

## Ueber *Haplozia caespiticia* Dum.

von

A. J. M. GARJEANNE.

Die kleine, unscheinbare *Haplozia caespiticia* gehört zu den seltenen Lebermoosarten, wenngleich sie auch wohl vielfach übersehen wird. Durch die merkwürdigen endogenen Brutkörper gehört sie auch zu den interessantesten Jungermannien überhaupt.

Schon 1911 wurde diese Art von mir zum ersten Male in den Niederlanden gefunden und zwar unweit Venlo, am „Zwarte Water“. Über diesen Fund wurde im „Jaarboek van het Natuurhist. Genootschap in Limburg“, 1912 berichtet, die Pflanze selbst wurde aber nicht weiter untersucht. Im September 1919 konnten aber sehr zahlreiche Exemplare in der Umgebung von Venlo eingesammelt werden, diesmal unweit Genooi, etwa 1 KM. von der Maas entfernt, wo die Pflänzchen bisweilen in fast reinen Rasen wachsen. Als Begleitpflanzen fanden sich an diesem Standort (einem moorigen Waldweg) *Alicularia geoscypha*, *Cephalozia Francisci*, *C. connivens*, *Gymnocolea inflata* und *Haplozia crenulata*. Zwischen den kleinen Stämmchen wachsen häufig *Microcoleus terrestris*, *Zygonium ericetorum* und viele Pilzhypfen.

Ende September und Anfang Oktober erreicht *Haplozia caespiticia* das Maximum ihrer vegetativen Entwicklung. Als bald aber wird sie von anderen Moosen und Lebermoosen überwachsen und ist im Januar kaum wiederzufinden.

Sie würde auch in ihrem üppigsten Entwicklungszustand schwierig zu unterscheiden sein, wenn nicht die Stengelspitze häufig zu einem kugeligen Brutkörnerbehälter anschwellen wäre. Dadurch unterscheidet sich diese Art sofort von ihren Verwandten und von allen übrigen Jungermannien. Merkwürdigerweise sind diese Brutkörnerbehälter zum ersten Male richtig erkannt und beschrieben im Jahre 1911 von Hans Buch<sup>1)</sup>; in allen früheren Diagnosen wird einfach von Brutkörnerköpfchen oder Spreuköpfchen gesprochen, was nur dadurch verständlich wird, dass trockenes Herbarmaterial als Grundlage für diese Beschreibungen gedient hat<sup>2)</sup>. Buch had die endogene Entwicklung dieser Brutkörner richtig erkannt, was an frischem Material auch leicht gelingt, an trockenem Material aber kaum möglich ist.

Als weiteres Merkmal, wodurch auch Pflänzchen ohne Brutkörnerbehälter leicht und sicher von anderen Arten zu unterscheiden sind, nennen wir die besonders groszen Oelkörper. Sie gehören zu den grössten, welche überhaupt bei Lebermoosen vorkommen. Am schönsten ausgebildet sind sie in den Blattzellen, worin sich, mit seltenen Ausnahmen, 1—3 solcher Oelkörper entwickeln. Ihre Länge beträgt 18—34  $\mu$ , ihre Breite 11—19  $\mu$ . Die Blattzellen sind ebenfalls sehr grosz, vier- bis sechseckig, in der Blattmitte etwa 40—60  $\mu$ , am Blattrande 30—40  $\mu$  im Durchmesser. Die gröszeren Oelkörper nehmen häufig die ganze Breite einer Zelle ein. Wenn mehrere Oelkörper in einer

<sup>1)</sup> Hans Buch. Über die Brutorgane der Lebermoose. Helsingfors 1911. S. 8.

<sup>2)</sup> In seiner „Vergl. Morphologie der Pflanzen. Teil I S. 119 ff.“ sagt Velenovský: „Dieselbe bildet eine ganze, in den Endblättern wie in einer Hülle verborgenen Kugel grüner Zellkörper. Diese Erscheinung hat für die genannte Art spezifische Bedeutung.“ In der Fussnote sagt er: „Es ist verwunderlich, dass sie von anderen Bryologen nicht beschrieben wird.“

Zelle ausgebildet sind, haben sie entsprechend geringere Grösze, etwa 18—20  $\mu$  Länge und 11—13  $\mu$  Breite. In den Zellen des Perianths kommen bis sechs Oelkörper vor, welche das Zelllumen fast ganz ausfüllen. In vereinzelten Fällen wurden bis 20 kleine Oelkörper in einer Zelle beobachtet.

In den Stengelzellen sind die Oelkörper erheblich kleiner und können mitunter auch ganz fehlen. Ebenso fehlen sie in den Protoneumazellen.

Die einzelnen Oeltröpfchen sind leicht zu unterscheiden. In jungen Blättern sind diese Oeltröpfchen winzig, wodurch der ganze Oelkörper granuliert erscheint. Später flieszen einzelnen Oeltröpfchen zusammen und bilden mehr, oder weniger ansehnlichen Oelkügelchen. Bekanntlich zeigen die Oeltröpfchen der Oelkörper, welche durch Druck desorganisiert oder durch chemische Agenzien angegriffen sind, die Brown'sche Molekularbewegung. Das ist bei den groszen Oelkörpern von *Haplozia caespiticia* besonders schön zu beobachten. In den jungen Blattzellen, welche eben vollkommen ausgebildeten Oelkörper enthalten, bewegen sich die winzigen Oeltröpfchen sehr schnell, während die gröszeren Oelkügelchen der älteren Oelkörper sich entsprechend langsamer bewegen. Die noch gröszeren Oelmassen, welche sich mitunter in alten Oelkörpern vorfinden, werden nur träge durch den Ansprall der zahllosen kleineren Oeltröpfchen hin und her bewegt.

Auch spontan kann Desorganisation der Oelkörper eintreten. In der Zelle finden sich dann zahlreiche Oeltröpfchen und Oelkugeln.

Bei *Haplozia caespiticia* gelingt es, die Oelkörper mit Methylgrün-Essigsäure tiefblau zu färben. In solchen gefärbten Präparaten (welche nicht haltbar sind!) sehen wir auch den kleinen Zellkern meistens neben dem Oelkörper liegen. Die Angaben der Floren über das Fehlen von Eckverdickungen und Kutikularstreifungen sind in ihrer

Allgemeinheit nicht richtig. Besonders die Eckverdickungen kommen ziemlich häufig vor, sie sind aber nie stark und fehlen den Randzellen fast immer, während sie bei *Haplozia crenulata* eben an diesen Randzellen so auffällig sind. Die Kutikularstreifungen sind immer sehr schwach, länglich elliptisch bis linienförmig.

Die groszen Blattzellen mit ihren groszen Oelkörpern sind wohl Ursache der eigentümlichen Farbe der *Haplozia caespiticia*. Aeltere Pflänzchen aus der Umgebung von Venlo hatten immer die Farbe von angefeuchtetem  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ , jüngere Pflänzchen sind heller grün, die von mir aus Brutkörnern gezüchteten Pflänzchen sind sogar sehr freudig grün, aber alle Pflänzchen haben einen eigentümlichen fettig-schimmernden Glanz, der, wie mikroskopische Beobachtung bei auffallendem Lichte lehrt, auch hier von den Oelkörpern herrührt.

Die Blätter sind bei den eingesammelten Pflanzen rundlich, mit breiter Basis schräg angeheftet. Amphigastrien fehlen an den sterilen Stengelchen oder sie sind sehr schmal und pfriemlich, aus kaum 10 Zellen gebildet. Die Amphigastrien des Perianths sind etwas breiter, sie bestehen aus etwa 15 Zellen und schlieszen mit einer keulenförmigen Schleimpapille ab.

Die Rhizoïden sind lang und wasserhell, sie stehen in kleinen Büscheln, sind nur selten verpilzt, aber sehr häufig geknickt und an den scharf eingebogenen Stellen verdickt. Dann und wann findet man stark keulenförmig anschwellenen Spitzen, welche dann mit Pilzhypfen gefüllt sind.

*Haplozia caespiticia* gehört zu den sehr wenigen Jungermanniales mit endogenen Brutkörnern. Bekanntlich hat Goebel die Bildung von groszen, grünen Brutkörnern bei *Aneura* beobachtet. In einer Thalluszelle entsteht dann nur ein zweizelliges Brutkorn, welches später, nach Zerreissen der umhüllenden Zellwand, ausschlüpft. Ich

möchte hier nochmals weisen auf die von mir<sup>1)</sup> beobachteten einzelligen „Dauerzellen“ von *Alicularia scalaris*, welche mit den Brutkörnern von *Aneura* vielfach übereinstimmen. Sie entstehen aber in diesen *Alicularia*-Blätter nur unter sehr ungünstigen Vegetationsbedingungen, in meinen Kulturen z.B. nur dann, wenn ganze Rasen einige Monate lang unter Wasser kultiviert wurden. Dabei sterben die Pflanzen ganz ab; nur in sehr vereinzelten und zerstreuten Zellen teilen sich die Chlorophylkkörper lebhaft, die ganze Zelle rundet sich etwas ab, und es entsteht so eine lebhaft grün gefärbte, kugelige oder längliche Zelle, welche sich unter günstigen Umständen in zwei gleich groszen Zellen teilen. Eine weitere Entwicklung konnte damals nicht beobachtet werden, was wohl der ungenügend langen Kulturzeit zuzuschreiben ist.

De Brutkörner von *Haplozia* sind ganz anderer Natur. Sie entstehen zu Hunderten an der Spitze des Stämmchens, aber auch hier nur dann, wenn die Vegetationsbedingungen etwas ungünstiger werden. Dann aber entstehen sie leicht und reichlich, z.B. auch an den Regenerationssprossen, an den zahlreichen Seitenzweigen und, was besonders interessant ist, auch am *Protonema*.

Buch hat (l. c.) nur die Bildung von Brutkörnern in den Zellen der Stengelspitze beobachtet und sagt ausdrücklich, dasz die Blattzellen nicht an der Brutzellenbildung teilnehmen. Von mir wurden aber auch zahlreiche Blätter beobachtet, deren Zellen wenigstens teilweise Brutkörner gebildet hatten. Diese Blattzellen sind sogar für das Studium der Entstehungsweise der Brutkörner besonders geeignet.

Am häufigsten sind es Zellen an der Basis oder aus der Mitte von vollständig ausgebildeten Blättern, welche

---

<sup>1)</sup> Garjeanne. Der Einfluss des Wassers auf *Alicularia scalaris*. Beih. z. Bot. Centralbl. Bd. XXXI (1914) S. 410 ff.

zur Brutkörnerbildung schreiten. Immerhin sind es nur die Blätter in der Umgebung der brutkörnerbildenden Stengelspitze, worin Brutkörner entstehen. Die Blattzelle teilt sich dabei erst in zwei gleichgrosze Zellen, jede Zelle teilt sich dann abermals und zwar meistens so, dasz die beiden neuen Zellwände senkrecht aufeinander stehen (Fig. 1). Form und Lage der Mutterzelle können kleine

Änderungen in der Entstehungsweise der neuen Zellen hervorrufen. So kann z.B. eine der beiden aus der Mutterzelle gebildeten Zellen weiter ungeteilt bleiben oder die Zellwände der zweiten Teilung liegen in einer Fläche, wodurch die Mutterzelle in vier Quadranten geteilt wird.

Die vier Töchterzellen können sich abermals teilen, sodasz schlieslich 8 Zellen

und nur sehr selten mehr als 8 Zellen entstehen. Die regelmäsigsten sind die Teilungen in kubischen oder prismatischen Zellen; stärkere Abweichungen von dieser Form der Mutterzelle haben auch Abweichungen in den Teilungen zur Folge. Fig. 1 zeigt fünf nebeneinander liegende Blattzellen in verschiedenen Teilungsstadien.

Vor Anfang der Teilungen scheinen die Oelkörper zu verschwinden, oder sie verbleiben in einer der Töchterzellen, welche sich dann nicht weiter teilt. Wie und wann die Desorganisation der Oelkörper eintritt, konnte nicht bestimmt werden; sie scheint in sehr kurzer Zeit stattzufinden. In der Mutterzelle und auch in den daraus entstandenen Töchterzellen sind zahlreiche kugelige Oeltröpfchen von sehr variabler Grösze vorhanden, welche sich auch in den fertigen Brutkörnern vorfinden. Diese

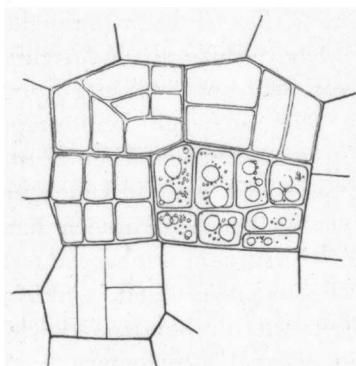


Fig. 1.

Oelkugeln sind nicht, wie die Oelkörper, zusammengesetzt, sie sind wasserhell oder schwach grünlich schimmernd und haben wohl die Bedeutung von Reservestoffen, weil sie bei der Keimung der Brutkörner langsam verschwinden.

Wenn sich die Brutkörner fertig ausgebildet haben, tritt Verschleimung der Mittellamelle der Trennungswände ein. Jedes Brutkorn bleibt dann von einer ganz dünnen Zellwand umgeben, welche in Kalilauge kaum aufquillt. Die Brutkörner runden sich dabei etwas ab und stellen schliesslich einzellige Körner von sehr verschiedener Form dar, wobei aber rechteckige oder schwach keilförmige Zellen mit abgerundeten Ecken vorherrschen. Eine Blattzelle mit abnormal zahlreichen, ellipsoïdischen und kugeligen Brutkörnern zeigt Fig. 2. Neben den Brutkörnern sind noch Desorganisationsprodukte von Protoplasma und Chlorophyllkörnern vorhanden. Solche Bildungen sind aber selten.

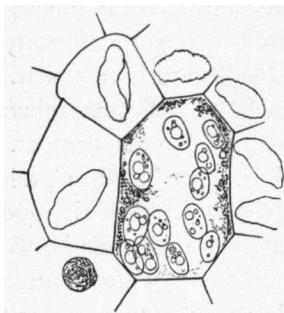


Fig. 2.

Die fertigen Brutkörner sind 9 bis  $18,5 \mu$  lang und entsprechend breit. Die Entstehung der kugeligen Stamm spitzen, welche mit Brutkörnern gefüllt sind, hat Buch schon kurz beschrieben. Er fand die obersten Internodien des Stengelchens kugelig angeschwollen und gänzlich in Brutkörner-Mutterzellen aufgeteilt. Aus diesen Mutterzellen entstehen dann nach Buch, nur 2 bis 4 Brutkörner, welche später ausschlüpfen. Dabei zeigen die Reste der Trennungswände eine eigentümliche wabige Struktur.

So leicht es ist, die Entstehung und die weitere Ausbildung der Brutkörner in Blattzellen an lebendigem Material zu verfolgen, so schwierig ist es, dieselben Beobachtungen an den Stengelspitzen zu machen. Die fertigen Brutkörnerköpfchen sind meistens von einigen Blättern eingehüllt,

sie sind undurchscheinend und beim Zerquetschen unter Deckglas quellen sofort zahllos viele Brutkörner hervor, welche erst entfernt werden müssen um die unversehrt gebliebenen Zellen beobachten zu können. Diese Quetsch-preparate sind jedoch meistens besser als Schnitte. Bei Mikrotomschnitten aus in Flemming'scher Lösung fixirtem Material fallen die Brutkörner aus den Zellen heraus, wodurch solche Preparate, wenigstens für den fertigen Zustand, von geringer Bedeutung sind.

Wir können an geeigneten Quetschpreparaten oder auf Querschnitten beobachten, dasz die äuszere Zellschicht keine Brutkörner bildet. Diese Zellschicht bildet gleichsam eine Wandung um die viele Brutkörner enthaltenden inneren Zellen des Stengelköpfchens. Die Brutkörnermutterzellen entstehen hier wie bei den Blättern durch Teilung von schon fertig ausgebildeten Zellen des Stammscheitels und zwar, wie schon Buch beobachtete, in basipetaler Folge. Nach unten ist das ganze Komplex der Mutterzellen scharf gegen die viel gröszeren normalen Stengelzellen abgegrenzt.

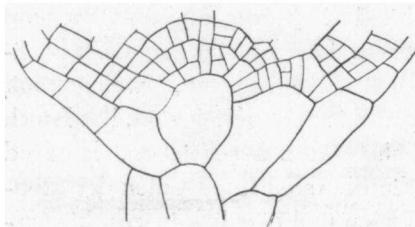


Fig. 3.

Fig. 3 stellt einen Teil einer vertikalen Längschnitt durch die Basis eines halbreisen Brutkörnerköpfchen dar. Die fertig ausgebildeten Brutkörner sind den in den Blättern entstandenen vollkommen gleich.

Beim Ausschlüpfen verschleimen jedoch die Mittellamellen nicht vollständig.

In der Natur findet das Ausschlüpfen gegen den Winter statt, denn noch Ende Oktober oder Anfang November findet man die noch ganz intakten Brutkörnerköpfchen. Wird das Köpfchen auf irgend einer Weise verletzt, so quellen alsbald die Brutkörner hervor. Wie schon Buch

beobachtete, geschieht das mit kurzen Rucken und besonders nach Benetzung werden die meisten Brutkörner sehr schnell hinausbefördert. Die ganze Brutkörnermenge bildet dann eine etwas breiige Masse, welche zwischen den Resten der Aussenwand und den oberen Blättern des Stengelchens liegt. Da *Haplozia caespiticia* an feuchten Stellen wächst, werden die Brutkörner leicht durch das Wasser weiter verbreitet.

Es scheint aber, dasz noch eine andere Weise der Brutkörner-Verbreitung in der Natur vorkommt. Das ganze Brutkörnerköpfchen wird namentlich leicht abgerissen; das Köpfchen selbst ist ziemlich hart und resistenter als die darunter liegenden Zellen des Stengelchens.

Werden Rasen von *Haplozia caespiticia* nach Regentagen im Herbst eingesammelt, so findet man hin und wieder abgerissene Brutkörnerköpfchen, welche vom Regenwasser fortgeschwemmt werden können.

Trockene *Haplozia*-pflänzchen schrumpfen stark zusammen und werden so viel dunkler, dasz sie sich kaum mehr von der Umgebung abheben und dadurch fast unauffindbar geworden sind.

Bei Kultur in Glasdosen entstehen an den meisten Stengelchen Seitensprosse, welche nur rudimentär beblättert sind. In diesen Blättern werden die Blattzellen fast ganz von einem groszen Oelkörper ausgefüllt. Wie schon vorher bemerkt, entstehen auch an diesen Seitenzweigen Brutkörnerköpfchen, welche sich durch ihre dunkelgrüne Farbe sofort bemerkbar machen.

Mit Brutkörnern verschiedener Herkunft wurden Kulturen angelegt. Sie gelingen weitaus am Besten, wenn die Brutkörner auf Torfstückchen, welche mit Pfeffer'scher oder v. d. Crone'scher Nährlösung durchtränkt waren, ausgesät wurden und sich dann in Kristallisierschalen weiter entwickeln können. Verdünnte Nährlösung gibt gleich gute Resultate. Agar-agar ist als Substrat weniger

geeignet, die mit den Brutkörnern zu gleicher Zeit ausgesäeten Algen und Pilzsporen wachsen schneller und besser als die Brutkörner selbst, und die meisten Agarkulturen wurden schlieszlich freudig grün von den vielen Algenkolonien. Kulturen auf Gartenerde miszlangen ganz.

Die ersten Torfkulturen wurden am 12 November 1919 angelegt. Es zeigt sich alsbald, dasz die Brutkörner nur äusserst langsam keimen. Erst am 30 Nov. konnte an 2 Brutkörnern beobachtet werden, dasz sie sich geteilt hatten und dabei ihre eckige Form in eine Kugelige geändert hatten. Am 17 Januar 1920 waren fast sämtliche Brutkörner zu Kugeln aufgeschwollen. Das Reservefett ist

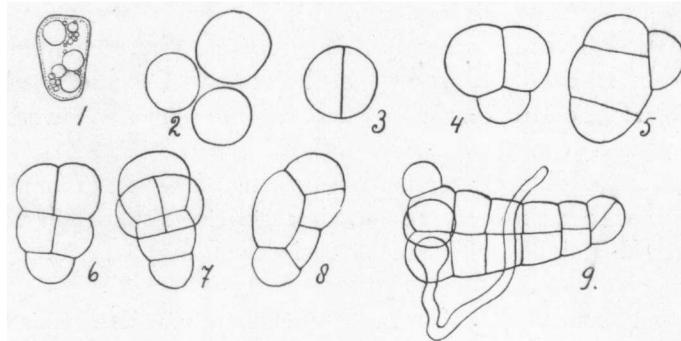


Fig. 4.

dabei fast gänzlich unsichtbar geworden, die wenigen bleichgrünen Chlorophyllkörper haben sich aber stark vermehrt und sind jetzt üppig grün. Neben zweizelligen und einigen wenigen dreizelligen Stadien fand sich auch vereinzelt ein vierzelliges Stadium (Fig. 4).

Erst Anfang Februar findet man sowohl in den Torfkulturen als auf Agar agar weitere Teilungsstadien. Diese protonematischen Gebilde sind freudig grün, mit groszen, scheibenförmigen, stärkereichen Chlorophyllkörpern, aber ohne die eigentümlichen Oekörper. Ihre Form ist sehr verschieden, meistens sind es längliche Zellkomplexe, die

aus etwa vier neben einander liegenden Zellreihen bestehen und mit einigen Rhizoiden am Substrat gehetzt sind (Fig. 4).

Auch dieses Protonema ist schon im Stande, Brutkörnerköpfchen zu bilden. Ein solches Köpfchen, von oben gesehen, ist in Fig. 5a abgebildet, während Fig. 5b ein

aus einem Brutkorn entstandenes Protonema darstellt, woran sich ein Brutkörnerköpfchen gebildet hat. Letzteres ist aufgeplatzt, die ausgeschlüpfte Brutkörner sind hier nicht eckig, sondern abgerundet. Der gegenseitige Druck, welcher die eckige Gestalt der Brutkörner aus den

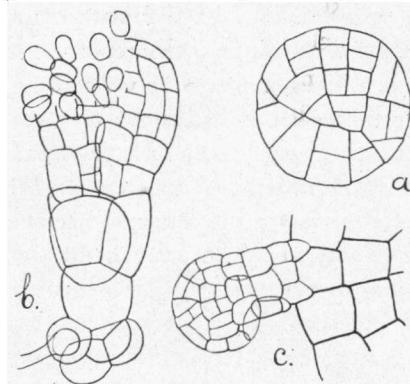


Fig. 5.

grossen Köpfchen verursacht, ist bei diesen Protonema-Köpfchen wohl geringer.

Schon gegen Ende April hatten sich lebhaft grüne *Haplozia*-räschchen auf den Tofstückchen entwickelt. Diese in feuchter Luft gewachsenen Exemplare unterscheiden sich aber habituell sehr von den in der Natur eingesammelten Pflanzen. Erstens wachsen sie aufrecht statt horizontal, was aber bei vielen in feuchter Luft kultivierten Lebermoosen vorkommt. Statt den abgerundeten Blättern kommen jetzt aber an der Spitze zweiteilige Blätter vor. Wenn die charakteristischen Oelkörper die Pflanzen nicht sofort als *Haplozia caespiticia* kennzeichnen würden man glauben ein ganz anderes Lebermoos vor sich zu haben. Fig. 6 zeigt bei b solch ein eigenmächtiges *Haplozia*-Exemplar. Neben Blättern mit zweiteiliger Spitze kommen auch eckige und mehrfach geteilte Blätter vor. Einige Formen sind in Fig. 6c gezeichnet. Im übrigen sind diese

Pflänzchen schön und kräftig gewachsen, sie bilden Anthéridien und Perianthen, aber keine Brutkörnerköpfchen. Diese zeigen sich erst in austrocknenden, weniger üppigen Pflänzchen.

Wie bei fast allen anderen Lebermoosen entstehen auch bei *Haplozia caespiticia* an abgeschnittenen Blättern und

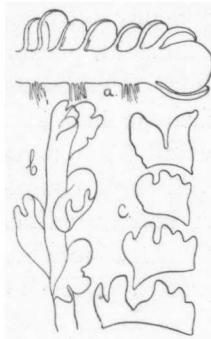


Fig. 6.

Stengelstücken leicht Regenerations-sprosse, welche mit den für viele andere Jungermannien beschriebenen Sprossen hauptsächlich übereinstimmen. Bisweilen entstehen aus den Blattzellen wasser-helle Zellfäden mit chlorophyllreicher Spitze. Es ist kaum überraschend, dass auch an diesen Regenerationssprossen Brutkörnerköpfchen vorkommen. Fig. 5c zeigt solch einen Regenerationssprosz, aus einer Randzelle gebildet, der ein kleines Brutkörnerköpfchen trägt.

Merkwürdig ist es, dass *Haplozia caespiticia*, welche sich so ausgiebig vegetativ vermehren kann (auch Sporogoniën sind nicht selten) zu den seltenen Lebermoosen gehört. Die Art scheint die Konkurrenz anderer Moosen und Lebermoosen nur schwierig ertragen zu können, was z. T. der langsamen Keimung der Brutkörner zuzuschreiben ist.

Kurz zusammenfassend finden wir:

1. *Haplozia caespiticia* unterscheidet sich von allen anderen europäischen Jungermanniales durch ihre sehr grosse Oelkörper. (Länge bis  $34 \mu$ , Breite bis  $19 \mu$ .)
2. Die Ecken der Blattzellwände sind zwar meistens unverdickt, doch kommen auch kleine Eckverdickungen vor, ebenso schwache Kutikularstreifungen.
3. Es entstehen endogene Brutkörner in Blattzellen, in der angeschwollenen Stengelspitze, an Seitenzweigen, Regenerationssprossen und am Protonema. Die Brutkörnermutterzellen entstehen in den Brutkörnerköpfchen und

in den Blattzellen durch wiederholte Teilung bereits ausgewachsener Zellen. Die Brutkörner werden frei durch Verschleimung von Mittellamellen oder von ganzen Zellwänden und rückweise hinausbefördert.

4. Bei der Keimung der Brutkörner runden sie sich erst ab, das Reservefett wird mobilisiert, die Körner werden chlorophyllreich und fangen dann an sich zu teilen. Hierbei entstehen vielzellige Protonemen, welche Brutkörnerköpfchen zu bilden im Stande sind.

5. Bei Kultur auf Torfstücken in Glasdosen entstehen aus den Brutkörnern Plänzchen, welche statt der runden Blätter der normalen Pflanze, zweiteilige oder sonstwie eingeschnittene Blätter haben. Diese Pflanzen sind orthotrop, statt plagiotrop.

#### FIGURENERKLÄRUNG.

Fig. 1. Fünf Blattzellen mit Brutkörnerbildung in verschiedenen Stadien.  $\times 300$ .

Fig. 2. Eine grosse Blattzelle mit Brutkörnern. Die Zwischenwände sind verquollen. Neben den Brutkörnern Reste von Protoplasma, Chlorophyllkörnern u.s.w.  $\times 300$ .

Fig. 3. Längsschnitt von der Basis eines Brutkörnerköpfchens, mit „sterilen“ Wandzellen und basalen Zellen.  $\times 200$ .

Fig. 4. 1. Brutkorn. 2. Erste Keimungsstadien. 3. Zweizelliges, 4. Dreizelliges, 5. Vierzelliges, 6, 7, 8. Fünfzelliges, 9. Mehrzelliges Stadium, letzteres mit Rhizoid. Etwa  $200\times$ .

Fig. 5. a. Ein protonema-bürtiges Brutkörnerköpfchen von oben gesehen. b. Ein solches Köpfchen aufgeplatzt, mit Brutkörnern. c. Regenerationsspross am Blattrande mit Brutkörnerköpfchen.  $\times 200$ .

Fig. 6. a. Umriss eines normalen Stengelchens mit abgeschnittenen Rhizoiden und mit Brutkörnerköpfchen. b. Orthotroper Stengel aus einer Torkultur, mit gelappten Blättern. c. Zwei- und mehrteilige Blätter.  $\times 10$ .