© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

T. debilis Cogn. und anderen anfangs Bedenken, sie zu trennen. Denken wir aber daran, dass überhaupt alle Arten einmal aus sich heraus entstanden sind und Uebergänge überall vorhanden waren, dann wäre es doch unrecht, eine Gattung oder Art nicht anerkennen zu wollen, weil Bindungsglieder noch vorhanden sind, während man, wenn diese fehlten, kein Bedenken tragen würde, solchen Anerkennung zu zollen. Oefter kann es sich ereignen, dass eine Species einer Gattung mit Species einer anderen näher verwandt ist, als mit verschiedenen Species der Gattung selbst. Es gilt hier, wo sich bestimmte Typen ausgebildet zeigen, diese hervorzuheben, und wenn natürliche Lücken nicht vorhanden sind, künstlich eine Scheidewand aufzurichten; denn so nur kann eine geordnete Uebersicht geschaffen werden und kann die Systematik in Harmonie mit dem Darwinismus bleiben.

Erklärung der Abbildungen.

a ganze Pflanze, nat. Gr., *b*, *c*, *d* und *e* sind zweimal und *f*, *g* und *h* dreimal vergrössert.

---

63. C. Correns: Ueber die Brutkörper der Georgia pellucida und der Laubmoose überhaupt.

Mit Tafel XXXIII und zwei Holzschnitten.

Eingegangen am 25. November 1895.

Bekanntlich werden bei *Georgia pellucida*[1]) an der Spitze eigener Triebe, in einer Hülle verbreiterter Blätter, Brutkörper gebildet. Jeder der mehrzelligen, ungefähr linsenförmigen Körper treibt bei der Keimung einige Protonemafäden, die sich wie jene verhalten, die aus den Sporen hervorgehen: Aufrechte Aeste verwandeln sich in flächenförmige Assimilationsorgane, „Protonemablätter“, aus ihnen, gewöhnlich aus ihrem Grunde, entstehen dann die beblätterten Pflanzen, die wieder Brutknospen oder Sexualorgane tragen.

Die ersten genauen Angaben über Bau und Entwickelung der Brutkörper und die ersten Angaben über ihre weitere Entwickelung

1) Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass der Gattungsname *Georgia* Ehrh. die Priorität vor *Tetraphis* Hedwig hat. Da ausserdem *Georgia* nie ganz ausser Gebrauch gekommen ist, liegt kein Grund vor, an *Tetraphis* festzuhalten.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

machte BERGGREN[1]) in einer leider schwedisch geschriebenen Abhandlung, von der ausserhalb Skandinaviens wohl nur selten mehr als die vier Tafeln mit ihren etwas unbeholfenen Figuren berücksichtigt worden ist. Vier Jahre später hat SACHS[2]) das fertige Brutkorn, die am Protonema des auskeimenden Kornes entstehenden, blattähnlichen Assimilationsorgane und die Bildung der beblätterten Sprosse an diesen Flächen in gewohnter, eleganter Weise, aber nicht ganz exact, abgebildet und kurz beschrieben, ohne von jener Arbeit BERGGREN's Kenntniss zu haben. In einer späteren Mittheilung zeigte endlich BERGGREN[3]) noch, dass die Entwickelung aus Sporen der Entwickelung aus Brutkörpern in allen wesentlichen Punkten völlig gleicht. Untersuchungen, die neue Thatsachen bieten würden, sind seitdem meines Wissens nicht publicirt worden, so oft auch die merkwürdigen Anhangsorgane des Protonema besprochen worden sind, z. B. von GÖBEL.

Aussaaten von Sporen und Brutkörpern, die ich für andere Zwecke angestellt hatte, lehrten mich die auffallende, unbeachtet gebliebene Variabilität in der Ausbildung der Anhangsgebilde am Protonema und die Brutkörperbildung daran kennen und veranlassten mich, die Entwickelungsgeschichte der geschlechtlichen Generation genauer zu untersuchen. Ich konnte die Angaben BERGGREN's in den wesentlichen Punkten bestätigen, daneben ergab sich aber auch mancherlei Neues. Die Untersuchungen sind noch nicht abgeschlossen, an dieser Stelle will ich nur einige Beobachtungen über die Brutkörper, ihre Bildung und Weiterentwickelung mittheilen.

Wie bekannt, sind die Brutkörner der *Georgia pellucida* Zellkörper, die man, ziemlich stark schematisirend, als linsenförmig bezeichnen kann. In der Mitte mehrschichtig, am Rande einschichtig, besitzen sie eine ziemlich variable Umrissform. Neben Körpern von wenigstens annähernd kreisrundem Umfange kommen auch längliche, ovale, dreieckige und ganz unregelmässige Formen vor. Auch das Verhältniss der Dicke zur Flächenausdehnung variirt, die beiden Flächen sind oft auffallend ungleich stark gewölbt, endlich ist zuweilen noch der ganze Körper verbogen. Der mehrzellige Stiel ist lang und relativ sehr dünn und zart, die reifen Fruchtkörper reissen ohne ihn oder mit einem kurzen Stück ab, der Rest bleibt zwischen den übrigen, jüngeren Körpern stehen. Diese leeren Stiele sind schon mehrfach für Paraphysen gehalten worden [z. B. von SCHIMPER[4]),

---

1) Jakttagelser öfver mossornas könlösa fortplantning etc. Lunds Univ. Årsskrift. Tom. I (1864).

2) Lehrbuch der Botanik, I. Aufl., S. 293 (1868).

3) Studier öfver mossornas byggnad och utveckling. II. Tetraphideae. Lunds Univ. Årsskrift. Tom. VII (1870).

4) Recherches sur les Mousses, p. 21 (1848).

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

vermuthungsweise auch von GÖBEL[1])], wurden dagegen von BERGGREN[2]) richtig gedeutet.

Betrachtet man den Rand eines fast reifen Brutkörpers (mit noch farblosen Membranen) bei starker Vergrösserung von der Fläche (Fig. 1 auf Tafel XXXIII), so wird man leicht bemerken, dass seine Zellen nicht alle völlig gleichartig sind. Bei der Mehrzahl ist die Aussenwand relativ dick, jedenfalls soweit sie an der Bildung der Kante des ganzen Körpers theilnimmt. Zwischen diesen Zellen liegen jedoch einzelne, gewöhnlich merklich kleinere, bei denen die Kantenmembran auffällig dünner ist. Sie enthalten weniger und etwas kleinere Chlorophyllkörner als ihre Nachbarn, das Plasma ist dafür anscheinend reichlicher vorhanden. Ihre Zahl schwankt bei den einzelnen Körpern, meist sind ungefähr fünf vorhanden, es kommen aber auch beträchtlich höhere und niedrigere Zahlen (bis acht und bis zwei) vor. Gewöhnlich sind sie ziemlich gleichförmig auf den Umfang vertheilt, nur selten findet man einmal zwei dicht neben einander liegen. Fast immer befindet sich eine der Insertion des Stieles gegenüber, an der Spitze des Körpers. Der Kürze wegen werde ich im Folgenden diese Zellen „Nematogone" nennen, der Grund für diese Bezeichnung ergiebt sich aus dem Folgenden von selbst. Bei Fig. 1 sind die vier Nematogone mit *n* bezeichnet worden[3]).

Ein weiterer Unterschied zwischen der Mehrzahl der Zellen und den Nematogonen tritt gewöhnlich schon mit der völligen Reife des Brutkörpers hervor: die Membranen der übrigen Zellen färben sich gelb bis braun, bei den Nematogonen bleibt die Kante farblos, meist ist auch die Fläche, gegen die Kante zu, heller gefärbt oder farblos (Fig. 2 auf Tafel XXXIII). Die Braunfärbung stellt sich auch ein, wenn man noch nicht völlig reife Brutkörper aussäet, es handelt sich dann offenbar um eine „Nachreife". Zur Zeit der Membranfärbung treten in den übrigen Zellen des Körpers grosse Tropfen von fettem Oel in Menge auf, in den Nematogonen dagegen nur ganz kleine Tröpfchen, noch ein ganz augenfälliger Unterschied, der auch bei Fig. 2 der Tafel hervorgehoben ist.

Zuweilen verdickt sich die Membran an der Kante eines Nematogons nachträglich noch merklich, sie ist aber auch dann noch von der Membran der übrigen Zellen durch Lichtbrechung und Färbung deutlich verschieden. Genauere Beobachtung lehrt, dass das sich abweichend verhaltende Membranstück — wir wollen es im Folgenden als „Keimstück" bezeichnen, die Benennung „Deckel" würde nicht passen —

1) Muscineen, in SCHENK's Handbuch der Botanik, Bd. III, S. 389.

2) Jakttagelser etc. S. 6.

3) Merkwürdiger Weise hat SACHS die Nematogone völlig übersehen, als er seine bekannte Zeichnung einer (angeblich) 500 fach vergrösserten reifen Brutknospe entwarf.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

nicht die ganze Kante einnimmt, sondern auf beiden Seiten von kleinen Membranstücken eingefasst ist, die in ihren Eigenschaften den Membranen der Nachbarzellen gleichen, und dass das Keimstück in charakteristischer Form scharf abgegrenzt ist. Man vergleiche die Nematogone n_2 und n_4 von Fig. 1, n_2 und n_4 von Fig. 2, endlich Fig. 3 der Tafel. Bei Fig. 2 und 3 sind die Keimstücke farblos, während die übrigen Membranen gebräunt resp. der Bräunung entsprechend abgetont sind.

Bei der Einwirkung von Chlorzinkjodlösung färben sich die Membranen im Allgemeinen (auch im Innern des Körpers) intensiv goldbraun, ohne aufzuquellen, die Keimstücke der Nematogone quellen stark auf und färben sich schwach violett. Das nämliche starke Aufquellen beobachtet man auch in Säuren und Alkalien, die die Membranen der anderen Zellen unverändert lassen. Fig. 4 der Tafel stellt ein Stück vom Rande eines Brutkörpers mit einem Nematogon vor der Behandlung mit Chlorzinkjod, Fig. 5 das Nematogon nach derselben dar.

Concentrirte Schwefelsäure löst das Keimstück, bis auf die sehr zarte Cuticula, auf, während sie die übrigen Membranen, auch im Innern des Korns, wenigstens zunächst nicht stark verändert. Mit diesem Reagens kann man bequem nachweisen, wie weit sich die abweichende Membranbeschaffenheit auf den Flächenwänden der Nematogone von der Kante aus erstreckt. Man sieht dann oft, dass das Keimstück durch einen Halbkreisschnitt, wie mit der Scheere, aus der Kante herausgeschnitten ist (Fig. 6).

Behandelt man Brutkörper mit Osmiumsäure, so färben sich alle Membranen tiefschwarz, gleichgültig, ob die natürliche Bräunung schon eingetreten war oder nicht, die Keimstücke bleiben farblos.

Lässt man Eau de Javelle genügend lange auf die Brutkörper einwirken, so verlieren die Membranen ihre Resistenz gegen Schwefelsäure und ihre Fähigkeit, sich mit Osmiumsäure zu schwärzen. Mit Chlorzinkjod werden sie nun intensiv violett. Sie waren also infiltrirt — mit was bleibt festzustellen, jedenfalls waren sie weder verholzt noch verkorkt. Dass das Keimstück der Nematogonmembran seine abweichenden Eigenschaften aber nicht allein dem Ausbleiben der Infiltration verdankt, geht daraus hervor, dass seine grosse Quellungsfähigkeit den übrigen Membranen auch nach der Behandlung mit Eau de Javelle nicht zukommt.

Man konnte vermuthen, dass den in verschiedener Hinsicht sich so abweichend verhaltenden Randzellen des Brutkörpers, die wir als Nematogone bezeichnet haben, eine bestimmte Function zukommen würde, besonders nahe lag die Annahme, es seien Zellen, die bei der Keimung zur Bildung von Protonemafäden bestimmt seien. Die weitere Untersuchung hat diese Vermuthung als richtig erwiesen.

Es genügt eigentlich, ausgekeimte Brutkörper zu untersuchen:

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Sobald ein Körper mehrere Fäden gebildet hat, findet man nur mehr einzelne Nematogone unverändert vor, die übrigen müssen die Fäden gebildet haben. Ganz einwurfsfrei lässt sich der Beweis erbringen, wenn man bei einzelnen, auf dem Objectträger auf Seidenpapier ausgesäeten Brutkörpern die Zahl der Nematogone $= a$ feststellt und nach dem Keimen die Fadenzahl resp. die Zahl der ausgekeimten Randzellen $= b$ und die der unverändert gebliebenen Nematogone $= a'$ bestimmt, a ist gleich $a' + b$. Auch die ersten Keimungsstadien lehren, dass die Nematogone zu Protonemafäden auswachsen. Ich habe keinen einzigen Fall gefunden, wo eine gewöhnliche Randzelle ausgewachsen wäre. Damit will ich nicht behaupten, dass dies ganz unmöglich sei, jedenfalls kann es nur ganz selten vorkommen[1]).

Hin und wieder entsteht ein Protonemafaden statt am Rande auf der Fläche eines Brutkörpers. BERGGREN scheint dies mehrfach beobachtet zu haben, mir kam es nur ein einziges Mal unter die Augen. Dass auch in diesem Falle die freie Wand der auskeimenden Flächenzelle die gleiche Structur besitzt wie die zu Nematogonen ausgebildeten Randzellen, dass also auch Flächenzellen als Nematogone ausgebildet werden können, kann ich nicht völlig sicher beweisen. Bei der Mehrschichtigkeit des Körpers und dem reichlichen Zellinhalt lehrt die Flächenansicht nicht genug, auch die Auffindung des ersten Keimungsstadium würde kaum eine Entscheidung bringen. Ganz beweisend wäre einzig die Auffindung der charakteristischen Membranstructur auf Querschnitten durch die Brutkörper; ich habe nur wenige gemacht und diese mit negativem Erfolg durchmustert. Bei der Seltenheit, mit der Flächenzellen auskeimen, verliert dieses negative Resultat jede Bedeutung. Dagegen sah ich einmal unter zahlreichen, mit concentrirter Schwefelsäure behandelten Brutkörpern einen, bei dem die Aussenwand einer Flächenzelle sicher aufgelöst worden war, und diese Beobachtung spricht entschieden für das vereinzelte Vorkommen typischer Nematogone auf den Flächen der Brutkörper.

Die chemische und physikalische Beschaffenheit des Keimstückes erleichtert jedenfalls das Auswachsen der Nematogone, seine geringe Stärke ist dabei ein nicht zu übersehender Factor. Es wird nicht abgehoben oder in nachweisbarer Weise gesprengt, es bildet selbst, weiter wachsend, die Membran des jungen Faden (Fig. 7 der Tafel). Darüber, ob das Keimstück für Wasser leichter durchlässig ist, als die Wände der übrigen Zellen, haben meine Versuche einstweilen keinen Aufschluss gegeben. Farbstofflösungen (z. B. Methylenblau) dringen

1) Versuche, durch Zerstörung der aus Nematogonen gebildeten Fäden die übrigen Zellen zum Austreiben zu veranlassen, scheiterten bisher schon an den technischen Schwierigkeiten.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

bei unversehrten Körpern allmählich und ausschliesslich vom Stielansatz ein, bei ausgekeimten Körpern von den Nematogonen, bei gequetschten von den Rissstellen aus.

Nach dem eben Ausgeführten erklärt es sich von selbst, warum ich die auffallenden Randzellen „Nematogone" genannt habe. Die Thatsache, dass es sich nicht um eine auf *Georgia* beschränkte Erscheinung handelt, mag die Neubildung eines Wortes entschuldigen und begründen, warum ich mir nicht mit einer Umschreibung geholfen habe.

Bisher war ja bei den Laubmoosen eine derartige Localisation der Fähigkeit, auszukeimen, auf bestimmte Zellen der Brutkörper ganz unbekannt. Etwas Analoges bieten dagegen die Brutkörper mancher Lebermoose (Marchantiaceen, *Lejeunia*[1]) etc.) mit ihren angelegten Vegetationspunkten. Meine weiteren Untersuchungen haben nun gezeigt, dass *Georgia* in dieser Beziehung gar nicht allein steht unter den Laubmoosen, dass vielmehr eine solche Localisation zum Mindesten nicht selten ist. Ich will am Schlusse einige wenige Beobachtungen, die andere Laubmoose betreffen, mittheilen und muss im Uebrigen auf eine später erscheinende, grössere Arbeit verweisen.

Ehe wir die Nematogone der Brutkörper von *Georgia* verlassen, soll noch kurz die merkwürdige Thatsache besprochen werden, dass in vielen, jedoch nicht in allen Fällen diese Zellen durch ganz bestimmte Theilungen angelegt werden, also nicht nur histologisch und physiologisch, sondern ausserdem auch entwicklungsgeschichtlich charakterisirt sind.

Die Hauptzüge der Entwicklungsgeschichte der Brutkörper hat schon BERGGREN[2]) richtig angegeben und abgebildet. Die Endzelle eines kurzen Zellfadens schwillt an, aus ihr geht der Körper hervor, die übrigen Zellen bilden den Stiel (Fig. 8 der Tafel). Nun treten in der Endzelle schiefgeneigte, ungefähr auf einander senkrecht stehende Wände auf, die zunächst eine zweischneidige Scheitelzelle herausschneiden (Fig. 9). Diese Scheitelzelle theilt sich noch einige Male in der ihr zukommenden Weise (etwa 3 bis 5 mal), um dann ihr Wachsthum einzustellen (Fig. 10). Während dem hat sich der werdende Brutkörper vergrössert und in der Ebene, in der die Scheitelzelle Segmente abgiebt, verflacht. Im Weiteren treten nun nach dem Schema der Anti- und Periklinen Wände senkrecht zum Umfang und parallel zu ihm auf und Wände, die das Korn in der Mitte mehrschichtig machen (Fig. 11).

---

1) Man vergleiche für diese Gattung GÖBEL: Morphologische und biologische Studien. Annales du Jardin Bot. de Buitenzorg, Vol. VII, S. 49ff. (1887).

2) Jakttagelser etc. S. 6 und Taf. 1, Fig. 4—10.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Soweit wurde die Entwickelung auch von BERGGREN verfolgt. Ich habe nun aber oft beobachtet, dass in einzelnen der Segmente, früher oder später, nochmals schief gestellte Wände eine zweischneidige Scheitelzelle herausschnitten (Fig. 12, 13) und dass es gerade diese Scheitelzelle war, die zu einem Nematogon wurde. Obschon gewöhnlich später, wenn sich die Unterschiede in der Membrandicke eingestellt haben, die Zelltheilungsfolge durch die Wandknickungen verwischt ist, bleibt sie doch in einzelnen Fällen hinreichend klar, um eine solche Behauptung zu gestatten. Das gilt z. B. von den Nematogonen n_1 und n_5, wohl auch von n_3 der Fig. 2 der Tafel. Wie schon erwähnt, führen nicht alle Nematogone ihren Ursprung auf derartige Theilungen zurück, und ebensowenig bilden sich alle durch solche Theilungen nachträglich gebildeten Scheitelzellen zu Nematogonen aus. Trotzdem ist der Vorgang als Anfang zu einer Herstellung durch bestimmte Theilungen gewiss interessant, zumal, da wir eine solche gesetzmässige Bildung der Nematogone bei den Brutkörpern von *Webera annotina* wirklich durchgeführt finden werden[1]).

Mag das Protonema aus Sporen oder Brutkörpern hervorgegangen sein, es bilden sich unter normalen Verhältnissen stets aufrechte Aeste zu den als Assimilationsorgane dienenden bekannten „Protonemablättern“ um. Ihre Entwicklungsgeschichte wurde von BERGGREN[2]) in den Hauptzügen richtig geschildert, ich will hier nicht auf sie eingehen.

Bei vollkommener Ausbildung stellen sie ein eirundes oder zungenförmiges, gestieltes Blatt dar, das am Rande ein-, in der Mitte mehrschichtig ist, während der Stiel von einem Zellkörper gebildet wird. Den Gegensatz zu dieser Form des Assimilationsorganes bilden aufrechte, reichverzweigte Protonemaäste, „Protonemabäumchen“, Fäden, deren angeschwollene Zellen hier und da durch einzelne, unter sich nicht immer parallele Längswände getheilt sind. Zwischen beiden Extremen lassen sich alle möglichen Uebergangsformen auffinden: Ganz schmale Blätter und stielrunde, reichverzweigte Zellkörper, bei denen zu den Längstheilungen auch nachträgliche Quertheilungen hinzutreten. Ich will dabei nicht länger verweilen und verweise noch auf Fig. 16 der Tafel, die ein relativ kleines und wenig verzweigtes Protonemabäumchen darstellt.

Ganz ähnliche Gebilde kommen bekanntlich bei *Andreaea* vor,

---

1) Es mag hier noch betont werden, dass der geschilderte Entwickelungsgang des Brutkörpers mit einer zweischneidigen Scheitelzelle zwar die Regel bildet, dass aber hin und wieder Ausnahmen vorkommen, Fig. 14 und 15 stellen solche Fälle dar.

2) Hauptsächlich Studier, II. Tetraphideae.

ihr Auftreten bei *Georgia* liesse sich als Argument für eine Mittelstellung der kleinen, so abweichenden Gruppe der Georgiaceen, zwischen Bryineae und Andreaeaceae, verwenden, die auch schon angedeutet wurde.

Ob die Assimilationsorgane am Protonema Blattform oder Bäumchenform annehmen, hängt von der Intensität der Beleuchtung ab; breite Blätter werden nur bei ziemlich hellem Licht gebildet, bei abnehmender Helligkeit nimmt die Blattbreite ab, zuletzt bleiben nur, so zu sagen, die Blattstiele übrig. Von einem Etiolement ist keine Rede, die Bäumchen werden nicht grösser als die Blätter.

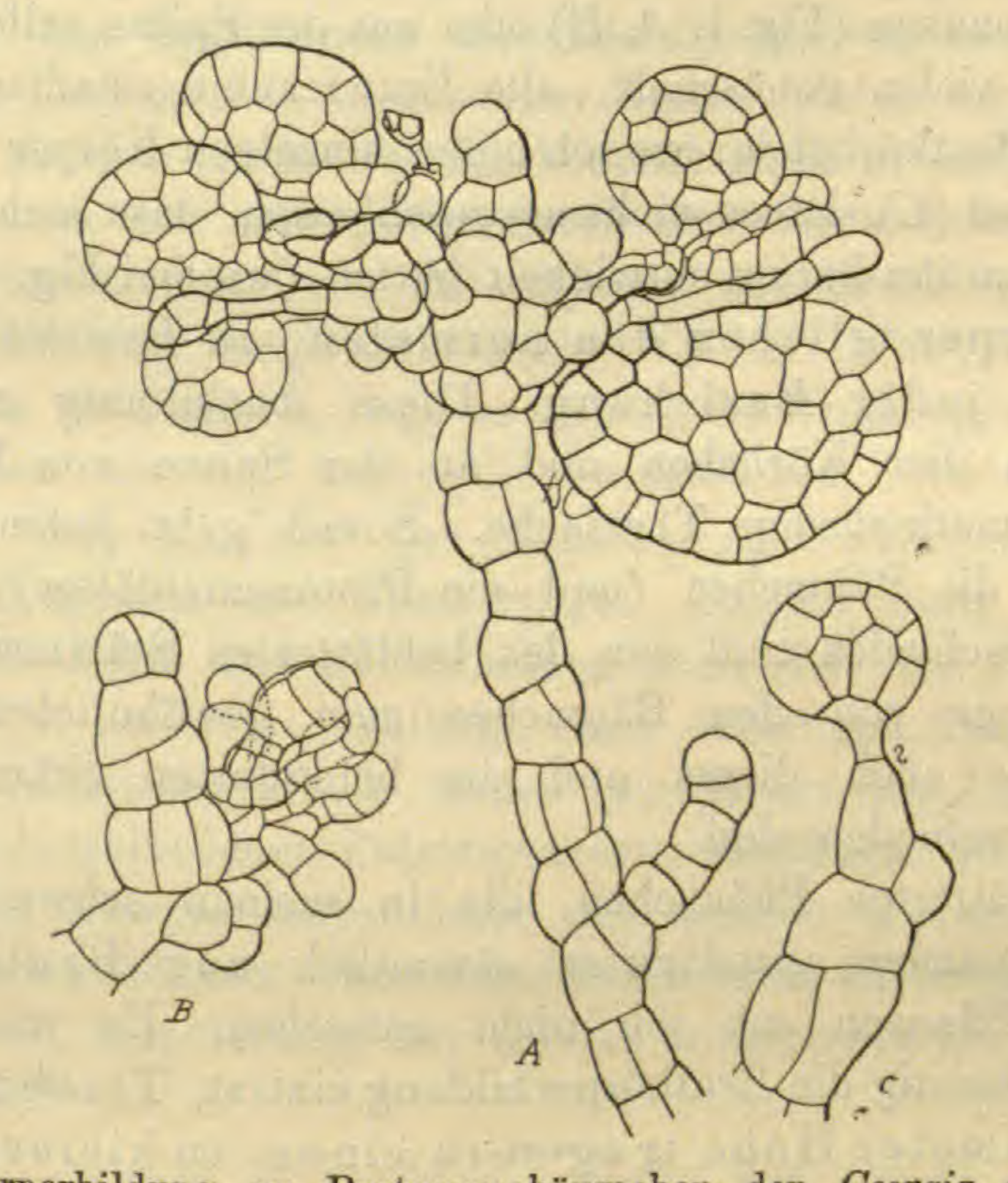


Fig. 1. Brutkörperbildung an Protonemabäumchen der *Georgia pellucida*. (Das Zellnetz der Brutkörper ist etwas schematisirt.) Vergrösserung ca. 210mal.

Die beblätterten Pflänzchen entstehen bekanntlich an den Assimilationsorganen des Protonemas. Bei meinen Versuchen traten sie nur an blattartig verbreiterten Anhangsgebilden auf, zuweilen noch an recht schmalen, fast linealen „Blättern", dagegen nie an den Bäumchen[1]). Auch dies erklärt sich wohl sicher durch die schwache Beleuchtung. Durch KLEBS[2]) wissen wir, dass eine gewisse Lichtmenge das *Funaria*-Protonema treffen muss, wenn daran beblätterte

1) Nach Einsendung des Manuscriptes fand ich jedoch auch an einem (einzigen) Bäumchen eine junge beblätterte Pflanze.

2) Ueber den Einfluss des Lichtes auf die Fortpflanzung der Gewächse. Biol. Centralbl. Bd. XIII. S. 647ff.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Pflanzen entstehen sollen. Die Lichtintensität, bei der sich die Bäumchen bilden, ist offenbar zu gering, als dass dabei beblätterte Sprosse entstehen könnten.

Dagegen trat an den Protonemabäumchen mehrfach Brutkörperbildung ein, was ich an den blattartigen Assimilationsorganen nie beobachten konnte. Die beigegebene Fig. 1 im Text und Fig. 17 der Tafel stellen solche Bildungen dar. Es machte ganz den Eindruck, als ob sie eine Compensation für die unterbleibende Ausbildung beblätterter Triebe wären, die, wie wir gleich sehen werden, auch möglichst schnell Brutkörper gebildet hätten.

Die Brutkörper entstehen entweder seitlich kurz unter der Spitze eines Protonemaastes (Fig. 1, *A*, *B*) oder aus der Spitze selbst (*C*). Meist stehen sie zu vielen gebüschelt, alle Entwickelungsstadien aufweisend, wie in einem Brutkörbchen; wo ich einen einzelnen Körper an der Spitze eines Astes fand (*C*), ist es nicht ausgeschlossen, dass sich nachträglich noch andere um ihn herum entwickelt hätten (wie bei Fig. 17 der Tafel). Die Brutkörper glichen den normalen, in Brutkörbchen gebildeten in jeder Beziehung. Diese Ausbildung ganz gleicher Brutkörper in dem Körbchen und an der Spitze von Bäumchen ist gewiss eine merkwürdige Thatsache. Soviel geht jedenfalls aus ihr hervor, dass die Bäumchen (und die Protonemablätter) gewiss nicht wesentlich verschieden sind von den beblätterten Stämmchen, und, da alle Uebergänge von den Bäumchen zum gewöhnlichen Protonema existiren, dass auch dieses und die beblätterten Stämmchen nicht wesentlich verschieden sind.

Die beblätterten Pflänzchen, die in meinen schwach belichteten Culturen entstanden, producirten sämmtlich nur Brutkörper, geschlechtliche Pflanzen sah ich nicht entstehen. Es war höchst auffällig, wie frühzeitig die Brutkörperbildung eintrat, Triebe von einem halben Millimeter Höhe trugen in einem zu kleinen Körbchen eine überquellende Menge von zum Theil reifen Körpern. Solche Zwerge sind in Fig. 18, 19 und 20 der Tafel abgebildet (20 ist mehr als doppelt so stark vergrössert als 18 und 19). Ich glaube nicht fehl zu gehen, wenn ich auch diese massenhafte Brutknospenproduction als durch den ungenügenden Lichtzutritt veranlasst betrachte, wie das Auftreten einer solchen direct am Protonema.

Schliesslich mag noch eine Beobachtung mitgetheilt werden, die einiges Licht auf die phylogenetische Abstammung der Brutkörper von *Georgia pellucida* wirft.

Es kann wohl keinem Zweifel unterliegen, dass die meisten bei Laubmoosen vorkommenden Brutkörper von secundären, blatt- oder

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

stengelbürtigen Protonemafäden herzuleiten sind, und so sind sie bisher auch aufgefasst worden[1]).

Eine Ausnahme hiervon machen nur die zwei Gattungen *Aulacomnium* und *Georgia*. SCHIMPER[2]) betrachtet die Brutkörper der ersten Gattung als metamorphosirte Blätter, die der zweiten als umgestaltete Antheridien, das ganze Brutkörbchen wäre dann eine metamorphosirte ♂ Blüthe.

Aulacomnium habe ich bis jetzt noch nicht untersuchen können, bei *Georgia* finde ich die Deutung des ganzen Brutkörbchen sehr ansprechend, dagegen fasse ich die Brutkörper selbst nicht als modificirte Antheridien, sondern als angepasste Paraphysen auf. Was SCHIMPER für zwischen den Brutkörpern stehende Paraphysen ansah, sind, wie wir sahen, die leeren Stiele abgerissener Körper, andere Gründe für seine Deutung der Körper (nicht des Körbchens) giebt er nicht an. Meine Auffassung wurde mir nahe gelegt durch eine durchwachsene ♀ Blüthe, deren Archegonien statt von Paraphysen, von Brutkörpern von ganz normaler Ausbildung begleitet waren. Da bei *Georgia* sonst keine Zwitterblüthen vorkommen, liegt es näher, die Brutkörper als Vertreter von Paraphysen als von Antheridien aufzufassen. Ausserdem erklärt sich so bei unserem Falle das Fehlen von wirklichen Paraphysen zwischen Archegonien und Brutkörpern. Endlich kann man sich die Brutkörper der Form und Entwickelung nach eher von Paraphysen als von Antheridien herleiten. Anfänge einer derartigen Ausgestaltung der Zellfäden gewöhnlicher Moose finden wir ja bei den Paraphysen von *Funaria* und verschiedenen Polytrichaceen: Zellfäden, die in Zellflächen ausgehen. Bei *Georgia* selbst habe ich freilich keine Uebergangsbildungen finden können, ihre Paraphysen sind in normalen Blüthen, sowohl ♂ als ♀, fadenförmig, nur einmal beobachtete ich in einer Zelle eine Längswand.

Die Auffindung der Nematogone bei den Brutkörpern der *Georgia* veranlasste mich, auch die Brutkörper anderer Laubmoose auf das Vorkommen von Nematogonen zu prüfen. Gleich die ersten, die ich vornehmen konnte, jene der *Webera annotina*, wiesen ebenfalls Nematogone, und zwar ganz auffällig ausgebildete, auf. Bei dem raschen Durchmustern weiterer Moose fesselte mich das Gesehene so stark, dass ich eine monographische Bearbeitung der Brutknospenbildung bei den Laubmoosen in Angriff nahm. Diese Studien sind noch nicht abgeschlossen, der Mangel wichtigeren Materiales und die Nothwendigkeit,

1) Ich unterscheide die Brutkörper durch ihre Transportfähigkeit, resp. die Anpassungen an den Transport von den Wurzelknöllchen.

2) Recherches sur les mousses, p. 20 und 21. Auch Synopsis, Ed. II., p. 350.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Culturen anzustellen, sind daran Schuld, sie sollen nun auch auf die übrigen Modi ungeschlechtlicher Vermehrung ausgedehnt werden. Hier mögen noch einige wenige Bemerkungen angeschlossen werden, die sich auf die Entstehung der Nematogone beziehen, und zwar ausschliesslich bei Brutkörpern, die als mehr oder weniger modificirtes, blatt- oder stengelbürtiges Protonema aufzufassen sind.

Der Ausbildung der Nematogone liegt ein Differenzirungsvorgang unter den Zellen des Brutkörpers zu Grunde: Es erfolgt eine Trennung in eine Mehrzahl von Zellen, die zu ernähren haben, und in eine oder einige wenige, die zum Auskeimen bestimmt sind.

Die Differenzirung geht bei den verschiedenen Brutkörpern ungleich weit und ist, ihrer Höhe nach, unabhängig von der Höhe der Ausbildung anderer Anpassungserscheinungen der Körper (z. B. der Ablösungsvorrichtungen).

Die einfachste Form des Brutkörpers, die ich (bis jetzt) kenne, findet sich bei *Orthotrichum Lyellii*. Er ist ein blattbürtiger Protonemafaden mit völlig unbeschränkter Zellenzahl, oft mit Astbildung. Bei der Keimung wächst er einfach weiter, indem die Scheitelzelle, die ihn aufgebaut hat, ihre Theilungen wieder beginnt. Ein Nematogon ist nicht vorhanden (wenn man nicht die Scheitelzelle als solches betrachten will).

Bei *Orthotrichum obtusifolium* ist die Zahl der Zellen in dem kurzen, als Brutkörper dienenden Faden ziemlich fest normirt (meist beträgt sie 5 oder 6), bei der Keimung wächst die oberste Zelle (die frühere Scheitelzelle) und die unterste aus, ohne dass eine von ihnen deutlich bevorzugt wäre. Die alte Scheitelzelle hat ihre Fähigkeit, sich zu theilen, während der Ruheperiode nicht verloren, die unterste Zelle die Fähigkeit, auszukeimen, noch nicht ganz an sich gerissen.

Etwas weiter differenzirt sind die Zellen des fadenförmigen Brutkörpers von *Encalypta streptocarpa*. Die Zellenzahl des Fadens ist schwankend, die Scheitelzelle hat die Fähigkeit, auszukeimen, verloren, diese ist auf die unterste Zelle beschränkt, ein Nematogon physiologisch vorhanden. Dieses ist aber histologisch noch nicht charakterisirt, es unterscheidet sich äusserlich nicht von den übrigen Zellen des Faden.

Den letzten Schritt finden wir bei *Zygodon viridissimus*[1]) gethan: Hier ist das Brutkorn ein länglicher Zellkörper, die Zellen der untersten Etage sind als Nematogone ausgebildet, sie sind auch histologisch — an der Beschaffenheit der Membran — von den übrigen Zellen zu unterscheiden.

---

1) Material von dieser Art verdanke ich Herrn Landgerichtsrath Dr. Holler in Memmingen, dem bekannten Bryologen. Es wuchs nach einem Trockenliegen während $1^1/_2$ Monaten weiter.

Andere Brutkörper-Formen überspringen wir, um nur noch jene von *Webera annotina*[1]) in's Auge zu fassen, die in gewisser Hinsicht die weitgehendste Differenzirung, die ich kenne, zeigt.

Bei diesem Moose entstehen die Brutkörper am Ende kürzerer oder längerer, stengelbürtiger Rhizoiden oder am Ende von seitlichen Auszweigungen solcher. Die Endzelle schwillt an und theilt sich durch schiefgestellte, die Längsachse in sich aufnehmende Wände. Typischen Falls wird eine dreiseitige Scheitelzelle herausgeschnitten, die sich weiter theilt, so dass der Brutkörper zunächst aus einer grösseren Anzahl Zellen (bis 10) besteht. Sehr häufig ist der Theilungsmodus (besonders die Divergenz) nicht ganz regelmässig, doch bleibt das ohne Einfluss auf die gleich zu schildernden Verhältnisse. In den Segmenten treten nämlich nachträglich Theilungen auf, die aus den spitzen Ecken viel kleinere, tetraëdrische Zellen herausschneiden, so, dass eine der Flächen des Tetraëders nach aussen gekehrt ist. Man vergleiche die beigegebene Fig. 2 *A* im Text, bei der diese kleinen Zellen mit *n* bezeichnet sind, ein Index ($_{b,\ c}$) verweist auf die Segmente, aus denen

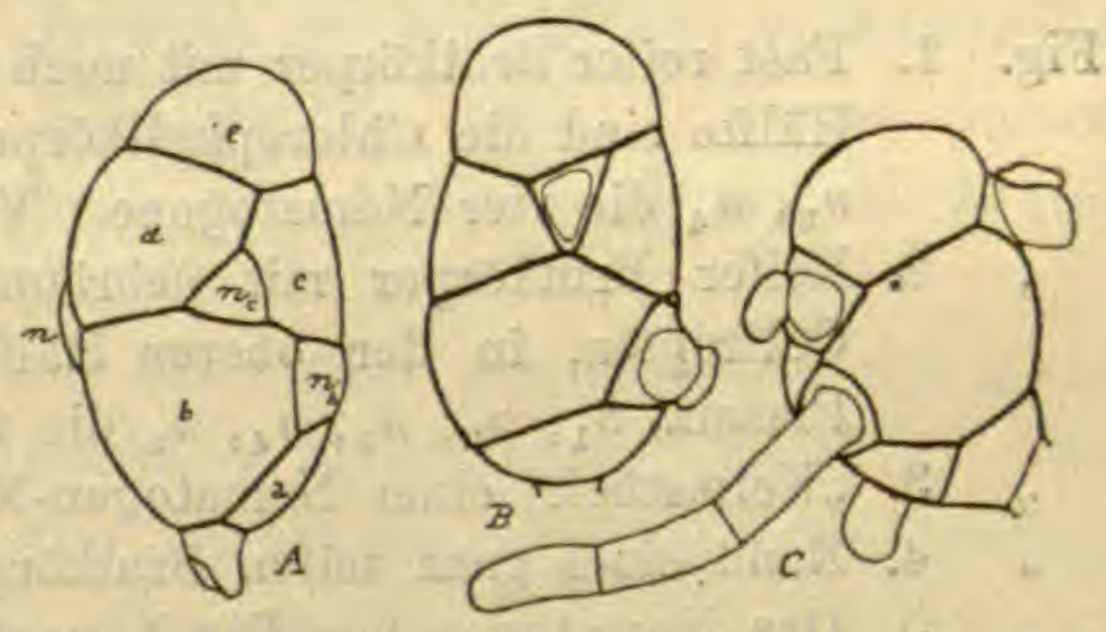


Fig. 2. Brutkörper der *Webera annotina*. *A* reifer Brutkörper, *a*, *b*, *c*, *d* Segmente der Scheitelzelle *e*; die Nematogone sind mit *n* bezeichnet, der Index $_{b,c}$ giebt die Segmente an, von denen sie abgeschnitten sind. *B*, *C* keimende Brutkörper.

sie herausgeschnitten wurden. Da jedes Segment an der freien Fläche zwei spitze Ecken besitzt, könnte die Zahl der kleinen Tetraëder-Zellen doppelt so gross sein, als die der Segmente, in Wirklichkeit ist sie meist ebenso gross, indem von den möglichen Theilungen nur die Hälfte wirklich ausgeführt zu werden pflegt. In den untersten zwei Segmenten, vor allem dem untersten, werden die kleineren Zellen häufig in mehr oder weniger abweichender Weise gebildet, die Grössendimensionen dürften daran Schuld sein. Ausserdem kann in den Segmenten die eine oder andere, nicht in obiges Schema passende Wand auftreten, z. B. eine Längswand, die das Segment in zwei neben einander liegende Hälften theilt. Die Scheitelzelle scheint stets ungetheilt zu bleiben.

Lässt man die Brutkörper keimen, so beobachtet man stets, dass die Protonemafäden aus einer der kleinen (tetraëdrischen) Zellen hervorgehen: Diese sind die Nematogone. Ihre freie Wand

1) F. Hildebrand (Ueber die Brutkörper von *Bryum annotinum*, Flora 1874. S. 513ff.) hat von allen im Folgenden geschilderten Verhältnissen nur die Stellung und die allererste Anlage der Körper richtig angegeben.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

ist dick und fest, wie die der übrigen Zellen, bei der Keimung wird ein dreieckiges Stück wie ein Deckel abgehoben und bei Seite geklappt, später geht es verloren. Bei Fig. 2 *B* und *C* im Text sind die Deckel leicht zu sehen. Meist keimen nur einige wenige Nematogone aus, und zwar die untersten oder unteren, selten entwickeln sich mehrere Nematogone, dann tritt diese Bevorzugung der unteren Hälfte nicht so augenfällig hervor (Fig. *C*).

Hier haben wir das ganz ausgesprochen, was wir bei *Georgia* nur angedeutet fanden: Die Anlage der Nematogone durch charakteristische Zelltheilungen.

Bei dieser kurzen Uebersicht konnte jedesmal nur das typische (häufigste) Verhalten einer Art berücksichtigt werden.

Weiteres wird die später erscheinende grössere Arbeit bringen.

Erklärung der Abbildungen.

Sämmtliche Figuren beziehen sich auf *Georgia pellucida*.

Fig. 1. Fast reifer Brutkörper mit noch ungebräunten Membranen. In der unteren Hälfte sind die Chlorophyllkörper und Oeltröpfchen eingezeichnet, n_1, n_2, n_3, n_4 die vier Nematogone. Vergr. 335.

„ 2. Reifer Brutkörper mit gebräunten Membranen. Eingezeichnet sind die Oeltropfen, in der oberen Hälfte auch die Chlorophyllkörper und das Plasma, n_1, n_2, n_3, n_4, n_5 die fünf Nematogone. Vergr. 335.

„ 3. „Keimstück“ einer Nematogon-Membran.

„ 4. Rand eines ganz reifen Brutkörpers mit einem Nematogon.

„ 5. Das Nematogon von Fig. 4, nach der Behandlung mit Chlorzinkjodlösung.

„ 6. Rand eines ganz reifen Brutkörpers, mit einem Nematogon, *n*; mit concentrirter Schwefelsäure behandelt.

„ 7. Rand eines Brutkörpers mit einem auskeimenden Nematogon.

„ 8—12. Entwickelung des Brutkörpers in successiven Stadien. Bei Fig. 11 u. 12 sind die von der Scheitelzelle gebildeten Wände stärker ausgezogen, bei Fig. 12 sind zwei nachträglich herausgeschnittene, zweischneidige Scheitelzellen zu sehen.

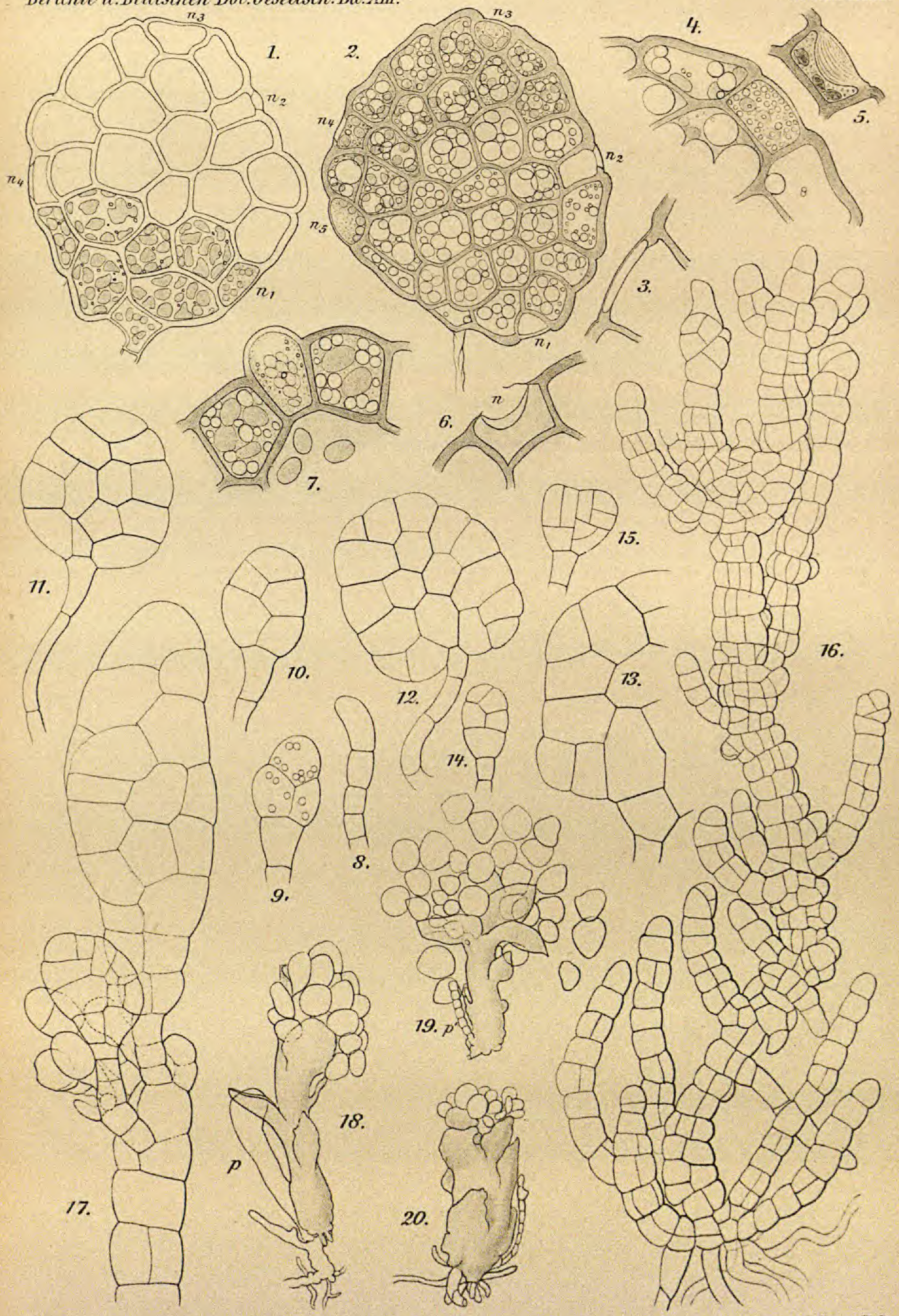
„ 13. Stück eines jungen Brutkörpers, am Rande mit zwei, nachträglich herausgeschnittenen, zweischneidigen Scheitelzellen.

„ 14, 15. Fälle abnormaler Entwickelung bei Brutkörpern.

„ 16. Ein ziemlich kleines Protonemabäumchen. Vergr. 125.

„ 17. Brutkörperbildung an der Spitze eines Astes von einem solchen Bäumchen. Vergr. 350.

„ 18—20. Junge, beblätterte, Brutkörper bildende Pflänzchen. Stengel und Blätter sind abgetont, die Brutkörper weiss gelassen, bei 19 durch Druck zum Theil isolirt; *p* Protonemablatt, dem das Pflänzchen aufsitzt, *p'* Protonemaast. Vergr. bei Fig. 18 und Fig. 19 50fach, bei Fig. 20 115fach.



C. Correns gez.

E. Laue lith.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft

Jahr/Year: 1895

Band/Volume: 13

Autor(en)/Author(s): Correns Carl Erich

Artikel/Article: Ueber die Brutkörper der Georgia pellucida und der Laubmoose überhaupt 420-432