Haarbildungen im Gegensatz zu der Astbildung als Ausbuchtung einer Scheitelzelle auf. Die von der Scheitelzelle abgeschnittenen primären Gliederzellen zerfallen bei allen Sphacelarien durch Querwandbildung sehr bald in 2 secundäre.

Bei allen Sphacelarien tritt in den secundären Gliederzellen eine halbirende primäre Hauptwand auf und jede Cylinderhälfte wird wieder durch je eine secundäre Hauptwand in 2 Cylinderquadranten getheilt.

Betreffend die späteren Verticaltheilungen in den secundären Gliederzellen aber lassen sich die Sphacelarien wieder in 2 Gruppen scheiden. Bei der ersten wird die ganze Peripherie des Zylinderes (auf dem Querschnitt) von den Randzellen eingenommen; und zwar finden sich hier entweder 3 primäre Randzellen in jedem Quadranten (*Stypocaulon*) oder nur 2 (*Halopteris*, ?*Phloiocaulon*, *Chaetopteris*, *Cladostephus*). Bei der 2^{ten} Gruppe wird der mittlere Theil der Peripherie von den 2 in jedem Quadranten entstehenden primären Randzellen frei gelassen (*Sphacelaria*).

Haarbildungen finden sich bei *Stypocaulon* und *Cladostephus* zu mehreren neben einander, einzeln bei einigen *Sphacelaria*-Arten; den übrigen Sphacelarien fehlen sie gänzlich.

Die Wurzelfäden stehen (wenn überhaupt solche gebildet werden) entweder vereinzelt (bei einigen *Sphacelaria*-Arten), oder sie überziehen die älteren Partien der Langtriebe mit einem mehr oder weniger dichten Filz (bei *Stypocaulon* und *Halopteris filicina* α), oder sie schmelzen endlich zu einer unächten parenchymatoidischen Berindung zusammen (*Chaetopteris*, *Phloiocaulon* und *Cladostephus*). Bei den letzten 3 Gattungen können aus allen Randzellen Wurzelfäden hervorbrechen, während bei *Stypocaulon* und *Halopteris* nur ganz bestimmte dazu befähigt sind.

Antheridien sind bloss bei Sphacelaria und Cladostephus bekannt, Sporen bei Stypocaulon, Phloiocaulon, Sphacelaria und Cladostephus, Keimfrüchte bei Halopteris und Sphacelaria, Brutknospen bei Sphacelaria.

Danach ergiebt sich folgende Uebersicht:

A. Die Astanlage tritt als Ausbuchtung der Scheitelzelle auf. Aststellung alternirend.

α) Wurzelfäden umgeben den Stamm in Form eines Filzes oder fehlen gänzlich. Kurztriebe mehrmals verzweigt.

1) Internodium aus mehr, als einem primären Gliede bestehend; 3 primäre Randzellen in jedem Quadranten; Haarbildungen.

Stypocaulon Kütz.

2) Internodium aus einem primären Gliede bestehend; 2 primäre Randzellen in einem Quadranten; keine Haarbildungen.

Halopteris Kütz.

β) Wurzelfäden schliessen zu unächter parenchymatoidischer Berindung zusammen; Kurztriebe meist nur einmal verzweigt.

Phloiocaulon. †

B. Die Astanlagen treten als Ausbuchtungen von Gliederzellen auf. Aststellung wirtelförmig, opponirt oder mehr oder weniger unbestimmt.

α) Wurzelfäden einzeln oder fehlend. Die 2 primären Randzellen lassen ein Stück des Randes frei. Aststellung opponirt oder unbestimmt.

Sphacelaria Lyngb.

β) Wurzelfäden schliessen zu unächter parenchymatoidischer Rinde zusammen; die 2 primären Randzellen nehmen die ganze Peripherie des Cylinderquadranten ein.

1) Aststellung opponirt.

Chaetopteris Kütz.

2) Aststellung (an den Langtrieben) wirtelförmig.

Cladostephus Ag.

Leider reicht die Zahl der untersuchten Arten nicht hin, um eine vollständige systematische Uebersicht geben zu können; ich beschränke mich daher auf einige Bemerkungen über die Gattungen und die von mir untersuchten Species.

Stypocaulon Kütz.

Diese 1843 von Kützing¹⁾ von *Sphacelaria* getrennte und auf die Wurzelfilzberindung begründete Gattung wurde 1848 von Agardh wieder eingezogen und zu *Sphacelaria* gestellt. Die oben unter der Uebersicht der Gattungen angeführten Merkmale mögen jedoch die Beibehaltung dieser Gattung rechtfertigen.

Die von mir untersuchten Arten beschränken sich auf *Stypocaulon scoparium* und auf das von Sonder als *Sphacelaria Mülleri* bezeichnete Pflänzchen.

Stypocaulon scoparium Kütz.

Die zahlreichen Varietäten lassen sich auf 2 Haupttypen, die *forma aestivalis* und *hiemalis* zurückführen.

A. Kurztriebe der Axe mehr oder weniger ange-
drückt.

Forma aestivalis.

α) Langtriebe in grosser Zahl gegen das Ende
der Hauptaxe hin vereinigt.

var. *glomerata*.

β) Langtriebe an der Hauptaxe mehr oder
weniger vertheilt.

Aeste der Langtriebe gleich gross.

var. *virgata*.

Aeste gegen die Spitze hin viel grösser.

var. *corymbifera*.

B. Kurztriebe mehr oder weniger abstehend.

Forma hiemalis.

α) Langtriebe in grosser Anzahl zusammen-
stehend.

var. *coarctata*.

β) Langtriebe mehr oder weniger an der
Hauptaxe vertheilt.

var. *disticha*.

Stypocaulon Mülleri (Sonder). †

Die gewöhnlich aus 5 primären Gliedern bestehenden Internodien und die dadurch hervorgerufene lockerere Verzweigung, die Stellung des ersten secundären Kurztriebs (vorherrschend) nach aussen, die in geringerer Zahl vorhandenen Haarbildungen und das etwas abweichende Verhalten der Wurzelfäden lassen diese sonst mit *Stypocaulon scoparium* so übereinstimmende Pflanze leicht von derselben unterscheiden.

1) Kützing, *Phycol. general.* p. 293.

Halopteris Kütz.

Kützing¹⁾ trennte 1843 die *Sphacelaria filicina* Ag. von den übrigen Sphacelarien und gründete auf die Wurzelfilzberindung und die von den übrigen abweichende Verzweigungsweise die Gattung *Halopteris*, welche 1848 von Agardh wieder eingezogen und mit *Sphacelaria* vereinigt wurde. Das wichtigste vegetative Merkmal jedoch, die Bildung der Aeste an den Scheitelzellen, verlangt die Trennung von den die Aeste an den Gliederzellen anlegenden Arten der Gattung *Sphacelaria*. Von dem nächstverwandten *Stypocaulon* unterscheidet sich *Halopteris* durch die aus einem primären Gliede bestehenden Internodien und die abweichende Theilung in den secundären Zelleylindern. — Eine Trennung aber der *Halopteris filicina* und *Halopteris Sertularia*, wie sie Agardh²⁾ und Kützing³⁾ vornimmt, scheint mir nicht gerechtfertigt. Da die beiden Pflanzen in den wichtigsten Merkmalen vollkommen übereinstimmen, so betrachte ich nach dem Vorgange Harvey's und Meneghini's die *Halopteris Sertularia* bloss als eine Varietät der *Halopteris filicina*.

α) Verzweigung unter spitzem Winkel.

Wurzelfilz umgibt die Langtrieb-
axen.

Hal. filicina α.

β) Verzweigung unter rechtem Winkel.

Keine Wurzelfäden.

Hal. filicina β, *Sertularia*.

Phloiocaulon.

Chaetopteris squamulosa Kütz. (Ch. Suhrii Ag.) weicht von den übrigen Sphacelarien in sehr wichtigen Merkmalen ab; von *Chaetopteris (plumosa)* Kütz. und *Cladostephus*, welche ebenfalls parenchymatoidische Berindung besitzen, durch die an den Scheitelzellen entstehenden Astanlagen, von *Stypocaulon* und *Halopteris*, mit welchen es das letztere Merkmal gemein hat, durch das Auftreten parenchymatoidischer Berindung. Mit *Sphacelaria* besitzt es noch weniger Uebereinstimmung.

Schon Meneghini⁴⁾ betrachtet die *Chaetopteris squamulosa* Kütz. als Typus für eine neu aufzustellende zwischen *Sphacelaria* (wohin er die Gattungen *Stypocaulon*, *Halopteris*, *Chaetopteris* und *Sphace-*

1) Kützing, l. c. p. 292.

2) Agardh, l. c. p. 35.

3) Kützing, Spec. Alg. p. 462.

4) Meneghini, l. c. p. 359.

laria rechnet) und *Cladostephus* in der Mitte stehende Gattung. Die Charakteristik ist etwa folgende:

Phloiocaulon. †

Scheitelwachsthum und Anlegung der Aeste an den Scheitelzellen; Verzweigung alternirend. In den secundären Gliederzellen wird der ganze Rand von den Randzellen eingenommen; in jedem Quadranten treten 2, seltener 3 primäre Randzellen auf. Die Wurzelfäden schmelzen zu parenchymatoidischer unächter Berindung zusammen. — Alle übrigen Hauptmerkmale sind die der *Sphacelarien* überhaupt.

Chaetopteris Kütz.

Kützing¹⁾ trennte 1843 die *Sphacelaria plumosa* Lyngbye von den übrigen *Sphacelarien* und gründete auf diese Species die durch parenchymatoidische Berindung und zweizeilige opponirte Verzweigung ausgezeichnete Gattung *Chaetopteris*. Die einzige bekamte Art ist, nachdem *Chaetopteris squamulosa* Kütz. als Typus einer besondern Gattung aufgestellt worden ist, *Chaetopteris plumosa* Kütz.

Cladostephus Ag.

Die Arten der Gattung *Cladostephus* sind von *Chaetopteris* hauptsächlich durch die wirtelförmige Verzweigung der Langtriebe, von *Phloiocaulon*, mit welchem es ebenfalls parenchymatoidische Berindung gemein hat, durch die wirtelförmige Verzweigung und durch die Bildungsweise der Astanlage verschieden. *Cladostephus spongiosus* unterscheidet sich von dem ganz nahe stehenden *Cladostephus verticillatus* durch die dichter stehenden unverzweigten primären Kurztriebe und den Mangel der Haarbildungen²⁾; die älteren primären Kurztriebe von *Cladostephus verticillatus* tragen die secundären kammartig auf der äussern Seite gestellt.

Sphacelaria Lyngbye.

Die artenreichste und in Hinsicht auf Verzweigungsverhältnisse mannigfaltigste Gattung ist *Sphacelaria*; doch stimmen alle Arten, so grosse Verschiedenheiten sie auch sonst ausser der Verzweigung hinsichtlich des Vorkommens der Haarbildungen und Wurzelfäden,

1) Kützing, *Phyc. gener.* p. 293.

2) Kützing, *Tab. phyc.* Bd. VI. Tab. 7. II bildet jedoch einmal einen secundären Kurztrieb, sowie auch Haarbildungen ab.

der Keimfrüchte und Brutknospen bieten mögen, in der Theilungsart der secundären Zylinder überein. Von *Stypocaulon*, *Halopteris* und *Phloiocaulon* scheiden sie die an den Gliederzellen entstehenden Aeste, von *Chaetopteris* und *Cladostephus* die spärlichen, oft ganz fehlenden Wurzelfäden und die Verzweigungsverhältnisse. Was die von mir untersuchten Arten der Gattung *Sphacelaria* betrifft, so zeichnet sich *Sphac. pennata* durch gewöhnlich opponirte Aststellung und besonders durch robuste Beschaffenheit der Zellglieder (die secundären sind so lang als breit) vor den andern zarter gebauten Sphacelarien aus. *Sphac. cirrhosa*, dessen secundäre Zellglieder meist etwas länger als breit, aber nicht so robust als bei *Sphacelaria pennata* sind, ist durch die meist opponirte Stellung der zahlreichen Aeste, die an *Ectocarpus* erinnernden Keimfrüchte und die 3—4 zinkigen Brutknospen, *Sphacelaria tribuloides*, dessen secundäre Zellglieder $1\frac{1}{2}$ mal so lang als breit sind, durch die spärliche und unbestimmte Verzweigung und die charakteristische Gestalt seiner Brutknospen erkennbar.

Erklärung der Tafeln.

Die gegebenen Abbildungen sind aus einer Anzahl von mehr als 300 im Laufe der Untersuchung angefertigten Zeichnungen ausgewählt. Fast alle sind mit der Camera lucida entworfen; mehrere wurden später auf die Hälfte oder das Viertheil der ursprünglichen Vergrößerung reducirt. Die Vergrößerung ist hinter jeder Erklärung angegeben.

Taf. XXXIV.

Stypocaulon Scoparium Kütz.

Fig. 1. Langtriebsspitze mit der zu einem neuen Ast sich umbildenden, seitlichen, noch nicht durch eine Scheidewand abgegrenzten Ausbuchtung der Scheitelzelle. Die untersten Aeste haben schon begrenztes Wachstum angenommen, d. h. sich zu Kurztrieben entwickelt. Haarbildungen in den Achseln der Aeste. I u. II primäre und sekundäre Querwände. I^a im Internodialglied, I^b im Knotenglied, I^c im jungen Ast auftretende primäre Querwand, II^a und II^b analog. Das Original gehört zur forma aestivalis. $24/1$.

Fig. 2. Desgl. Ueber der durch eine uhrglasförmig vorspringende Scheidewand von der Hauptaxe abgegrenzten Astanlage zeigt sich eine neue Zelle, die Anlage zu den Haarbildungen. I und II wie bei Fig. 1. $42/1$.

Fig. 3. Schema für die Verticalheilung in den sekundären Gliederzellen, im Querschnitt. Der linke Quadrant stellt ein jüngeres Stadium dar vor Auftreten von Querwänden in der ursprünglichen Centralzelle, der rechte ein älteres nach Bildung dieser Wände, welche an die frühern sich anlegend, dieselben aus ihrer ursprünglichen Lage etwas herausziehen. A primäre Hauptwand; BB sekundäre Hauptwände; I, II, III die die erste, zweite, dritte primäre Randzelle abschneidende Wand; I¹, II¹, III¹ erste, zweite, dritte in der ursprünglichen Centralzelle auftretende Wand; 1, 2, 3 primäre, sekundäre, tertiäre in den primären Randzellen auftretende Wände. Diese Bezeichnungen gelten auch für alle folgenden Querschnitte durch Lang- oder Kurztriebe und Wurzelfäden der verschiedenen Species. C. $330/1$.

Fig. 4. Querschnitt durch eine jugendliche Langtriebsspartie; es haben sich erst die ersten primären Randzellen abgeschieden. Links Abgangsstelle eines Astes. In der Richtung BB ist das Glied durch den Druck des Messers etwas zusammengedrückt. $165/1$.

Fig. 5. Desgl. älteres Stadium. Im Quadranten rechts oben hat sich die zweite primäre Randzelle, wie es selten geschieht, unmittelbar an die erste angelegt. $165/1$.

Fig. 6. Desgl. noch älteres Stadium. Die Zelltheilung der oberen Hälfte ist durch Abgang eines Astes sehr unregelmässig geworden. Die ersten primären Randzellen der beiden untern Quadranten sind verhältnissmässig sehr gross, die zweiten primären sehr

klein. In dem untern rechten Quadranten läuft die erste in der primären Centralzelle auftretende Scheidewand, wie es selten geschieht, der primären Hauptwand parallel. $165/1$.

Fig. 7. Desgl. Sehr altes, von vielen Wurzelfäden umgebenes Stadium; aus dem obern linken Quadranten tritt ein Wurzelfaden heraus. Bezeichnung s. Fig. 3. $330/1$.

Fig. 8. Längsschnitt durch die Austrittsstelle eines Wurzelfadens aus einem untern secundären Glied. I u. II wie oben. $165/1$.

Fig. 9. Längsschnitt durch einen Langtrieb, rechts läuft ein Wurzelfaden herab. Die Randzellen haben sich durch Quertheilung vermehrt. I u. II wie bei Fig. 1. $110/1$.

Fig. 10 u. 11. Querschnitte durch untere Kurztriebpartien; Fig. 10 stellt bloss einen Quadranten dar. $330/1$.

Fig. 12. Querschnitt durch Hauptaxe und Ast; in der Achsel stehen die Basaltheile von 12 Haaren. $60/1$.

Fig. 13. Ein Langtrieb, welcher abnormaler Weise begrenzt wurde und links einen sehr verkürzten schnell sich zuspitzenden Kurztrieb trägt. $165/1$.

Stypocaulon Mülleri (Sonder).

Fig. 14. Vielfach verästelter Haupttrieb, die Verzweignungsverhältnisse darstellend. Die dunkel gefärbten noch lebenskräftigen Scheitelzellen (Sphacelen) sind, um sie bemerkbar zu machen, verhältnissmässig zu gross dargestellt. $2/1$.

Fig. 15. Querschnitt durch einen Langtrieb; altes Stadium. Aus jedem Quadranten tritt ein Wurzelfaden heraus. Bezeichnung wie bei Fig. 3. Der Querschnitt zeigte ursprünglich in schönster Regelmässigkeit in jedem Quadranten je einen hervorbrechenden Wurzelfaden. Um aber die über der dritten primären Randzelle befindliche kleine Centralzelle (x), welche durch die heraustretenden Wurzelfäden in den übrigen 3 Quadranten verdeckt ist, erkennbar zu machen, ohne eine neue Figur zu brauchen, habe ich den rechten untern Quadranten aus einem anderen Querschnitte herausgezeichnet. Ueber das häufige Verdecktwerden der Centralzelle (x) durch die sich ausbreitenden Wurzelfäden vergl. den Text. $400/1$.

Fig. 16. Desgl. jünger. Die Grössenverhältnisse der primären Randzellen sind zum Theil etwas ungewöhnlich. $400/1$.

Fig. 17. Querschnitt durch den Basaltheil eines Kurztriebs; die Randzellen fehlen noch. $400/1$.

Fig. 18. Querschnitt durch einen Wurzelfaden. $460/1$.

Taf. XXXV.

Halopteris Filicina Kütz.

Fig. 1. Langtriebspitze mit den 3 jüngsten Aesten. Der oberste hat sich eben abgegrenzt, der zweituntere den ersten secundären Ast erzeugt. I u. II primäre und secundäre Querwände. $160/1$.

Fig. 2. Querschnitt durch einen Langtrieb. Links geht ein Ast ab. Bezeichnung s. früher. $230/1$.

Fig. 3. Desgl. Im obern linken Quadranten tritt ein Wurzelfaden heraus. $230/1$.

Fig. 4. Desgl. in den beiden Quadranten rechts findet sich die sehr seltene Dreitheilung (in 3 primäre Randzellen); in dem rechten untern fehlt dabei noch die dritte primäre Randzelle gänzlich (letzteres nur einmal beobachtet). $230/1$.

Fig. 5. Desgl. älteres Stadium, in der primären Centralzelle treten Scheidewände auf. $230/1$.

Halopteris Filicina Kütz. β . Sertularia.

Fig. 6. Langtriebsspitze mit 3 Aesten. Durch die alte beschädigte Scheitelzelle wächst eine neue Scheitelzelle hervor. Am Ast β bloss der erste Ast nach innen gerichtet. $\alpha\alpha$ der sich an die Axe anlehrende Fortsatz des Basalgliedes der Aeste. $160/1$.

Fig. 7. Querschnitt durch einen Langtrieb. Cylinderhälfte. $330/1$.

Fig. 8. Desgl. Abgangsstelle eines Astes. $330/1$.

Phloiocaulon Squamulosum. \dagger

Fig. 9. Langtriebsspitze mit 5 Aesten; der oberste noch als eben begrenzte Anlage. $160/1$.

Fig. 10. Querschnitt durch einen Langtrieb; im linken Quadranten 2, im untern Quadranten sicher und vielleicht auch im obern 3 primäre Randzellen. $460/1$.

Fig. 11—13. Desgl. durch Kurztriebglieder. 1—1 die die erste primäre Randzelle abschneidende Wand; 2, 3 etc. die zweite, dritte etc. primäre Wand. V die durch Ueberbrückung sich bildende fünfte primäre Randzelle. Fig. 11. Die erste bis dritte primäre Randzelle ist schon in je 4, jede der übrigen in je 2 Zellen zerfallen. Fig. 12. Die erste und zweite primäre Randzelle ist schon in je 4, jede der übrigen in je 2 Zellen zerfallen. Fig. 13. Die erste primäre Randzelle ist in 4, die zweite und dritte in je 3, jede der übrigen in je 2 Zellen zerfallen. $460/1$.

Taf. XXXVI.

Chaopteris Plumosa Kütz.

Fig. 1. Langtriebsspitze. Bezeichnung wie früher. $40/1$.

Fig. 2. Querschnitt durch einen Langtrieb. Bezeichnung wie früher. $460/1$.

Fig. 3. Desgl. Abgangsstelle eines Astes. $460/1$.

Fig. 4. Desgl. mit hervorbrechendem Wurzelfaden. $460/1$.

Fig. 5. Desgl. altes Stadium mit hervorbrechenden Wurzelfäden und umgeben von unächter durch schon ausgetretene Wurzelfäden gebildeter parenchymatoidischer Rinde. Es sind bloss die den Langtrieb zunächst begrenzenden Wurzelfäden gezeichnet. $460/1$.

Sphacelaria Pennata Kütz.

Fig. 6. Langtriebsspitze. $40/1$.

Fig. 7. Haarbildung an der Scheitelzelle. $80/1$.

Fig. 8. Spätere Stellung eines oben schon abbrechenden Haares. $80/1$.

Fig. 9—11. Querschnitte durch Langtriebe. In Fig. 10 Abgangsstelle eines Astes. $160/1$.

Sphacelaria Tribuloides Menegh.

Fig. 12. Querschnitt durch einen Langtrieb. $460/1$.

Fig. 13 u. 14. Haarbildung an der Scheitelzelle. $150/1$.

Fig. 15. Junge Brutknospe; über ihr ein Haar. $150/1$.

Fig. 16 u. 17. Ausgebildete Brutknospe, Vorder- und Seitenansicht. $230/1$. Für Fig. 15—17 ist a die unterste, b die mittlere, c die oberste primäre Gliederzelle.

Sphaecelaria Cirrhosa Ag.

Fig. 18 a. Querschnitt durch ein Langtriebglied. $330/1$.

Fig. 18 b. Desgl. mit hervorbrechendem Wurzelfaden. $330/1$.

Fig. 19. Desgl. Abgangsstelle von 2 Aesten. $330/1$.

Fig. 20. Desgl. daneben 2 schon ausgetretene Wurzelfäden. $330/1$.

Fig. 21. Jüngste Entwicklungsstadien der Keimfrüchte, schematisch.

Cladostephus Verticillatus Ag.

Fig. 22—24. Langtriebspitzen. Fig. 22 u. 24 zeigen im obersten primären Glied Quertheilung durch eine noch sehr zarte secundäre Querwand, Fig. 23 dagegen bloss Längstheilung. Fig. 24 lässt noch die Basaltheile der durchschnittenen Kurztriebe erkennen. $110/1$.

Fig. 25. Kurztrieb (primärer) mit an der Scheitelzelle sich bildenden secundären Kurztrieben und Haarbildungen an letzteren. $110/1$.

Fig. 26. Querschnitt durch ein junges Langtriebglied. Der obere linke Quadrant zeigt allein die zweite primäre Randzelle. $230/1$.

Fig. 27. Desgl. durch ein älteres Langtriebglied. Cylinderhälfte. Im obern Quadranten 3 (?) primäre Randzellen. $230/1$.

Fig. 28. Desgl. durch ein Kurztriebglied. Die primären Randzellen sind nicht mehr zu erkennen. $230/1$.

Fig. 29. Kleines Stück eines Querschnittes durch eine sehr alte Langtriebsparte mit mehreren austretenden Wurzelfäden. $460/1$.

Cladostephus Spongiosus Ag.

Fig. 30. Sporentragender Kurztrieb. $80/1$.

Fig. 31. Stück eines Kurztriebs mit daran haftender Spore. $200/1$.

Fig. 32 u. 33. Querschnitte durch Kurztriebglieder. 1—1 die die erste primäre Randzelle abgrenzende Scheidewand; 2, 3, 4 zweite, dritte etc. Scheidewand. IV u. V letzte, d. h. vierte (in Fig. 33) und fünfte (in Fig. 32) durch Ueberbrückung gebildete primäre Randzelle. $200/1$.

Zürich d. 8. Aug. 1865.

Fig. 1.

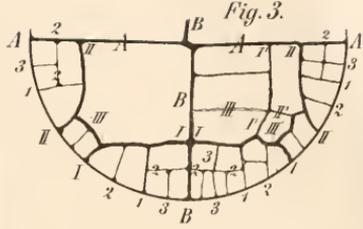
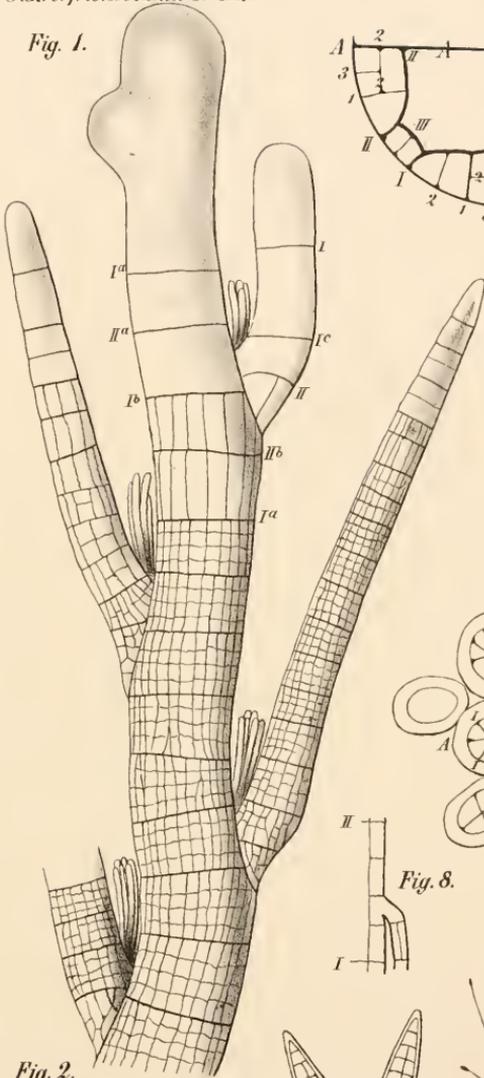


Fig. 6.

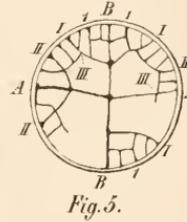
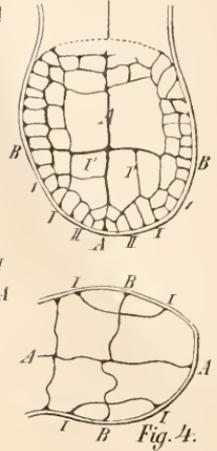


Fig. 5.

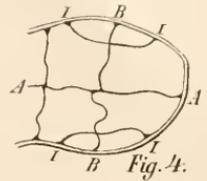


Fig. 4.

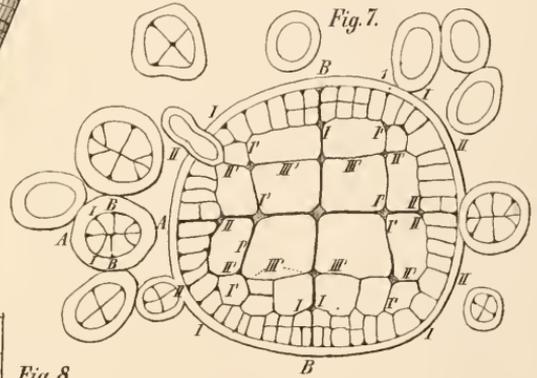


Fig. 7.



Fig. 8.

Fig. 2.

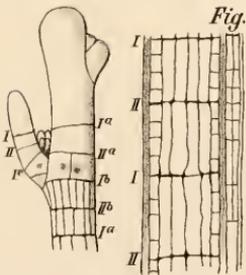


Fig. 9.

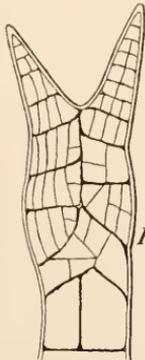


Fig. 13.



Fig. 14.

Fig. 15.

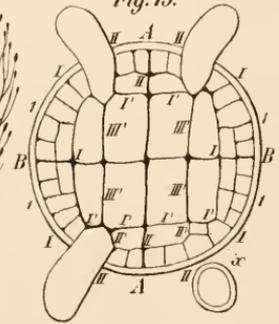


Fig. 12.



Fig. 10.

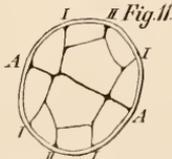
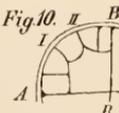


Fig. 11.



Fig. 17.



Fig. 18.

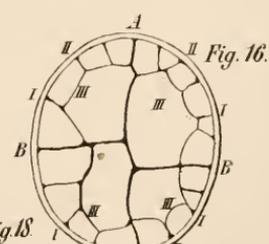


Fig. 16.

Fig. 1.

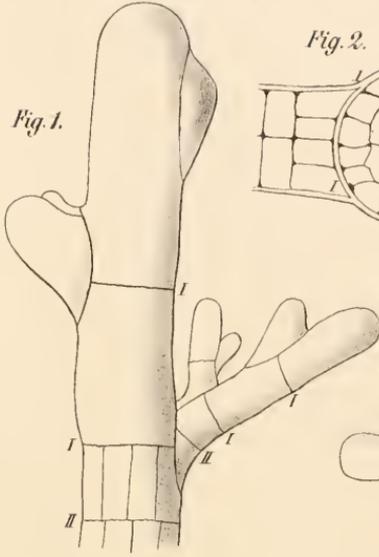


Fig. 2.

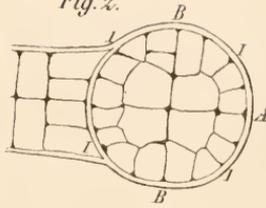


Fig. 6.

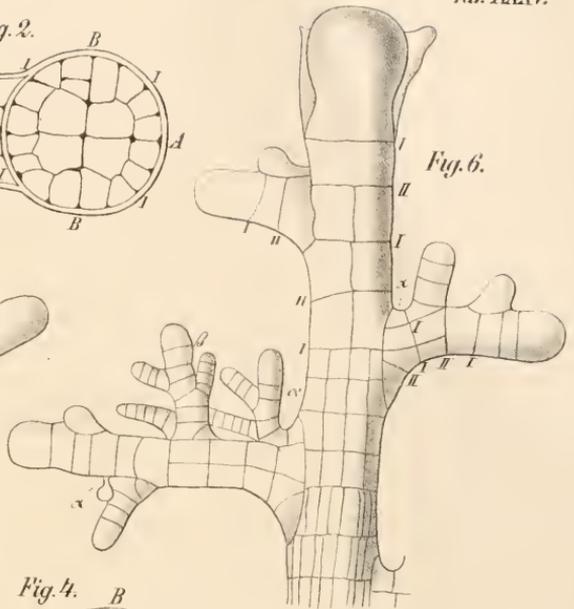


Fig. 3.

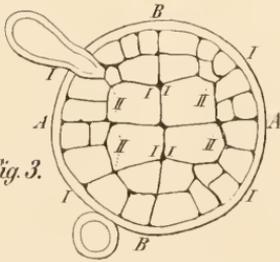


Fig. 4.

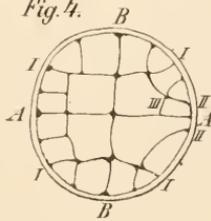


Fig. 5.

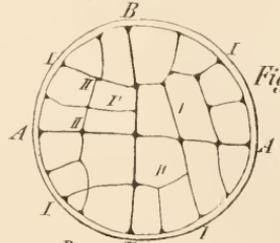


Fig. 12.

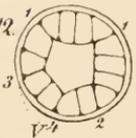


Fig. 13.



Fig. 7.



Fig. 8.

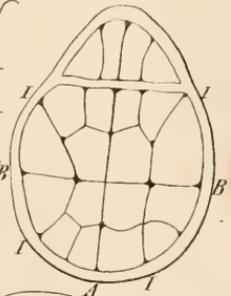


Fig. 9.

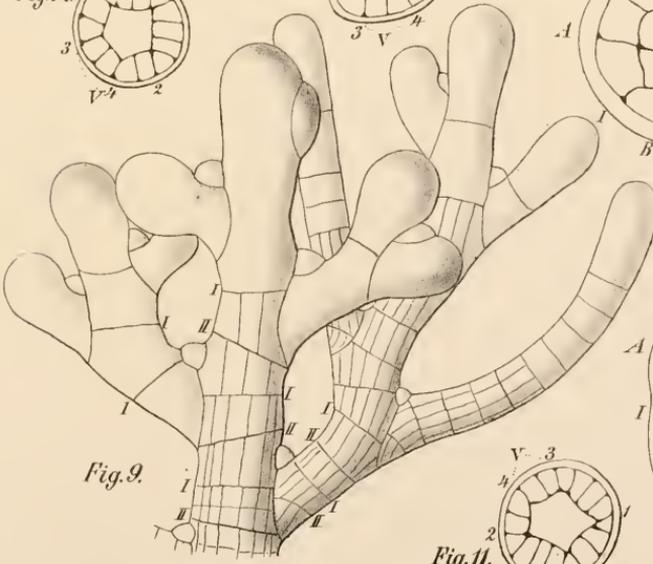


Fig. 11.

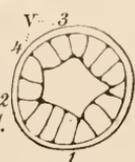
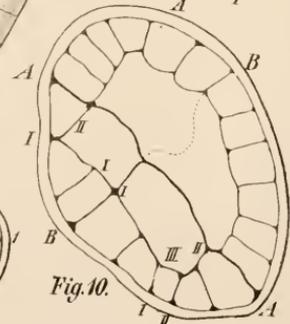
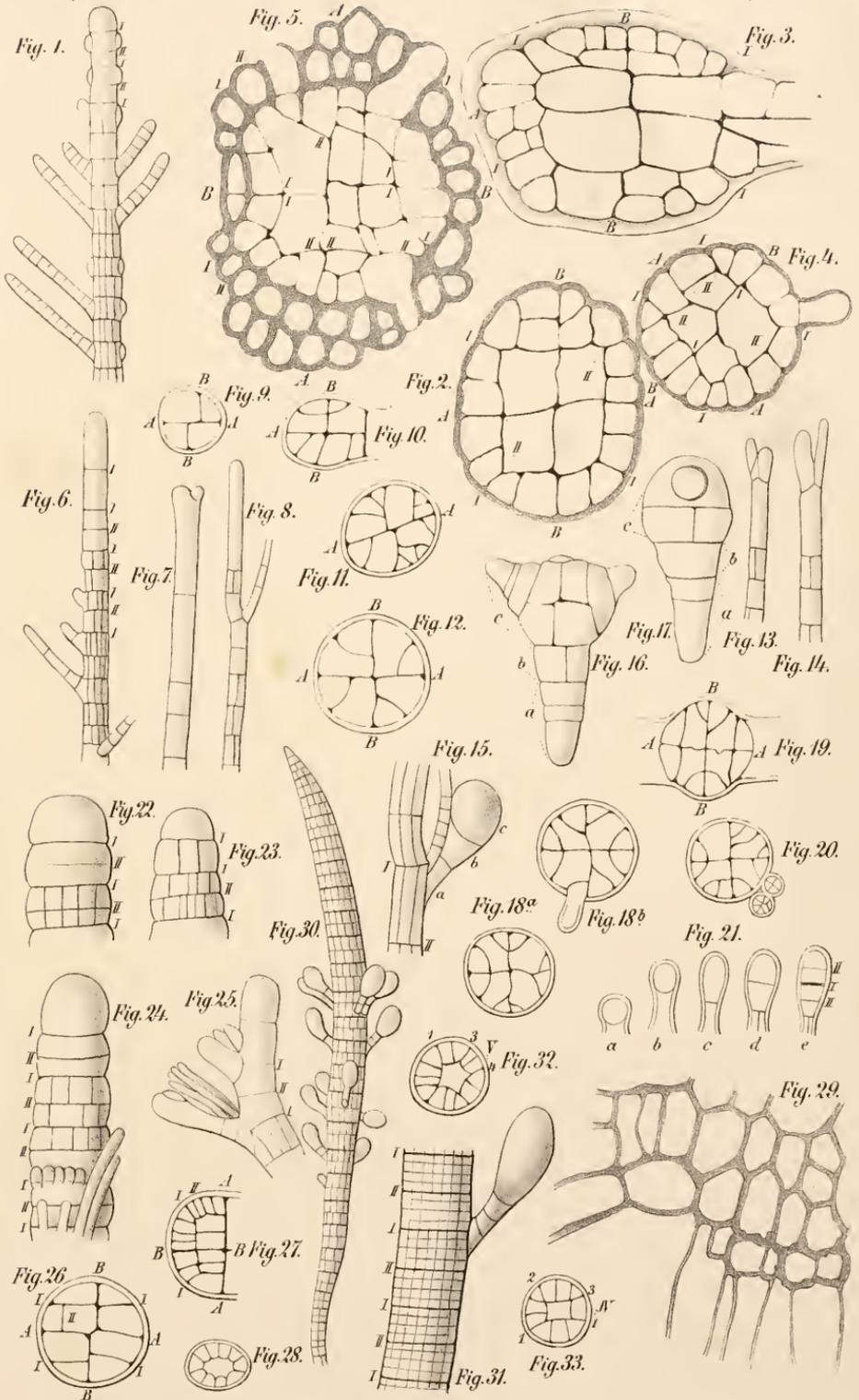


Fig. 10.



1-5 Halopteris Filicina Kütz. 6 8 Halopteris Filicina, β. Sertularia Kütz 9-13 Phloiocaulon Squamulosum†
Geijler ad nat. del. C. Lavie, lith



1-5 Chaetopteris Plumosa Kütz. 6-II. Sphacelaria Pennata Kütz 12-17 Sphacelaria tribuloides Menegh.
 18-21 Sphacelaria Cirrhosa Ag. 22-29 Cladostephus verticillatus Ag. 30-33 Cladostephus spongiosus Ag.
 Geyley ad nat. del. C. Laue, lith