

## Mittheilungen.

---

### 35. Carl Müller: Die Entwicklung der Brutkörper von *Aulacomnium androgynum* (L.) Schwaegr.

Mit Tafel XI.

Eingegangen am 1. Mai 1897.

---

Obwohl die Bildung der köpfchenartig gehäuft, auf nackten Pseudopodien emporgehobenen Brutkörper des bei uns heimischen, durch ganz Europa verbreiteten *Aulacomnium androgynum* (L.) Schwaegr. seit dem vorigen Jahrhundert bekannt ist und als hervorragende Eigenthümlichkeit sogar die Wahl der LINNÉ'schen, freilich einer irrthümlichen Auffassung entspringenden Artbezeichnung „androgynum“ veranlasst hat, so ist doch die Entwicklungsgeschichte dieser eigenartigen Gebilde bisher noch nicht genügend aufgeklärt worden.

Die ersten unvollkommenen Andeutungen über die Bildungsweise gab W. P. SCHIMPER in seiner der philosophischen Facultät zu Strassburg i. E. im Jahre 1848 unterbreiteten Doctordissertation, in den „Recherches anatomiques et morphologiques sur les Mousses.“

Den die „Brutknospen auf Zweigspitzen“ behandelnden Abschnitt (S. 20—22) leitet er mit einem historischen Rückblick ein, welchen er gerade an die Brutkörperbildung bei *Aulacomnium androgynum* anknüpft. Er weist darauf hin, dass HEDWIG jene Gebilde für männliche Blüthen hielt, dass MEYEN in seinem „Neuen System der Pflanzenphysiologie“ (Bd. III, S. 54) die Brutköpfchen als abortirte Moosfrüchte deutete, während seinerzeit HALLER und nach ihm PALISOT DE BEAUVOIS die Brutkörperchen des vorliegenden Falles für rudimentäre Blätter erklärt hatten. SCHIMPER citirt hierzu eine Stelle aus BRIDEL, welcher zwar den Streit der Meinungen anführt, sich aber mit dem einer Resignation gleichkommenden Schlusssatze begnügt: *Difficile est litem dirimere*. SCHIMPER selbst stellt sich dabei auf die Seite HALLER's und PALISOT's mit der Bemerkung: „Nous croyons avoir prouvé d'une manière assez évidente dans notre *Bryologia europaea* que ces corpuscules ne sont ni des organes mâles . . . , ni des fruits avortés . . . , mais bien des feuilles rudimentaires . . .“ Mit Sicherheit gehe diese Deutung aus der Beobachtung der Pseudopodien von *Aulacomnium palustre* hervor, weniger schlagend sei dagegen die vergleichende

Betrachtung bei *Aulacomnium androgynum*. Ohne nun mit irgend einem Worte auf die Entwicklungsgeschichte der Brutkörper dieser Art einzugehen, bringt er auf Taf. II der „Recherches“ einige Abbildungen, von denen er in der Figurenerklärung sagt: „Fig. 23, 24, 25. Propagules à différents degrés de développement: 23 n'est composé que d'une seule cellule...; 24 est composé de quatre cellules; 25 est composé de six cellules.“ Aus den Zeichnungen würde man entnehmen müssen, dass SCHIMPER der Meinung war, dass der ursprünglich einzellige Brutkörper zwei oder drei Quertheilungen erfährt, worauf die mittleren Zellen durch je eine Längswand halbirt werden.

Etwas ausführlicher als SCHIMPER hat später (1865) SVEN BERGGREN die Brutkörperbildung für *Aulacomnium* geschildert. Wiederum ist es eine Doctordissertation, die unter dem Titel „Jaktagelser öfver mossornas könlosa fortplantning“<sup>1)</sup> sich den Schätzen der bryologischen Litteratur anreihete. In dieser Arbeit wird die Entwicklung der Brutkörper von *Aulacomnium androgynum* (S. 9) mit den Worten gegeben:

„Jag skall i korthet redogöra för knopparnas utveckling hos denna art. Deras första framträdande sker, liksom hos *Tetraphis*, på det sätt, at trådar af smala celler uppkomma från stjelkspetsen. Den öfversta cellen i hvarje tråd blir större än de andra och delas först på tvären och sedan i längdriktningen (fig. 23), till dess en knopp bildats, som består af två till tre par celler i rad, med en ensam cell i spetsen (fig. 24, a och b.) Stundom sker ännu en delning i längdriktningen genom väggar, som äro ställda vinkelrätt mot de förra (fig. 24, c) så att knoppen i tvärsnitt har fyra celler.“

Da nun augenscheinlich von späteren Forschern diese Worte wegen des nur von wenigen beherrschten Idioms nicht beachtet, vielmehr nur die mit denselben citirten Figuren auf Taf. I der BERGGREN'schen Arbeit gedeutet bzw. reproducirt worden sind, so mag hier die wörtlich angeführte Textstelle zunächst in Uebersetzung folgen. Sie lautet:

„Ich will in Kürze zunächst über die Entwicklung der Brutknospen bei dieser Art berichten. Das erste Auftreten derselben geschieht, wie bei *Tetraphis*, in der Weise, dass Fäden aus schmalen Zellen aus der Stammspitze entstehen. Die oberste Zelle in jedem Faden wird grösser als die übrigen und theilt sich zuerst in der Quere und dann in der Längsrichtung (Fig. 23), bis ein Knöspchen gebildet wird, welches aus zwei bis drei Paar Zellen in einer Reihe besteht, mit einer einzelnen Zelle an der Spitze (Fig. 24, a und b). Bisweilen tritt noch eine Theilung in der Längsrichtung durch Wände auf, welche senkrecht gegen die früheren gestellt sind (Fig. 24, c), so dass das Knöspchen im Querschnitt vier Zellen hat.“

1) Deutsch würde der Titel lauten: „Beobachtungen über die geschlechtslose Fortpflanzung der Moose.“

Betreffs der BERGGREN'schen Figuren bemerke ich, dass die Fig. 23 den Figuren 1, 7 und 24 unserer Tafel, Fig. 24 *a* unserer Fig. 16, Fig. 24 *c* unserer Fig. 45, Fig. 24 *d* unserer Fig. 18 Linie für Linie entspricht. Fig. 24 *b* weicht von unserer Fig. 16 nur darin ab, dass drei Paare über einander liegender Zellen von einer endständigen überragt werden.

Wie aus dem Text und den Figuren BERGGREN's hervorgeht, lässt es dieser Forscher völlig unerörtert, ob die Brutkörper von *Aulacomnium androgynum* mit einer deutlichen sich nur in einer Richtung, der Querrichtung, theilenden, also fadenbildenden Scheitelzelle wachsen (von intercalaren Theilungen ist freilich nicht die Rede, sie können aber stillschweigend als ausgeschlossen angenommen werden); noch unentschiedener bleibt die Frage, ob nicht auch eine zweischneidige Scheitelzelle in Thätigkeit tritt.

Dieser Unentschiedenheit entspricht es, dass GOEBEL in seiner Bearbeitung der „Muscineen“ in SCHENK's Handbuch der Botanik, Bd. II. 1882, S. 389) schreibt: „Die Entwicklung der Brutknospe scheint die zu sein, dass die Endzelle einer Zellreihe, deren untere Zellen dann später den Stiel bilden, zur („zweischneidigen“?) Scheitelzelle wird etc.“ GOEBEL stützt sich hierbei wohl nur auf die Beurtheilung der BERGGREN'schen Figuren, da er selbst einige Zeilen vorher bei Besprechung der Brutkörper von *Tetraphis* in Klammer bemerkt, dass ihm der schwedische Text BERGGREN's leider unverständlich sei. Auch LIMPRICHT geht in seiner so ausgezeichneten Neubearbeitung der „Laubmoose Deutschlands, Oesterreichs und der Schweiz“ in RABENHORST's Kryptogamen-Flora (I. Abth. Leipzig, 1890) nur insoweit auf die uns interessirende Frage ein, als er die BERGGREN'schen Figuren 22 (ganzes Brutköpfchen) und 24 *a*, *b*, *c* reproducirt.

Mir ist schon seit Ende der siebziger Jahre aus eigener Beobachtung bekannt, dass die Brutknospen von *Aulacomnium androgynum* mit einer zweischneidigen Scheitelzelle wachsen, doch habe ich es unterlassen, die Frage eingehender zu bearbeiten, bis ich neuerdings durch die Uebnahme der Bearbeitung der Laubmoose in „ENGLER-PRANTL's Natürl. Pflanzenfamilien“ Gelegenheit nahm, der Entwicklung von Brutknospen verschiedener Moose meine Aufmerksamkeit zuzuwenden. Die für *Aulacomnium androgynum* gewonnenen Ergebnisse sollen im Folgenden mitgetheilt werden. Die Darstellung dürfte dabei durch die auf Taf. XI zusammengestellten Aufnahmen wesentlich unterstützt werden.

Die Mehrzahl der Brutkörper von *Aulacomnium androgynum* bildet sich unter Vermittelung einer zweischneidigen Scheitelzelle aus der Endzelle eines aus der Spitze des blattlosen Pseudopodiums austreibenden, mehrzelligen, chlorophyllfreien Fadens, des Brutknospenträgers. Augenscheinlich ent-

stehen die zahlreich beisammen stehenden Träger, die in ihrer Ausgestaltung lebhaft an die Suspensoren der Embryonen gewisser Angiospermen, namentlich an die der Cruciferen (*Capsella*, *Brassica*) erinnern, durch wiederholte Quertheilung ihrer zunächst cylindrischen, mit gerundeter Kuppe abschliessenden Endzelle. Man kann diese als „einschneidige“ Scheitelzelle ansehen, da die von ihr abgeschiedenen Gliedzellen des Fadens keine spätere intercalare Quertheilung erfahren. Die Gliedzellen erleiden nur eine mehr oder minder beträchtliche Streckung, die schrittweise von der Basis nach den spitzenwärts gelegenen Zellen abzunehmen pflegt, wie es auch bei den zwischen Antheridien und Archegonien sich einschaltenden Paraphysen der Laubmoose ganz allgemein der Fall ist.

Schliesst die Scheitelzelle nach Abscheidung einer gewissen Anzahl von Gliedzellen ihre fadenbildende Thätigkeit ab, so schwillt sie mässig köpfchenartig an (Fig. 1 und 1*a*) und füllt sich reichlich mit vacuolenfreiem, körnigen Protoplasma. Sie ist zunächst noch chlorophylllos. Sie theilt sich hierauf durch eine etwa der Mitte ihrer Basalwand schief aufsitzende Wand (Fig. 2 und 2*a*), welcher bald eine zweite, in entgegengesetzter Richtung schief aufsteigende Wand folgt (Fig. 3). Dadurch, dass die zweite schiefe Wand sich mit ihrer Basis der erstgebildeten aufsetzt, ist nun eine zweischneidige Scheitelzelle constituirt, unter welcher zwei „Basalsegmente“ liegen, welche dem jungen Brutkörper zugehören. Jetzt pflegt auch schon ein Theil der im dichten Plasma sich aussondernden, mehr homogen erscheinenden Kugeln sich grün zu färben, es beginnt die Bildung der Chloroplasten, die bei späterer Entwicklung die Zellen der Brutknospen mit einer dichten Chlorophyllmasse erfüllen.

Die zweischneidige Scheitelzelle erzeugt in der bekannten Weise durch abwechselnd geneigte Wände eine begrenzte Anzahl von Segmenten (Fig. 4, 5 und 6). Gewöhnlich entstehen nur noch drei Hauptwände (Fig. 6, die Wände 3, 4 und 5), welche den die Basalsegmente (Fig. 6, *a* und *c*) abgrenzenden, die Scheitelzelle constituirenden Wänden (Fig. 6, Wand 1 und 2) folgen. Die Brutknospe besteht sonach zunächst aus sechs Zellen. In selteneren Fällen tritt noch eine weitere Theilung der Scheitelzelle ein; ebenso kann es vorkommen, dass die Scheitelzelle nur zwei Segmente (abgesehen von den Basalsegmenten) erzeugt.

Eine zweite sehr häufig auftretende Bildungsweise der Brutkörper von *Aulacomnium androgynum* besteht darin, dass die Endzelle des Brutknospenträgers nach ihrem Anschwellen etwa in ihrer halben Höhe erst eine Quertheilung erfährt; die hierbei entstehende Endzelle übernimmt darauf die Ausgliederung einer zweischneidigen Scheitelzelle. Diese Bildungsweise veranschaulichen Fig. 7, 8,

10 und 11 unserer Tafel. Will man diesen Vorgang im Sinne einer streng durchgeführten Scheitelzelltheorie kennzeichnen, — wozu freilich kein Zwang vorliegt — so könnte man sagen: Die fadenbildende Scheitelzelle des Trägers behält noch innerhalb der eben angelegten Brutknospe ihre Eigenthümlichkeit, sich nur in einer Richtung, der Querrichtung, zu theilen, bei; sie erzeugt nur eine Basalzelle (Fig. 11, zwischen den Wänden I und II), darauf constituirt sich (durch die Wände 1 und 2) eine zweischneidige Scheitelzelle. Da sich nun die Basalzelle schon frühzeitig durch eine Längswand (Fig. 9, 10 und 11) in zwei Tochterzellen zerlegt, so wird auch bei dieser Bildungsart der Brutkörper gewöhnlich (wie in Fig. 11) vor der Hand aus sechs Zellen bestehen. Abweichungen von dieser Regel sind natürlich auch hierbei nicht ausgeschlossen.

Zunächst stehen die beiden hier in einen gewissen principiellen Gegensatz gestellten Bildungsweisen nicht unvermittelt neben einander. Wie es Fig. 12 und 13 veranschaulichen, kann auch die letzte Gliedzelle des Tragfadens der Brutknospe in den Körper dieser mit einbezogen werden, während die aufschwellende einfache Scheitelzelle zur Bildung der zweischneidigen Scheitelzelle sich anschickt. Der grössere Abschnitt des jungen Brutkörpers wird dabei nach dem erst besprochenen Modus, d. h. durch die Thätigkeit der zweischneidigen Scheitelzelle gebildet.

Umgekehrt kann auch der Fall eintreten, dass die zur Brutkörperbildung schreitende Scheitelzelle des Tragfadens ihre Eigenart als „einschneidige“, d. h. als Querwände bildende Zelle beibehält, wie es Fig. 14 veranschaulicht, in welcher die Querwände mit I, II, III und IV bezeichnet wurden. Hier wird nur der kleinere obere Abschnitt des jungen Brutkörpers nach dem erst besprochenen Modus, der grössere untere nach dem an zweiter Stelle behandelten gebildet. Es kommt natürlich auf dasselbe hinaus, wenn man sagen wollte, in solchen Fällen wird ein noch längeres Stück des Tragfadens in die Brutkörperbildung einbezogen.

Am seltensten sind endlich Fälle, wie sie durch die Aufnahmen eines und desselben Brutkörpers in Fig. 18, 19 und 20 veranschaulicht werden. Der durch Fig. 20 dargestellte optische Durchschnitt der in Fig. 19 gezeichneten Brutknospe lässt es wahrscheinlich werden, dass hier eine wie in Fig. 1a gestaltete Endzelle nur die beiden zur Abschneidung der zwei Basalsegmente, das heisst die zur Constituirung der zweischneidigen Scheitelzelle führenden schiefen Wände erzeugte. Die zweischneidige Scheitelzelle hat aber gar kein Segment entstehen lassen<sup>1)</sup>.

1) Wenn es auch nicht einwandslos bewiesen werden kann, so ist diese Deutung doch die wahrscheinlichste. Die Möglichkeit, dass zwei Querwände parallel übereinander liegend eine vorletzte Fadenzelle einschlossen, welche durch eine Längswand median halbart wurde, worauf später eine Knickung der Querwände eintrat, kann nicht geleugnet werden, ist aber nicht recht wahrscheinlich.

Sind die Segmente auf die eine oder andere Art durch Vermittelung der Scheitelzelle des Brutkörpers angelegt, so treten im mittleren bezw. in diesem und dem basalen Theile fast ausnahmslos antikline Längstheilungen ein. Die Zahl dieser pflegt sehr beschränkt zu sein.

Erfolgte die Theilung im Brutkörper nach dem ersten Modus (wie in Fig. 6) also ausschliesslich durch die Ausgliederung und die weitere Thätigkeit einer zweischneidigen Scheitelzelle, so theilen sich die beiden Basalsegmente (*a* und *c*), sowie die weiterhin gebildeten Segmente (*e*, *g* und *i*), nicht aber die Scheitelzelle durch je eine einzige annähernd mediane Längswand. Da aber die Basalsegmente und auch je zwei der folgenden Segmente durch die fast bis in die Querrichtung des Brutkörpers übergehende Richtungsänderung der Hauptwände (1 bis 5 in Fig. 6) paarweise in annähernd gleiche Höhe zu liegen kommen, so wird der Brutkörper nach Einschaltung der Längswände aus mehreren Stockwerken von je vier Zellen aufgebaut erscheinen. Meist thront auf diesem Etagenaufbau die Scheitelzelle als eine kegelförmig sich zuspitzende Endzelle (*s* in Fig. 6, 35, 36 und 37, 41 und 42), und auch ihr letzter Abkömmling, die in den eben genannten Figuren mit *i* bezeichnete Segmentzelle, bleibt ungetheilt. Der Brutkörper besteht also aus  $4 + 4 + 1 + 1 = 10$  Zellen, welche in den Fig. 35—42 mit *a b c d*, *e f g h*, *i* und *s* bezeichnet wurden. Betrachtet man eine solche normale Brutknospe von ihrem Scheitel oder auch von ihrer Basis aus in Richtung ihrer Längsachse, dann liefern je vier in einem Stockwerk liegende Zellen etwa den Anblick, wie er in Fig. 21 dargestellt ist.

Folgte die Entwicklung des Brutkörpers dem zweiten Modus, wie er durch die Figuren 7, 8, 10 und 11 dargestellt wird, so tritt zuerst in der Basalzelle eine mediane Längswand (Fig. 9 und 10) auf, durch welche zwei gleichartige Tochterzellen entstehen. Jede dieser wird wieder durch eine mediane Längswand getheilt, welche sich senkrecht der vorherigen aufsetzt. Die Basalzelle ist dadurch in eine Gruppe von vier einander völlig gleichen, ein Stockwerk ausmachenden Zellen zerlegt. Betrachtet man diese Gruppe von der Achsenrichtung her (also vom Scheitel oder der Basis aus), so erhält man wieder das Bild Fig. 21 bezw. 22; die Basalzelle erscheint „über Kreuz“ getheilt. Die erste Wand dieser Kreuztheilung kann nun so stehen, dass sie, wie in Fig. 10 mit der ersten zur Bildung der zweischneidigen Scheitelzelle führenden schiefen Wand gleich gerichtet ist, dann wird auch die zweite Theilung in den Basalzellen mit den Längstheilungen der über ihnen liegenden Basalsegmente coincidiren. Es kann aber auch der Fall eintreten, dass in der Basalzelle die erste Medianwand schief zur Richtung der ersten der zur Bildung der zweischneidigen Scheitelzelle führenden schiefen Längswände steht. Solche Fälle sind in Fig. 15, 23 und 25 wiedergegeben. Die untere Medianwand kann die Richtung

der über ihr liegenden Segmentwände unter  $45^\circ$  schneiden. Treten nun in den Basalzellen die zweiten Medianwände auf und werden auch die über ihnen liegenden Segmentzellen median halbirt, dann alterniren die vier Basalzellen mit den vier über ihnen liegenden des nächsten Stockwerkes. Es ergibt sich dann bei der Betrachtung des Brutkörpers vom Scheitel und ebenso von der Basis her das Bild der Fig. 22. Die entsprechenden Seitenansichten hierzu liefern Fig. 25 und 26. Dieselben stellen einen Brutkörper aus neun Zellen dar, der aus Weiterentwicklung einer Anlage, wie sie in Fig. 15 aufgenommen ist, hervorging. Die Ansicht der Fig. 26 ergab sich durch eine Drehung der in Fig. 25 gezeichneten Brutknospe um  $45^\circ$ . Bleibt in den Basalsegmenten unter der zweischneidigen Scheitelzelle bei gleicher Anlage die mediane Halbierungswand aus, so ergeben sich die in Fig. 23 und 24 gezeichneten Fälle  $4 + 2 + 1 = 7$ zelliger Brutkörper. In Fig. 23 liegt von den vier Basalzellen *a, b, c, d* die Zelle *a* median nach vorn; die Fig. 24 wurde durch eine Drehung des Objectes um ca.  $90^\circ$  (von rechts nach links) erhalten.

Die Fig. 27 stellt einen Fall dar, in welchem die durch Wand I abgeschnittene Endzelle des Tragfadens durch die Wand II annähernd quer halbirt wurde. Die Basalzelle zwischen I und II wurde dann später durch eine Kreuztheilung mittels antikliner Wände in vier gleichartige Zellen zerlegt, welche ein unteres Stockwerk darstellen. Die oberhalb der Wand II liegende Scheitelzelle wurde durch die abwechselnd links und rechts geneigten Wände 1, 2, 3 in Segmente zerlegt. Wollte man sich vergewissern, ob die unter Wand 1 und 2 gelegenen Basalsegmente durch eine Längswand, welche jetzt in der Ebene der Zeichnung liegen würde, halbirt sind, so könnte man das Object um  $90^\circ$  von rechts über vorn nach links drehen. Man würde dann eventuell ein der Fig. 25 entsprechendes Bild erhalten. Würde man die Fig. 27 von links über vorn um  $90^\circ$  nach rechts herumdrehen, so würde man auch ein Bild ähnlich der Fig. 25 erhalten, die Wand 3 würde aber wie eine dritte Querwand erscheinen. Meist bleibt das unter Wand 3 gelegene Segment in solchen Fällen in der Längsrichtung ungetheilt.

Fig. 28 stellt einen wie in Fig. 27 gezeichneten Fall dar. Hier ist aber der Körper ein wenig um die Achse nach rechts gedreht. Das untere Stockwerk bilden die vier Basalzellen. Das erste Basalsegment liegt nach rechts. Es war durch eine mediane Längswand halbirt (die Halbierungswand liegt in der Ebene der Zeichnung). Das zweite Basalsegment liegt nach links und lässt die Ansatzlinie der medianen Längswand auf der Vorderseite der Aussenwand erkennen. Das folgende Segment war, wie die Scheitelzelle, ungetheilt geblieben.

Fasst man nun die ganze Reihe der Möglichkeiten zusammen, um ein Urtheil über die aus den Angaben und besonders den Zeichnungen BERGGREN's hervorgegangenen unbestimmten Anschauungen zu ge-

winnen, so muss man zunächst betonen: In allen Fällen schliesst die Bildung der Brutkörper von *Aulacomnium androgynum* mit einer zweisehnidigen Scheitelzelle ab; es wechselt dabei aber die Zahl der von dieser erzeugten Segmente.<sup>1)</sup>

Es erhebt sich jetzt noch die Frage, ob etwa die Schilderung und die ihr entsprechenden Abbildungen BERGGREN's auf ungenauer Beobachtung beruhen, oder ob sie mit den hier mitgetheilten Befunden in Einklang gebracht werden können?

Es kann da erfreulicher Weise gleich im Voraus betont werden, dass die Beobachtungen und die Zeichnungen BERGGREN's durchaus Thatsachen entsprechen, dagegen ist BERGGREN nicht zu einem klaren Verständniss derselben gelangt. Er hat es augenscheinlich ganz unterlassen, die bei solchen Untersuchungen durchaus nothwendige Drehung der sich ohne Weiteres dem Beobachter darbietenden Objecte auszuführen und hat unglücklicher Weise gerade nur solche Ansichten festgehalten und für seine Figuren gewählt, welche den wahren Sachverhalt nicht erkennen lassen, ihn vielmehr verdecken, und geradezu eine falsche Vorstellung erwecken! Die auf Grund der Drehungen gewonnenen Ergebnisse finden übrigens erst ihre Erhärtung, wenn man zugleich geeignete Aufhellungsmittel in Anwendung bringt. Ich bediente mich bei meiner Untersuchung<sup>2)</sup> der zuerst von RADLKOFER empfohlenen Methode der Aufhellung durch concentrirte Lösungen von Chloralhydrat. Die Brutknospen werden ohne Vorbehandlung auf dem Objectträger in einen Tropfen einer Lösung aus 8 Gewichtstheilen Chloralhydrat in 5 Gewichtstheilen Wasser gelegt und in gewohnter Weise mit einem Deckglase bedeckt. Man sieht dann fast sofort den chlorophyllreichen Inhalt zu einer Art homogenem, gelblich grünen Oel werden, welches die Zellen gleichmässig erfüllt. Nach und nach verliert sich die Grünfärbung ganz und gar und die Brutkörper erscheinen oft schon nach  $\frac{1}{2}$  Stunde völlig inhaltslos und durchsichtig, wie aus feinstem Glase hergestellte Modelle. Verdunstet Wasser am Rande des Deckglases, so kann man von Zeit zu Zeit einen neuen Tropfen Chloralhydrat unter das Deckglas treten lassen. Die allmählich noch concentrirter werdende Lösung gestattet dann erst recht, die Drehung der Objecte durch seitliches Verschieben des Deckglases mit Hilfe einer Präparirnadel zu bewirken.

Unter Anwendung dieser Methode nahm ich von einer Brutknospe 20 verschiedene Ansichten (theils oberflächliche, theils durchscheinende, theils optische Längsschnitte) auf. Ein Theil dieser Aufnahmen ist in den Figuren 6 und 43 bis 50 auf unserer Tafel wiedergegeben.

1) Die schliesslich übrig bleibende, nicht mehr zu weiterer Segmentbildung schreitende Zelle ist BERGGREN's „ensam cell i spetsen“, „die einzelne“ (oder wörtlicher „einsame“) „Zelle an der Spitze“.

2) Auch bei vielen hier nicht zur Besprechung gelangenden Arbeiten über die Anatomie und die Entwicklungsgeschichte der Moose.



Fig. 6 stellt den optischen Längsschnitt des in Fig. 43 in Ausgangsstellung gezeichneten Brutkörpers dar; sie lässt unzweifelhaft die Entstehung des ganzen Gebildes aus der Segmentirung einer Scheitelzelle durch die einander folgenden Wände 1, 2, 3, 4 bis 5 erkennen. Die Segmente *a* und *c* bilden ein unteres Stockwerk, die Segmente *e* und *g* ein darüber liegendes zweites Stockwerk; über *e* liegt das Segment *i*, dem die Scheitelzelle *s* als Abschluss folgt.

Fig. 43 zeigt die zu Fig. 6 zugehörige körperliche Ansicht des Brutkörpers, dessen Segmente mit Ausnahme von Segment *i* durch je eine Längswand annähernd halbirt wurden. Das untere Stockwerk besteht daher aus vier Zellen; *a* und *b* sind aus dem ersten, *c* und *d* aus dem zweiten Basalsegment hervorgegangen. Das mittlere Stockwerk umfasst die vier Zellen *e* und *f* (aus dem in Fig. 6 unter Wand 3 liegenden Segment hervorgegangen) und *g* und *h* (aus dem in Fig. 6 unter Wand 4 liegenden Segment entstanden). Die Ansichten der Fig. 44 bis 50 ergeben sich nun mit Leichtigkeit durch successive Achsendrehungen von rechts her über vorn nach links hin. Fig. 44 ist etwa um  $45^\circ$  gegen Fig. 43 gedreht, Fig. 45 um weitere  $45^\circ$ . Die Scheitelzelle *s* liegt jetzt ganz nach vorn und verdeckt das hinter ihr liegende Segment *i*, das in Fig. 46 rechts bei weiterer Drehung hervor- kommt. Fig. 47 ist gegen Fig. 45 um  $90^\circ$ , mithin gegen Fig. 43 um  $180^\circ$  gedreht, zeigt also gerade die Rückseite der Fig. 43 nach erfolgter Drehung. Fig. 48 ist wieder um etwa  $45^\circ$  in gleichem Sinne gegen Fig. 47 gedreht, Fig. 49 um weitere  $45^\circ$ , so dass die Segmentzelle *i* jetzt nach vorn gewandt ist, während die Scheitelzelle hinter ihr mit ihrer Spitze hervorragt. Fig. 49 stellt zugleich die Gegenansicht zu Fig. 45 dar. Ein Wenig mehr nach links gedreht wird aus Ansicht der Fig. 49 das Bild der Fig. 50.

Man wird übrigens mit Leichtigkeit aus den beigefügten und eingetragenen Bezeichnungen die Stellungsänderungen in der Reihe der Figuren 43 bis 50 verfolgen können. Bezeichnet man die jedesmalige Ansicht durch die jeweilig nach vorn fallenden Zellen in den betreffenden Stockwerken des Brutkörpers, so giebt

Fig. 43 die <i>b</i> -Ansicht,	bezw. die	<i>f</i> -Ansicht,
Fig. 44 die <i>b, c</i> -Ansicht,	„	die <i>f, g</i> -Ansicht,
Fig. 45 die <i>c</i> -Ansicht,	„	die <i>g</i> -Ansicht,
Fig. 46 die <i>c, d</i> -Ansicht,	„	die <i>g, h</i> -Ansicht,
Fig. 47 die <i>d</i> -Ansicht,	„	die <i>h</i> -Ansicht,
Fig. 48 die <i>d, a</i> -Ansicht,	„	die <i>h, e</i> -Ansicht,
Fig. 49 die <i>a</i> -Ansicht,	„	die <i>e</i> -Ansicht,
Fig. 50 die <i>a, b</i> -Ansicht,	„	die <i>e, f</i> -Ansicht

eines und desselben Objectes.

In ganz entsprechender Weise stellen die Figuren 35 bis 42 Aufnahmen eines und desselben Brutkörpers dar, dessen Ausgangsstellung

als optischer Längsschnitt in Fig. 35 aufgenommen ist. Es unterliegt keinem Zweifel, dass hier ein Beispiel des zweiten Bildungsmodus vorliegt. Durch die Wand I wurde die Endzelle des Trägers als Mutterzelle des Brutkörpers abgeschnitten, welche durch Wand II in derselben Weise zerlegt wurde wie die in Fig. 7 gezeichnete Anlage. Die Basalzelle zwischen I und II wurde durch eine Wand längs halbirt. Es entstanden die Zellen *a* und *c*, welche durch je eine neue, zur vorigen Längswand senkrechte Wand die Zellen *a* und *b* bzw. *c* und *d* lieferten. Die oberhalb II liegende Scheitelzelle bildete durch die Wände 1, 2 und 3 (wie in Fig. 11) die Segmente *e*, *g*, *i* und die zweischneidige Scheitelzelle *s*. Das Segment *e* wurde durch eine dasselbe halbirende Längswand in die Zellen *e* und *f*, das Segment *g* analog in die Zellen *d* und *h* zerlegt.

Fig. 36 ist die körperliche Ansicht des in Fig. 35 gegebenen optischen Längsschnittes. Die Figuren 37 bis 42 ergaben sich durch eine Achsendrehung von links über vorn nach rechts. Fig. 37 ist etwa 45° gegen Fig. 36 gedreht, in Fig. 38 ist das Segment *i* gerade nach vorn gewandt (die Figur ist also gegen Fig. 36 um 90° gedreht). Fig. 39 ist der zu Fig. 38 gehörige optische Längsschnitt. In Fig. 40 ist die Segmentzelle *i* (in Folge weiterer Drehung des Objectes um 90°) nach rechts gewandt; das zugehörige optische Längsschnittsbild der Fig. 41 entspricht der Gegenseite der Fig. 35. Die Fig. 42 ist gegen 40 bzw. 41 wieder um 90° gedreht; in ihr liegt die Scheitelzelle *s* nach vorn, das Segment *i* ganz verdeckt hinter dieser.

Greift man aus solchen Serien nun bestimmte Bilder heraus, wie etwa Fig. 42, 45 oder auch wohl 50, denen jüngere Zustände wie etwa Fig. 17, 24 und 25 entsprechen, dann erhält man, namentlich wenn man noch ganz jugendliche Zustände, wie sie in Fig. 7 und 9 dargestellt sind, hinzuzieht, zweifellos den Eindruck, der augenscheinlich für BERGGREN massgebend wurde, dass die Brutkörperbildung aus der anschwellenden Endzelle so vor sich geht, dass diese sich „sich erst in der Quere und dann in der Längsrichtung theilt“<sup>1)</sup>, und doch giebt unsere Fig. 45, welche vollkommen übereinstimmt mit BERGGREN's Fig. 24 c, eine Ansicht einer mit zweischneidiger Scheitelzelle erzeugten Brutknospe!

Es mag hier noch auf einige abweichende Vorkommnisse hingewiesen werden.

Die aussergewöhnlich langgestreckte Brutknospe, welche in Fig. 29 dargestellt ist, entspricht ganz der in Fig. 14 gezeichneten und oben besprochenen Anlage. Ihr unterer Abschnitt ging aus den Querteilungen I, II, III und IV hervor. Die zwischen II und III, bzw. zwischen III und IV liegenden Zellen wurden durch Kreuztheilung in

1) „delas först på tvären och sedan i längdriktningen.“

der Längsrichtung später in je vier Zellen zerlegt. Die oberhalb der Wand IV entstandene Endzelle gliederte durch die Wände 1 und 2 zwei Basalsegmente ab (die übrigens in der Richtung der Ebene der Zeichnung längs halbirt waren), und die zwischen ihnen eingekeilte zweischneidige Scheitelzelle erzeugte dann noch durch Wand 3 ein ungetheilt bleibendes Segment über Wand 1.

Fig. 30 zeigt einen Fall, in welchem den Querwänden I, II und III die schiefen Wände 1 und 2 folgten. Die durch letztere constituirte zweischneidige Scheitelzelle erfuhr jedoch keine weitere Theilung. Die zwischen I und II belegene Basalzelle wurde, wie es bei solcher Anordnung normal der Fall ist, zunächst median längs halbirt. Die Zelle *z* (rechts) blieb unverändert, während ihre Schwesterzelle (links) durch eine quergerichtete Antikline in die Zellen *x* und *y* zerlegt wurde. In Fig. 31 liegen diese beiden Zellen *x* und *y* (in Folge einer Drehung des in Fig. 30 gezeichneten Objectes um 90°) nach vorn gewandt.

Eine ganz ähnliche Anomalie zeigte die Basalzelle der in Fig. 32 wiedergegebenen Brutknospe. Eine Längswand trennte (wie in Fig. 30) die nach rechts belegene Zelle *z* von ihrer Schwesterzelle, welche durch eine quere Wand in die Zellen *x* und *y* zerlegt wurde. Aber auch die Zelle *z* wurde noch in zwei Zellen *z'* und *z''* durch eine schief gerichtete Wand getheilt, wie aus Fig. 34 erhellt.

Oberhalb der besprochenen Gruppe der Basalzellen begann die Bildung einer zweischneidigen Scheitelzelle, deren erstes Basalsegment *m* median längsgetheilt wurde. Die in Fig. 32 hinter *m* liegende Theilzelle wurde, wie die Drehung des Objectes um 80° (Fig. 33) ergab, durch eine schiefe Wand in die beiden über einander liegenden Zellen *p* und *q* zerlegt. Eine ähnliche Anomalie zeigt das zweite Basalsegment, welches ebenfalls erst durch eine Längswand halbirt wurde. Während aber die eine der so entstandenen Theilzellen unverändert blieb (in Fig. 33 die grosse nach rechts liegende Zelle), wurde ihre Schwesterzelle durch eine schiefe Wand in die Zellen *n* und *o* (Fig. 32) zerlegt. Der analoge Vorgang wiederholte sich im ersten von der zweischneidigen Scheitelzelle abgeschiedenen Segment. Längs halbirt blieb die eine Tochterzelle, *r* in Fig. 32, ungeändert, während ihre Schwester in die über einander liegenden Zellen *u* und *t* (Fig. 32) zerfiel.

Es mag genügen, auf diese wenigen Abweichungen von den Haupttypen der Entwicklung der Brutknospen von *Aulacomnium androgynum* hingewiesen zu haben. Sie ändern nichts Wesentliches an dem Gesamtbilde, welches an dieser Stelle gegeben werden sollte.

## Erklärung der Abbildungen.

Alle Figuren stellen Brutknospen von *Aulacomnium androgynum* (L.) Schwaegr. dar. Mit Ausnahme der Figuren 1a und 2a sind alle Figuren bei gleicher Vergrößerung (340) mit der OBERHÄUSER'schen Kammer aufgenommen worden. Fig. 1a und 2a sind 600fach vergrößert.

- Fig. 1—6. Brutknospen, deren Körper sich durch Ausgliederung einer zweischneidigen Scheitelzelle und deren fortgesetzter Segmentirung bildet.
- „ 7. Die zur Brutknospenbildung schreitende Zelle erfährt zuerst eine Quertheilung.
- „ 8. Brutknospe wie in Fig. 7 angelegt. Die Scheitelzelle erfährt die erste schiefe Theilung.
- „ 9. Die in Fig. 8 dargestellte Brutknospe um  $90^\circ$  von links über vorn nach rechts gedreht. Die Basalzelle zeigt sich durch eine Längswand halbirt (die also senkrecht zur schiefen Wand in Fig. 8 gerichtet ist).
- „ 10. Brutknospe wie in Fig. 8 und 9, aber wenig weiter entwickelt. Der ersten schiefen Wand ist in der Scheitelzelle eine zweite in entgegengesetzter Richtung gefolgt. In der Basalzelle ist bereits eine Kreuztheilung durch Längswände eingetreten. Die eine Längswand fällt in die Richtung der ersten schiefen Wand der Scheitelzelle.
- „ 11. Brutknospe wie in Fig. 10, doch ist den schiefen Wänden 1 und 2 eine Segmentwand 3 gefolgt.
- „ 12 und 13. Brutknospen, in deren Körper noch eine Zelle des Tragfadens einbezogen wird.
- „ 14. Brutknospe, deren unterer Abschnitt durch wiederholte Quertheilung (Wand I, II, III, IV) gebildet wird.
- „ 15. Brutknospe, ähnlich wie in Fig. 10. Die Längswand in der Basalzelle schneidet die Richtung der ersten schiefen Wand in der Scheitelzelle unter etwa  $45^\circ$ .
- „ 16 und 17. Brutknospe, ähnlich wie in Fig. 10 angelegt. Die zwischen Wand I und II belegene Basalzelle wurde „über's Kreuz“ in vier Zellen (*a, b, c, d*) getheilt. Die Zelle *c* ist nicht sichtbar. Die Basalsegmente sind median längs halbirt. Unter Wand 1 liegen die Zellen *e* und *f*, unter 2 die Zellen *g* und *h* (letztere ist nicht sichtbar). Fig. 17 stellt das in Fig. 16 gezeichnete Object nach Drehung um  $90^\circ$  dar.
- „ 18—21. Unvollkommen entwickelte Brutknospe (Hemmungsbildung), in verschiedenen Lagen gezeichnet. Fig. 19 ist gegen Fig. 18 um  $45^\circ$  gedreht. Fig. 20. Optischer Längsschnitt zu Fig. 19. Fig. 21. Die Ansicht von der Stielanheftung her.
- „ 22. Brutknospe, vom Scheitel her im optischen Querschnitt gezeichnet.
- „ 23. Brutknospe mit vier gleichartigen Basalzellen. Ueber diesen die beiden Basalsegmente *e* und *f*, welche die zweischneidige Scheitelzelle tragen.
- „ 24. Die in Fig. 23 gezeichnete Brutknospe um nahezu  $90^\circ$  gedreht. Das Segment *e* ist nicht median halbirt. (Das Gleiche gilt für das Segment *f*).

- Fig. 25 und 26. Brutzellen, aus je vier Basalzellen, vier über diesen liegenden und einer zweiseitigen Scheitelzelle bestehend. Die vier Zellen des mittleren Stockwerkes entstammen der Längstheilung der beiden Basalsegmente der Scheitelzelle. Fig. 26 ist gegen Fig. 25 um  $45^\circ$  gedreht.
- „ 27 und 28. Weiter entwickelte Brutknospen mit je vier Basalzellen.
- „ 29. Abnorm entwickelte Brutknospe, einer Anlage wie Fig. 14 entsprechend.
- „ 30 und 31. Brutknospe in verschiedenen Lagen mit aussergewöhnlicher Theilung der Basalzelle in drei Tochterzellen *x*, *y* und *z*.
- „ 32 und 33. Brutknospe in verschiedenen Lagen. Die Basalzelle in die Tochterzellen *x*, *y* und *z*, das erste Basalsegment in die Zellen *m*, *p*, *q*, das zweite in *m*, *n*, *o*, das nächste Segment in die Zellen *r*, *u*, *t* getheilt.
- „ 34. Theilung der Zelle *z* in Fig. 32 und 33 in die Tochterzellen *z'* und *z''*.
- „ 35—42. Verschiedene Aufnahmen einer Brutknospe vom gleichen Entwicklungstypus wie in Fig. 7, 8, 10 und 11.
- „ 43—50. Verschiedene Aufnahmen einer Brutknospe vom gleichen Entwicklungstypus wie Fig. 1—6; Fig. 43 stellt das Oberflächenbild der in Fig. 6 im optischen Längsschnitt dargestellten Knospe dar.



	Seite
H. Dingler, Rückschlag der Kelchblätter bei <i>Campanula pyramidalis</i> . . . . .	335
L. J. Čelakovský, Merkwürdige Culturform von <i>Philadelphus</i> . Fig. 1—2 . . .	433
M. Raciborski, Lijer, eine Maiskrankheit . . . . .	478

## Uebersicht der Hefte.

- Heft 1 (S. 1—110) ausgegeben am 25. Februar 1897.  
 Heft 2 (S. 111—152) ausgegeben am 23. März 1897.  
 Heft 3 (S. 153—210) ausgegeben am 28. April 1897.  
 Heft 4 (S. 211—276) ausgegeben am 26. Mai 1897.  
 Heft 5 (S. 277—320) ausgegeben am 23. Juni 1897.  
 Heft 6 (S. 321—360) ausgegeben am 27. Juli 1897.  
 Heft 7 (S. 361—428) ausgegeben am 7. September 1897.  
 Heft 8 (S. 429—478) ausgegeben am 24. November 1897.  
 Heft 9 (S. 479—492) ausgegeben am 23. December 1897.  
 Heft 10 (S. 493—552) ausgegeben am 25. Januar 1898.  
 Geschäftsbericht 1897 [S. (1)—(86)] ausgegeben am 24. November.  
 Verzeichniss der Pflanzennamen, Mitgliederliste und Register (Schlussheft) [S. (87)—(132)] ausgegeben am 10. März 1898.

## Berichtigungen.

In Bd. XIV ist nachzutragen:

Seite 420, Zeile 6 von oben lies „winzige“ statt „einzig“.

„ 422 lies in der Erklärung der Abbildungen „e Bractea tertiaria“ statt „Bractea secundaria“.

Im vorliegenden Bande ist zu berichtigen:

Seite 68 steht Fig. 2 auf dem Kopf.

„ 151, Zeile 22 von oben lies „intracellular“ statt „intercellular“.

„ 198, Zeile 5 von oben lies „von dem Oele gebunden“ statt „von ihm gebunden“.

„ 198, Zeile 5 und 4 von unten lies: „Wenn man einem alten Blatte“ statt „Wenn in einem alten Blatte“.

„ 198, Zeile 4 von unten ist das Schlusswort der Zeile „die“ zu streichen.

„ 239 lies in der Ueberschrift der Arbeit von PURIEWITSCH „organisirten Körper“ statt „organischen Körper“.

„ 280, Zeile 13 von oben lies „Jakttagelser“ statt „Jaktagelser“.

„ 288, Zeile 12 von oben lies „g und h“ statt „d und h“.

„ 288, Zeile 12 von unten lies „dass diese sich“ statt „dass diese sich sich“.

„ 289, Zeile 15 von unten lies „180°“ statt „80“.

„ 290 lies in Zeile 2 der Figurenerklärung für Fig. 1—6 „festgesetzte“ statt „fortgesetzte“.

„ 408, Zeile 9 von unten lies „*Epilithon membranaceum*“ statt „*Epilithon membranacea*“.

„ 427, Zeile 1 von unten lies „*Anectochilus*“ statt „*Anecochilus*“.

„ 538, Zeile 12 von oben lies „0,3-procentige“ statt „3-procentige“.

„ 541, Zeile 3 von unten lies „Salze im Dunkeln in den Blättern“ statt „Salze in den Blättern“.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1897

Band/Volume: [15](#)

Autor(en)/Author(s): Müller Carl

Artikel/Article: [Die Entwicklung der Brutkörper von Aulacomnium androgynum \(L.\) Schwaegr. 279-291](#)