Zeitschrift: Zeitschrift für wissenschaftliche Botanik
Herausgeber: M.J. Schleiden und Carl Nägeli
Band: 1 (1844-1846)
Heft: 3-4

Artikel: Polysiphonia
Autor: Nägeli, Carl
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-357989

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 13.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Polysiphonia

von

Carl Nägeli.

(Tab. VI und VII.)

Polysiphonia besteht aus verästelten, gegliederten oder scheinbar ungegliederten, soliden Fäden, welche an den Enden Büschel von zarten, gegliederten, scheinbar dichotomischen Haaren tragen. Erstere sind die *Stämme*, letztere die *Blätter*.

Die *Stammachsen* sind gegliedert. Jedes Glied besteht aus einer Achsenzelle, die so lang ist als das Glied selber (Tab. VI. Fig. 6, 7, *a*; Fig. 2, 4, 5, 23, 25, *a*. Tab. VII. Fig. 5, *a*; Fig. 4, 6, 17, *a*), und aus einem Kreis von peripherischen Zellen, die mit den Achsenzellen gleiche Länge haben (Tab. VI. Fig. 6, 7, *b*; Fig. 2, 4, 5, 23, 25, *b*. Tab. VII. Fig. 5, *b*; Fig. 4, 6, 17, *b*). Die Menge der peripherischen Zellen, welche an einem Gliede befindlich sind, varirt von 4 bis auf 25. Die *Aeste* haben den gleichen Bau wie die Stämme.

Das Wachsthum der Achsen beginnt mit *Einer* Zelle (Sporenzelle, Keimzelle, oder Astzelle). Diese Zelle ist für die aus ihr hervorgehende Achse die primäre Zelle des ersten Grades: I^1. [1])

Diese Zelle dehnt sich in die Länge, und theilt sich durch

---

[1]) Ich bediene mich der gleichen Bezeichnung, welche ich im zweiten Hefte dieser Zeitschrift (pag. 121 u. ff.) für das Wachsthum von *Delesseria Hypoglossum* gebraucht habe.

eine die Achse unter einem rechten Winkel schneidende Wand, in die primäre Zelle des zweiten Grades und in die erste secundäre Zelle: $I^1 = I^2 + {}_1II$. Die primäre Zelle des zweiten Grades theilt sich wieder durch eine horizontale Wand in die primäre Zelle des dritten Grades und in die zweite secundäre Zelle: $I^2 = I^3 + {}_2II$. Diese Zellenbildung wiederholt sich fortwährend an der Spitze der Achse. Die jeweilige Scheitelzelle oder primäre Zelle des n^{ten} Grades bildet vermittelst einer horizontalen, die Achse unter einem rechten Winkel schneidenden Wand, die primäre Zelle des $n+1^{ten}$ Grades und die n^{te} secundäre Zelle: $I^n = I^{n+1} + {}_nII$ (vgl. Tab. VII. Fig. 32). In Tab. VI. Fig. 2, 4, 5, 25 und Tab. VII. Fig. 6, 7, 8, 9, 10 bezeichnet *c* die Scheitelzelle oder primäre Zelle des *n* Grades, *d* die $n - 1$ Gliederzelle oder $n - 1$ secundäre Zelle.

Dieses Spitzenwachsthum ist unbegrenzt. Das *n* der Zellenbildungsformel nimmt daher nach einander die Werthe $1 \ldots \infty$ an.

Die erste Zellenbildung in *Polysiphonia* ist vollkommen die gleiche, wie die Zellenbildung, wodurch die Achsen der Callithamniaceen entstehen. Bei den Callithamniaceen sind die secundären Zellen Dauerzellen. Bei *Polysiphonia* dagegen sind sie Mutterzellen, in denen eine zweite Art der Zellenbildung auftritt.

Die secundären Zellen theilen sich durch eine verticale, mit der Achse parallele, excentrische Wand in zwei ungleiche Tochterzellen (Tab. VI. Fig. 5, *e*. Tab. VII. Fig. 6; Fig. 7, *e*; Fig. 8; Fig. 9, *g*). Die kleinere derselben ist eine Dauerzelle, und muss als *tertiäre* Zelle bezeichnet werden. Die grössere dagegen ist eine Mutterzelle; sie verhält sich auf gleiche Weise wie die secundäre Zelle, aus der sie entstanden ist, und muss ebenfalls als *secundäre* Zelle bezeichnet werden. Um die beiden secundären Zellen (Mutter und Tochter) zu unterscheiden, heisst die erstere die secundäre Zelle *des ersten*, die letztere die secundäre Zelle des *zweiten Grades*.

Die secundäre Zelle des ersten Grades (Tab. VII. Fig. 32, ${}_{n-1}II'$, ${}_{n-2}II'$; Fig. 33) theilt sich also durch eine senkrechte excentrische Wand in die secundäre Zelle des zweiten Grades

(Tab. VII. Fig. 32 und 34, II^2) und in die erste tertiäre Zelle (Fig. 32 und 34, $_1III$): $II^1 = II^2 + {}_1III$ (Fig. 33 und 34).

Auf gleiche Weise erzeugt die secundäre Zelle des zweiten Grades die secundäre Zelle des dritten Grades und die zweite tertiäre Zelle: $II^2 = II^3 + {}_2III$ (Fig. 34 und 35). Ferner $II^3 = II^4 + {}_3III$ (Fig. 35 und 36). Endlich für den Fall, dass die Achsenzelle bloss von vier peripherischen Zellen umschlossen ist, $II^4 = II^5 + {}_4III$ (Fig. 36 und 37). In diesem Falle ist II^5 rings von Zellen umgeben und eine Dauerzelle (Tab. VI. Fig. 7, *a*).

Wenn aber die Zahl der peripherischen Zellen mehr als vier beträgt, so ist II^5 eine Mutterzelle. Sie ist dann nicht rings von Zellen umschlossen, sondern sie hat eine äussere freie Oberfläche (wie II^2, II^3, II^4 in Fig. 34, 35 und 36). Die Zellenbildung erfolgt immer nach der Formel $II^n = II^{n+1} + {}_nIII$. Sie dauert so lange als die secundäre Zelle (II^n) eine freie Seitenfläche hat, und hört auf, sobald sich der Kreis von tertiären Zellen schliesst (Tab. VI. Fig. 6). n kann nacheinander die Werthe $1 \ldots\ldots p$ annehmen; p varirt von $4 \ldots\ldots 25$.

Ein Stammglied besteht demnach aus der Achsenzelle, oder secundären Dauerzelle (secundären Zelle des letzten Grades): II^{p+1}, und aus den peripherischen oder tertiären Zellen $_1III$, $_2III \ldots\ldots {}_pIII$.

Dieser Vorgang kann nicht in allen seinen Stadien wirklich gesehen werden, namentlich weil ein Durchschnitt in dieser Periode unmöglich ist. Bei denjenigen Arten, wo die secundäre Dauerzelle von vier tertiären Zellen umgeben ist, überzeugt man sich am leichtesten, da man nacheinander die excentrischen Wände auftreten sieht. Nach diesen Thatsachen ist ganz unmöglich, dass der Durchschnitt in Tab. VI. Fig. 7 auf eine andere Art entstehen konnte, als dass nacheinander die vier tertiären Zellen gebildet werden, wie es in Tab. VII. Fig. 33—37 ideal dargestellt ist. Von dem Durchschnitte, Tab. VI. Fig. 6, könnte man vermuthen, dass er durch Theilung der vier tertiären Zellen (Fig. 7) hervorgehe. Dem widerspricht aber die Beobachtung, welche zeigt, dass die Bildung der tertiären Zellen von Einem peripherischen Puncte der

secundären Zelle des ersten Grades ausgeht, und nach zwei Seiten (nach rechts und links) fortschreitet, bis sie sich am gegenüber liegenden Puncte schliesst[1]).

Die *Blattachsen* haben einen andern Bau als die *Stammachsen.* Sie sind nämlich bloss (verästelte) Zellenreihen. Sie wachsen nur durch die Formel $I^n = I^{n+1} + {}_nII$. Die Zellenbildung, welche in den *secundären Stammzellen* stattfindet, mangelt hier ganz. — Da die Blätter sich verästeln, und begrenztes Wachsthum besitzen, so erscheinen sie zuletzt dichotomisch.

Ein Blatt beginnt immer mit einer einfachen Zelle I^1 (Tab. VI. Fig. 1, 3, 4, *f.* Tab. VII. Fig. 6, *e*). Dieselbe theilt sich durch eine horizontale Wand in I^2 und ${}_1II$ (Tab. VII. Fig. 7, 10, *f*). Die obere Zelle theilt sich wieder auf gleiche Weise in I^3 und ${}_2II$ (Tab. VI. Fig. 1, *g*; Fig. 2, *f*). Diese Zellenbildung schreitet nach der Formel $I^n = I^{n+1} + {}_nII$ fort, bis die Hauptachse des Blattes vollendet ist. *n* nimmt nach einander die Werthe 1.....*p* an; *p* ist eine unbestimmte, aber limitirte Zahl [vgl. Tab. VI. Fig. 2, *g*. In Tab. VII. Fig. 11 ist ein junges Blatt dargestellt, wo die Zellenbildung in der Hauptachse (*a–b*) vollendet ist].

Die secundären Zellen der Blattachse wachsen mit ihrem obern seitlichen Ende in einen Fortsatz aus (Tab. VII. Fig. 10, *m*), welcher sich als Zelle abschnürt (Tab. VII. Fig. 9, *m*; Fig. 11, *c*). Aus dieser Astzelle entsteht eine Seitenachse, auf gleiche Art wie die Hauptachse aus ihrer primären Zelle des ersten Grades entstanden ist (Tab. VI. Fig. 2, *i*, *k*. Tab. VII. Fig. 9, *m*, *n*, *o*, *p*; Fig. 10, *n*; Fig. 11, *c*, *d*, *e*, *f*, *g*). Die Seitenachsen können sich wieder verästeln; sie thun es auf gleiche Weise wie die Hauptachse (Tab. VII. Fig. 9, *p*; Fig. 11, *e*, *f*, *g*).

---

[1]) Vgl. auch im zweiten Heft p. 123, Tab. I. Fig. 8 und 9 über die Bildung der tertiären Zellen des ersten Grades in *Delesseria Hypoglossum.* Dort ist die allgemeine Formel der Zellenbildung: $II^n = II^{n+1} + {}_nIII$ ganz die gleiche wie in *Polysiphonia.* Sie realisirt sich aber auf eine specifische Art, indem ${}_1III$ und ${}_2III$ in *Delesseria* einander gegenüber, in *Polysiphonia* nebeneinander liegen.

Das Auswachsen der secundären Zellen und die Bildung der Astzellen schreitet an einer Blattachse von unten nach oben fort. Die Tochterachsen stehen an der Hauptachse vom zweiten Gliede an, an den Seitenachsen dagegen vom ersten Gliede an auf allen folgenden Gliedern, mit Ausnahme der Achsenenden, welche unverästelt bleiben (Tab. VII. Fig. 9, *f*; Fig. 11).

Die Astzellen und somit die Tochterachsen einer Mutterachse alterniren mit der Divergenz von $1/4\ \pi$. Diese Divergenz der Blattachsen untereinander ist invariabel, mögen die Stellungsverhältnisse der Blätter an den Stämmen sein, welche sie wollen. Die erste Astzelle, sowohl an der Hauptachse als an den Seitenachsen, ist ebenfalls um 90^0 von dem Insertionspunkt ihrer Mutterachse entfernt.

Die Tochterachsen entwickeln sich rascher als die Mutterachsen, und holen diese an Grösse und Stärke bald ein. Desswegen erscheint das ausgebildete Blatt dichotomisch; eine Verästelung, die wegen der Entstehungsweise, welche nicht dichotomisch ist, als *Pseudodichotomie* bezeichnet werden muss. — Wegen der eben angegebenen Stellungsverhältnisse der Tochterachsen an dieser Mutterachse ist die Fläche der ersten Dichotomie eines Blattes tangental zur Stammachse; und die Ebenen je der folgenden Dichotomien schneiden sich unter rechten Winkeln.

Die Stammachsen tragen *Blätter* und *Aeste*. Die *Blätter* entstehen durch Auswachsen der secundären Stammzellen des ersten Grades (II^1), und Zellenbildung in dem ausgewachsenen Theil. In Tab. VI. Fig. 1 wächst die zweitoberste Gliederzelle (*e*), in Tab. VII. Fig. 8 und 9 die oberste Gliederzelle (*d*) in einen seitlichen Fortsatz aus, welcher in Tab. VI. Fig. 1, 3, 4, *f*, und in Tab. VII. Fig. 6, *e* bereits zur Astzelle oder zur primären Zelle des ersten Grades für das entstehende Blatt sich umgewandelt hat.

Die *Aeste* dagegen entspringen aus den secundären Zellen des letzten Grades (secundären Dauerzellen, Achsenzellen), und durchbrechen die Schicht von tertiären Zellen. Die Astbildung tritt daher immer später auf, als die Blattbildung. Beide schreiten hinter

der wachsenden Spitze fort, und bilden zusammen, wie wir später sehen werden, eine ununterbrochene Spirale.

Ausser dieser *normalen Astbildung*, die als ein integrirendes Moment in der Entwickelungsgeschichte des Stammes angesehen werden muss, tritt später noch eine andere auf, die *zufällig* und *unregelmässig* ist. Aus den ältern Stammgliedern wachsen hin und wieder Aestchen hervor. Die secundäre Dauerzelle (Achsenzelle) wächst aus, und erzeugt eine Astzelle, welche die Schicht von tertiären Zellen durchbricht, und sich nach den Gesetzen der Stammbildung entwickelt. Diese spätern und zufälligen Aestchen müssen als Adventiv- oder Nebenästchen bezeichnet werden.

Da die Aeste aus der secundären Dauerzelle des Stammgliedes entspringen, so bleiben sie auch auf derselben befestigt, und zwar berührt die secundäre Dauerzelle des untersten Astgliedes die secundäre Dauerzelle des Stammgliedes; die tertiären Zellen aber des untersten Astgliedes berühren die tertiären Zellen des Stammes. — Auch die unterste Blattzelle berührt die secundäre Dauerzelle des Stammgliedes, auf dem das Blatt steht, und ist desswegen zwischen den tertiären Zellen des Stammes eingebettet.

Das Wachsthum durch Zellenbildung, und die Verästelung schreitet an Stamm- und Blattachsen von unten nach oben fort; an den erstern auch die Ausdehnung der Zellen. An den Blättern dagegen fangen zuerst die Endzellen an, sich auszudehnen; und dieser Prozess schreitet nach der Basis hin fort. Zuletzt fällt das ganze Blatt ab, und bloss die auf der secundären Dauerzelle und zwischen den tertiären Zellen des Stammes befestigte unterste Zelle bleibt als Narbe zurück.

Die Stellung der Blätter und der Aeste an einer Stammachse zeigt eine bestimmte Regelmässigkeit. Beide sitzen an dem obern seitlichen Ende eines Stammgliedes. Ihr Insertionspunkt liegt zwischen zwei tertiären Zellen, wenn die Zahl dieser letztern an einem Stammglied nicht beträchtlich ist (vergl. Tab. VI. Fig. 8, wo die rundlichen Zellen an jedem Gelenk die als Narbe zurückgebliebenen Basiszellen der Blätter sind). Wenn dagegen die Zahl der tertiären Zellen bedeutend ist, so befinden sich die Insertions-

punkte zwischen drei, vier oder fünf tertiären Zellen des gleichen Stammgliedes. — Ein Stammglied trägt nicht mehr als 1 Blatt oder 1 Ast; viele Stammglieder tragen aber weder Ast noch Blatt.

Als erstes Gesetz gilt nun, dass Blätter und Aeste, trotz ihrer verschiedenen morphologischen und physiologischen Bedeutung, Glieder der gleichen Spirale sind, ohne Rücksicht auf gegenseitiges numerisches Verhältniss.

Ein zweites allgemeines Gesetz ist, dass die Spirale sich nicht nach den Stammgliedern, sondern nach den Tochterachsen (Blättern oder Aesten) richtet. Wenn ein oder mehrere Stammglieder weder Blatt noch Ast erzeugen, so nimmt das nächste Blatt oder Ast doch nur die nächstfolgende Stelle in der ununterbrochenen Schraubenlinie ein. Die sterilen Stammglieder zählen also nicht; und die Divergenz zwischen zwei Organen ist die gleiche, ob sie auf successiven oder auf discreten Stammgliedern stehen. — Diess ist morphologisch auch in der Beziehung von Wichtigkeit, indem man nunmehr bei einem Stammgliede, das kein seitliches Organ trägt, wie die übrigen, nicht etwa von einem Abortus sprechen kann.

Wenn die Zahl der tertiären Zellen in zwei successiven Stammgliedern die gleiche ist, so stehen dieselben genau senkrecht übereinander. Wenn die tertiären Zellen in der Zahl 4 oder 5 vorhanden sind, so besitzen alle Glieder einer Stammachse gleich viel tertiäre Zellen. Dieselben liegen daher in 4 oder 5 senkrechten Reihen. Wenn dagegen mehr als 5 tertiäre Zellen an einem Stammgliede sich befinden, so varirt ihre Zahl in den successiven Gliedern. So finde ich an der nämlichen Achse bei *Polysiphonia variegata* 6—8, bei *P. agardhiana* 8—14, bei *P. fastigiata* 17—21 tertiäre Zellen an je einem Gliede. An *P. opaca* Ag. z. B. bestehen einmal die successiven Glieder einer Achse aus 10, 11, 11, 12, 13, 13, 14, 14, 14, 14, 14, 15, 15, 15, 15 etc. tertiären Zellen, an einer andern Achse aus 14, 13, 13, 14, 13, 13, 14, 14, 14, 14, 15, 15, 15, 14, 14 etc. tertiären Zellen.

Die Zahl der tertiären Zellen an den successiven Gliedern kann demnach entweder auf grössere oder kleinere Strecken gleich bleiben;

in diesem Falle liegen die tertiären Zellen in senkrechten Reihen und die Divergenz der seitlichen Organe kann mathematisch-genau bestimmt werden. Oder ihre Zahl varirt an den successiven Gliedern; dann steht doch die Mehrzahl vollkommen senkrecht übereinander, und die Divergenz der Organe kann annähernd sehr genau ermittelt werden.

Ich muss nun zunächst noch das Verfahren angeben, das ich befolgte, theils um die Zahl und Stellung der tertiären Zellen, theils um die Insertion der seitlichen Organe genau zu bestimmen. Ich zerdrückte die Stämme mit verdünnter Salpetersäure vorsichtig. Es glückte mir, die hohlcylindrische Schicht von tertiären Zellen an einer senkrechten Linie zu zerreissen, und in eine ebene Fläche auszubreiten (Tab. VI. Fig. 10, 11. Tab. VII. Fig. 1, 2, 3). Bei denjenigen Arten, welche zahlreiche tertiäre Zellen besitzen, gelingt es nicht leicht auf eine grössere Strecke, als etwa von 5—7 Gliedern. An frischen Exemplaren von *P. opaca* konnte ich einigemal die Schicht von tertiären Zellen auf die Länge von 15 und 16 Gliedern bloss legen.

An der flachgelegten Schicht von tertiären Zellen liegen diejenigen, welche dem gleichen Stammgliede angehören, in einer Querreihe. (Diese Querreihen sind durch *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, *g*, *h*, *i* bezeichnet.) Die tertiären Zellen liegen ferner in Längsreihen; und jede Zelle ist durch einen Porus mit der über ihr liegenden und durch einen Porus mit der unter ihr liegenden Zelle verbunden. Das letztere findet immer statt, wenn die Zahl der tertiären Zellen je 4 oder 5 ist; auch bei höheren Zahlenverhältnissen, wenn die successiven Glieder gleich viel tertiäre Zellen enthalten und keine seitlichen Organe tragen (Tab. VI. Fig. 10, 11. Tab. VII. Fig. 2, *b*–*c*; Fig. 3, *a*–*b*). Wenn aber die successiven Zahlen der peripherischen Zellen verschieden sind, oder wenn die betreffenden Stammglieder seitliche Organe erzeugen, so giebt es einige tertiäre Zellen, welche nicht oben und unten je Einen Porus besitzen. Wenn z. B. 2 successive Glieder 7 und 8, 8 und 9, 9 und 10, 10 und 11, 11 und 12, 12 und 13 etc. tertiäre Zellen besitzen, so hat Eine der Zellen je der kleinern Reihe 2 Poren nach 2 Zellen

der grössern Reihe (Tab. VII. Fig. 3, *b–c*). Ist die Zahl der tertiären Zellen noch bedeutender, und beträgt sie in 2 successiven Gliedern 16 und 17, 17 und 18, 18 und 19, 19 und 20 etc., so kann es der Fall sein, dass mehrere Zellen der kleinern und mehrere Zellen der grössern Reihe 2 Poren haben.

Da von den abfallenden Blättern die Basiszellen als Narben zurückbleiben (Tab. VI. Fig. 8, *f*), so bezeichnen diese kleinern runden Zellen die Insertionen der Blätter an der flach gelegten Schicht von tertiären Zellen (Tab. VI. Fig. 10, 11. Tab. VII. Fig. 1, 2). Wenn die Zahl der letztern geringer ist (4—8), so sind die Narbenzellen zwischen je 2 tertiären Zellen einer Querreihe, somit zwischen je 2 Längsreihen befestigt (Tab. VI. Fig. 10, 11). Ist dagegen die Zahl der tertiären Zellen beträchtlicher (13 und darüber), so sind sie so schmal, dass die Narbenzelle nicht mehr zwischen zweien Platz findet. Sie steht dann zwischen 3 Zellen der untern und 2 der obern Reihe, oder zwischen 3 Zellen der untern und 3 der obern Reihe, oder zwischen 4 und 2, 4 und 3, 5 und 3 (Tab. VII. Fig. 1, 2), wobei 1, 2 oder 3 Zellen der untern Reihe etwas kürzer sind als die übrigen.

An der flachgelegten Schicht von tertiären Zellen ist die Insertion der Aeste nicht zu sehen, weil die Zellschicht sich dort nicht regelmässig ablöst. Ueberhaupt können die tertiären Zellen durch das angegebene Verfahren bloss in dem Raume zwischen zwei Aesten nicht über dieselben hinaus als zusammenhängende Schicht bloss gelegt werden. Die Stellungsverhältnisse der Aeste müssen an der unversehrten Mutterachse studirt werden.

Die secundären Dauerzellen (Achsenzellen) liegen als Zellenreihe neben oder auf der flachen Schicht von tertiären Zellen. Sie sind durch den besondern Habitus, namentlich durch den Bau der Poren leicht kenntlich, und können zu keinem Irrthum Veranlassung geben.

Nachdem ich die Art und Weise der Untersuchung näher angegeben habe, so will ich die einzelnen Stellungsverhältnisse untersuchen.

Ist die Zahl der tertiären Zellen an jedem Gliede 4, so beträgt

die Divergenz $1/4\ \pi$. Diess ist sehr leicht zu ermitteln, sowohl am unveränderten Stamme (Tab. VI. Fig. 8), als an der flachgelegten Schicht von tertiären Zellen (Fig. 10). Wenn alle Stammglieder seitliche Organe erzeugen, so steht zwischen zwei Längsreihen von tertiären Zellen auf dem 1, 5, 9, 13ten etc. Gliede eine Blattnarbe oder ein Ast. Das numerische Verhältniss von Blättern und Aesten ist unbestimmt. Zwischen zwei Gliedern, welche Aeste tragen, können 1 ..... 10 und mehr Blattnarben sich befinden.

An einer Tochterachse (Ast) bleibt das unterste Glied kahl. Auf dem zweiten Gliede steht ein Blatt, und zwar immer so, dass es 90° von der Insertion des untersten Gliedes an der Mutterachse entfernt ist (Tab. VI. Fig. 8, *r*, *r*). — Entweder tragen alle Stammglieder seitliche Organe, oder einzelne bleiben frei; dann überspringt die Spirale diese Glieder, als ob sie nicht vorhanden wären. Ich will dafür zwei Beispiele anführen:

Art.	Spat. intercellul.				Art.	Spat. intercellul.			
	1	2	3	4		1	2	3	4
1	*f*	—	—	—	1	*r*	—	—	—
2	—	—	—	—	2	—	—	—	—
3	—	*r*	—	—	3	—	*f*	—	—
4	—	—	—	—	4	—	—	*f*	—
5	—	—	*f*	—	5	—	—	—	*r*
6	—	—	—	*f*	6	—	—	—	—
7	*r*	—	—	—	7	—	—	—	—
8	—	—	—	—	8	*r*	—	—	—
9	—	—	—	—	9	—	—	—	—
10	—	*f*	—	—	10	—	*f*	—	—
11	—	—	*f*	—	11	—	—	*f*	—
12	—	—	—	*r*	12	—	—	—	—
13	—	—	—	—	13	—	—	(*r*)	—
14	—	—	—	—	14	—	—	—	*f*
15	*f*	—	—	—	15	*r*	—	—	—
16	—	*f*	—	—	16	—	—	—	—
17	—	—	—	—	17	—	*f*	—	—

Art.	Spat. intercellul.			
	1	2	3	4
18	—	—	—	—
19	—	—	*r*	—
20	—	—	—	*r*
21	—	—	—	—
22	—	—	—	—
23	*f*	—	—	—
24	—	*f*	—	—
25	—	—	*r*	—

Art.	Spat. intercellul.			
	1	2	3	4
18	—	—	*r*	—
19	—	—	—	—
20	—	—	—	—
21	—	—	—	*f*
22	*f*	—	—	—
23	(*r*)	—	—	—
24	—	*f*	—	—
25	—	—	*r*	—
26	—	—	—	—
27	—	—	—	—
28	—	—	—	*f*
29	*r*	—	—	—
30	—	—	—	—

Die vorstehende Tabelle umfasst die successiven 25 Glieder (Art.) einer Achse, und die successiven 30 Glieder einer andern Achse. Die Intercellularräume (Spat. intercellul.), welche zwischen den tertiären Zellen eines jeden Stammgliedes liegen, sind mit 1, 2, 3, 4 bezeichnet. *f* bedeutet ein Blatt, *r* einen Ast, der Strich — einen freien Intercellularraum. Man sieht, dass im ersten Beispiele das 2, 4, 8, 9, 13, 14, 17, 18, 21 und 22ste Stammglied weder Blatt noch Ast erzeugt hat, dass auf dem 19 und 20sten Gliede nacheinander 2 Aeste folgen u. s. w. — Im zweiten Beispiele ist die regelmässige Spirale zweimal scheinbar unterbrochen durch eine eingeschobene Insertion. Der Ast des 13ten Gliedes (*r*) steht senkrecht über dem Blatte des 11ten Gliedes, ebenso der Ast des 23sten (*r*) über dem Blatte des 22sten Gliedes. Diese beiden Aeste waren nun aber kleiner und jünger als die übrigen, und charakterisirten sich sogleich als die Nebenästchen, von denen ich schon oben gesprochen habe. Die Störung der gesetzmässigen Stellung ist daher nur scheinbar. Aber sie befolgt eine gewisse Regel. Wenigstens stand in den von mir beobachteten Fällen das Nebenästchen immer senkrecht über einer nächst frühern Blattinsertion.

Beträgt die Zahl der tertiären Zellen 5 oder 6, so ist die Divergenz $^1/_5$ oder $^1/_6$. In Tab. VI. Fig. 11 ist ein Beispiel der letztern Stellung gezeichnet, wo zwischen 2 Blattinsertionen 0—4 freie Glieder liegen.

Ist die Zahl der tertiären Zellen beträchtlich, z. B. 13 bis 16, so sind die Divergenzen schwieriger zu ermitteln, theils weil jene Zahl häufig in den successiven Gliedern varirt, theils weil die Blattinsertionen nicht mehr genau zwischen 2 Längsreihen stehen (Tab. VII. Fig. 1, 2). Mit Berücksichtigung aller Verhältnisse habe ich gefunden, dass bei 13 Längsreihen die Divergenz $2^1/_2/_{13}$, $^3/_{13}$ und $3^1/_2/_{13}$, bei 15 Reihen $^3/_{15}$ und $^4/_{15}$, bei 16 Reihen $^3/_{16}$ und $^4/_{16}$ ist.

Da nun die Blätter *vor* den tertiären Zellen entstehen, so kann man füglich annehmen, dass die nachherigen Ungleichheiten der Divergenz nicht schon ursprünglich vorhanden gewesen seien, sondern dass dieselbe an der gleichen Achse entweder die gleiche bleibe, oder doch sich stetig ändere. Dann könnte man für die 13 Reihen die Divergenz zu $^3/_{13}$, für 15 Reihen zwischen $^3/_{15}$ und $^4/_{15}$ und für 16 Reihen zwischen $^3/_{16}$ und $^4/_{16}$ annehmen. Bei der Gattung *Polysiphonia* giebt es dann folgende Divergenzen: $^1/_4$, $^1/_5$, $^1/_6$ ..... $^3/_{13}$, $^7/_{30}$, $^7/_{32}$ .....

Leider wurde ich erst am Schlusse meines Meeraufenthaltes im Jahr 1842 auf die Ermittelung dieser Verhältnisse aufmerksam, und konnte bloss noch eine beschränkte Zahl von Untersuchungen vornehmen. Sie sind aber hinreichend, um zu zeigen, dass die Lehre von den Stellungsverhältnissen der Achsen noch lange nicht abgeschlossen ist, und dass dieselben wohl nicht so einfach sind, wie man es sich gewöhnlich denkt. Denn es ist wenigstens nicht wahrscheinlich, dass, während eine einfach gebaute Pflanze wie *Polysiphonia* so verschiedenartige Divergenzen zeigt, die complicirten Phanerogamen sich mit einem, so zu sagen, einförmigen Gesetze begnügen.

Bei den einen Arten von *Polysiphonia* bestehen die Stämme, wie oben angegeben wurde, nur aus den secundären Dauerzellen (Achsenzellen) und einer einfachen Schicht von tertiären Zellen.

Bei den andern Arten trifft man ausserdem noch ein äusseres Gewebe von kleinern Zellen, welches scheinbar eine Rinde darstellt. Dasselbe beginnt mit kleinen Zellen in den äussern Intercellularwinkeln der tertiären Zellen (Tab. VII. Fig. 12, 13; Fig. 17, *c*). Dann werden auch die Intercellularkanten mit Zellen ausgefüllt (Tab. VII. Fig. 14), so dass jede tertiäre Zelle aussen rings mit einem Kranz von kleinern Zellen umgeben, und bloss in der Mitte frei ist (Fig. 15, 4, 5). Zuletzt sind die tertiären Zellen ganz mit dieser Schicht von kleinern Zellen bedeckt.

Die Entstehungsweise dieser scheinbaren Rinde ist folgende: Die Ecke einer tertiären Zelle wächst etwas aus, und wird durch Zellenbildung zu einer besondern Zelle. Diese Zelle wächst nach einer oder nach zwei Seiten in Zellenreihen aus, welche die Fugen zwischen den tertiären Zellen überziehen. Gewöhnlich finde ich, dass diese Zellenreihen aus den untern Ecken der tertiären Zellen entspringen und nach unten wachsen (Tab. VII. Fig. 15). In andern Arten aber wachsen sie bestimmt nach oben und nach unten (Tab. VII. Fig. 14). Die Zellenreihen wachsen durch Zellenbildung in der Scheitelzelle. Sie verästeln sich dadurch, dass eine Zelle seitlich auswächst, und eine Astzelle erzeugt, welche zu einer Tochterachse sich verlängert (Tab. VII. Fig. 15, 16).

Diese verästelten Zellfäden stimmen in vielen Punkten mit denjenigen überein, welche bei *Batrachospermum* und bei vielen *Callithamniaceen* eine scheinbare Rinde bilden. Bei diesen Pflanzen entspringen sie aus dem untern Theil der ersten (secundären) Zellen der seitlichen Organe, auch zuweilen aus dem untern Theil einer jeden (secundären) Zelle einer Achse. Bei *Polysiphonia* entspringen sie aus dem untern (auch obern?) Theil der tertiären Zellen. An beiden Orten wachsen sie auf gleiche Weise, verästeln sich auf gleiche Weise, liegen den Stammachsen an, und bilden ein dichtes Geflecht. Dieses Geflecht darf meiner Ansicht nach weder *Gewebe* noch *Rinde* heissen. Nicht *Gewebe*, weil die Zellfäden bloss nebeneinander liegen, ohne dass die Zellen der verschiedenen Achsen untereinander und mit den Zellen der Stammachsen in anatomischer und physiologischer Verbindung ständen;

denn die Poren, die in den Geweben sonst überall vorhanden sind, mangeln. Nicht *Rinde*, weil die Entwickelung aus dem Stammzellgewebe und die physiologische Beziehung zu demselben eine andere ist. — Ich schlage desshalb für diese scheinbare Rinde den Namen „*Wurzelgeflecht*" vor.

Der *Zelleninhalt* (aller Zellen) beginnt mit homogenem farblosem Schleim, und geht durch gekörnten, allmälig sich färbenden Schleim über in eine wasserhelle Flüssigkeit mit (rothen) Farbbläschen [1]) an der Wandung. In den primären Stammzellen erkennt man zuweilen einen Kern (Tab. VI. Fig. 5, *c*). Auch in den übrigen Zellen der Pflanze ist häufig ein wandständiger, halbkugeliger Kern sichtbar; von demselben gehen Saftströmchen aus. Später erscheint er, von der Fläche angesehen, als ein Ring.

Die Farbbläschen werden zu der Zeit gebildet, da der Schleim, welcher ursprünglich die ganze Zelle erfüllt, an die Membran sich anlagert, und das Lumen frei lässt. Dann tritt er häufig als ein Netz von Schleimfäden auf, welches sich in der ganzen Zelle ausbreitet; die Farbbläschen liegen in den wandständigen Netzlinien. Tab. VI. Fig. 13 zeigt zwei tertiäre Zellen in diesem Stadium; von der Zelle *a* sieht man die Wandung, von der Zelle *b* einen mittleren Durchschnitt. Die Farbbläschen sind rundlich und elliptisch. Diejenigen, welche in den Ecken des Netzes liegen, sind eher drei- oder viereckig, indem sie etwas nach der Richtung der Netzlinien verlängert sind. — In vielen Arten sind die tertiären Stammzellen zuletzt mit Amylumkügelchen gefüllt.

Alle Zellen besitzen *Poren* nach andern Zellen. Dieselben werden dadurch gebildet (Tab. VII. Fig. 18), dass stellenweise die Extracellularsubstanz (*e*, *e'*) mangelt, und bloss die Zellmembran (*m*, *m'*) die beiden Zellen trennt. Wenn die sonst wandständige Schleimschicht (*c*, *c'*) sich von der Membran loslöst, und sich zurückzieht, indem der Zwischenraum zwischen ihr und der Membran sich mit Wasser füllt (*a*, *a'*), so bleibt sie durch einen Schleimstrang (*d*, *d'*) mit dem Porus in Verbindung. Auch wenn die Zell-

---

[1]) Vgl. in diesem Heft pag. 110.

wandung durch Säure aufgelöst wird, so bleibt der Inhalt durch diese Stränge verbunden (Tab. VI. Fig. 9, 10, 11. Tab. VII. Fig. 1, 2, 3).

Die Anordnung der Poren zeigt bei *Polysiphonia* eine grosse Regelmässigkeit:

1. Die secundären Dauerzellen (Achsenzellen) der Stämme haben jede zwei grosse Poren, einen an der obern Endfläche nach der secundären Dauerzelle des nächst obern Stammgliedes, und einen an der untern Endfläche nach der Achsenzelle des nächst untern Stammgliedes (Tab. VI. Fig. 9, *a-a*; Fig. 12, *a-a*. Tab. VII. Fig. 4, *a-a*).

2. Jede secundäre Dauerzelle der Stämme besitzt ferner einen Quirl von kleinen Poren in der Mitte ihrer Länge, je einen nach einer tertiären Zelle (Tab. VI. Fig. 9, von *a-a* nach *b-b*; Fig. 12, *b*, *b*).

3. Die secundären Dauerzellen derjenigen Stammglieder, welche einen Ast tragen, besitzen ausserdem einen grössern Porus am obern seitlichen Ende nach der secundären Dauerzelle (Achsenzelle) des ersten Astgliedes.

4. Die secundären Dauerzellen derjenigen Stammglieder, welche ein Blatt tragen, haben einen kleinern Porus am obern seitlichen Ende nach der Basiszelle des Blattes (Tab. VI. Fig. 9, *f*).

5. Die tertiären Zellen der Stämme zeigen jede einen kleinen Porus in der Mitte ihrer innern Seitenfläche nach der secundären Dauerzelle des gleichen Stammgliedes (Tab. VI. Fig. 9, *b-b* nach *a-a*).

6. Die tertiären Zellen der Stämme besitzen ferner in der Regel zwei kleine Poren, einen in der Mitte der obern und einen in der Mitte der untern Endfläche nach der entsprechenden tertiären Zelle des obern und des untern Stammgliedes (Tab. VI. Fig. 9, *b-b*; Fig. 10, 11. Tab. VII. Fig. 1—3). — Zuweilen hat eine tertiäre Zelle zwei Poren nach unten oder zwei nach oben, wenn sie zwei tertiäre Zellen so berührt, dass jede ungefähr die Hälfte ihrer obern oder untern Wand einnimmt (Tab. VII. Fig. 1—3).

Ob die tertiären Zellen des gleichen Stammgliedes auch unter sich durch seitliche Poren verbunden seien, weiss ich nicht. Wenn es der Fall wäre, so müssten sie kleiner sein als die übrigen Poren, und durch ihre Kleinheit sich dem Blicke entziehen.

Der Porus an der untern Fläche einer tertiären Stammzelle geht zuweilen nach der Basiszelle eines Blattes, meist nur, wenn diese genau senkrecht unter der ersteren liegt (vergl. Tab. VII. Fig. 1 die sechste Zelle der Reihe *d*, die neunte der Reihe *c*, und Fig, 2 die achte Zelle der Reihe *g*). Wenn die Basiszellen der Blätter dagegen nicht genau senkrecht unter einer tertiären Stammzelle liegen, so sah ich gewöhnlich keinen Porus. Ebenfalls sah ich keine Poren von den tertiären Zellen nach den über ihnen liegenden Basiszellen der Blätter. Es ist möglich, dass sie in beiden Fällen gleichwohl vorhanden, aber klein sind.

7. Diejenigen tertiären Stammzellen, aus denen Wurzelfäden entspringen, besitzen auch einen Porus nach der ersten secundären Zelle der Hauptachse des Wurzelfadens.

8. Die secundären Zellen der Blätter besitzen einen (kleinen) Porus im Centrum der untern Endfläche nach der Zelle, auf welcher sie stehen, sei es nach der secundären Dauerzelle (Achsenzelle) des Stammes, wenn sie die ersten secundären Blattzellen der Hauptachse sind (Tab. VI. Fig. 9, *f*), sei es nach einer Blattzelle (Tab. VII. Fig. 19). An der obern Endfläche der secundären Blattzellen befindet sich entweder Ein centraler Porus, wenn dieselbe bloss Eine Zelle trägt (wie es mit der Basiszelle und mit den obersten Zellen des Blattes der Fall ist), oder zwei Poren, wenn sie nicht bloss die Fortsetzung ihrer Achse, sondern auch eine Tochterachse (eine Pseudodichotomie) trägt (Tab. VII. Fig. 19).

Die erste secundäre Zelle der Hauptachse (Basiszelle) des Blattes zeigt, ausser dem Porus nach der secundären Dauerzelle des Stammes, zuweilen einen noch kleinern Porus nach einer tertiären Stammzelle (Tab. VII. Fig. 1, *b*, *c*; Fig. 2, *f*).

Die primären Blattzellen (Scheitelzellen) des letzten Grades besitzen Einen Porus im Centrum ihrer untern Endfläche.

9. Die Zellen der Wurzelfäden verhalten sich ähnlich wie die

der Blätter. Sie haben je einen Porus an der Basisfläche nach der anliegenden Zelle der gleichen Achse, oder, wenn es die Basiszelle des ganzen Fadens ist, nach der tertiären Stammzelle, aus welcher derselbe entsprungen. Sie haben ferner einen Porus an der Endfläche nach der Zelle, welche die Fortsetzung der gleichen Achse bildet, und ferner so viele Poren, als eine Zelle Tochterachsen trägt. Ausserdem finden sich aber weder Poren zwischen den seitlich an einander liegenden Zellen der Wurzelfäden selbst, noch zwischen diesen und den tertiären Stammzellen, welche sie bedecken.

Die *Sporenbildung* findet im Innern der Stämme statt. Eine tertiäre Zelle theilt sich in eine innere und in eine äussere Zelle (Tab. VII. Fig. 20, 21, *m* und *n*). Die innere derselben bildet wieder an ihrer Stelle eine grössere obere, und eine kleinere untere Zelle (Tab. VII. Fig. 21; Fig. 20, *s* und *t*). Die obere ist die Sporenmutterzelle.

Die Abbildung Tab. VII. Fig. 21, *m* scheint darauf hinzuweisen, dass die beiden Tochterzellen durch *freie* Zellenbildung entstanden seien. Man sieht aber nicht die Zellmembranen, sondern bloss die durch krankhafte Veränderung contrahirten Schleimschichten als freie Kreise. Die erstern zeigten sich als eine zarte, kaum sichtbare Scheidewand [1]).

Die Sporenbildung beginnt in einem beliebigen Stammglied, und schreitet nach oben hin eine Strecke weit fort. Alle successiven Stammglieder fructificiren, ohne Rücksicht darauf, ob sie ein Blatt, einen Ast oder gar keine Tochterachse tragen. In jedem Gliede scheint nur Eine der tertiären Zellen Sporen zu erzeugen.

Die Sporenmutterzelle und ihre Schwesterzelle enthalten zuerst einen kleinen wandständigen Kern (Tab. VII. Fig. 21). Die letztere behält denselben fortwährend, obgleich er nur selten zu sehen ist (Tab. VII. Fig. 22, *t*). In der Sporenmutterzelle dagegen tritt, statt des wandständigen primären Kernes, bald ein centraler secundärer Kern auf, mit radialer Saftströmung (Tab. VII. Fig. 22, *s*).

---

[1]) Vgl. in diesem Hefte pag. 46 ff.

Die Zelle füllt sich mit körnigem Inhalt. Der centrale Kern schwindet, und es erscheinen vier neue, kleinere Kerne. Sogleich nun findet die Bildung der Specialmutterzellen statt. Dieselben, und somit auch die Sporen, liegen tetraëdrisch (Tab. VI. Fig. 14, 16, *s*. Tab. VII. Fig. 23, *s*). — Die ausgebildeten Sporen sind roth, und besitzen ein centrales Kernbläschen (Tab. VI. Fig. 15). An der Wandung kann die Membran und die Extracellularsubstanz (Exosporium) nicht unterschieden werden.

Die *Antheridien* (Tab. VI. Fig. 17, *d*. Tab. VII. Fig. 24) sind länglich-ovale Anhäufungen von kleinen kugeligen oder ovalen farblosen Zellchen. Diese Zellchen sind gleichförmig; sie zeigen eine constante Grösse von 0,002‴. Anfänglich sind sie mit homogenem Schleime gefüllt. Zuweilen erkennt man ein wandständiges Kernchen. Nachher sind sie mit farbloser Flüssigkeit gefüllt, mit einem an der Wand liegenden Pünktchen, oder mit einem kaum sichtbaren Spiralfaden (Tab. VII. Fig. 26).

Die Antheridien stehen auf einer zweigliedrigen Zellenreihe, deren zweites Glied, ausser dem Antheridium, auf der dem Stamme abgekehrten Seite ein pseudodichotomisches Haar trägt. (Tab. VI. Fig. 17; in Tab. VII. Fig. 24 ist das Haar abgefallen). Das ganze Organ ist ein Blatt, an welchem ein Theil durch die Samenzellbildung metamorphosirt wurde. Dieses Blatt entsteht, wie jedes andere Blatt, aus einer Zelle, welche sich durch seitliches Auswachsen einer secundären Stammzelle des ersten Grades bildete Jene Zelle theilt sich durch eine horizontale Wand; die obere der beiden Tochterzellen desgleichen u. s. w. Die erste Blattachse wächst also durch Zellenbildung in der primären Zelle (Scheitelzelle), nach der Formel $I^n = I^{n+1} + {}^nII$ (Tab. VI. Fig. 18—21. Tab. VII. Fig. 27—29).

Von den Zellen der ersten Blattachse gehen alle mit Ausnahme der 1, 2, 3 obersten (nämlich der Scheitelzelle und zuweilen einer oder zwei secundärer Zellen) und der zwei untersten (${}_1II$ und ${}_2II$), in Samenzellbildung über (Tab. VI. Fig. 20—22). — Die zweit-unterste Zelle (${}_2II$; Fig. 21, 22, *b*) erzeugt durch seitliches Auswachsen eine Astzelle, und aus ihr eine Tochterachse,

welche sich wieder verästelt, und zuletzt dichotomisch erscheint. Die Entwickelungsgeschichte befolgt das oben für das Blatt im Allgemeinen festgestellte Gesetz. Dieser (vegetative) Theil des Antheridienblattes ist entweder frei, oder er liegt seitlich und an der Spitze dem Antheridium dicht an, und bildet gleichsam für dasselbe eine einseitige Hülle (Tab. VI. Fig. 17).

Die Entwickelungsgeschichte der Samenzellchen ist mir nicht ganz klar geworden. So viel ist sicher, dass in den secundären Zellen des ersten Grades (Tab. VI. Fig. 18, *d*) schief-senkrechte Wände auftreten (Tab. VI. Fig. 19—22. Tab. VII. Fig. 27—29), und dass zuerst eine centrale Zelle (secundäre Dauerzelle) sich von dem umgebenden zellenbildenden Gewebe ausscheidet (Tab. VII. Fig. 30, 31, *a*. Tab. VI. Fig. 21, 22). Das Endresultat ist ein centraler Strang von Achsenzellen (secundären Dauerzellen), von denen jede der Länge eines Gliedes entspricht (Tab. VII. Fig. 30, 31, *a*; Fig. 25, *a*, *b*), und eine Menge von kürzeren Samenzellchen, welche jenen Achsenstrang umschliessen.

Die *Keimbehälter* sind seitlich an den Stämmen befestigt. Sie bestehen aus einem fast kugelförmigen, an der Spitze geöffneten Sacke (Tab. VI. Fig. 23). Derselbe ist von einer einfachen Zellschicht gebildet, und schliesst die Keimzellen ein. Die Zellen der Wandung liegen mehr oder weniger deutlich in horizontalen und verticalen Reihen. Um die Oeffnung zählte ich acht Randzellen. Der Sack steht auf einem kurzen Stiele, der einem ersten Astgliede gleicht, und aus einer secundären Dauerzelle (Achsenzelle) (Fig. 23, *c*) und mehreren tertiären Zellen (Fig. 23, *d*, *d*) gebildet ist.

Ich habe aus der Entwickelungsgeschichte des Keimbehälters einige sichere Zustände gezeichnet (Tab. VI. Fig. 25, *e-f*; 26—29). Es ist mir aber nicht gelungen, vollständig das Gesetzmässige der Zellenbildung zu finden. Soviel ist ausgemacht, 1) dass der Keimbehälter aus einer einfachen Astzelle entsteht, welche durch Zellenbildung nach der Formel $I^n = I^{n+1} + {}_nII$ zu einer Zellenreihe wird; 2) dass in dem untersten Gliede eine gleiche Zellenbildung stattfindet, wie in den Stammgliedern; 3) dass aus dem zweiten

Gliede der eigentliche Keimsack entsteht; und 4) dass der obere Theil der Zellenreihe, welcher einfach oder wenig verästelt ist, keine weitere Zellenbildung erfährt, sondern bald abfällt. Die Umwandlung des zweiten Gliedes in den Keimsack findet nach einem mir unbekannten Gesetze der Zellenbildung statt. Ursprünglich besteht das Glied aus einer einzigen Zelle, dann aus zwei (Tab. VI. Fig. 25, *g–h*). Darauf bildet sich noch einmal eine senkrechte Wand (Fig. 26). Die eine der drei Zellen ist bedeutend grösser, und erfährt eine starke Vermehrung durch Bildung von horizontalen und schiefen Wänden (Fig. 27—29).

Die Structur des entwickelten Keimbehälters spricht dafür, dass die Wand des Sackes durch veränderte und vermehrte Zellenbildung aus den metamorphosirten tertiären Zellen entstanden sei, und dass die Keimzellen durch eine neue Zellenbildung aus der secundären Zelle des letzten Grades (Achsenzelle) hervorgehen (vgl. Tab. VI. Fig. 23).

Die Bildung der Keimzellen geschieht im Grunde des Keimsackes. Die Zellen sind dort sehr klein (0,002‴), und mit farblosem Schleiminhalte. Nach oben werden sie grösser. Die vollkommen entwickelten liegen zuäusserst, unterhalb der Oeffnung, und verlassen durch diese den Keimsack. Sie sind birnförmig, das dünnere Ende nach unten gerichtet. Sie besitzen einen rothen körnigen Inhalt und einen Kern; derselbe ist ein helles Bläschen, mit einem weisslichen dichten Kernchen (Tab. VI. Fig. 24).

Polysiphonia besitzt, wie aus den mitgetheilten Untersuchungen hervorgeht, drei Organe, nämlich zwei wesentliche: *Stämme* und *Blätter*, und ein unwesentliches: *Wurzelhaare*. Sie unterscheiden sich folgendermassen von einander:

1. Der *Stamm* wächst unbegrenzt in die Länge. Die Zellenbildung $I^n = I^{n+1} + {}_nII'$ dauert, so lange als das Individuum lebt, wenn nicht eine Achse in Folge äusserer schädlicher Einflüsse abstirbt. n kann nach einander die Werthe 1 ..... ∞ annehmen.

Die secundären Zellen des Stammes theilen sich durch Gewebezellbildung begrenzt, nach der Formel $II^n =$

$II^{n+1} + {}_{n}III$. n nimmt nach einander die Werthe 1 ..... p an; p schwankt zwischen 4 und ungefähr 25. Das Resultat dieser Zellenbildung ist für jedes Glied eine Achsenzelle (secundäre Dauerzelle) und eine kreisförmige Schicht von gleichlangen tertiären Zellen.

Das Wachsthum durch Zellenausdehnung geht, wie dasjenige durch Zellenbildung, von unten nach oben.

Die primäre Zelle des ersten Grades einer Stammachse ist entweder eine Sporenzelle, eine Keimzelle, oder eine Astzelle, welche durch Auswachsen einer secundären Dauerzelle (Achsenzelle) entstanden ist.

2. Das *Blatt* besitzt begrenztes Wachsthum in die Länge und begrenzte Wiederholung seiner Achsen. Die Blattachsen verlängern sich durch die Formel $I^{n} = I^{n+1} + {}_{n}II$, in welcher n nach einander die Werthe 1 ..... p annimmt; p ist eine unbestimmte aber limitirte Zahl. An der Hauptachse bleibt der oberste Theil unverästelt; an den primären Seitenachsen ist das unverästelte Ende relativ schon beträchtlicher; die tertiären und quartären Seitenachsen sind oft schon ganz oder grösstentheils unverzweigt. Durch das begrenzte Wachsthum der Achsen und die unbegrenzte Verästelung nehmen die Blätter nachträglich eine dichotomische Gestalt an.

Die secundären Blattzellen theilen sich nicht durch Gewebezellbildung. Die Blattachsen sind Zellenreihen.

Das Wachsthum durch Zellenausdehnung beginnt an der Spitze des Blattes und schreitet nach der Basis hin. Das Blatt fällt zuletzt ganz ab, mit Ausnahme der untersten Zelle.

Die primäre Zelle des ersten Grades der Hauptachse eines Blattes ist eine Astzelle, welche durch Auswachsen einer secundären Stammzelle des ersten Grades (Gliederzelle) entstanden ist.

3. Das *Wurzelhaar* wächst durch die Formel $I^{n} = I^{n+1} + {}_{n}II$ in die Länge; n nimmt nach einander die Werthe 1 ..... p an; p ist eine unbestimmte Zahl. Es verästelt sich unregelmässig, und

legt sich mit seinen Aesten und Zweigen als ein dichtes Geflecht um den Stamm.

Die secundären Wurzelhaarzellen theilen sich nicht durch Gewebezellbildung. Die Achsen sind Zellenreihen.

Das Wachsthum durch Zellenausdehnung geht, wie dasjenige durch Zellenbildung, von der Basis nach der Spitze (von oben nach unten).

Die primäre Zelle des ersten Grades der Hauptachse eines Wurzelhaares ist eine Astzelle, welche durch Auswachsen einer tertiären Stammzelle entstanden ist.

Die Stammachsen von *Polysiphonia* heissen bei den Autoren »Fila, Frons filiformis und Phycoma filiforme«; die Blätter, meist übersehen oder vernachlässigt, werden zuweilen »Pili oder Filamenta articulata«, als Collectiv »Penicilli« genannt; das Wurzelgeflecht wird als »Stratum periphericum s. externum und als Cortex« bezeichnet.

Der Ursprung der Organe zeigt aber bei *Polysiphonia* aufs deutlichste ihre organologische Bedeutung[1]):

Das *Blatt* entsteht an der ungetheilten Gliederzelle (secundären Zelle des ersten Grades) des Stammes, ehe die Gewebezellbildung in die Dicke begonnen hat. Es kann kein *Haar* sein, obgleich es seinem Bau noch so sehr es zu sein scheint, und obgleich es der Sporenbildung fremd bleibt; denn die appendiculären Organe entstehen überall, wo der Stamm ein Zellkörper ist, aus den Rindenzellen, nachdem die peripherische Gewebezellbildung in die Dicke vollendet ist: an den Florideenstämmen aus den tertiären Zellen des letzten Grades. — Obgleich übrigens bei *Polysiphonia* die Sporenbildung in den Stammachsen vor sich geht, so sind doch die Blätter keine unwesentlichen Organe, weil an ihnen sich die Antheridien bilden, und sie somit,

---

[1]) Ich verweise übrigens auf den Aufsatz in diesem Heft »Ueber das Wachsthum und den Begriff des Blattes« pag. 171 ff.

wenn auch nicht der ganzen Reproduction, doch der Einen Sphäre derselben vorstehen.

Der *Stamm* (Ast) entsteht, insofern er nicht aus einer Sporen- oder Keimzelle hervorgeht, an der Achsenzelle (secundären Zelle des letzten Grades), also nachdem die Gewebezellbildung in die Dicke vollendet ist. Da aber Sporen- und Keimzellen im Innern des Gewebes entstehen, so kann allgemein gesagt werden, dass die primäre Zelle des ersten Grades einer Stammachse sich innerhalb des Gewebes bilde, während die primäre Zelle des ersten Grades einer Blattachse immer ausserhalb und frei liegt.

Das *appendiculäre Organ* (Wurzelhaar) entsteht an der Aussenfläche einer tertiären Stammzelle, also nachdem die Gewebezellbildung in die Dicke vollendet ist. — Das Wurzelgeflecht darf nicht »äusseres Gewebe des Stammes oder Rinde« genannt werden. Denn das eigentliche Gewebe und somit auch die eigentliche Rinde entsteht allein durch *Theilung* der Zellen.

Die reproductiven Verhältnisse von *Polysiphonia* entsprechen ganz denen der Lebermoose. Die geschlechtliche Fortpflanzung wird durch die Samenzellchen (Samenbläschen) der Antheridien und durch die Sporenzellen vermittelt. Die geschlechtslose *Vermehrung* geschieht durch die Keimzellen der Keimbehälter [1]).

Der *Gattungsbegriff* von *Polysiphonia* muss in folgenden Merkmalen gefunden werden:

Unbegrenzte gegliederte Stämme hin und wieder verästelt; Glieder aus einer Achsenzelle und einer concentrischen Reihe von gleichlangen Zellen bestehend. Blätter pseudo-dichotomische Zellenreihen. Sporenmutterzellen innerhalb der Stammglieder; Spo-

---

[1]) Vgl. in *Nägeli* die neuern Algensysteme und Versuch zur Begründung eines eigenen Systems der Algen und Florideen (Neuenburg 1846) — den Artikel *Florideen*.

ren tetraëdrisch. Antheridien an den Blättern. Keimzellen in seitlichen Keimbehältern, welche aus einer einfachen, an der Spitze regelmässig geöffneten Zellschicht bestehen.

Dass das Wurzelgeflecht bei einzelnen Arten vorhanden ist, kann weder eine Gattung begründen, noch darf es in den Gattungsbegriff aufgenommen werden. Es scheint sehr unwesentlich zu sein. Einige Arten fructificiren lange, ehe die Bildung des Wurzelgeflechtes beginnt; und ich möchte aus einem gewiss nicht zu bestreitenden Grundsatze, dass eine Pflanze, wenn sie fructificirt alle ihre wesentlichen und charakteristischen Eigenschaften besitze, sogar folgern, dass das Wurzelgeflecht weder zur Begründung von Sectionen der Gattung, noch zur Unterscheidung der Arten benutzt werden dürfe.

Erklärung von Tab. VI.

Von verschiedenen sogenannten unberindeten *Polysiphonia*arten.

1. Stammspitze. *c* Scheitelzelle (I^n). *d* oberste Gliederzelle ($_{n-1}II'$). Die zweitoberste Gliederzelle ($_{n-2}II'$) ist in einen seitlichen Fortsatz *e* ausgewachsen. Auf der dritten Gliederzelle steht eine Astzelle *f* (I' für das entstehende Blatt). Auf der vierten Gliederzelle steht ein junges Blatt *g*. Das fünfte Glied, welches sich zu theilen angefangen hat, trägt ebenfalls ein junges Blatt *h*.

2. *a–c* Stammspitze. *c* Scheitelzelle (I^n). *d* oberste Gliederzelle ($_{n-1}II'$). *e* zweite Gliederzelle ($_{n-2}II'$). Die folgenden Glieder, vom dritten abwärts, haben sich alle getheilt; sie sind im Durchschnitte gezeichnet; man sieht die Achsenzelle *a* (secundäre Zelle des letzten Grades), und jederseits eine tertiäre Zelle *b*. *f* junges, noch unverästeltes Blatt. *g* junges Blatt, welches die Tochterachsen *h*, *i*, *k* zu bilden angefangen hat.

3. *g-c* Stammspitze. *c* Scheitelzelle (I^n). *d*, *e*, *g* Gliederzellen ($_{n-1}$, $_{n-2}$, $_{n-3}II'$). Die oberste Gliederzelle *d* hat schon eine Astzelle *f* erzeugt, aus welcher ein Blatt entsteht.

4. *a-c* Stammspitze. *c* Scheitelzelle (I^n). *d* oberste Gliederzelle ($_{n-1}II'$). Dieselbe hat eine Astzelle *f* erzeugt, aus welcher ein Blatt hervorgeht. Die folgenden Glieder haben sich getheilt; sie sind im Durchschnitte gezeichnet, und zeigen die Achsenzelle *a* und jederseits eine tertiäre Zelle *b*. *g* junges Blatt.

5. Stammspitze. *c* Scheitelzelle (I^n). *d* Gliederzelle ($_{n-1}II'$). Die zweite Gliederzelle (secundäre Zelle des ersten Grades) hat sich in eine secundäre Zelle des zweiten Grades und eine erste tertiäre Zelle *e* getheilt. Die folgenden zwei Glieder sind vollständig getheilt; *a* Achsenzelle; *b* tertiäre Zellen.

6. Querdurchschnitt durch einen Stamm; *a* Achsenzelle (secundäre Zelle des letzten Grades); *b* tertiäre Zellen.

7. Wie Fig. 6.

8. Stück von einem Stamm mit zwei Aesten (*r*, *r*). Er besteht aus einer Reihe von Achsenzellen, und vier Reihen von tertiären Zellen. Man erblickt zwei Reihen der letztern. Alle Glieder, mit Ausnahme von zweien, welche je einen Ast tragen, zeigen an den Gelenken eine kleine Zelle, die Basiszelle eines abgefallenen Blattes, welche als Narbe zurückbleibt (*f*, *f*).

9. Von einem Stamme, wie Fig. 8, welcher mit verdünnter Säure behandelt und zerdrückt wurde. Die Zellmembranen sind verschwunden. Der Schleiminhalt hat sich zusammengezogen, hängt aber noch durch Schleimstränge, welche den Stellen der frühern Poren entsprechen, zusammen. *a-a* Achsenzellen durch breite Schleimstränge (Poren) *m*, *m* mit einander verbunden. *b-b* tertiäre Zellen, durch schmale Schleimstränge (Poren) *o*, *o* mit einander verbunden. *n* Poren zwischen den Achsenzellen und den tertiären Zellen. *f* die Basiszelle eines abgefallenen Blattes, durch einen Schleimstrang (Porus) mit der Achsenzelle zusammenhängend.

10. Die tertiären Zellen von einem Stamme, wie Fig. 8, durch Behandlung mit verdünnter Säure und durch Pressen in eine flache Schicht ausgebreitet. Die Zellmembranen sind verschwunden. Der

Schleiminhalt hat sich zusammengezogen, und hängt noch an den Poren durch Stränge zusammen. Zwischen den Reihen liegen die Narbenzellen der abgefallenen Blätter; Divergenz = $^1/_4$.

11. Die flachgelegte Schicht von tertiären Zellen, wie Fig. 10, aber von einem Stamme, dessen Glieder aus einer Achsenzelle und sechs tertiären Zellen bestehen. Nicht alle Glieder (bloss *a*, *e*, *h*, *i*) haben Blätter getragen; Divergenz = $^1/_6$.

12. Zwei Achsenzellen aus einem in verdünnter Säure zerdrückten Stamme. Die Membran (*m*) ist noch sichtbar. Der Schleiminhalt (*a-a*) hat sich contrahirt; *c*, *c* leerer Raum zwischen der Membran und dem contrahirten Inhalt. Zwischen je zwei Achsenzellen liegt ein grosser Porus. *b*, *b* Schleimstränge, wodurch der Inhalt der Achsenzellen mit dem der tertiären Zellen zusammenhängt. Zwischen je zwei solchen nach rechts und links laufenden Schleimsträngen erblickt man vier kleine Ringe, welche an der zugekehrten Oberfläche des Inhaltes liegen, und die abgerissenen Schleimstränge sind, welche mit den übrigen tertiären Zellen verbunden waren. Da auf der abgekehrten Fläche des Inhaltes ebenfalls vier solcher abgerissener Schleimstränge liegen, so besass jede Achsenzelle ursprünglich einen Gürtel von 10 Poren (nach 10 tertiären Zellen hin).

13. Zwei tertiäre Zellen. *a* obere Zellwand; die Farbbläschen liegen an derselben in einem Netz. *b* Achsenfläche der Zelle; an der Wandung liegen Farbbläschen; durch das Lumen geht ein Netz von Schleimfäden.

14. Zwei sporentragende Glieder von aussen. *b*, *b* tertiäre Zellen. *s* Sporenmutterzellen mit vier tetraëdrischen Sporen. *t* Zelle, welche mit der Sporenmutterzelle aus einer Mutterzelle entstanden ist.

15. Ausgebildete Sporenzelle, mit rothem körnigem Inhalt und einem centralen Kernbläschen.

16. Senkrechter Durchschnitt durch ein sporentragendes Glied. *a* Achsenzelle (secundäre Zelle des letzten Grades). *b* tertiäre Zelle. *n* äussere Zelle (die eine der beiden Tochterzellen, in die sich die tertiäre Zelle theilte). *s* Sporenmutterzelle mit vier

tetraëdrischen Sporen. *t* untere Zelle, welche mit *s* aus einer Mutterzelle entstanden ist.

17. Ein Stück von einer Stammachse (*c*–*c*) mit einem Antheridienblatte. *a* unterste Zelle des Blattes. *b* zweite Zelle, welche als unmittelbare Fortsetzung das Antheridium (*d*) und als Ast den vegetativen, pseudodichotomischen Theil (*e*–*e*) des Antheridienblattes, der für das erstere als einseitige Umhüllung dient, trägt.

18. Junges Antherienblatt. *a* und *b* sind die gleichen Zellen wie in Fig. 17; *d* das junge Antheridium.

19. Wie Fig. 18. Es hat sich erst Eine Gliederzelle getheilt.

20. Wie Fig. 18. Die zwei untern Gliederzellen des Antheridiums haben sich zu theilen angefangen.

21. Wie Fig. 18. Die Theilung ist bereits in den vier untern Gliederzellen des Antheridiums aufgetreten, und hat eine Achsenzelle und peripherische Zellen gebildet.

22. Wie Fig. 18. Die Theilung ist schon weiter fortgeschritten, indem sich die peripherischen Zellen von Fig. 21 wieder getheilt haben. — Aus der zweiten Gliederzelle (*b*) des Antheridienblattes hat sich durch Auswachsen derselben ein Ast (*e*) gebildet, welcher zum vegetativen umhüllenden Theile (Fig. 17, *e*–*e*) für das Antheridium wird.

23. Ein Stück einer Stammachse mit einem Keimbehälter, beide im Durchschnitte gezeichnet. *a*–*a* Achsenzellen (secundäre Dauerzellen), *b*–*b* tertiäre Zellen des Stammes. *c* Achsenzelle, *d*, *d* tertiäre Zellen des eingliedrigen Stieles, worauf der Keimbehälter steht.

24. Fast ausgebildete Keimzelle mit rothem, feinkörnigem Inhalte, und einem wasserhellen centralen Kernbläschen, welches ein weissliches Kernchen einschliesst.

25. *a*–*c* Ende eines Stammes. *a* Achsenzellen (secundäre Zellen des letzten Grades). *b* tertiäre Zellen. *c* Scheitelzelle (primäre Zelle). *d* oberste Gliederzelle (secundäre Zelle). *e*–*f* junger

Keimast; *e* erstes Glied; *g-h* zweites Glied, aus welchem sich der Keimbehälter entwickelt; dasselbe besteht aus zwei Zellen.

26. Junger Keimast; *e* unterstes Glied; *g-h* zweites Glied, welches sich in den Keimbehälter umwandeln wird; dasselbe besteht aus drei Zellen; *f* Endtheil, welcher später abfällt.

27. Wie Fig. 26. Die Zelle *g* hat sich durch zwei Wände getheilt.

28. Wie Fig. 26 Das unterste Glied hat sich vollständig getheilt, in eine Achsenzelle (*e'*) und in peripherische Zellen (*e''*, *e'''*), wie in Fig. 23.

29. Wie Fig. 26. Von dem untersten Gliede *e*, welches vollständig sich getheilt hat, sind nur die zugekehrten peripherischen Zellen gezeichnet. Die Zelle *g* hat sich in viele Zellen getheilt.

Erklärung von Tab. VII.

Fig. 1—3. Von verschiedenen sogenannten unberindeten *Polysiphonia*arten.

1. Schicht von tertiären Stammzellen, welche durch Behandlung mit verdünnter Säure und leichten Druck flach gelegt wurde. Die Membranen sind undeutlich geworden, der Inhalt hat sich contrahirt. Die übereinander stehenden Zellen sind durch Schleimstränge (an der Stelle der frühern Poren) verbunden. Die runden Zellen sind die untersten Zellen (Narben) der abgefallenen Blätter. — *a*, *b*, *c*, *d* vier successive Glieder.

2. Wie Fig. 1. — *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, *g* sieben successive Glieder.

3. Wie Fig. 1. Es sind keine Narbenzellen von abgefallenen Blättern da. *a*, *b*, *c* drei successive Glieder.

Fig. 4 — 31. Von verschiedenen sogenannten berindeten *Polysiphonia*arten.

4. Senkrechter Durchschnitt durch eine jüngere Stammachse. *a - a* Achsenzellen (secundäre Zellen des letzten Grades). *b - b* tertiäre Zellen. In den äussern Intercellularwinkeln der tertiären Zellen finden sich junge Fäden des Wurzelgeflechtes.

5. Horizontaler Durchschnitt durch eine gleiche Stammachse, wie Fig. 4 sie im senkrechten Durchschnitte zeigt. Die Bezeichnung ist die gleiche.

6. Spitze einer Stammachse. *a* Achsenzellen (secundäre Zellen des letzten Grades). *b* tertiäre Zellen. *c* Scheitelzelle (primäre Zelle des n^{ten} Grades). *d* Gliederzelle (secundäre Zelle des ersten Grades). *e* Astzelle (primäre Zelle des ersten Grades für ein Blatt). *f*, *g* junge Blätter.

7. Stammspitze. *c* Scheitelzelle. *d* secundäre Zelle des ersten Grades (Gliederzelle). Die zweitoberste secundäre Zelle des ersten Grades hat sich in eine secundäre Zelle des zweiten Grades, und in eine erste tertiäre Zelle (*e*) getheilt. *a* secundäre Zelle des letzten Grades. *b*, *b* tertiäre Zellen. *f* junges Blatt.

8. Stammspitze. *c* Scheitelzelle. *d* secundäre Zelle des ersten Grades, welche seitlich auswächst, um ein Blatt zu erzeugen. *e* zweitoberste secundäre Zelle des ersten Grades. Die drittoberste secundäre Zelle des ersten Grades hat sich in eine secundäre Zelle des zweiten Grades (*f*) und in eine erste tertiäre Zelle getheilt.

9. Junge Pflanze. Die zwei untersten Glieder ($_1$II', $_2$II'') sind ungetheilt. Die vier folgenden haben sich in eine Achsenzelle und in tertiäre Zellen getheilt. Das siebente Glied besteht erst aus zwei Zellen: II^2 und $_1$III (*g*). Das achte Glied (*e*) ist noch ungetheilt ($_8$II'); es hat ein Blatt erzeugt. Das neunte Glied ist ebenfalls eine secundäre Zelle des ersten Grades ($_9$II'); sie wächst in einen seitlichen Fortsatz (*d*) aus, um ein Blatt zu bilden. *c* die Scheitelzelle (I^{10}). — *f* ein junges Blatt, welches aus seiner Hauptachse vier Tochterachsen (*m*, *n*, *o*, *p*) erzeugt hat.

10. Junge Pflanze. Das unterste Glied ist einzellig ($_1$II'). Das zweite Glied ist zweizellig: II^2 und $_1$III. Das dritte und vierte

Glied (im Durchschnitt gesehen) besteht aus einer Achsenzelle und tertiären Zellen. Das fünfte, sechste und siebente Glied sind einzellig ($_5$II', $_6$II', $_7$II'). *c* die Scheitelzelle (I^8). — *f* ein ganz junges Blatt, aus zwei Zellen ($_1$II und I^2) bestehend. *g* ein etwas weiter entwickeltes Blatt; das zweite Glied hat eine Tochterachse (*n*) gebildet; das dritte Glied wächst aus (*m*), um ebenfalls eine Tochterachse zu erzeugen. — *o* stellt das dritte und vierte Glied, an der Oberfläche gesehen, dar, und zeigt die tertiären Zellen.

11. Junges Blatt, noch in der Entwickelung begriffen. *a-b* Hauptachse; *c*, *d*, *e*, *f*, *g* Tochterachsen.

12. Oberfläche einer Stammachse. In einzelnen Winkeln zwischen den tertiären Zellen treten kleine Zellen auf.

13. Wie Fig. 12; die Zahl der äussern Intercellularzellen hat sich vermehrt.

14. Wie Fig. 12 und 13. Die Intercellularzellen wachsen nach oben und unten in Fäden (Wurzelfäden) aus.

15. Wie Fig. 14. Die Wurzelfäden haben sich verlängert und theilweise verästelt.

16. Ein (ästiger) Wurzelfaden für sich dargestellt.

17. Stück von einer Stammachse im senkrechten Durchschnitte. *a-a* Achsenzellen. *b-b* tertiäre Zellen. *c*, *c* Intercellularzellen zwischen den tertiären Zellen, aus denen die Wurzelfäden entstehen. *d* junges (Wurzel-) Haar.

18. Porus zwischen zwei tertiären Stammzellen. *m-m* Membran der einen, *m'-m'* Membran der andern Zelle. *e*, *e'* Intercellularsubstanz. *c*, *c'* Schleimschicht mit dem körnigen Zelleninhalt; dieselbe hat sich von der Membran zurückgezogen. *a*, *a'* mit Wasser gefüllter Raum zwischen der Membran und der Schleimschicht. *d*, *d'* Schleimstrang, wodurch die Schleimschicht mit dem Porus in Verbindung bleibt.

19. Drei Blattzellen, mit verdünnter Säure behandelt. Die Umrisse der Membranen sind noch als schwache Linien angedeutet. Der Inhalt hat sich contrahirt; er hängt mit den Poren noch durch dünne Schleimstränge zusammen.

20. Senkrechter Durchschnitt durch ein Stammstück. *a-a*

Achsenzellen. *b–b* tertiäre Zellen. Eine tertiäre Zelle hat sich in eine äussere (*n*) und in eine innere (*m*) Zelle getheilt, die letztere in eine untere Zelle (*t*) und in eine obere oder Sporenmutterzelle (*s*).

21. Wie Fig. 20. Die Schleimschichten mit den Kernen der Sporenmutterzelle und ihrer (unter ihr liegenden) Schwesterzelle (Fig. 20, *s* und *t*) haben sich contrahirt, und sind kugelig und frei geworden. Die zwischen ihnen liegende Scheidewand war undeutlich, mangelte aber nicht.

22. *s* Sporenmutterzelle, mit einem centralen Kern, und radialer Saftströmung. *t* untere Zelle, welche mit *s* aus einer Mutterzelle entstanden ist, mit einem lateralen Kern.

23. Wie Fig. 22. Die Sporenmutterzelle hat sich in vier tetraëdrische Zellen getheilt.

24. Antheridium mit seinem zweigliedrigen Stiel (*c*).

25. *a* und *b* Achsenzellen aus dem Antheridium.

26. Samenzellchen oder Samenbläschen; die einen mit homogenem Schleim gefüllt, die andern mit einer dicken Schleimschicht an der Wandung, andere mit einem Kernchen, und andere mit einem zarten Spiralfaden (Samenfaden).

27. Junges Antheridium; *c* Stiel.

28. Obere Hälfte eines jungen Antheridiums.

29. Wie Fig. 27.

30. Oberer Theil eines jungen Antheridiums. *a* Achsenzellen.

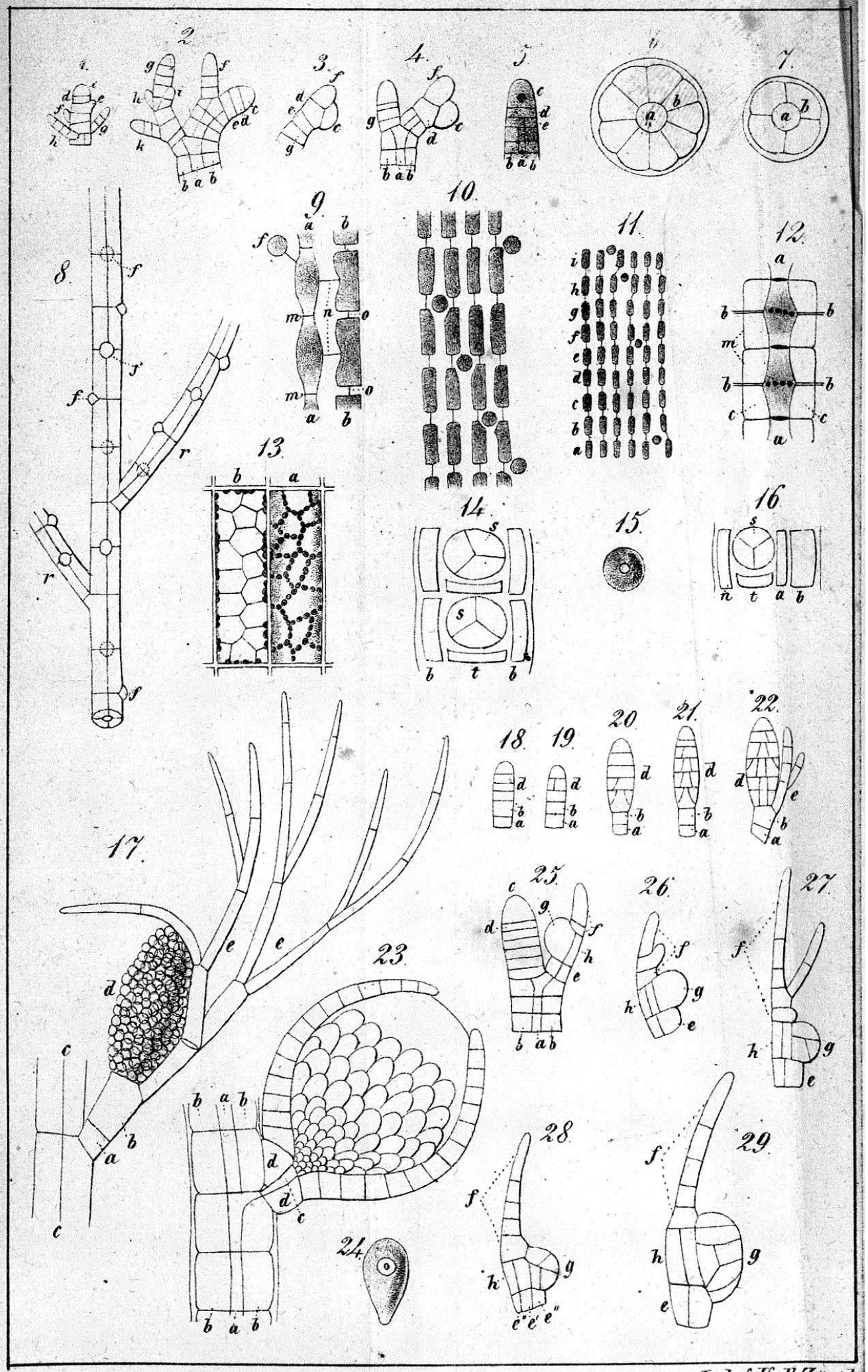
31. Senkrechter Durchschnitt durch zwei Glieder eines jungen Antheridiums. *a–a* Achsenzellen.

Fig. 32—38. Schematische Darstellung der Zellenbildung bei *Polysiphonia.*

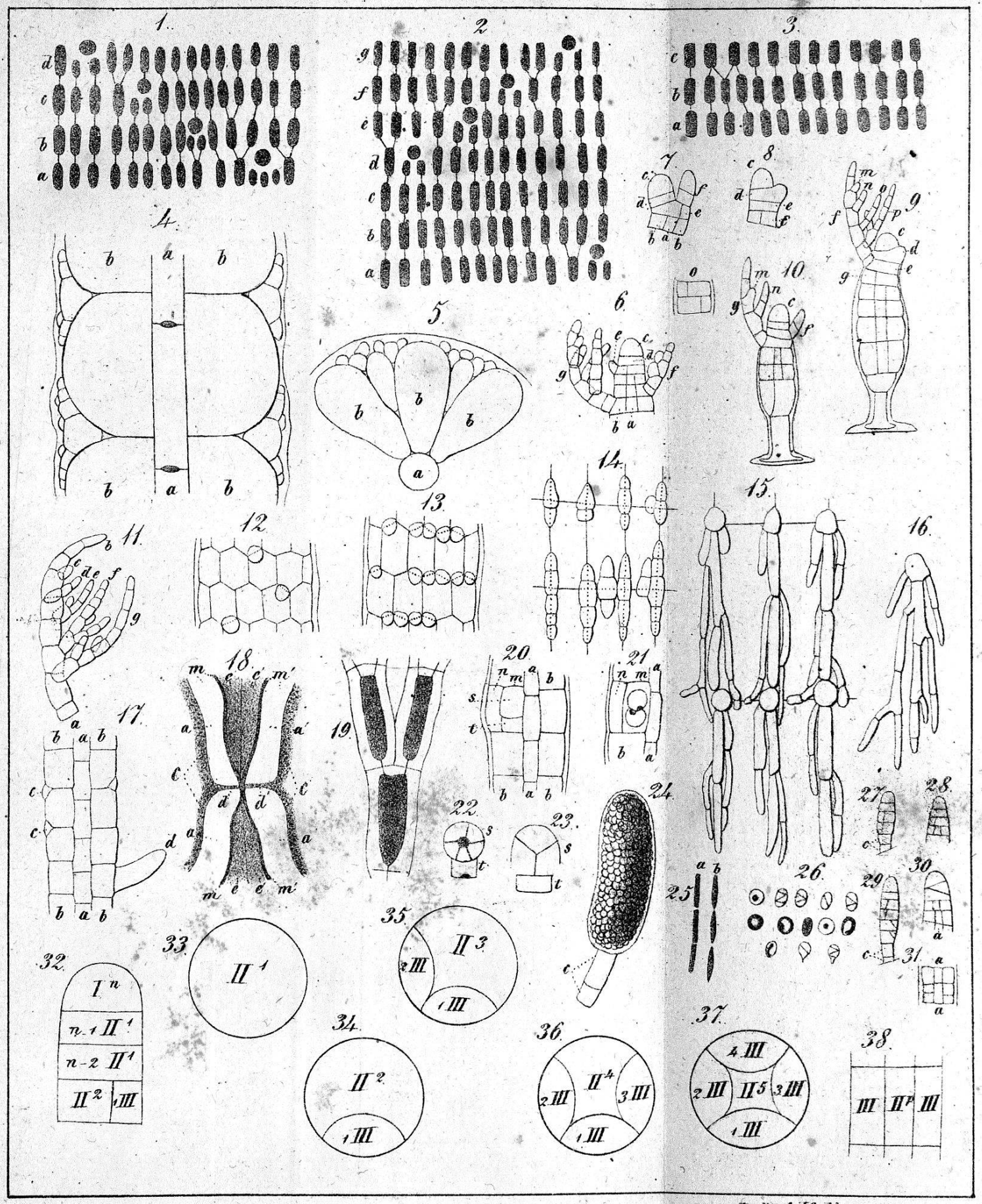
32. Stammspitze, von der Seite gesehen.

33—37. Stammglieder im horizontalen Durchschnitt.

38. Senkrechter Durchschnitt eines fertigen Stammgliedes.



Lith. C. Kull Zürich



Lith. C. Kull Zürich.