

Zur Kenntnis der Gattung *Botrydium* Wallroth

Autor(en): **Vischer, Wilhelm**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Berichte der Schweizerischen Botanischen Gesellschaft = Bulletin de la Société Botanique Suisse**

Band (Jahr): **48 (1938)**

PDF erstellt am: **20.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-32597>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Zur Kenntnis der Gattung *Botrydium* Wallroth.

Von *Wilhelm Vischer*.

Eingegangen am 9. Juli 1938.

« Obwohl *Botrydium* zu den bekanntesten Pflanzen gehört und in jedem Lehrbuch der Botanik beschrieben und abgebildet wird, kann diese Algengattung keineswegs als gut erforscht gelten » (Miller, 1927, S. 152). Wegen ihres Polymorphismus, der durch die verschiedenen, physiologischen Zustände bedingt ist, kann es oft grosse Schwierigkeiten verursachen, verschiedene Stadien einer Art, oder zwei verwandte Arten sicher miteinander zu vergleichen, und man denkt unwillkürlich an die Worte *Sauvageau*: « Certains estimeront, qu'un sujet d'aussi mince importance pour la biologie générale ne méritait pas un mémoire aussi long; je m'excuse en disant que démontrer l'identité spécifique de deux plantes en apparence très différentes nécessite plus d'espace, et peut-être plus de temps, que d'établir un arbre généalogique du règne végétal tout entier » (*Sauvageau*, 1908).

Zweck vorliegender Studie ist, durch Reinkulturen über die Plastizität und die Abgrenzung einiger Arten von *Botrydium* genaueres festzustellen. Für die frühere Literatur sei auf Miller und die Zusammenfassungen von Fritsch und von Pascher hingewiesen (Fritsch, 1935; Pascher, 1937 u. ff.). Seit dem Erscheinen der Arbeit von Miller hat Frl. Rosenberg Copulation von Gameten beschrieben; bisher konnte jedoch etwas derartiges von niemandem zum zweiten Male gesehen werden. Kulturen des von Frl. Rosenberg benützten Materials sind leider, ebensowenig wie anderer Arten, vorhanden, was in der heutigen Zeit zum mindesten verwunderlich ist (Rosenberg, 1930, S. 291; Pascher, 1937, S. 202; Vischer, 1937, S. 200). Dagegen werden die Reinkulturen, auf die sich die folgenden Beschreibungen stützen, von der Botanischen Anstalt Basel, sowie den Instituten Genf und Prag an Kollegen auf Wunsch abgegeben.

Zur Zeit sind folgende Arten und Formen von *Botrydium* mehr oder weniger genau beschrieben :

B. granulatum (L.) Grev.; *B. granulatum* (L.) Grev. var. *Woronini* Miller; *B. granulatum* (L.) Grev. var. *eugranulatum* Miller; id., forma *rhizocysta* Miller; id., forma *acysta* Miller; *B. Wallrothii* Kütz.; *B. pachydermum* Miller; *B. tuberosum* Jyengar; *B. divisum* Jyengar.

Eine erste Art wurde im Jahre 1927 aus Schlick eines im Sommer eintrocknenden Rheintümpels isoliert, ging aber 1936 wieder ein.

Ältere (4—6 Monate alte) Kulturen wurden ziemlich plötzlich bräunlich und starben unter Weisswerden ab. Die Art wies grosse Ähnlichkeit mit Nr. 196 auf, muss aber, da sie sich einer Nachprüfung entzieht — der Fundort ist infolge des Kembser Kraftwerkes eingegangen —, im folgenden ausser Betracht fallen.

B. granulatum var. *Kolkwitzianum*.

Herr Prof. Dr. R. K o l k w i t z hatte die grosse Liebenswürdigkeit, mir Schlick von den Rieselfeldern von Merseburg (Prov. Sachsen) zu schicken, worauf sich nach Anfeuchten sehr rasch die bekannten, dunkelgrünen, etwas mit Kalk inkrustierten Blasen, wie er sie sehr schön (K o l k w i t z, 1926, S. 536 und Tafel XIV) abgebildet hat, zeigten. Herrn Prof. K o l k w i t z danke ich für seine Freundlichkeit bestens.

Nach anfänglich sehr guter Entwicklung wuchs Nr. 31 im Herbst 1937 sehr viel schlechter als Nrn. 192 und 196 und bildete auf Agar Knop $\frac{1}{3}$ viel kleinere Pflänzchen als am ursprünglichen Fundort. Aus den keimenden Sporen (Abb. 1) wächst meist nach der einen Seite ein Rhizoid, nach der andern ein Lichtspross. Entwickelte Pflänzchen lassen Dichotomie der Rhizoiden, hie und da auch der Lichtsprosse erkennen. Die Versuche, nach denen die meisten Abbildungen gezeichnet sind, waren so angestellt, dass die Agaroberfläche normal dem Lichte zugekehrt war. Sie fielen ähnlich aus bei Verwendung von Agar + Knop $\frac{1}{3}$ mit und ohne Erdabkochung. Bei verschiedener Beleuchtung entwickelten sich die der Lampe am nächsten hängenden (500 Wattlampe, 8 cm Entfernung) Kulturen zu Beginn am besten, d. h. die Sporen wiesen am raschesten den grössten Durchmesser auf (Abb. 1, 3—5); später enthielten die Kulturen richtig differenzierte Pflänzchen. In Entfernung von 14 bis 23 cm bildeten sich mit der Zeit ebenfalls solche (Abb. 2, 2).

Im Frühsommer 1938 wurden z. T. am Nordfenster, z. T. im Keller bei künstlichem Licht, z. T. im Warmhaus für Tropenpflanzen, neue Kulturen angelegt. Hierbei wurden bedeutend grössere Pflänzchen als im Herbst 1937 erzielt. Von oben gesehen, gleichen sie den von K o l k w i t z nach der Natur abgebildeten und zeichnen sich durch ihre intensiv grüne Farbe aus (Abb. 4). Ihre Rhizoiden sind deutlich dichotom (Abb. 5), wie dies für *B. granulatum* charakteristisch ist, zeichnen sich aber vom Typus dadurch aus, dass oft der eine Ast kurz bleibt, wodurch sympodiale Systeme entstehen. Kalkausscheidungen wurden, im Gegensatz zum natürlichen Standort, auf Agar nicht beobachtet.

Zoosporen bilden sich nach Übergiessen gesunder, nicht zu alter Pflänzchen in ein bis mehreren Tagen. Die Zoosporen besitzen die bekannte Form und enthalten oft deutlich einen einzigen Chromatophoren. Ein Augenfleck wurde nicht gesehen, ebensowenig Kopulation.

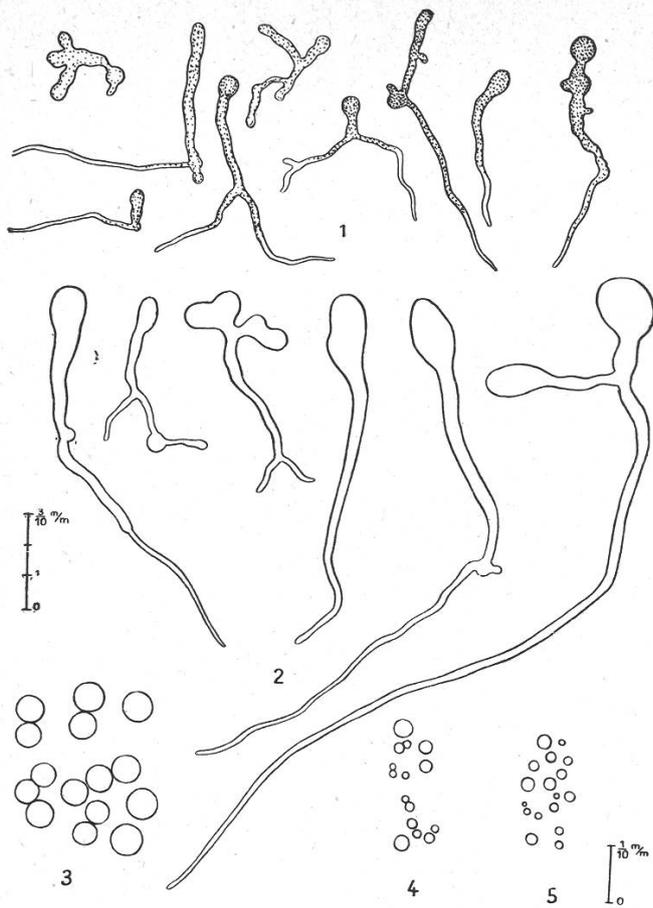


Abbildung 1.

B. granulatum var.
Kolkwitzianum, Nr. 31.

Wo über den Nährboden keine Angaben gemacht sind, handelt es sich immer um Agar + Knop $\frac{1}{3}$. — 1. 23.IX—14.X. 1937, Petrischale, vgl. mit Abb. 10. — 2. 1.XI.1937—3.III.1938, Nordfenster, Agaroberfläche vom Licht abgekehrt. — 3. 25. X.—17.XII.1937, künstl. Licht, 8 cm. — 4. id., 14 cm. — 5. 23 cm.

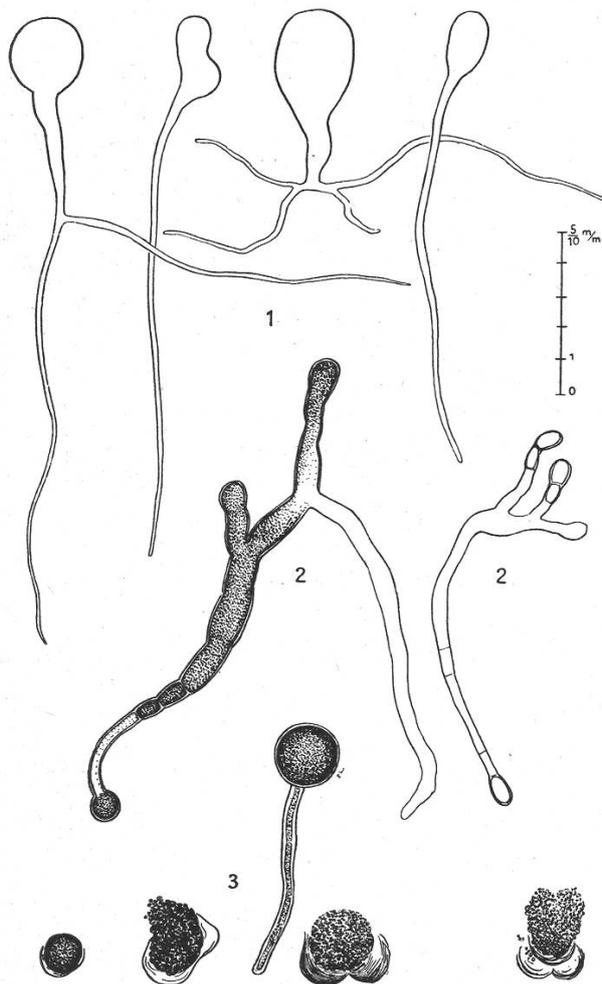


Abbildung 2.

B. granulatum var.
Kolkwitzianum, Nr. 31.

1. wie Abb. 1, 2, Agaroberfläche dem Licht zugekehrt, kurz vor dem Zerfall in Aplanosporen. — 2. 25.XI.1937—3.III.1938, künstl. Licht, 23 cm, Agar + Knop $\frac{1}{3}$ + Erdlösung. — 3. 3.XI.1937—2.III.1938, Agar + Knop $\frac{1}{3}$ + Erdlösung.

Abbildung 3.
B. granulatum var.
Kolkwitzianum, Nr. 31.
14.IV.—30.IV.1938, Warmhaus.

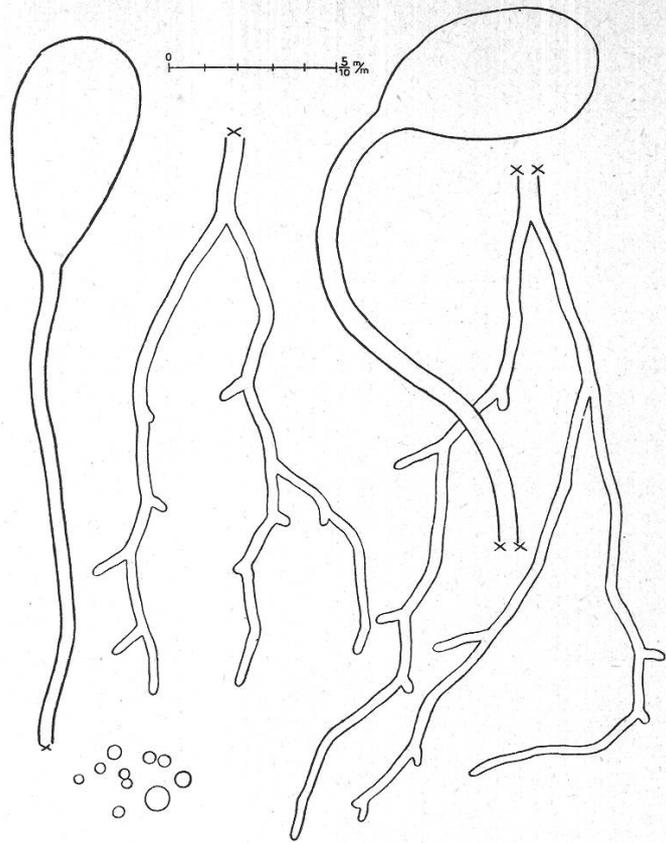
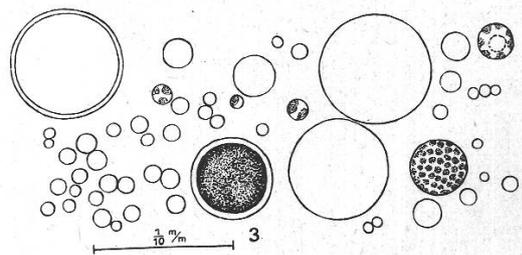
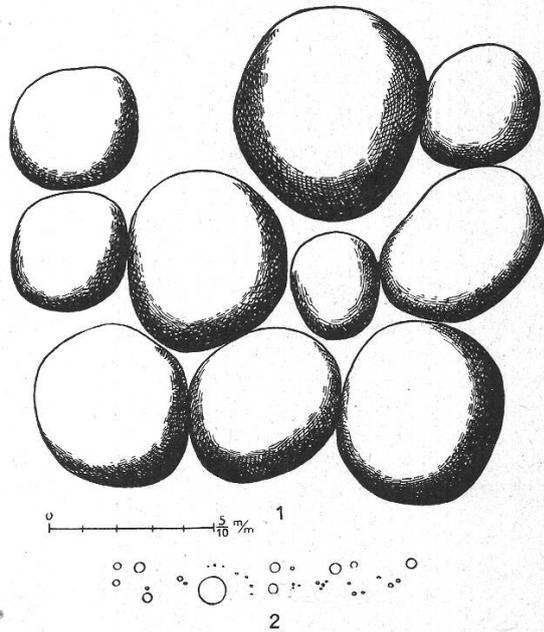


Abbildung 4.
B. granulatum var. *Kolkwitzianum*,
Nr. 31.
1. wie Abb. 3, von oben gesehen. —
2. aus älterer Kultur, 30.III.—14.VI.
1938. — 3. wie vor., stärker vergr.



Ältere Pflänzchen zerfallen in Aplanosporen mit ein bis mehreren Chromatophoren und Kernen (Abb. 2, 3), die meist etwas kleiner als bei der folgenden Art sind, aber ebenfalls durch Teilung des peripheren Plasmas entstehen und demnach eine Hohlkugel bilden; sie lassen durch ihre Gruppierung, wie dies für Nr. 196 in Abb. 7, 1 dargestellt ist, noch lange in oder auf dem Agar die Form des Mutterpflänzchens erkennen.

Oft ist in den Sporen ein matt glänzender, charakteristischer Körper, ein Plasmaballen oder eine mit besonderem Inhalt angefüllte Vakuole, zu sehen (Abb. 20, 1). Mit der Zeit wird der Inhalt granuliert und undeutlich. Die Sporen können ziemlich stark heranwachsen, entwickeln sich aber innerhalb derselben Kultur meist nicht mehr zu typischen *Botrydium*-Pflänzchen, sondern zerfallen direkt wieder in zahlreiche Sporen. Die Zellwand ist oft stark verdickt (Abb. 2, 3; 4, 2, 3). Solche *Botrydiopsis*-artigen Stadien verhalten sich oft sehr träge und können auch nach Überimpfen auf neuen Nähragar während mehrerer Generationen in dieser Form verharren; auf diese Erscheinung, die auch bei den andern Arten zu beobachten war, soll am Schlusse im Zusammenhang eingegangen werden.

In alten Kulturen teilt sich der Zellinhalt in eine Reihe von unregelmässigen, grössern Cysten, von denen aber manche zugrunde gehen (Abb. 2, 2).

Zweifellos stellt Nr. 31 eine Form von *B. granulatum* dar, ist aber durch den sympodialen Aufbau der Rhizoiden vom Typus verschieden und vielleicht als besondere Varietät abzutrennen. Ich schlage den Namen *B. granulatum* var. *Kolkwitzianum* vor.

Diagnose :

Botrydium granulatum var. *Kolkwitzianum*. Characteres speciei. Rhizoides dichotomi, ramus alter saepe brevis, simplex, alter longus, axem principalem sympodii instar sequi videtur. Aplanosporae parvarum cystarum forma saepe complures nucleos et chromatophoros gerunt.

Hab. : campos in quos cloacae effunduntur prope Merseburg. R. K o l k w i t z leg. Cultura nostra n. 31.

Botrydium cystosum nov. spec., Nr. 196.

Nr. 196 stammt, wie der eingangs erwähnte, verlorene Stamm, aus der nächsten Umgebung Basels, und zwar aus dem Garten des Herrn E. S p a a r, Abwartes der Botanischen Anstalt, dem an dieser Stelle für seine Hilfe bestens gedankt sei. Es kann sich also vielleicht um dieselbe Rasse handeln, mit der K l e b s (K l e b s, 1896, S. 223) seine klassischen Versuche angestellt und bewiesen hat, dass das von R o s t a f i n s k i und W o r o n i n in ihrer schönen Abhandlung zu

Botrydium einbezogene *Protosiphon* aus dessen Entwicklungskreise auszuschneiden ist und eine selbständige Chlorophycee darstellt (Rostafinski und Woronin, 1877, S. 649 u. ff.). Auf Lehmerde, die im September 1937 in eine feuchte Kammer verbracht wurde, entwickelten sich bald junge Pflanzen. In der Natur war während mehrerer Jahre eine Massenvegetation im Frühsommer beobachtet worden, 1937 zwar anscheinend unterblieben, 1938 im Juni wieder aufgetreten.

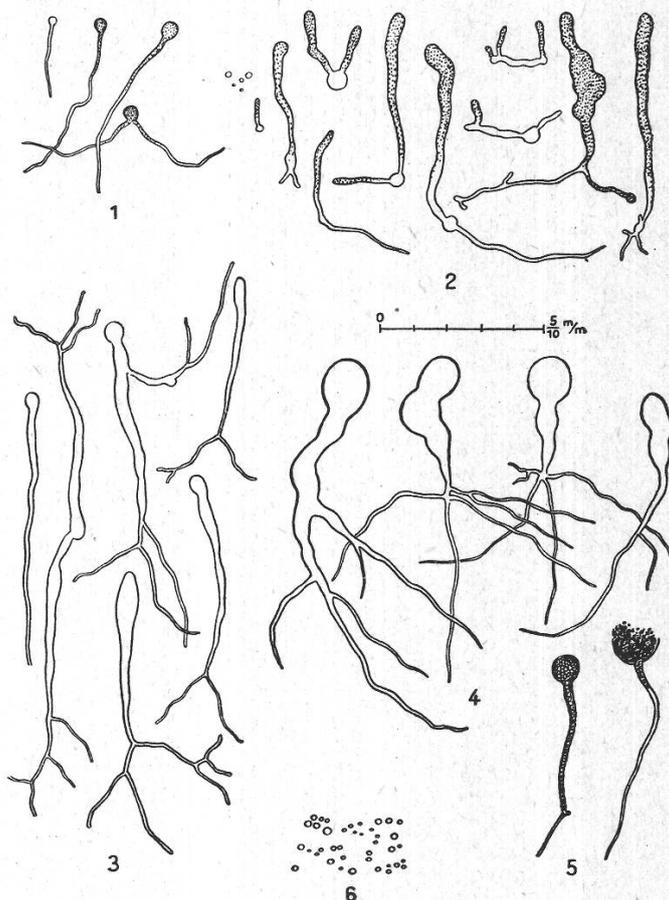


Abbildung 5.

B. cystosum, Nr. 196.

1. 18.III.—24.III.1938. — 2. 30. I.—24.II.1938. — 3. 18.III.—28. III.1938. — 4. 10.II.—1.III.1938, Agar + Uspenski + Erdlösung. — 5. 1.X.1937—24.III.1938. — 6. 30.III.—14.V.1938.

Abb. 8, 2 zeigt Nr. 196 auf seinem natürlichen Substrat. Die oberirdischen Teile gleichen *B. granulatum* und *Wallrothii* em. Miller. Noch frische Pflanzen sind saftstrotzend, lebhaft grün, gänzend und mit kleinen Kalkschuppen bedeckt (in der Abbildung nicht zu sehen). In einigen Exemplaren ist zu erkennen, dass der wandständige Plasma-belag sich in Sporen oder Sporocysten aufteilt. Ältere Stadien sind wegen der an Stelle der Vakuole und zwischen den Sporen vorhandenen Luft matt hellgrün, oft eingesunken und mit apikalem Porus versehen. Manchmal ist der Porus vergrößert, die Wand aufgeschlitzt und, wie bei *Peziza*, nach aussen zurückgeschlagen; manche Exemplare sind nur krugartig geöffnet. Die aufgesprungene Wand ist mit einer Schicht von Sporocysten bedeckt. Die Rhizoiden sind stärker verzweigt als auf Agar; ihre dichotomen Äste sind wie Wurzelhaare

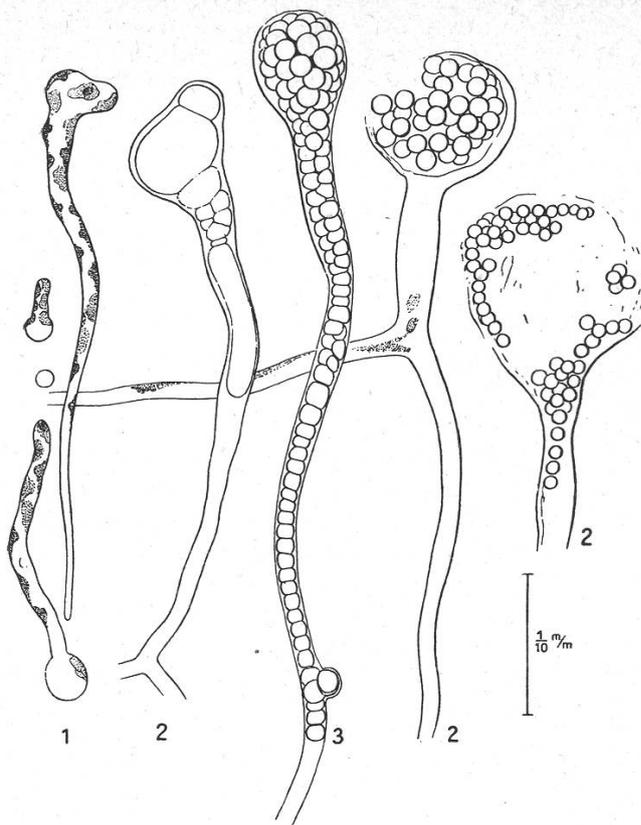


Abbildung 6.

B. cystosum, Nr. 196.

1. Keimpflänzchen aus Abb. 5, 1, 2, stärker vergr. — 2. 28.II.—19.III.1938; Exemplar links mit Vakuolen; andre mit Sporen, nach Übergiessen mit Wasser; Wand mit Methylenblau gefärbt, z. T. verschleimt. — 3. Detail aus Abb. 5, 5.

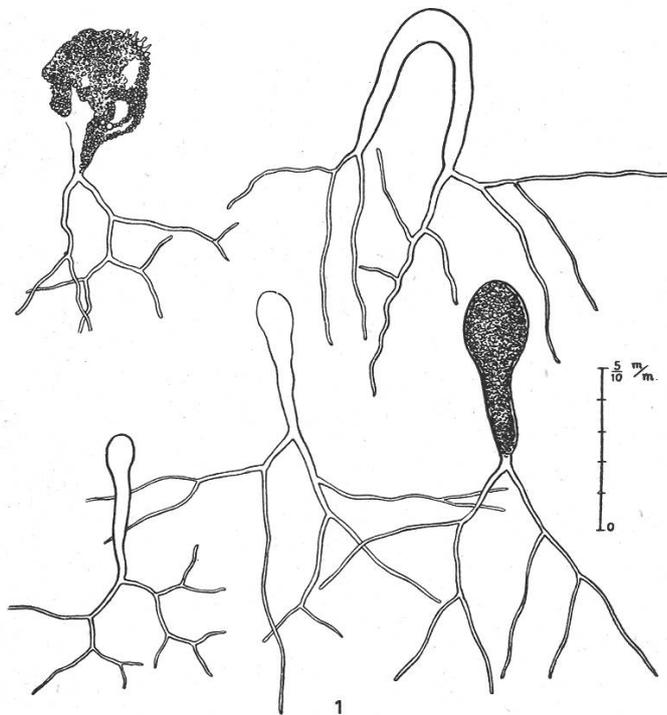
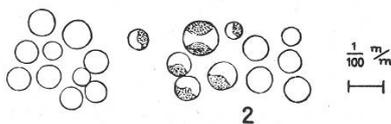


Abbildung 7.

B. cystosum, Nr. 196.

1. 16.V.—28.V.1938, künstliches Licht, Petrischale. — 2. 18.III.—11.VI.1938, Detail aus Abb. 9, 3, freie Sporen nach Übergiessen mit Wasser.



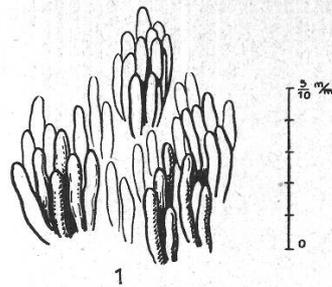


Abbildung 8.

B. cystosum, Nr. 196.

1. 14.IV.—30.V.1938, Warmhaus, vgl. Abb. 9, 1. — 2. 27.VI.1938, vom natürlichen Fundort.

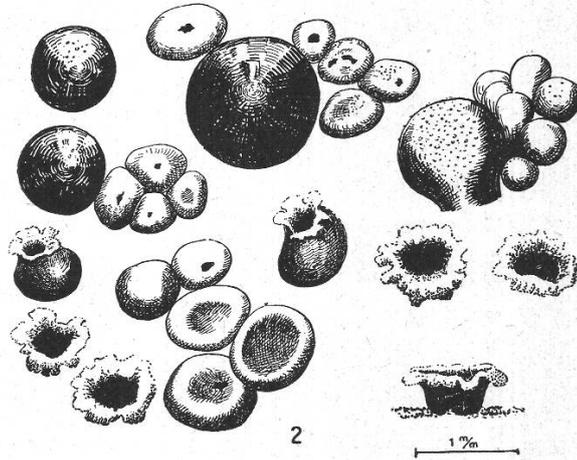
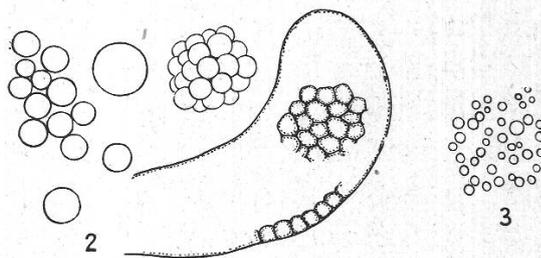
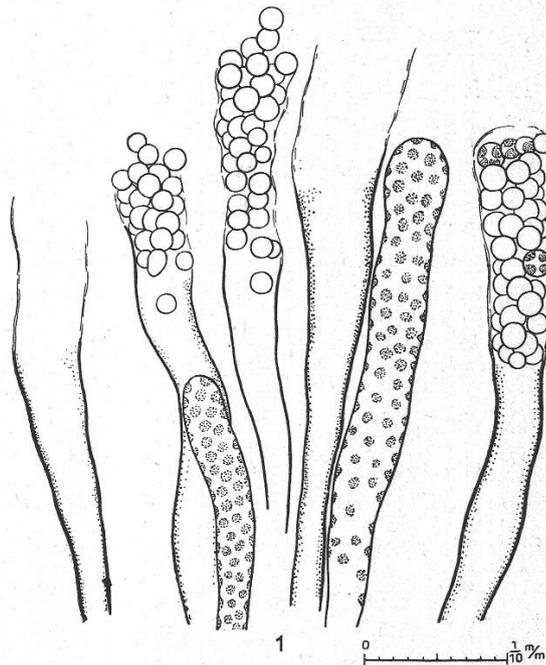


Abbildung 9.

B. cystosum, Nr. 196.

1. Detail aus Abb. 8, 1, 14.IV.—20.V. 1938, Wände mit Methylenblau gefärbt, an der Spitze farblos. — 2. 30.III.—14. V.1938, wie Abb. 5, 6, stärker vergr., freie Sporen, z. T. in *Botrydiopsis*-artigen Hohlklumpen, Bildung von Sporocysten aus wandständigem Plasma im opt. Schnitt und von der Fläche. — 3. 18.III.—11.VI.1938, junge Sporen nach Übergießen mit Wasser, vgl. Abb. 7, 2.



mit rauher Oberfläche versehen und mit Bodenpartikelchen bedeckt. Im ganzen sind die Pflänzchen grösser und üppiger, als je auf Agar, wie aus dem Vergleich der Maßstäbe ersichtlich ist.

Anfangs entwickelte sich Nr. 196 in Kultur sehr rasch, im Winter jedoch viel langsamer. Auf Agar Knop $\frac{1}{3}$ sendet die Spore oft nach der einen Richtung ein Rhizoid, nach der andern einen Lichtspross aus, kann sich aber auch direkt zur Blase entwickeln (Abb. 5, 1 und 2). Die Blasen sind oft länglich, die Verzweigungen der Rhizoiden deutlich dichotom mit, im Gegensatz zu Nr. 31, gleichwertigen Ästen (Abb. 5, 3 und 4, 7).

Je nach dem Ernährungszustand und Alter bilden sich nach Übergiessen mit Wasser Zoo- oder Aplanosporen mit ein bis zwei, Aplanosporen auch mit mehr Chromatophoren (Abb. 5, 6; 7, 2). Bei der Reife zerfallen die Pflänzchen in der Regel in zahlreiche, annähernd gleichgrosse, mehrkernige Sporen mit mehreren Chromatophoren (Abb. 5, 5; 6, 2 und 3; 7, 1). Kultiviert wurde mit gleichem Resultat auf Agar Knop $\frac{1}{3}$, Lösung nach U s p e n s k i, mit und ohne Erdabkochung.

Im Laufe des Winters, auch im Keller bei künstlicher Beleuchtung, wuchs Nr. 196 viel langsamer als Nr. 192, und die Pflänzchen blieben kleiner als zu Beginn der Versuche. Im Frühsommer 1938 war jedoch das Verhältnis, unter im übrigen gleichen Bedingungen, am Nordfenster, bei künstlicher Beleuchtung im Keller, sowie im tropischen Warmhaus, deutlich umgekehrt, d. h. an allen drei Orten entwickelte sich Nr. 196 viel rascher als Nr. 192 (vgl. S. 557). Die kräftigen Pflänzchen vom Frühjahr 1938 besaßen Rhizoiden mit schöner Dichotomie (Abb. 7). Ziemlich regelmässig innerhalb einer Kultur gehen alle Individuen zur Ausbildung der Sporen über und zerfallen. Hierbei entwickeln sich durch Teilung des wandständigen Plasmas meist mehrkernige Sporen (Sporocysten), wie sie M i l l e r für *B. Wallrothii* beschrieben hat (M i l l e r, 1927, S. 165 und Tafel II, Fig. 6 und 7). Beim Zerfall der Pflänzchen liegen diese Sporen deshalb in dünner Schicht oder in hohlen Klumpen im Agar (Abb. 5, 5; 6; 7; 9, 2). Solche *Botrydiopsis*-artigen Sporen oder Sporocysten keimen meist erst nach Überimpfen auf neues Substrat und können sich, wie von Nr. 31 und Nr. 192, mehrmals hintereinander in diesem Stadium vermehren.

Nur auf der Oberfläche des Agars entwickeln sich in Reagenzröhrchen die Pflänzchen normal. Zwischen Agar und Glas, oder im Innern des Agars (ebenso in Flüssigkeit) ist das Wachstum stark gehemmt.

Im Warmhaus traten Pflänzchen auf, die stark an die etiolierten *granulatum*-Pflänzchen von schattigem Standort, wie sie von K o l k w i t z abgebildet wurden (K o l k w i t z, 1926, Abb. 1 unten), erinnern. Die Sporen bilden sich hauptsächlich an der Sproßspitze (Abb. 8, 1; 9, 1). Bei Zusatz von Methylenblau zeigt sich die Basis stark färbbar,

die verquellende Spitze bleibt ungefärbt. Oft kommt es vor, dass die Sporen, besonders nach sorgfältiger Befeuchtung des Substrates, an der Spitze ausgepresst werden — der Vorgang erinnert an die Zoosporentleerung bei *Saprolegnia* — und dort haften bleiben. Bei Übergießen mit Wasser werden sie leicht weggeschwemmt, und ein leerer Schlauch bleibt übrig. Wahrscheinlich wird diese Entleerung der Sporen durch den apikalen Porus durch die auf Agar in engem Raume herrschenden, osmotischen Verhältnisse gefördert. Ob sie, wie bei Nr. 192, auch in der Natur unter günstigen Bedingungen sich abspielt, ist uns zur Zeit nicht bekannt.

Über die Sporenbildung von *B. Wallrothii* sagt Miller: «Die Form der mehrkernigen Sporen ist oft unregelmässig. Die Membran der Mutterblase verschwindet dabei restlos, und die Sporen bleiben als eine leere Kugel in situ.» Dies entspricht genau dem, was auch an kugeligen Exemplaren von Nr. 196 vor sich geht. Miller bildet eine solche Sporenmasse ab (Miller, 1927, S. 165; Tafel II, Fig. 5). Es wäre leicht denkbar, dass bei genügender Feuchtigkeit des Substrates die Sporen etwas vergeilter Pflänzchen auch von *B. Wallrothii* aus der sich öffnenden Blase ausgepresst werden und so auf die Sproßspitze zu liegen kämen.

Wie dem nun sei, jedenfalls schliesst sich unsere Nr. 196 durch die Art der Sporenbildung ziemlich eng an *B. Wallrothii* an, entfernt sich aber davon durch die ausgeprägte Dichotomie der Rhizoiden und stimmt darin mehr mit *B. granulatum* überein. Solange nicht mehr Reinkulturen, speziell von typischem *B. Wallrothii* einen experimentellen Vergleich zulassen, ist die Identifizierung oder Abtrennung von Nr. 196 nicht vollkommen gesichert. Wegen ihrer Sporocystenbildung möge die Art. *B. cystosum* genannt werden.

Diagnose:

Botrydium cystosum nov. spec. Characteres generis. Vesiculae piriformes, eadem atque *Botrydii granulati*, interdum elongatae. Rhizoides ferme dichotomi. Multiplicantur zoosporis, aplanosporis, sporocystis, cystis. Sporae aut poro apicali exprimuntur, aut pariete sive diffluente, sive reperimente liberantur.

Differt a *B. granulato* eo, quod sporas gignit et exprimit, a *B. Wallrothii* rhizoidibus dichotomis.

Hab.: humum luteum prope Basileam. Cultura nostra n. 196.

Botrydium Bechererianum nov. spec., Nr. 192.

Im September 1937 waren viele austrocknende Uferstellen der Sumpffelder im Pays de Dombes (zwischen Bourg und Lyon) mit *Botrydium* und Cysten von *Protosiphon botrydioides* Klebs bedeckt. Je nachdem *Botrydium* oder *Protosiphon* vorherrschte, war die Farbe des Bodens mehr saftig grün oder grell gelbrot. Am natürlichen, nach allen Seiten offenen und daher stark besonnten Standort waren nur verhältnismässig wenige *granulatum*-artige Blasen zu finden. Weitaus die meisten Individuen bestanden aus senkrecht nach oben gerichteten Schläuchen. In spätern Kulturen trat fast ausschliesslich diese Form auf (Abb. 19). Offenbar bedarf Nr. 192 zur Ausbildung breiterer Blasen besonders starken Lichtes und gleicht darum auch an prall besonnten Standorten oft einem etiolierten *B. granulatum*. Beim Befeuchten des vom natürlichen Standorte mitgenommenen Materials bildeten sich am nächsten Tage viele Sporen, welche den Schlauchspitzen aufsassen und ohne weiteres bakterienfreie Kulturen abgaben, so dass sich die ganze Mühe auf die Erzielung von einzelnen Klonen beschränken konnte.

Auf Agar Knop $\frac{1}{3}$ keimen die Pflänzchen sehr rasch, senden nach oben einen Luftspross, nach unten ein Rhizoid aus. Die oberirdischen Teile werden schlauchartig gestreckt, grün, die Rhizoiden sehr lang, monopodial schwach verzweigt und laufen in eine oft peitschenartig verschmälerte Spitze aus (Abb. 10). Wenn die Agaroberfläche nach oben und dem Lichte zugekehrt ist, bestehen die Pflänzchen aus *Vaucheria*-artigen, verzweigten, grünen, positiv phototropischen Schläuchen und farblosen, negativ phototropischen Rhizoiden. In einem andern Falle, wobei die Agaroberfläche nach abwärts gekehrt war und die Belichtung von schräg oben durch den Agar hindurch erfolgte, bestanden die Pflänzchen nur aus Rhizoid-artigen, fast farblosen, in eine dünne Spitze ausgezogenen Sprossen (Abb. 11). Auch aus bereits ausgewachsenen grünen Sprossen können unter ungünstigen Feuchtigkeits- und Lichtverhältnissen Rhizoid-artige Sprosse herauswachsen (Abb. 16, 3), die positiv phototropisch, aber fast farblos sind. Die Pflänzchen differenzieren sich also nur unter günstigen Licht- und Feuchtigkeitsverhältnissen in grüne, positiv phototropische Sprosse und in farblose, negativ phototropische Rhizoide; unter ungünstigen Bedingungen bilden sie Zwischenformen.

In Petrischalen am Nordfenster bei Belichtung von der Deckel-seite her (Agaroberfläche nach oben gerichtet) sind ausgewachsene Pflänzchen meist auf der Agaroberfläche rhizomartig verzweigt (Abb. 12), besitzen aufgerichtete Assimilationsschläuche und, nach dem Agarinern zu, schwach verzweigte Rhizoiden. Es bilden sich dichte Räschen, wobei einzelne Äste sich aneinanderlegen (Abb. 19), ein Bild, wie wir es bereits am natürlichen Standort vorgefunden haben. Oft sind die

Sprosse rübenartig verdickt und gehen allmählich in die Rhizoiden über (Abb. 13).

In Reagensgläsern (Agarschrägfläche dem Lichte zugekehrt) entwickelten sich in nächster Nähe des Lichtes (500-Wattlampe, 8 cm Entfernung) ziemlich gedrungene Blasen (Abb. 14), die, wenn auch kleiner, doch denen von *B. granulatum* etwas gleichen, mit deutlich abgesetzten, aber längern Rhizoiden; in Entfernung von 14 und 23 cm (Abb. 15) ebenfalls gedrungene Pflänzchen, aber häufiger mit rübenartigen, grünen Übergangsstücken zwischen Spross und Rhizoid. Zu Beginn des Versuches zeigten sich die Kulturen in grösster Nähe des Lichtes gefördert, wurden aber später von denen in Entfernung 2 und 3 (14 bis 24 cm) eingeholt. In noch weiterer Entfernung (34 cm) war die Entwicklung schwach oder gleich Null.

In ausgewachsenen Kulturen treten Zoosporen, in ältern Aplanosporen oder Cysten auf. Nach Übergiessen mit Wasser können im Laufe der Nacht die Zoosporen durch eine apikale Öffnung austreten. Zur Ruhe gekommen, bilden sie am Glase oder auf der Wasseroberfläche eine dünne Schicht; sie enthalten oft nur einen einzigen Chromatophoren (Abb. 17, 5). Es können sich aber auch, häufig in derselben Kultur, Aplanosporen entwickeln. In beiden Fällen sind die Vorbereitungen offenbar dieselben und bestehen in einer Konzentration des Plasmas am apikalen Ende (Abb. 16, 1); wird die Kultur ganz übergossen, so entstehen mehr Zoosporen, wird nur der Agar neu befeuchtet, mehr Aplanosporen; nach der Entleerung bleibt ein farbloser Schlauch zurück. Geschieht die Befeuchtung sehr vorsichtig, so bleiben die Sporen als kugelige Ballen auf der Schlauchspitze sitzen, um jedoch bei der ersten Berührung mit Wasser weggeschwemmt zu werden, welcher Vorgang, wie oben bemerkt, auch an Material aus der Natur sich abspielt. Sprosse, welche nicht im Laufe des ersten Tages Sporen gebildet haben, können durch Wasserzusatz zu erneutem Wachstum angeregt werden und senden häufig in der Richtung des einfallenden Lichtes einen etiolierten Ast aus, der eine Zwischenform zwischen Rhizoid und grünen Sprossen darstellt (Abb. 16, 3).

In ältern Kulturen können die Pflänzchen, wie die von Nr. 196, oft ziemlich gleichzeitig, in zahlreiche Aplanosporen zerfallen. Ihre Sporenmassen lassen durch ihre Anordnung die Form des ganzen Pflänzchens erkennen. Die Zellwand verschleimt hierbei und ist mit Methylenblau nicht mehr färbbar (Abb. 16, 4).

In andern Fällen, besonders am Agarrande, können die Pflänzchen sich in Cysten aufteilen, in grössere in den breitem, grünen Teilen, in kleinere, mit weniger Chromatophoren, in den dünnern Rhizoiden (Abb. 16, 5); in andern Individuen können die Cysten perlschnurartig über die ganze Länge ziemlich gleichmässig verteilt sein (Abb. 16, 6). Alle drei Fälle können sich in der gleichen Kultur vereint vorfinden;

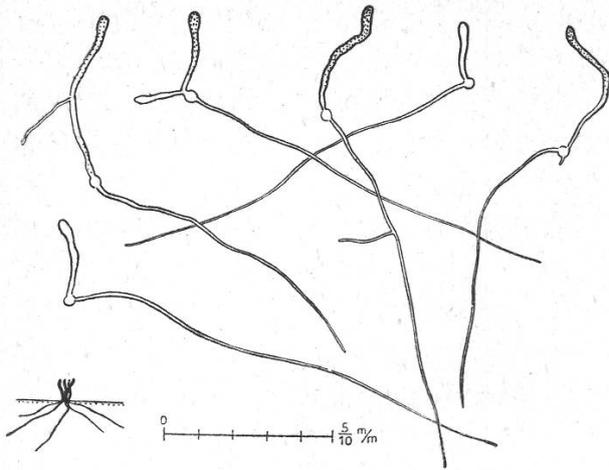


Abbildung 10.
B. Bechererianum, Nr. 192.
23.IX.—14.X.1937, vgl. mit
Abb. 1, 1.

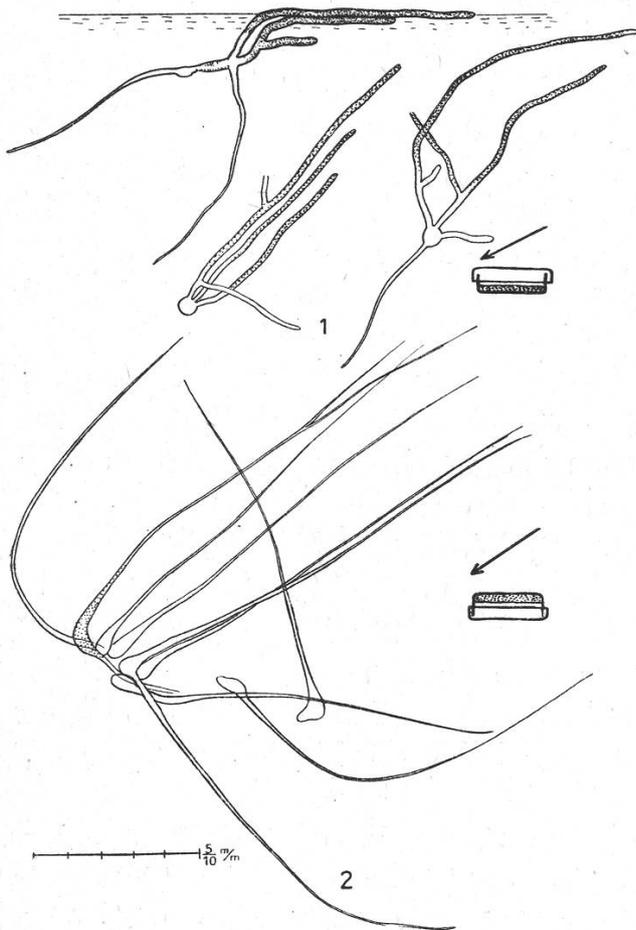


Abbildung 11.
B. Bechererianum, Nr. 192.
1. 21.X.—25.X.1937, mit Phos-
phat m/60, pH = 6,8, Agarober-
fläche dem Licht zugekehrt. —
2. 2.—13.XI.1937, Agarfläche
nach unten gekehrt.

Abbildung 12.

B. Bechererianum, Nr. 192.

3.II. — 26.II.1938, Petrischale,
Agaroberfläche nach oben ge-
kehrt. — 1. im Profil. — 2. von
oben gesehen. — 3. im Profil,
schwächer vergr.

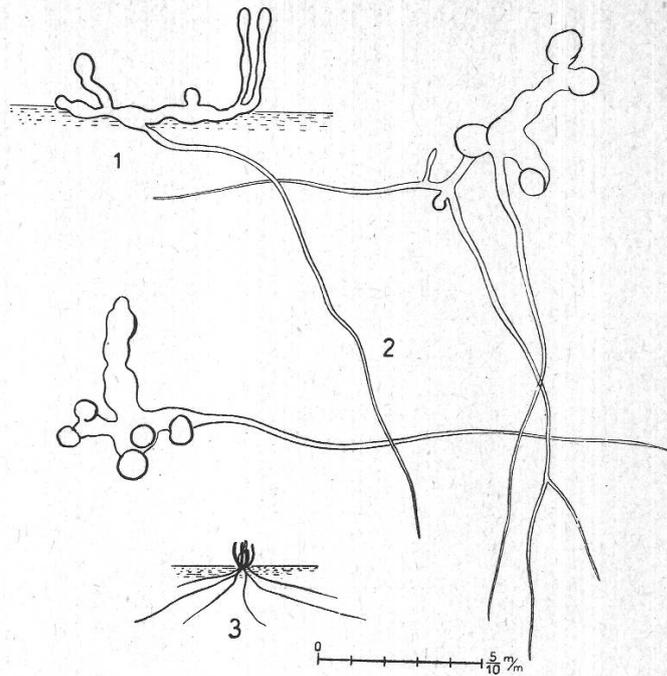
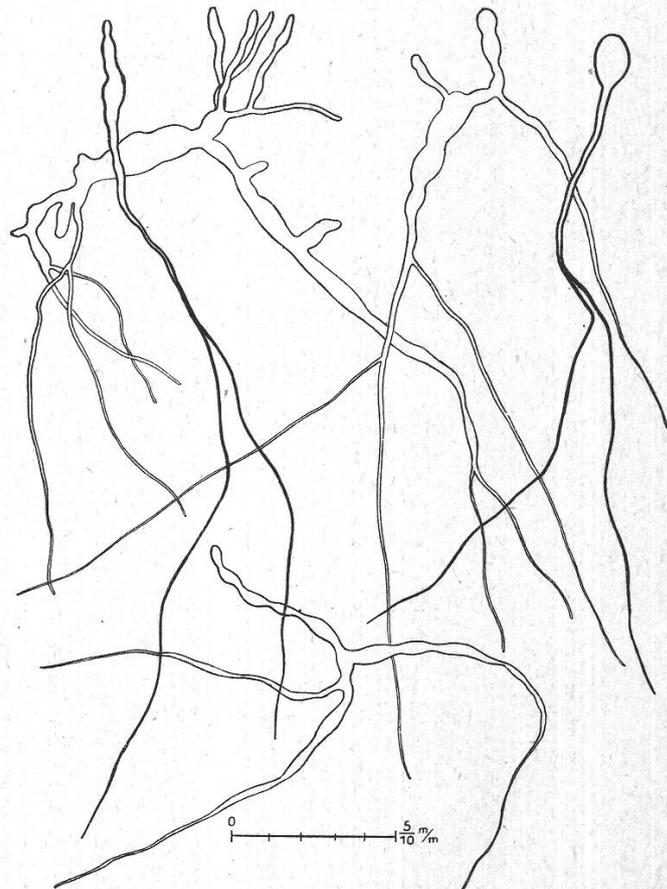


Abbildung 13.

B. Bechererianum, Nr. 192.

Wie Abb. 12.



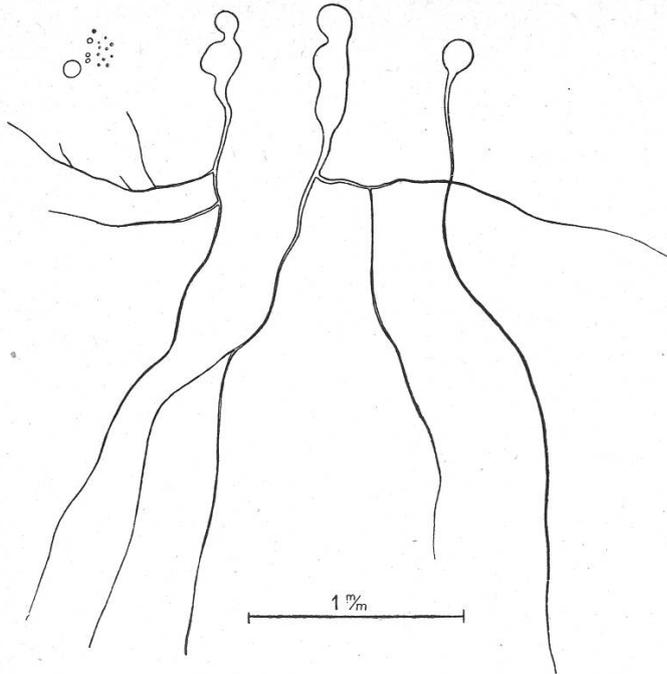


Abbildung 14.
B. Bechererianum, Nr. 192.
25.XI.—17.XII.1937, 8 cm vom
künstl. Licht.

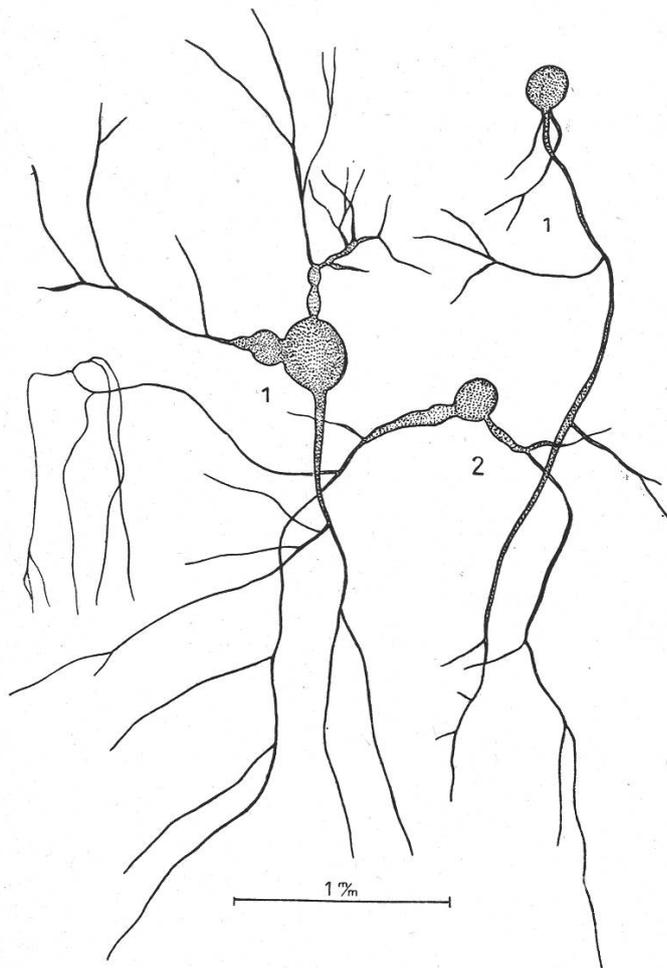


Abbildung 15.
B. Bechererianum, Nr. 192.
Wie Abb. 14. — 1. 13 cm. —
2. 23 cm vom Licht.

Abbildung 16.

B. Bechererianum, Nr. 192.

1—3. 9.IX.—16.X., 3 Tage nach
Übergießen mit Wasser. — 4.
1.XI.1937—24.III.1938. — 5 und
6. 25.XI.1937—17.II.1938, künst-
liches Licht, 23 cm, vgl. Abb.
20, 2—4.

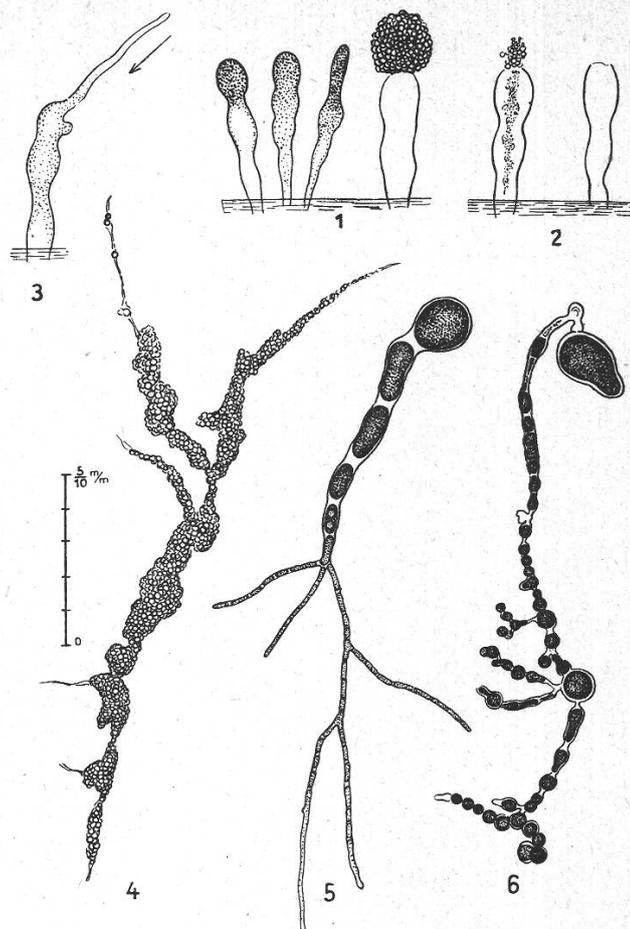


Abbildung 17.

B. Bechererianum, Nr. 192.

1. 18.III.—14.IV.1938. — 2. 30.III.—
14.VI.1938. — 3. 10.—14.IV.1938. —
4. Detail aus 2. — 5. zur Ruhe gekom-
mene Zoosporen.

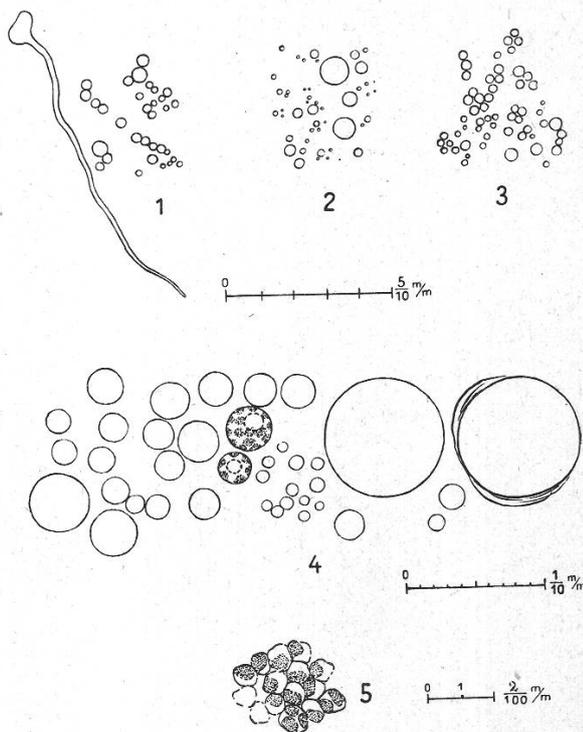




Abbildung 18.
B. Bechererianum, Nr. 192.
1. 16.V.—28.V.1938. — 2. id.,
andere Kultur.

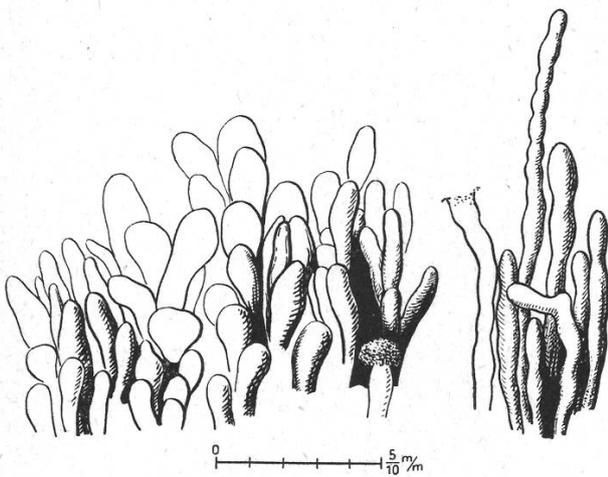


Abbildung 19.
B. Bechererianum, Nr. 192.
14.IV.—30.V.1938, Warmhaus.

lokale Feuchtigkeitsunterschiede geben wohl den Ausschlag. Nach Überimpfen zerfallen die Cysten meist, wie eine *Botrydiopsis*, in zahlreiche Sporen, und erst aus diesen gehen junge Pflänzchen hervor.

Nr. 192 stellt jedenfalls eine neue Art dar. Sie ist durch die unter « normalen » Verhältnissen verhältnismässig stark verzweigten, oft *Vaucheria*-artigen Schläuche, die durch den apikalen Porus erfolgende Entleerung der Sporen, die langen, monopodial verzweigten Rhizoiden wohl charakterisiert. Am nächsten steht sie wohl dem von J y e n g a r beschriebenen *B. divisum* (F r i t s c h , 1935, S. 496), besitzt aber viel längere Rhizoiden. In Anerkennung der Verdienste des Herrn Dr. B e c h e r e r um die floristische Erforschung des Pays de Dombes, unter dessen Führung die Art entdeckt wurde, sei sie *B. Bechererianum* genannt.

Diagnose :

Botrydium Bechererianum nov. spec. Characteres generis. Vesiculae in luce clarissima tantum piriformes, saepe nonnullos utriculos breves in altum porrigentes. Rhizoides divergentes ab axe uno in formas radicum tenuissimas et longissimas. Multiplicantur zoosporis, aplanosporis, cystosporis, cystis. Sporae exprimuntur poro apicali, saepius in apice sedent.

Differt ab aliis speciebus utriculis uberioribus, sporis poro expressis, rhizoidibus longis et tenuibus.

Hab.: in margine sicciore paludum, in locis quibus nomen est Dombes Francogallorum. Cultura nostra n. 192.

Allgemeines.

Zellbau.

Obwohl der Zellbau (Abb. 20) im allgemeinen als bekannt gilt, so gehen doch über wesentliche Punkte die Ansichten auseinander. Das wandständige, wabige Plasma, in das Kerne und Chromatophoren eingebettet sind, umschliesst eine oder mehrere von Plasmasträngen durchzogene Vakuolen. Die Chromatophoren liegen der Wand an. Als erster hat K l e b s (K l e b s , 1896, S. 224) geglaubt, in ihnen *Pyrenoide* zu sehen, allerdings nur in jungen Pflänzchen, während sie in alten verschwinden sollten. Lange Zeit wurden die Pyrenoide nicht mehr beobachtet. Neuerdings sind sie von K o r s c h i k o v (K o r s c h i k o v , 1930, S. 473) wieder abgebildet, sogar sehr schön photographiert und von den Lehrbüchern übernommen worden. M i l l e r hatte freilich kurz vorher ihr Vorkommen ausdrücklich bestritten (M i l l e r , 1927, S. 160). Die Chromatophoren bestehen nämlich aus einer dünnen, der Wand anliegenden Platte mit unregelmässiger Begrenzung; in ihrem Zentrum besitzt diese Platte einen stark verdickten, gegen das Zellinnere vorragenden Buckel. Dieser täuscht nun leicht ein Pyrenoid vor; er spei-

chert auch bei Differenzierung verschiedene Farbstoffe (Pascher, 1937, S. 102) stärker als der dünne Teil.

Ich kann diese Darstellung von Miller nach Untersuchung an dem auf Agar gewachsenen, sehr günstigen Material nur bestätigen (Abb. 20, 5—9). Bei Verletzung einer Zelle können die Chromatophoren austreten und lassen sich während einiger Zeit frei beobachten, ohne störende Einflüsse anderer Bestandteile. Sie runden sich hierbei ziem-

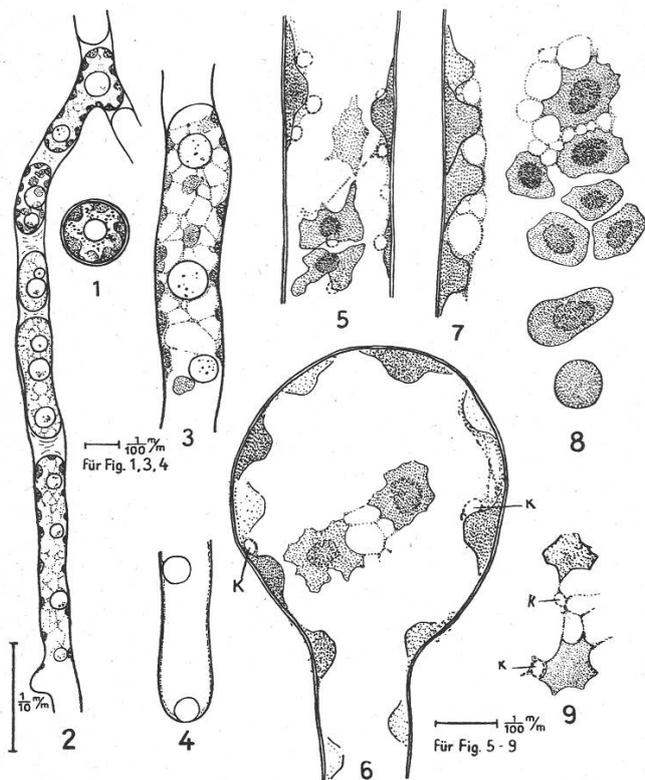


Abbildung 20.

Zellbau.

1. *B. granulatum* Nr. 31, Detail aus Abb. 4, 2 und 3, Sporocyste mit Plasmaballen. — 2—4. *B. Bechererianum* Nr. 192, Detail aus Abb. 16, 5, Cystenbildung. — 5. *B. Bechererianum*, 6.—9.XI.1937, Kerne und Chromatophoren. — 6—9. *B. granulatum*, Nr. 31, 6.—9.XI.1937, Chromatophoren aus der verletzten Zelle austretend, sich abrundend.

lich rasch ab, wobei leicht festzustellen ist, dass das vermeintliche Pyrenoid nur einen Buckel darstellt, der mit den übrigen Teilen des Chromatophoren vollkommen homogenen Bau besitzt. In ältern Exemplaren liegen die Chromatophoren dichter, die Einzelheiten sind dann weniger deutlich.

Die zahlreichen Kerne liegen im wabigen Plasma, oft über den Chromatophoren und können während der Beobachtung, wie übrigens auch die Chromatophoren, langsam wandern.

Im Innern des Vakuolensystems findet sich häufig eine besondere Vakuole, mit matt glänzendem Inhalt, wie dies von *Botrydiopsis* (Pascher, 1937, S. 40) und wohl von andern Arten bekannt ist (Abb. 4, 3; 17, 4; 20, 1—4). In jüngern Zellen scheint dieser fragliche Inhaltsstoff, der in ältern Zellen in einer Vakuole lokalisiert ist, auf mehrere, kleine Vakuolen verteilt zu sein. Hier und da enthält die genannte Vakuole stark lichtbrechende Körnchen (Abb. 20, 3).

Im Plasma, besonders älterer Zellen, sind ausserdem zahlreiche, stärker lichtbrechende *Tröpfchen* oder *Körner* eingebettet, die sich vital mit Methylenblau oder Neutralviolett stark färben; sie können sich auch in Vakuolen befinden. Auch *Fett* (mit Sudan₃ rot) kommt in alten Kulturen vor. In einem Versuch mit Bouillongelatine waren die Äste zart grün und die körnchenartigen Gebilde in den Vakuolen besonders zahlreich. Manches spricht dafür, dass die genannten Stoffe, wenn sie sich anhäufen, auf das Wachstum einen hemmenden Einfluss ausüben.

Die Zellwand besteht jedenfalls zum grössten Teil aus Pektin; Wettstein hat sie, freilich mit negativem Erfolg, auf Chitin untersucht (v. Wettstein, 1915, S. 145). Sie kann an ruhenden Sporen oder Cysten verdickt sein (Abb. 2, 2 und 3; 4, 3; 16, 6; 17, 4; 20, 1).

Ruhezeiten, physiologischer Zustand der Zellen.

Die Beobachtungen in der Natur lehren, dass Sporen oder Cysten von *Botrydium* Trockenzeiten überdauern können und entwicklungs-fähig bleiben. Auf Agar, in einem geschlossenen Milieu, stirbt die Pflanze leicht ab. Doch bleiben auch hier Cysten mit verdickter Membran oft lange lebend.

Die Versuche mit den verschiedenen Stämmen fielen, wie schon bemerkt, nicht immer gleich aus, sondern führten zu verschiedenen Zeiten zu verschiedenen Resultaten. Um unter möglichst konstanten Bedingungen Vergleiche anzustellen, wurden ausser am Nordfenster stets auch Kulturen im Keller bei künstlicher Beleuchtung gehalten, im übrigen nur Kulturen gleichen Impfdatum miteinander verglichen. Nr. 31 entwickelte sich anfänglich (Sommer 1937) sehr gut, als es aber im Herbst 1937 und im Winter mit den andern Arten verglichen werden sollte, jedoch sehr schlecht und kam manchmal überhaupt nicht über das Stadium runder, *Botrydiopsis*-artiger Zellen ohne Rhizoiden hinaus, während Nr. 192 sehr rasch zu üppigen Rasen heranwuchs und Nr. 196 zwischen beiden die Mitte hielt. Als im Frühsommer 1938 die Versuche wiederholt wurden, wuchs Nr. 31 sehr viel besser, Nr. 196 ausgezeichnet, während umgekehrt anfänglich Nr. 192 nicht über das *Botrydiopsis*-Stadium hinauszubringen war. Da immerhin die Frage nicht ohne weiteres ausgeschlossen werden durfte, ob nicht trotz aller Vorsichtsmassregeln eine Verwechslung vorgekommen war, so wurden die Versuche mit allen drei Stämmen mehrmals wiederholt, u. a. auch mit Benützung der im Sommer 1937 angelegten, ursprünglichen Reinkulturen mit den unmittelbar nach der Isolierung aufgeklebten Etiketten. Es zeigte sich hierbei, wie schon eingangs bemerkt, dass Material aus alten Kulturen, wenn auch noch lebend, oft sich nur unvollkommen entwickelt, manchmal sogar langsam abstirbt. Nach dreimaligem Überimpfen auf neuen Nähragar erst gewannen die Zellen von Nr. 192 ihre ehemalige Vitalität zurück, wobei besonders die Kulturen

im Warmhaus für Tropenpflanzen sich üppig entwickelten. Schliesslich wurden (Abb. 3; 4, 1; 7—9; 18 und 19) von allen drei Arten wieder gleiche Pflänzchen wie früher, von Nr. 31 sogar lehr viel üppigere, erhalten, womit bewiesen ist, dass keine Verwechslung unterlaufen war, und dass die Spezifität der drei Arten dieselbe geblieben ist.

Man könnte annehmen, dass *Botrydium* auf Licht, Temperatur usw. sehr stark reagiere, und dass dadurch die Unterschiede der Entwicklungsfähigkeit zu verschiedenen Jahreszeiten bedingt werden. Demgegenüber steht aber die Tatsache, dass sowohl im Herbst wie im Frühlingsommer Kulturen am Nordfenster und am künstlichen Licht im Keller sich jedesmal ähnlich verhielten, d. h. entweder an beiden Orten gut, oder an beiden Orten schlecht wuchsen; es können also nicht nur die auf die Kulturen einwirkenden äusseren Bedingungen den Ausschlag gegeben haben. Man darf deshalb am ehesten den physiologischen Zustand, den Ernährungszustand, für die Reaktionsfähigkeit des Impfmateri als zur Erklärung heranziehen. Mit dem Altern nimmt der Gehalt an Fett, Plasmaballen, vital färbbaren Tröpfchen usw. stark zu. Zellen, die reich an solchen Stoffen sind, reagieren offenbar langsam, ihr Wachstum ist gehemmt, und erst nach Ausbildung mehrerer Generationen, wenn die genannten Stoffe genügend verbraucht oder verteilt sind, ist wieder üppige, vegetative Entwicklung möglich. Ob Permeabilitätsveränderungen des Plasmas oder der Zellwand eine Rolle spielen, wissen wir nicht, ebensowenig, ob in alternden Kulturen hemmende oder schädliche Stoffe sich anhäufen. Tatsache ist jedenfalls, dass der Zustand abgeschwächter Entwicklungsfähigkeit sich über mehrere Generationen erstrecken kann, und dass es mehrmaligen Überimpfens bedarf, um wieder kräftige Pflänzchen zu erzielen.

Bei Chlorophyceen, mit denen ja sehr viel experimentiert worden ist, ist bis jetzt eine derartige Erscheinung nicht bekannt geworden; zwar sind sogenannte Dauermodifikationen beschrieben (*Chlorella variegata* usw.), gehören aber jedenfalls in einen anderen Kreis von Vorgängen. Wohl entwickeln sich junge Kulturen von Chlorophyceen unter Umständen etwas langsamer, wenn Altersstadien anstatt kräftiges, gesundes Material geimpft werden; aber nach den ersten Teilungen gleichen sich die Unterschiede wieder aus. Es liegt nahe, in der Natur der Assimilations- und Reservestoffe eine Erklärung für das verschiedene Verhalten von Chlorophyceen und von *Botrydium* zu suchen: bei Chlorophyceen leicht abbaubare Stärke, im Alter oft trägeres Fett; bei Heterokonten niemals Stärke, dafür Fette und andere, unbekannte Stoffe, deren Aktivierung offenbar längere Zeit in Anspruch nimmt.

Das Vorkommen von Bakterien in der Vakuole, von dem Janet (Janet, 1918, S. 961, Fig. A) spricht, erscheint äusserst unwahrscheinlich.

Morphologisches.

Die Anzahl der Chromatophoren in den Zoosporen wird meistens mit zwei angegeben. Miller (1927, S. 157) stellte fest, dass sie starken Unterschieden unterworfen ist. Tatsächlich finden sich oft fast nur *Zoosporen* mit zwei, oft fast nur solche mit einem Chromatophoren. Offenbar kommt es hierbei auf die Intensität des Zoosporenbildungsprozesses an. *Aplanosporen*, die so oft an Stelle von Zoosporen sich bilden, stellen jedenfalls deren Homologon dar und sind eine Hemmungsbildung. Ist die Hemmung noch stärker, und macht sie sich bereits bei der Zellbildung bemerkbar, so entstehen anstatt einkerniger Aplanosporen mehrkernige und mit mehreren Chromatophoren versehene Sporen oder *Sporocysten*. Das Endglied dieser Reihe sind schliesslich die sogenannten *Makrocysten*, bei denen die Teilung des Symplasten in Einzelzellen überhaupt vollständig unterdrückt ist.

Leider konnte die von Janet (l. c. S. 963) beschriebene *Blastea* « gamétique », die Schwärmer mit deutlichem roten Augenfleck enthalten soll, nicht wieder gesehen werden.

Arten, Varietäten.

Bei der Beurteilung neuer Formen fragt man sich immer wieder, ob solche als neue Arten, Varietäten oder Formen abgegrenzt werden sollen. So lange wir nur bei jedem Isolierungsversuch eine neue Form gewinnen, die mit keiner der beschriebenen Arten genau identifiziert werden kann, ist es sehr schwierig, einzelne Stämme als Hauptarten und Varietäten zu erkennen und logisch zu gruppieren. Erst, wenn ein Überblick über den vorhandenen Formenreichtum gewonnen sein wird, wird es auch möglich sein, Hauptarten, an die sich Varietäten anschliessen, deutlich zu erkennen. Vorläufig müssen wir die einzelnen Formen registrieren und beschreiben, so gut es geht. Nr. 31 scheint mir vom Typus *B. granulatum* durch die oft mehrkernigen Sporen und die ungleich starke Ausbildung der dichotomen Äste so wenig verschieden, dass sich nahe Verwandtschaft ohne weiteres ergibt und wohl am besten von einer Varietät gesprochen wird. Nr. 196 kann wegen der deutlichen Dichotomie seiner Rhizoiden nicht zu *B. Wallrothii*, das monopodiale Verzweigung besitzt, gezogen werden, stimmt aber wegen seiner durch den apikalen Porus entleerten, meist mehrkernigen Sporocysten auch nicht mit *B. granulatum* überein, muss also vorläufig als eigene Art abgegrenzt werden; die Zukunft wird entscheiden, ob durch weitere Formen sich die Lücke ausfüllen wird und Nr. 196 sich doch noch an *B. granulatum* anschliesst.

Dass Nr. 192 wegen der verzweigten Thalli und der charakteristischen Sporenentleerung als eigene Art abgetrennt werden muss, steht ausser Zweifel. Dadurch, dass aber auch sie unter günstigen Belich-

tungsverhältnissen eine einfache, die andern Arten unter ungünstigen eine verzweigte Blase besitzen, erscheint der morphologische Unterschied physiologisch bedingt, und Nr. 192 ist als Endglied einer Reihe, das am leichtesten weitgehende Differenzierung des Thallus aufweist, zu betrachten. Auch die Sporentleerung durch den apikalen Porus stellt dadurch, dass unter besondern Bedingungen ähnliches auch bei Nr. 196 vorkommt, nicht etwas prinzipiell neues dar; vielmehr bildet Nr. 192 auch in bezug auf Sporentleerung offenbar nur das Endglied der Reihe, bei dem dieser Modus besonders leicht und regelmässig erfolgt, ohne den andern Gliedern vollständig zu fehlen. Die einzelnen Arten der Gattung *Botrydium* sind ausserordentlich plastisch, daher schwer voneinander zu trennen; sie unterscheiden sich hauptsächlich dadurch, dass die in allen vorhandenen Tendenzen verschieden stark zum Ausdruck gelangen.

Besonders erwünscht und überhaupt für die Kenntniss der Heterokonten im allgemeinen wichtig wären natürlich sichergestellte Beobachtungen über die Sexualität.

Zusammenfassung.

Drei *Botrydium*arten werden in Reinkultur auf ihre Plastizität und auf Konstanz ihrer Eigenschaften untersucht.

B. granulatum bildet bei guter Beleuchtung einfache, bei schwacher verlängerte und verzweigte Blasen. *B. cystosum* bildet leichter schlauchförmige und verzweigte, *B. Bechererianum* fast ausschliesslich schlauchförmige Blasen.

Als neu für die Gattung wird Entleerung der Aplanosporen durch einen apikalen Porus und Aufsitzen der Sporen auf der Sprossspitze beschrieben. Dieser Modus der Sporentleerung ist bei *B. granulatum* bisher gar nicht, bei *B. cystosum* nur in Kultur, bei *B. Bechererianum* auch in der Natur beobachtet worden und dürfte durch günstige Feuchtigkeitsbedingungen gefördert werden.

In bezug auf ihre morphologischen Eigenschaften und ihre Sporentleerung bilden die Arten eine gleitende Reihe, an deren einem Ende *B. granulatum*, am andern *B. Bechererianum* (eventuell *B. divisum*) stehen.

Unter gewissen Umständen können die Sporen während mehrerer Generationen als runde Zellen — wie *Botrydiopsis* — sich vermehren, ohne zu *Botrydium*-Pflänzchen auszuwachsen. Als Erklärung für diese Erscheinung wird der Ernährungszustand, d. h. die Ansammlung schwer mobilisierbarer, den Heterokonten eigentümlicher Stoffe herangezogen.

Literaturverzeichnis.

- Fritsch, F. E., 1935. The structure and reproduction of the Algae. Cambridge.
- Janet, C., 1918. Sur le *Botrydium granulatum*. C. R. Acad. Sci. Paris, 166, S. 960.
- Klebs, G., 1896. Die Bedingungen der Fortpflanzungen bei einigen Algen und Pilzen. Jena.
- Kolkwitz, R., 1926. Zur Ökologie und Systematik von *Botrydium granulatum* (L.) Grev., Ber. Deutsch. Bot. Ges., 44, S. 533.
- Korschikov, A., 1930. On the occurrence of pyrenoids in Heterocontae. Beih. Bot. Centr. Bl., 46, I, S. 470.
- Miller, V., 1927. Untersuchungen über die Gattung *Botrydium*. Ber. Deutsch. Bot. Ges., 45, S. 151.
- Pascher, A., 1937 u. ff. Heterokonten, in Rabenhorst's Kryptogamenflora von Deutschland, Österreich u. d. Schweiz, XI.
- Rosenberg, M., 1930. Die geschlechtliche Fortpflanzung von *Botrydium granulatum* Grev., Österr. Bot. Zeitschr., 79, S. 289.
- Rostafinski, J., und Woronin, M., 1877. Über *Botrydium granulatum*. Bot. Zeitung, 35, S. 649.
- Sauvageau, C., 1908. Sur deux *Fucus* récoltés à Arcachon : *F. platycarpus* et *F. lutarius*. Bull. Station biolog. d'Arcachon, 11, Bordeaux.
- Vischer, W., 1937. Die Kultur der Heterokonten. In Pascher, Heterokonten, S. 190.
- Wettstein, F. v., 1915. Eine neue interessante Siphonee. Österr. Bot. Zeitschr., 65, S. 145.
-