download www.zobodat.at

Zur Klärung der Frage nach dem morphologischen Wert der Protonemabäumchen von Georgia pellucida.

Von J. Wallner.

(Mit 5 Abbildungen im Text.)

Um ein reicheres Untersuchungsmaterial zu erhalten, war ich zunächst bestrebt, durch eine geeignete Kulturmethode Protonemabäumchen hervorzurufen. In den Correnssschen Kulturen scheinen sie ja nur gelegentlich aufgetreten zu sein und Jongmans sagt selbst: gut ausgebildet habe ich sie nie finden können"

Ich will nun hier nicht alle die Versuche beschreiben, in denen ich durch schädigende Einflüsse teils auf das Chloronema bei der Sporenkeimung, teils auf junge Sprosse, diese eigenartigen Protonemabäumchen hervorzurufen trachtete. Sie führten zu mehr oder minder unbefriedigenden Resultaten. Zu den „Vergleichskulturen", in denen, von Sporen oder Brutkörpern ausgehend, der normale Entwicklungszyklus unseres Mooses vor sich ging, benützte ich Agar und Detmersche Nährlösung.

Der Erfolg kam erst, als ich dazu überging, das Moos nicht an der Oberfläche des Substrates, sondern im Substrat zu kultivieren. Ich regulierte zu diesem Zweck die Agarzugaben so, daß alle Übergänge von sehr weichen zu „kompakten" Nährböden resultierten. Auf letzteren entwickelten sich alle Stadien normal, und zwar ergaben sich Sprosse mit großen Brutbechern und zahlreichen Brutkörpern. Die auf weichen Nährböden ausgesäten Sporen und Brutkörper konnte ich durch Schütteln mehr oder minder tief in die Agarschichte verteilen. Sie entwickelten innerhalb des Substrates Chloronema und Protonemabäumchen, und zwar war es gleichgültig, ob das Chloronema aus Sporen oder Brutkörpernematogen hervorging. Ich kultiviere Protonemabäumchen seit 2 Jahren im hiesigen Institut auf die eben beschriebene Weise. Von den an ihnen angestellten Beobachtungen soll hier einiges mitgeteilt werden:

download www.zobodat.at

Zunächst fällt auf, daß das entstandene Chloronema nicht einheitlich ist. Vor allem besteht eine deutliche Größendifferenzierung, und zwar sind die Extreme durch sehr wenige Zellen, oft nur durch eine Zelle (die dann konische Gestalt besitzt [K_1 in Fig. 1, Abb. 1—6]) oder durch keinen „Übergang" verbunden. In Fig. 1 habe ich einige

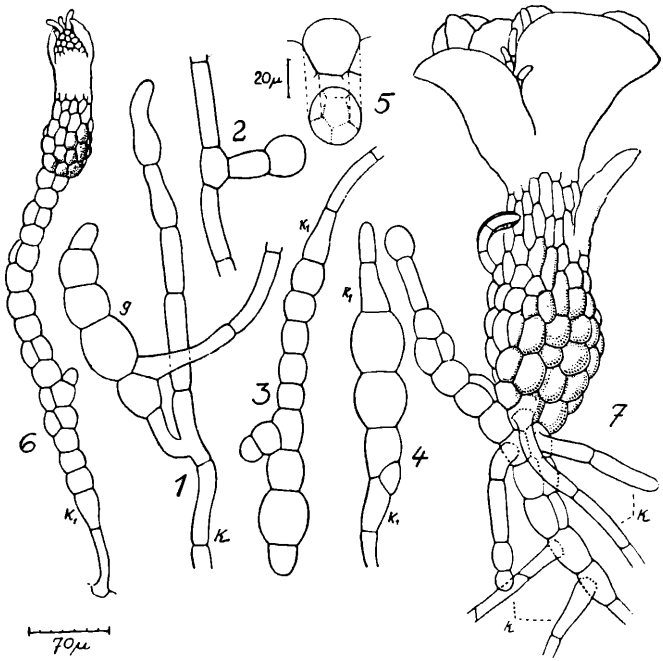

Fig. 1.

Abb. 1—4: Großchloronemafäden aus Kleinchloronema hervorgehend und teilweise in Kleinchloronema übergehend. — **Abb. 5:** Großchloronematische Zelle von der Sproßbasis (im Schnitt und von oben gesehen). — **Abb. 6:** Ein Großchloronemafaden hat terminal einen Miniatursproß entwickelt. Man beachte den „Ausfall" der Protonemablattbildung. — **Abb. 7:** An einem Protonema-Ast (Correns) hat sich ein brutbechertragendes Sprößchen entwickelt. K_1 = konische Übergangszellen. — Die Brutkörper sind in allen Figuren nur in den Umrissen angedeutet.

Beispiele zusammengestellt (Abb. 1—4). Rein morphologisch müssen wir also unterscheiden: Chloronemazellen

a) mit zylindrischen Längswänden. 10—20 μ breit und ca. sechsmal so lang: Kleinchloronemazellen (K in den Figuren);

b) mit kurzen, ausgebauchten Längswänden. 20—45 μ breit und ca. zweimal so lang oder isodiametrisch: Großchloronemazellen (g in den Figuren).

download www.zobodat.at

Die Differenzierung tritt schon bei der Sporenkeimung deutlich hervor. Keimende Sporen am Nordfenster ergaben Großchloronema. Die Zellen desselben zeigen eine einseitige Hervorwölbung der Längswände, was schon Berggren (1870) beobachtet und in seinen Abbildungen angedeutet hat. An regulären Standorten von *Tetraphis* p. bilden die Sporen nur Großchloronema. Meine Sporenaussaaten am Südfenster entwickelten Kleinchloronema; nur gelegentlich traten Reminiszenzen an großchloronematische Gestaltung hervor. (Ich werde in einer späteren Veröffentlichung an anderer Stelle ausführlich auf die Sporenkeimung unseres Mooses zurückkommen.)

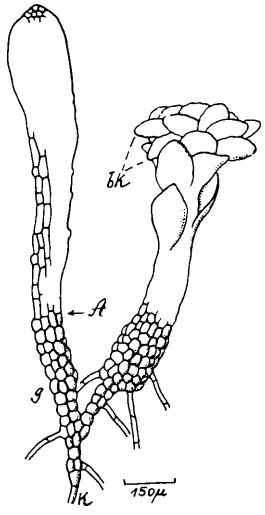

Fig. 2. (Erklärung im Text.)

Die einfachsten Ausbildungsstufen des Großchloronemas sind schon von Jongmans (1907) in Flüssigkeitskulturen beobachtet worden und als „umgebildete Protonemablattanlagen" gedeutet worden. Es handelt sich um Großchloronemazellen, die sich zu mehr oder weniger langen Reihen anordnen, um dann meist mittels einer „konischen" Zelle (K_1) in Kleinchloronema überzugehen. (Siehe die Jongmanssche Fig. 40 und meine Abb. 4 der Fig. 1.) Die Großchloronemafäden meiner Kulturen zeigten Längs- und Querteilungen mit ± reicher Verzweigung: Es resultierten in 1—2 Monaten nach der Sporen- bzw. Brutkörperaussaat am Nordfenster typische Correnssche Protonemabäumchen.

Von besonderem Interesse war natürlich nun zu beobachten, was aus den Protonemabäumchen hervorgeht. Ich war nun sehr überrascht zu sehen, daß aus den Bäumchen sich zunächst eine Anzahl von Miniatursprossen entwickelte, die innerhalb des Substrates bald zu reichlicher Brutkörperbildung übergingen (Fig. 1, Abb. 7, Fig. 3 und Fig. 4). Schon Correns beobachtete Pflänzchen von $^1/_2$ mm Höhe mit „überquellender Menge" von Brutkörpern. Derselbe Autor schrieb nun (1895): „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" Blätt-

download www.zobodat.at

chen[1]), dagegen nie an den Bäumchen." In einer Anmerkung ist nun zu lesen: „Nach Einsendung des Manuskriptes fand ich jedoch auch an einem (einzigen) Bäumchen eine junge beblätterte Pflanze." Correns hat offenbar diesem isoliert dastehendem Fall keine weitere Beachtung geschenkt. In der Regel entwickelte ein Protonemabäumchen meiner Kulturen nur einen Sproß. Ich konnte aber auch bisweilen vier Sprosse an einem Bäumchen sehen. Von

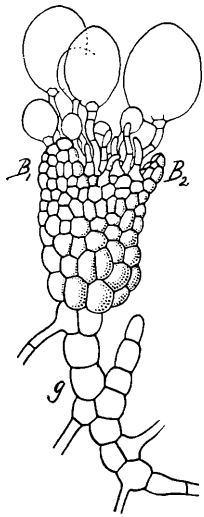

Fig. 3.
Stark reduz. brutkörperbildendes Sprößchen. Stammblätter nicht vorhanden. „Hüllblätter" B_1 und B_2 sehr klein.

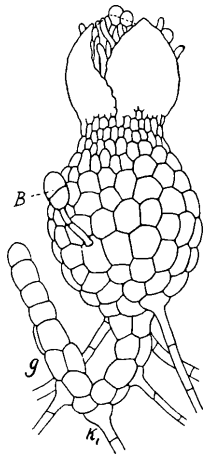

Fig. 4.
Miniatursproß mit einem jungen Brutkörper B in der großchloronematischen Basalregion.

besonderem Interesse war mir zu erkennen, daß Brutkörper und Schleimhaare auch isoliert an den Stämmchen entstanden waren (Fig. 1 [7] u. 4), also nicht etwa in den Blattachseln. Eine Erklärung dafür finden wir darin, daß der unterste Teil der Sproßstämmchen — und bei unseren Miniatursprossen — beinahe die ganzen Stämmchen großchloronematischen Charakter besitzen (Fig. 1, Abb. 5). Brutkörper und Schleimhaare standen im „Großchloronemabezirk" und daher meist weit abgerückt von der Apikalregion der Sprosse, auf die ja normalerweise die Brutkörperbildung beschränkt ist. Neu-

[1]) Auf der Tafel in Abb. 19 mit p (= Protonema-Ast) bezeichnet (Anmerkung von mir [Wallner]).

download www.zobodat.at

bildung von Großchloronema an der Basalregion der Sprosse konnte ich gelegentlich beobachten.

Jongmans hat das Auftreten von Keulenhaaren in seiner Fig. 32 an „durchwachsenen Sproßteilen" angegeben. In meinen Kulturen fand ich auch diesen Fall bisweilen realisiert.

Was die Beblätterung der Miniatursprosse anbetrifft, so konnte ich auch darüber einige Verschiedenheiten konstatieren. Die kurzen Stämmchen waren oft nicht beblättert. Entwickelt waren dann nur die Hüllblätter des Brutbechers. Aber auch diese können auffallend klein werden (Fig. 3) oder oblitterieren vollständig. Wenn dann die Basalregion des Gebildes gegen das Großchloronema nicht deutlich abgesetzt ist, so fällt es schwer zu entscheiden, ob wir es mit einem „einstämmigen" Protonemabäumchen oder mit einem blattlosen Stämmchen zu tun haben. Goebel (1930) ist ja geneigt, die Protonemabäumchen als rudimentäre Sprosse zu betrachten. Der weitaus größte Teil der Bäumchen meiner Kulturen erwies sich nicht als reduzierte Sproßbildung. Die problematischen Fälle lassen sich nur dann entscheiden, wenn man, wie Goebel schon sagt (l. c.), auf das Vorhandensein oder Fehlen einer dreischneidigen Scheitelzelle prüft.

Jongmans hat übrigens schon das Auftreten von Knospen am Großchloronema beobachtet. Er sagt: „Oft kommt es vor, daß an diesen ganz schmalen Protonemablättern, wenn man diese Gebilde noch so nennen darf, unten einige Zellen aufschwellen und einen kleinen Zellkörper bilden, an dem dann Rhizoiden und eine junge Knospe entstehen." Meine Präparate zeigen, daß die Knospe nicht „unten", d. h. am Basalende eines Protonemabäumchens, zu entstehen braucht. Für die Sproßentstehung ist keine Region des Bäumchens prädestiniert, auch dann nicht, wenn es nur als Protonema-Ast (Correns) entwickelt ist. Gelegentlich wird das Apikalende eines einstämmigen Bäumchens von einem Sproß abgeschlossen (Fig. 1, Abb. 6). Durch „Seitenzweige" kann sich dann das Bäumchen apikalwärts fortsetzen.

Die Sproßentstehung ist nicht an die Anwesenheit von Protonemablättern gebunden. Letztere dienen als photosynthetisch wirksamste Komponente des Protonemas nur der Versorgung der jungen Knospe mit Nährstoffen. Im Substrat meiner Kulturen entwickelten sich nur relativ selten Protonemablätter. Sie blieben immer ± schmal: Die Sprosse im Substrat waren, wie schon erwähnt, außerordentlich klein. Auf dem Substrat derselben Kulturen dagegen erhielt ich normal gestaltete Protonemablätter mit Sprossen von normaler Größe. Die Sproßscheitelzelle entwickelt sich am Groß-

download www.zobodat.at

chloronema, das auch die basale Stielregion der Protonemablätter zusammensetzt. Wir erinnern in diesem Zusammenhang an den Fall, den Jongmans in Fig. 38 abbildet, wo aus basalem Großchloronema eines Protonemablattes sich ein kleines Protonemabäumchen entwickelt. Wie ich beobachtete, kann schon an einem zweizelligen Großchloronemafaden ein Sproß entstehen, so daß es bei oberflächlicher Betrachtung aussieht, als ob der Sproß aus Kleinchloronema sich entwickelte. Nach diesen Feststellungen werden auch jene Fälle verständlich, wie sie oft in meinen Kulturen hervortraten und von denen in Fig. 2 ein Beispiel herausgegriffen ist: Ein zweiästiges Protonemabäumchen entwickelt zuerst an einem Ast den brutkörpertragenden Sproß, am anderen dann ein Protonemablatt. Der Übergang zwischen Großchloronemazellen und Rechteckerzellen des Protonemablattes ist ziemlich schroff (bei A in Fig. 2). An vielen Großchloronemazellreihen entstanden zuerst Sprosse und dann erst Protonemablätter also in umgekehrter Reihenfolge, wie im normalen Entwicklungsverlauf.

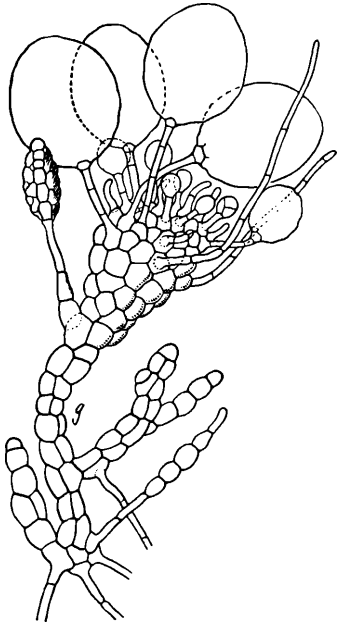

Fig. 5. (Erklärung im Text.)

Ein weiterer Teil der Bäumchen meiner Kulturen ergab Brutkörper und Schleimhaare. Ich sah Formen, bei denen das 1—2reihige Großchloronema (etwa der Fig. 37 von Jongmans oder der Fig. 1 von Correns [1895] entsprechend) ein bis mehrere Brutkörper entstehen ließ. Eine andere Möglichkeit war die, daß bei zahlreichen dicht nebeneinanderstehenden Brutkörpern die Protonemabäumchen eine „keulige" Gestalt annahmen (Fig. 5). Die Insertionszellen von Brutkörperträgern und Schleimhaaren sind bedeutend kleiner wie die Großchloronemazellen. Die eben beschriebene keulige Ausgestaltung ist es, welche eine Abgrenzung gegen die unbeblätterten, brutkörpertragenden Sprosse erschwert.

Das Großchloronema setzt sich in der Regel über die brutkörperbildende Region hinaus fort. Diese kommt dann sekundär auf einen „Seitenast" zu stehen. Bei den „keuligen" Protonemabäumchen

download www.zobodat.at

findet oft unmittelbar unter aber auch in der brutkörperbildenden Region eine Ausgliederung von Kleinchloronema statt (Fig. 5).

Zusammenfassend möchte ich feststellen, daß die Protonemabäumchen im Substrat meiner Kulturen entwickelten:

1. Sprosse (1—4). Sehr klein bleibend.
2. Brutkörper. Normal.
3. Sprosse + Brutkörper.
4. Sprosse + Protonemablätter.
5. Protonemablätter. Sehr schmal bleibend.
6. Brutkörper + Protonemablätter.

Correns (1899) schreibt: soviel geht jedenfalls hervor, daß die Bäumchen (und die Protonemablätter) gewiß nicht wesentlich verschieden sind von den beblätterten Stämmchen und, da alle Übergänge von den Bäumchen zum gewöhnlichen Protonema existieren, daß auch dieses und die beblätterten Stämmchen nicht wesentlich verschieden sind" Demgegenüber wird man natürlich die beblätterten Stämmchen als wesentlich verschieden vom Protonema halten. Von der beachtlichen großchloronematischen Ausbildung der Stammbasis und der Entstehung von Schleimhaaren, Brutkörpern und Großchloronemafäden an ihr wurde oben schon gesprochen. Das Großchloronema stellt, nach dem was wir gesehen haben, das reproduktive Protonema dar. Das Kleinchloronema ist als akzessorisches Protonema anzusprechen.

Zusammenfassung.

1. Substrat: Agar + Detmersche Nährlösung. Bei Kultur im Substrat entwickelten sich zahlreiche Correns sche Protonemabäumchen.
2. Differenzierung des Chloronema in:
   a) Kleinchloronema = akzess. Prot., 15—20 μ breite Zellen;
   b) Großchloronema = reprodukt. Prot., 20—45 μ breite Zellen.
3. Die Großchloronemazellen können sich zu Fäden anordnen („Protonemaäste" Correns) oder durch Teilung, Verzweigung und Ausgliederung von Neubildungen (siehe 4.) einen höheren morphologischen Organisationsgrad erreichen („Protonemabäumchen" Correns).
4. Diese Protonemabäumchen bilden:
   1. Sprosse,
   2. Brutkörper + Schleimhaare,
   3. Protonemablätter.

download www.zobodat.at

Weitere augenblicklich noch nicht zum Abschluß gelangte Untersuchungen über den ganzen Entwicklungszyklus von *Georgia p.* gedenke ich in einer nächsten Veröffentlichung an anderer Stelle mitzuteilen.

München-Nymphenburg, im Juli 1932. Botan. Institut.

Literatur.

Berggren, S., 1864. Jakttagelser öfver mossornas könlösa fortplantning genom grodd knoppar och med dem analoga bildningar. (Lunds Univ. Årsskrift, Tom I.)

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

Correns, C., 1895. Über die Brutkörper der Georgia pellucida und der Laubmoose überhaupt. (Ber. der Deutschen Botan. Gesellschaft, Bd. XIII.)

— 1897. Vorläufige Übersicht über die Vermehrungsweisen der Laubmoose durch Brutorgane. (Ber. der Deutschen Botan. Gesellschaft, Bd. XV.)

— 1899. Untersuchungen über die Vermehrung der Laubmoose durch Brutorgane und Stecklinge. Jena.

Goebel, K., 1930. Organographie der Pflanzen. Teil 2: Bryophyten.

Jongmans, W. S., 1907. Über Brutkörper bildende Laubmoose. (Recueil des Travaux Botaniques Néerlandais. Vol. III.)

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Hedwigia

Jahr/Year: 1932

Band/Volume: 72_1932

Autor(en)/Author(s): Wallner J.

Artikel/Article: Zur Klärung der Frage nach dem morphologischen Wert der Protonemabäumchen von Georgia pellucida 175-182