

zur Keimung nothwendigen stofflichen Umlagerungen auslösen, auch vom Substrat ausgehen¹⁾).

8. Die vereinzelt Keimungen, welche, auf Filtrirpapier als Substrat, auch im Dunkeln erfolgen (1,66 pCt.), müssen wohl so gedeutet werden, dass in Ausnahmefällen jener Stoff, der zur Inscenesezung der Keimung nothwendig, im Samen entweder schon in ausreichender Menge vorhanden ist, oder auch ohne Lichtwirkung in ausreichender Menge durch Umlagerung entsteht.

Innsbruck, Botanisches Institut, im September 1899.

39. Bohumil Němec: Die Mykorrhiza einiger Lebermoose.

Mit Tafel XXIV.

Eingegangen am 18. October 1899.

Der Mykorrhiza der Moose wurde bisher nicht viel Aufmerksamkeit geschenkt, obzwar schon im Jahre 1879 KNY²⁾ die Anwesenheit von sterilen Pilzhyphen in den Rhizoiden von *Marchantia* und *Lunularia* angegeben hat. Was speciell die Lebermoose betrifft, so ist besonders die Arbeit von JANSE³⁾ hervorzuheben, in welcher eine, bei den Jungermanniaceen viel verbreitete Mykorrhiza-Form für *Zoopsis* beschrieben wird. Die vorliegende Mittheilung soll die Resultate einer experimentellen und anatomischen Untersuchung über die Mykorrhiza bei *Calypogeia trichomanes* bekannt machen, welche wohl einigermaßen das Interesse an der Mykorrhiza der Moose steigern werden.

An den Marchantiaceen ist es mir bisher nicht gelungen, als Mykorrhiza sicher zu bezeichnende Symbionten aufzufinden, hingegen weisen eine solche die meisten von mir untersuchten einheimischen Jungermanniaceen auf. Ich fand bisher eigentlich nur *Jungermannia bidentata* mykorrhizafrei. Ob jedoch diese Species immer so auftritt, ist sehr fraglich, da ja bekanntlich manche Pflanzen je nach ihrem

1) Einen Ersatz für die Lichtwirkung fand FOREST HEALD in der Erhöhung der Temperatur. Farnsporen, die bei anorganischer Ernährung und gewöhnlicher Temperatur nur im Lichte keimen, keimten bei erhöhter Temperatur (32° C.) auch im Dunkeln. Für *Veronica peregrina* steht ein entsprechender Versuch noch aus.

2) KNY und BÖTTGER, Ueber eigenthümliche Durchwachsungen an den Wurzelhaaren zweier Marchantiaceen. Verh. des bot. Ver. der Prov. Brandenburg, 1879

3) JANSE, J. M., Les Endophytes radicaux de quelques plantes javanaises. Ann. du jard. bot. de Buitenzorg, vol. 14, 1897.

Standorte entweder mit einem Pilze symbiotisch leben oder ganz mykorrhizafrei auftreten können. So ist es mir gelungen eine *Lepidozia reptans* aufzufinden, die am lehmigen Boden gewachsen ist und keine Spur von Mykorrhiza-Fäden in den Rhizoiden zeigte, obzwar diese Art an schattigen, mehr humosen Standorten eine für die Jungermanniaceen typische Mykorrhiza aufweist. Uebrigens muss ich hier bemerken, dass an demselben Standorte, wo z. B. *Jungermannia bicrenata* in ihren Rhizoiden zahlreiche Pilzhyphen besitzt, Laubmoose wachsen, welche absolut mykorrhizafrei sind. Die speciellen Verhältnisse will ich erst später gelegentlich mittheilen.

Zunächst sollen die Verhältnisse, wie sie bei *Calypogeia trichomanes* gefunden wurden, ausführlicher beschrieben werden. Die Rhizoiden entstehen bei dieser Art meist unter den Unterblättern und sind 2—3 mm lang. Diejenigen Rhizoiden, welche mit dem Substrat in Berührung waren, zeigten im Innern immer einige dünne Mycelfäden, welche kurze oder längere Seitenäste tragen; diese Seitenäste können zuweilen durch die Membran der Rhizoiden nach aussen gelangen. Die Mycelfäden sind septirt, doch sind die Querwände ziemlich weit von einander entfernt (Fig. 1). In dickeren Fäden stehen dieselben einander ein wenig näher als in den dünneren. Diese sehen auch mehr glänzend aus. Beiderlei Fäden kommen jedoch in demselben Rhizoid vor. An gefärbten Präparaten (es wurde Paracarmin und Eisenalaunhämatoxylin benutzt) sieht man in den Hyphen kleine, intensiv tingirte Körnchen, mehrere in jeder Zelle, welche vielleicht Kerne vorstellen.

Die Rhizoiden sind an ihrem Ende gewöhnlich keulen- oder lappenförmig angeschwollen. In diesem verbreiterten Ende bilden die Mycelfäden ein wirres Geflecht (Fig. 2), aus welchem öfters durch die Membran einzelne Fäden nach aussen dringen und hier weiter wachsen. Es sei noch erwähnt, dass die in den Rhizoiden wachsenden Mycelfäden oft leiterförmige Fusionen (Fig. 7), jedoch nie Schnallzellen bilden.

Untersucht man die Basis der Rhizoiden, eigentlich derjenigen Zellen, welche den Rhizoiden den Ursprung geben, so findet man, dass in denselben zunächst die Pilzhyphen breiter werden (Fig. 1), um dann ein in den Membranen der Nachbarzellen (die rhizoidenbildenden ausgenommen) dicht anliegendes, pseudoparenchymatisches Gewebe zu bilden, welches aus neben einander liegenden polygonalen oder kugeligen Zellen besteht, welche natürlich dem Pilze selbst angehören. Besonders gut ist dieses pseudoparenchymatische Gewebe an Schnitten zu sehen, welche den Membranen, an welche dasselbe angepresst ist, parallel geführt wurden (Fig. 3). In rhizoidenbildenden Zellen, in welche nur ein Mycelfaden eindringt, sieht man gut, wie der Faden zunächst anschwillt (Fig. 6), dann tonnenförmige oder

kugelige Zellen bildet, um sich schliesslich an die Membranen der Nachbarzellen anzulegen und hier das erwähnte pseudoparenchymatische Gewebe zu bilden. Dieses ist ein- oder mehrschichtig (Fig. 1, 6), schliesslich kann es die ganze rhizoidenbildende Zone ausfüllen.

Es ist nun merkwürdig, dass die das pseudoparenchymatische Gewebe bildenden angeschwollenen Pilzzellen in die Nachbarzellen des *Calypogeia*-Stämmchens fingerförmige oder zäpfchenartige Fortsätze aussenden (Fig. 1, 6), welche alle fast ganz gleich lang sind. Selten trifft man einige längere, die gewöhnlich dann gekrümmt sind. Einige erscheinen bei starker Vergrösserung mehrmals schwach eingeschnürt (Fig. 5) oder am Ende keulenförmig angeschwollen. Die Membran dieser Fortsätze ist farblos. An älteren Theilen der befallenen Jungermanniacee können auch verzweigte und gebräunte Fortsätze vorkommen (Fig. 5a).

Betrachtet man diese fingerförmigen Fortsätze von oben, also von der Fläche der von ihnen durchdrungenen Membran, so erscheinen sie oft in Reihen angeordnet (Fig. 4), die allerdings meist verästelt sind. Doch können auch einzeln liegende Fortsätze vorkommen. Interessant ist auch der Umstand, dass der Kern der Zellen, in welche die erwähnten Fortsätze eingedrungen sind, immer denselben genähert liegt (Fig. 1). Sonst zeigen diese Zellen kein Anzeichen der Degeneration oder einer Hypertrophie. Nicht immer grenzen rhizoidenbildende Zellen an einander. Dann können auch in epidermale Zellen die fingerförmigen Fortsätze getrieben werden (Fig. 7). In einem einzigen Falle beobachtete ich, dass auch aussen verlaufende Hyphen sich an das Stämmchen der *Calypogeia* anlegten und in dieselbe kurze Fortsätze trieben, die jedoch unter diesen Umständen etwas unregelmässig aussahen (Fig. 7).

Man könnte die zäpfchenartigen Fortsätze vielleicht als Haustorien deuten, welche der Pilz in die Zellen der Wirthspflanze einsendet, um Nährstoffe aus ihnen saugen zu können. Es ist jedoch andererseits ebenso möglich, dass die Wirthspflanze die Pilzhyphen zu derartigen Gebilden reizt, um an einer grossen Oberfläche und bei inniger Berührung möglichst leicht Stoffe entnehmen zu können. Sicher handelt es sich nicht um ein gewöhnliches Eindringen der Pilzhyphen in die Zellen, denn die eingedrungenen Fortsätze erreichen nur eine bestimmte Länge, ohne nach und nach vielleicht den ganzen Inhalt der Zellen zu verdrängen und dieselbe auszufüllen, oder die Zelle zu einer krankhaften Veränderung zu reizen. Was die Lage des Zellkernes betrifft, so könnte man dieselbe vielleicht durch einen traumatischen Reiz erklären, der durch das Eindringen der fingerförmigen Fortsätze verursacht wurde.

Die von mir untersuchten *Calypogeia*-Rasen waren mit zahlreichen Fruchtkörpern der blaugrünen Pezizee *Mollisia Jungermanniae* besetzt.

Es sei zunächst betont, dass die Fruchtkörper an lebenden Theilen der *Calypogeia* sassen, deren Zellen an diesen Stellen noch normale Organisation, Chlorophyllkörper und Turgescenz zeigen. Das Mycelium umspinnt hier das Stämmchen sowie die Blätter; die Hyphen dringen jedoch nur in einzelne abgestorbene Zellen der Wirthspflanze ein.

Es ist jedoch nicht möglich, einen directen Uebergang der sicher zur *Mollisia* gehörigen Myceliumfäden in die Mykorrhiza zu constatiren. Durch Culturversuche ist es mir jedoch gelungen höchst wahrscheinlich zu machen, dass die beiden Pilzformen zu einander gehören, dass nämlich die Mykorrhiza-Fäden sterile und durch besondere Bedingungen einigermaßen veränderte Hyphen der *Mollisia Jungermanniae* sind.

Werden Laubmoose im absolut feuchten Raum und bei relativ schwachem Licht cultivirt, so werden sie bekanntlich stark positiv heliotropisch. Werden sie nur von oben beleuchtet, wachsen die Pflänzchen ganz aufrecht. So wurden *Calypogeia*-Rasen behandelt. Doch werden die Pflänzchen auch da bis zum Gipfel von einzelnen Mycelfäden umspinnen, deren Angehörigkeit zur *Mollisia* oder Mykorrhiza allerdings nicht ohne Weiteres festzustellen ist. Mit diesen aufrecht wachsenden Pflänzchen stellte ich folgende Versuche an:

1. Abgeschnittene, aufrecht wachsende Pflänzchen, welche mit einzelnen Mycelfäden umspannt waren, wurden auf ausgeglühten, mit Torfdecoct durchtränkten Kieselsand gelegt. Nach 14 Tagen wurden die Pflanzen untersucht. Sie haben zahlreiche Rhizoiden getrieben, von denen die meisten Mykorrhiza-Fäden besaßen.

2. Abgeschnittene, aufrecht wachsende Pflänzchen wurden in destillirtem Wasser unter einem Präparationsmikroskop mit zwei feinen Marderpinseln wo möglich von den dieselben einzeln umspinnenden Mycelfäden befreit, sodann auf einen ähnlich wie im ersten Versuch behandelten Kieselsand gelegt. Nach 14 Tagen zeigten von 20 Pflanzen nur 8 Individuen in den Rhizoiden Mykorrhiza-Fäden, die übrigen 12 Pflänzchen waren völlig mykorrhizafrei. In den Versuchen befand sich immer ein Individuum in einer zugedeckten Glasschale; die Schalen wurden mässig beleuchtet, jedoch so, dass sie nicht von directer Sonne getroffen wurden. Das Wachstum der Pflänzchen, welche zur Cultur genommen wurden, war sehr ungleichmässig, so dass sich keine exacten Schlüsse ziehen liessen. Doch zeigten in allen Versuchen die ohne Mykorrhiza wachsenden Pflanzen durchschnittlich einen kleineren Zuwachs als diejenigen, welche von Mykorrhiza-Hyphen befallen waren. Auch waren die letzteren Individuen nicht so zum Absterben disponirt wie die vorigen.

3. Von der auf *Calypogeia* fruchtenden *Mollisia* wurden Sporen so gesammelt, dass dicht über die Fruchtscheibe ein Deckgläschen

angebracht wurde, welches sich alsbald mit kleinen Wassertröpfchen bedeckte, zu welchem Zwecke die Cultur, welche unter einer Glasglocke absolut feucht gehalten wurde, in ein kühleres Zimmer gebracht wurde. Die Sporen blieben dann in diesen Tröpfchen hängen. Es wurden weiter Versuche gemacht von diesen Sporen Reinculturen zu gewinnen. In einer haarfein ausgezogenen Glascapillare wurden die Sporen gesammelt und sammt den Capillaren in eine normale KNOP'sche Flüssigkeit übertragen, welcher 0,5 pCt. Traubenzucker zugesetzt wurde. Vier Culturen waren gelungen. Die Sporen keimten (im Dunkeln) zu einem gedrungenen Mycel, welches zahlreiche Conidien erzeugte. Die Cultur wurde dann zu abgeschnittenen *Calypogeia*-Pflänzchen zugesetzt, die in einer sub 2 angegebenen Weise von Pilzhyphen befreit und in ausgeglühten Kieselsand gelegt wurden. Von 8 so behandelten Individuen waren 7 nach 14 Tagen noch frisch und zeigten in ihren Rhizoiden Pilzfäden, das achte Individuum war abgestorben.

4. *Calypogeia*-Pflänzchen, welche aufrecht gewachsen waren, habe ich einem seitlichen schwachen Licht ausgesetzt. Die Cultur war $1\frac{1}{2}$ m vom Fenster entfernt. Unter den vom Licht abgewendeten Unterblättern entwickelten sich zahlreiche, negativ heliotropisch wachsende Luftrhizoiden. Dieselben zeigten im Innern nie Mykorrhizafäden, obzwar die Pflänzchen bis zum Gipfel von Mycelfäden umspannt waren. Es wurde nun an die Rhizoiden ein Glasplättchen angedrückt; dasselbe bedeckte sich bald in Folge der unvermeidlichen Temperaturschwankungen mit zahlreichen Wassertröpfchen. Nach acht Tagen war keine Infection der Rhizoiden mit Mykorrhizafäden zu constatiren. Ebenfalls trat keine Infection ein, als die Rhizoiden mit Fliesspapier in Berührung gekommen sind. Hingegen konnte ich constatiren, dass Pflanzen, welche mit Fliesspapier, das von KNOP'scher Lösung $+ 0,5$ pCt. Traubenzucker durchtränkt war, in Berührung gekommen sind, nach acht Tagen neue Rhizoiden gebildet hatten, welche im Innern Mycelfäden aufwiesen. Die alten Rhizoiden waren collabirt und abgestorben.

Die Stammcultur der *Calypogeia*¹⁾ ist mir leider durch Unvorsichtigkeit, nachdem ich dieselbe einer halbstündigen Einwirkung des directen Sonnenlichts ausgesetzt gelassen habe, zu Grunde gegangen, so dass ich für dieses Jahr meine Versuche abschliessen musste.

Lepidozia reptans stimmt in Betreff der Mykorrhiza mit der von JANSE näher untersuchten *Zoopsis* überein. Die Mycelfäden sind äusserst fein. Hingegen kommen bei *Jungermannia bicrenata* in den Rhizoiden zweierlei Fäden vor. Die einen sind sehr dünn, die Quer-

1) Das Material hat Herr Prof. VELENOVSKY in den Wäldern bei Horovic gesammelt und mir gütig überlassen.

wände sind ziemlich weit von einander entfernt (Fig. 8 a), die anderen sind bedeutend dicker, die Querwände stehen einander viel näher (Fig. 8 b). Es finden sich auch aus tonnenförmigen Zellen bestehende Hyphen vor (Fig. 8 c), schliesslich kann man ein Zerfallen der Fäden in ellipsoide oder fast kugelige Zellen constatiren (Fig. 8 d, e). Die einzelnen Zellen sind nicht immer gleich gross. Es ist wohl möglich, dass man es hier mit einer Art von Oidio-sporenbildung zu thun hat, doch ist es mir nicht gelungen, die Keimung dieser Gebilde zu beobachten. Mit den Sphaeromen scheinen dieselben nichts Gemeinsames zu haben.

Es ist interessant, dass die Mycelfäden bei *Jungermannia bicrenata* aus den Rhizoiden auch in die Nachbarzellen eindringen können, ohne jedoch ein so apartes Verhältniss anzunehmen, wie es bei *Calypogeia* der Fall ist. Die in die Zellen der Wirthspflanze eingedrungenen Hyphen verlaufen bei *Jungermannia bicrenata* in ganz unregelmässigen Windungen, der Inhalt der befallenen Zellen degenerirt bald, zuerst die Chlorophyllkörper. An älteren, den abgestorbenen Theilen dieser Pflanzen nahe liegenden Partien fand ich in meinen Culturen zahlreiche Zellen des Stämmchens, auch einzelne Zellen der noch frischen Blätter, von Mycelfäden ausgefüllt, an jüngeren Partien der Pflanzen erscheinen viel weniger Zellen inficirt. Die in der Natur gesammelten und sofort untersuchten Pflanzen zeigen eine viel schwächere Infection. Immerhin lässt sich ersehen, dass auch hier unter gewissen Umständen die Mykorrhiza als offener Parasit auftreten kann. Entscheidend sind wahrscheinlich die äusseren Bedingungen, in welchen die Pflanze wächst, wahrscheinlich besonders wenn dieselben eine Schwächung der Individuen zur Folge haben.

Die anatomischen Verhältnisse, wie ich sie für *Calypogeia trichomanes* näher geschildert habe, weisen auf eine geregelte Beziehung der Pilzhyphen zu der Wirthspflanze hin. Dass diese Beziehung für die Wirthspflanze nicht nachtheilig ist, folgt aus meinen Versuchen, wenn nicht evident, so doch mit grosser Wahrscheinlichkeit. Das Wesen dieser Beziehungen müssen weitere Untersuchungen darthun. Ebenfalls machen es meine Versuche höchst wahrscheinlich, dass *Mollisia Jungermanniae* in genetischer Beziehung zu den Mykorrhiza-Fäden steht.

Prag. Botanisches Institut der böhmischen Universität.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1 4, 7, gez. bei REICH. Imm. $\frac{1}{12}$, Comp.-Ocul. 4, Fig. 6 bei REICH. Imm. $\frac{1}{18}$,
Comp.-Ocul. 4, Fig. 5, 5a bei REICH. Imm. $\frac{1}{18}$, Comp.-Ocul. 8.

Fig. 1 - 7. *Calypogeia trichomanes* mit ihrer Mykorrhiza.

„ 1, 6. Aus einem Querschnitt durch ein Stämmchen dicht unter dem Unterblatt. R Rhizoiden mit Mykorrhiza-Fäden, welche in die angrenzenden inneren Zellen / fingerförmige Fortsätze aussenden.

- Fig. 2. Ende eines Rhizoides mit Mykorrhiza-Pilz.
 „ 3. Zu einem Rhizoid ausgewachsene Zelle, parallel mit der Oberfläche des Stämmchens geschnitten. *P* pseudoparenchymatische Zellen des Mykorrhiza-Pilzes.
 „ 4, 5. Fingerförmige Fortsätze aus einem älteren Theile des *Catypogeia*-Stämmchens.
 „ 7. Einzeln stehende, zu einem Rhizoid ausgewachsene Zelle. Bei *x* dringen in die Zellen der Epidermis Fortsätze aus einem aussen liegenden Hyphengeflecht.
 „ 8. Mykorrhiza-Fäden und deren Zerfallen in den Rhizoiden von *Jungermannia bicrenata*.

40. A. Scherffel: *Phaeocystis globosa* n. sp.

(Vorläufige Mittheilung).

Eingegangen am 21. October 1899.

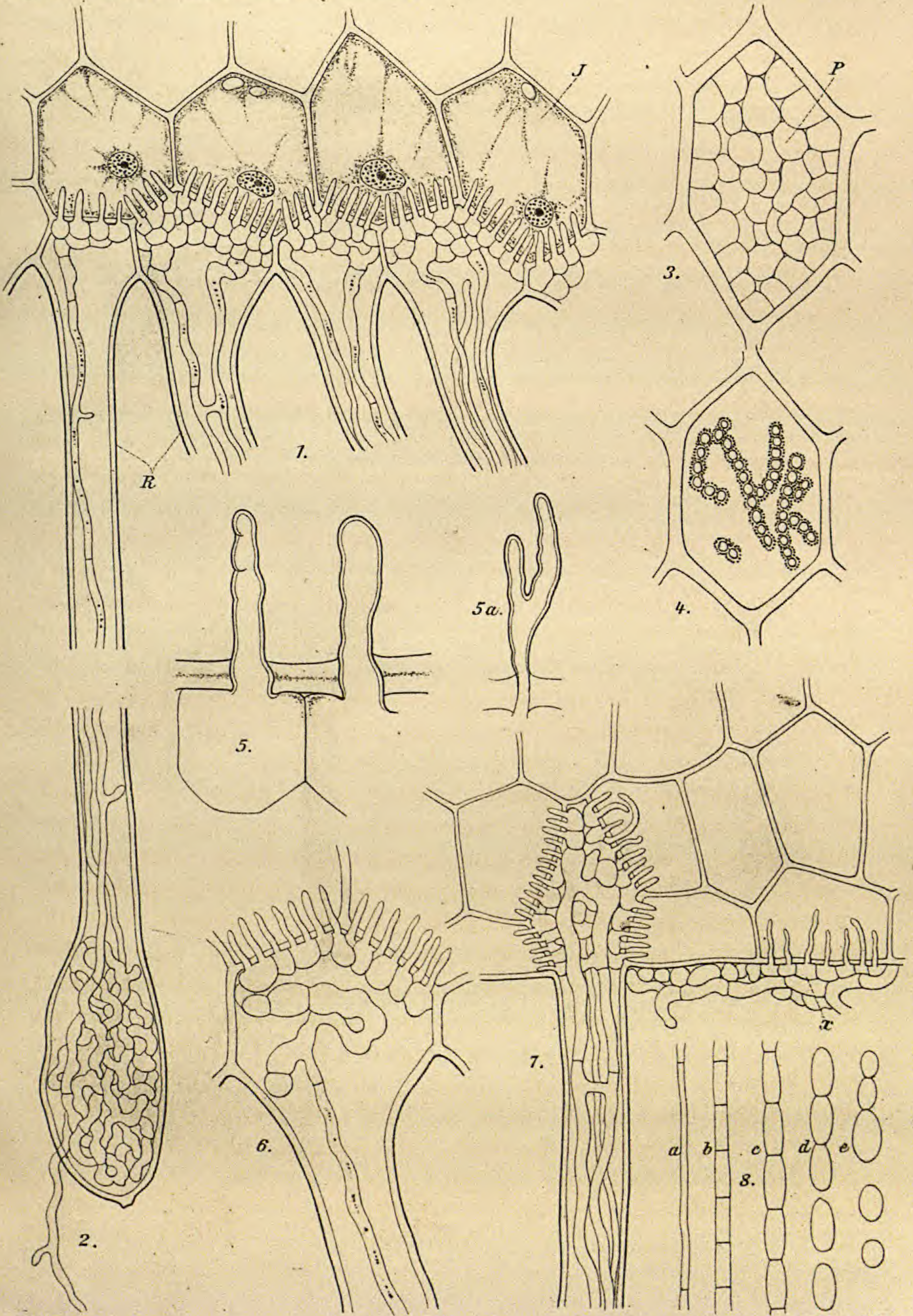
Das Studium des Zellenbaues, sowie die Ermittlungen über die Bildungsweise und den Bau der Schwärmsporen dieser seit 1893 um Helgoland beobachteten, jedoch noch nie so massenhaft wie heuer aufgetretenen Plankton-Alge erwiesen das Vorliegen einer neuen, der Gattung *Phaeocystis* im Sinne LAGERHEIM's angehörigen Art.

Die unbeweglichen, freischwimmenden, gallertartigen, blassgelbbraunen Colonien von meist 2 mm Durchmesser sind vorherrschend genau kugelig, stets ohne Auswüchse. Charakteristisch ist, dass der Zelleib der vorherrschend peripher gelagerten und durchaus unregelmässig angeordneten Zellen, die scharf umgrenzten, meist kugeligen Höhlungen von 7 bis 15 μ Durchmesser, in welchen derselbe liegt, nicht ganz ausfüllt und im Allgemeinen birnförmige Gestalt zeigt. In dem verbreiterten Theil der Zelle sind zwei wandständige, gelbbraune, plattenförmige Chromatophoren von kurz rechteckigem Umriss, mit mehr oder weniger gebuchteten Rändern, und höchst wahrscheinlich ein Zellkern enthalten. Contractile Vacuolen scheinen zu fehlen. Ebenso fehlt stets ein Augenzentrum. Als Assimilations- resp. Stoffwechselproduct erscheint im kegelförmigen Hinterende Leucosin. Stärke ist nicht vorhanden.

Die Vermehrung der Zellen erfolgt anscheinend durch Längstheilung.

Die vegetative Vermehrung geht vermuthlich so vor sich, dass die durch Verflüssigung der Gallerte frei werdenden vegetativen Zellen neue Colonien bilden.

Die Schwärmsporen, durch succedane Zweitheilung einer Zelle innerhalb einer gemeinsamen Hülle zu 12 gebildet, entstehen durch



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1899

Band/Volume: [17](#)

Autor(en)/Author(s): Nemec Bohumil Rehor

Artikel/Article: [Die Mykorrhiza einiger Lebermoose. 311-317](#)