

Abb. 3. 4 Wochen alte verkümmerte Kressesaussaat auf Fließpapier in gashaltigem Wasser. Die Wurzel bleibt unentwickelt (stummelförmig, ohne Haarbildungen), so daß die Pflänzchen sich nicht aufrichten können, unter Vergilben allmählich eingehend.

Abb. 4. 4 Tage alte Kresservegetation aus neuer Aussaat auf demselben Wasser wie Abb. 5 im Text, nach Abstellen der Gaszuleitung und 14tägigem Stehen des Wassers. (Der Porzellaneinsatz des Keimapparates ist hier zwecks besserer Veranschaulichung vor der phot. Aufnahme etwas höher gestellt).

15. E. Bachmann: Neue Flechtengebilde.

(Mit Tafel III.)

(Eingegangen am 18. März 1918.)

Bei der Untersuchung des Lagers von *Chroolepus*- und *Scytonema*-Kalkflechten in Dünnschliffen und Mikrotomschnitten bin ich auf Gebilde gestoßen, die meines Wissens bei Flechten noch nicht gefunden worden sind: Sphäroidzellnester, Hyphenknollen und vagierende Gonidien.

Sphäroidzellnester sind kugel- oder länglichrunde, selten unregelmäßig gestaltete Vereinigungen von dünnwandigen, eng aneinanderliegenden, weiten Zellen, die durch gegenseitigen Druck vieleckig geworden und nur an der Kugeloberfläche von gekrümmten Flächen begrenzt sind. Wie Abb. 1, die Darstellung eines Querschnittes, zeigt, bestehen sie aus einem echten, weitmaschigen Paraplektenchym. Die Zellen sind 8–10, selten 12 μ weit; engere, deren Durchmesser bis auf 4 μ herabsinkt, sind nicht median angeschnitten. Im jugendlichen Alter führen sie innerhalb eines protoplasmatischen Wandbelegs ein farbloses, stark lichtbrechendes Öl. Jener verschwindet später, dieses erst mit beginnender Bräunung der Zellwand. Die Fettnatur dieses Inhaltsbestandteils läßt sich leicht nachweisen, wenn man ein Gemenge von starker Ammoniakflüssigkeit und konzentriertester Kalilauge hinzufließen läßt. Nach ein bis zwei Tagen haben sich besonders in der Umgebung herausgequetschter Öltröpfchen die schönsten, im polarisierten Licht leuchtenden Myelinkristalle gebildet.

Die Nester besitzen einen Durchmesser von durchschnittlich 60 μ und sind im Querschnitt aus 20 bis 30, körperlich gedacht aus Hunderten von ölstrotzenden Zellen zusammengesetzt. Es läßt

sich leicht berechnen, daß ein Nest von 60 μ Durchmesser aus mehr als 400 Zellen von 8 μ und aus mehr als 200 Zellen von 10 μ Durchmesser zusammengesetzt sein muß. Es gibt aber auch Nester von $132 \times 69 \mu$ Inhalt. Da diese Sphäroidzellnester in entkalkten Flächenschliffen mancherorts scharenweise, in entkalkten Querschliffen betrachtet, in traubenähnlicher Gedrängtheit auftreten, ist die Zahl der Sphäroidzellen auf engem Raum zusammengedrängt geradezu erstaunlich und die Menge des in ihnen enthaltenen Öls so beträchtlich, daß dadurch die Fettansammlungen übertroffen werden, die ich früher in den Sphäroidzellplatten¹⁾ der Glimmerblättchen des von Kieselflechten bewachsenen Schönberger Granits nachgewiesen habe.

In Dünnschliffen sind die Sphäroidzellnester nur spärlich zu sehen, weil sich bloß die alten, luftgefüllten von dem Kalk abheben; auch in Mikrotomschnitten können sie (S in Abb. 2) wegen deren Dünne nur vereinzelt vorkommen. Sie treten gleich unterhalb der Gonidienzone auf und reichen durch die ganze Mark-, bis in die Rhizoidenzone, nicht selten bis über 1 mm Tiefe hinab, ausnahmsweise in der Gonidienzone bis nahe an die Epinekralschicht heran. Nachgewiesen wurden sie bei *Opegrapha saxatilis* DC., *O. saxicola* Mass. und *Gyalecta cupularis* (Ehrh.) Schaer.

Die Hyphenknollen können, wenn sie rundliche Gestalt haben, den Sphäroidzellnestern zum Verwechseln ähnlich sehen. Die chemischen Reaktionen mit Alkannatinktur oder mit dem Ammoniak-Kaligemisch erweisen jedoch die völlige Abwesenheit von Fett. Die schwache und vorübergehende Blaufärbung, die sie nach Zusatz von MAGNINScher Jodlösung meist annehmen, beweist, daß sie in der Hauptsache aus einem Kohlehydrat bestehen, das dem in manchen Flechtenhymenien enthaltenen, oft als Amyloid bezeichneten, ähnelt, kurz aus einer echten Flechtenzellulose. Auch im Mikrotomschnitt (Abb. 3, 4, 5) kann eine Verwechselung mit Sphäroidzellnestern nicht eintreten. Zwar sind beide von paraplektenchymatischem Bau, aber die Zellen der Hyphenknollen sind äußerst dickwandig und in ihrem engen Lumen völlig mit Protoplasma erfüllt. Ihre Wände sind nicht geschichtet, farblos, weißglänzend, wenn auch nicht so stark lichtbrechend, wie das Öl der Sphäroidzellen. Da alle Zellen kugel- oder länglich-rund sind und doch lückenlos aneinander schließen, müssen sie durch Interzellulärsubstanz miteinander verbunden sein. Auch

1) BACHMANN, E., Die Rhizoidenzone der Granitflechten. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. 40.

diese ist farblos, aber durch ein anderes Lichtbrechungsvermögen vor der eigentlichen Zellwand ausgezeichnet. Das Gewebe ähnelt sehr dem des Hypotheziums von *Bacidia muscorum* und gewisser *Lecideaspezies*, nur daß hier die Interzellulärsubstanz dunkel gefärbt ist und an Masse gegenüber der farblosen Membraninnenschicht bedeutend vorwiegt.

Gefunden wurden diese Hyphenknollen bloß bei zwei Arten, bei *Opegrapha saxatilis* DC. und *Petractis clausa* (Hoffm.) Arn. Bei letzterer Art weichen die Knollen von der kugeligen oder länglich-runden Gestalt nicht wesentlich ab (K in Abb. 6) und sind aus sehr großen Zellen mit sehr engem Lumen zusammengesetzt (Abb. 5). Ihr Durchmesser beträgt 20–60 μ , der ihrer Zellen durchschnittlich 9,36 μ , der ihrer Lumina selten mehr als 1 μ . Sie reichen in dem durch Abb. 6 veranschaulichten Präparat bis zu 291,5 μ Tiefe, sind aber an anderen Stellen, wenn auch nur vereinzelt, noch 1 mm unter der Kalkoberfläche gefunden worden. Überall stehen sie mit plasmareichen oder auch schon abgestorbenen Hyphen in Verbindung, die sich durch 3–4mal größere Weite vor den gewöhnlichen, nur 1 μ dicken Hyphen der Markzone auszeichnen.

Die Hyphenknollen von *Opegrapha saxatilis* sind selten rundlich (Abb. 4), meist ganz unregelmäßig gestaltet (Abb. 3), nicht selten so lang gestreckt, daß man sie etwa mit *Dahlia*knollen vergleichen könnte. Eine solche hatte z. B. als Längsdurchmesser 82, als größten Querdurchmesser 16,3 μ ; bei einer anderen betragen diese Dimensionen 70 und 19,78 μ , während die durch Abb. 4 veranschaulichte Knolle 30,42 μ lang und 25,74 μ breit, die in Abb. 3 dargestellte, unregelmäßige 46,8 μ lang und an der schmalsten Stelle 16,38 μ dick war. Der Durchmesser ihrer Zellen beträgt bis 5,7 μ , der ihrer Protoplasten im Höchstmaß 2,7 μ ; an fadenförmigen wurde bei 5 μ Länge nur 1 bis 1,5 μ Dicke gemessen. Die Knollen liegen unmittelbar unter der Gonidienschicht (Abb. 2), die gestreckten können sogar inmitten dieser Zone entspringen und reichen von da aus mit der inneren Hälfte ihres Körpers in die Markzone hinein. Selten erreicht eine von der Lageroberfläche aus gerechnet die Tiefe von 100 μ . Immer gehen von ihnen plasmaführende Hyphen aus, durch die sie, wie Abb. 4 zeigt, mit den umspinnenden Hyphen der Gonidienzone in Verbindung treten können, durch welche sie selbstverständlich auch mit dem Hyphennetz der Markzone verbunden sind.

An den aufeinanderfolgenden Schnitten einer Serie läßt sich einwandfrei verfolgen, daß diese Gebilde nicht hohl, sondern kompakt sind, daß sie demnach eine Anhäufung von Flechten-

zellulose in so hohem Maße darstellen, daß man sich nicht vorstellen kann, die Flechte habe sie hervorgebracht, ohne Nutzen von ihr zu ziehen. Allein welche biologische Bedeutung die Hyphenknollen besitzen, darüber lassen sich nur Vermutungen äußern. Am zusagendsten erscheint mir die Annahme, daß sie bei der Wasserversorgung der Flechte ausgenutzt werden. Denn ob schon sie nicht quellbar sind, wird ein Kalk, der reich an ihnen ist, in einer Feuchtigkeitsperiode mehr Wasser aufnehmen können, als reiner oder bloß hyphendurchwachsener Kalk. In jenen könnte es nur durch Kapillarspalten, an den Grenzen der verkrüppelten Kristalle oder längs ihrer Blätterdurchgänge eintreten. Beim Einlegen eines Dünnschliffes durch einen mit *Verrucaria calciseda* bewachsenen Kalk in 3prozentige Tanninlösung, darauf in ebensolche Eisenchloridlösung, habe ich gesehen, daß die Lösungen diesen Weg verschmähen, daß aber die Hyphen bis in große Entfernung vom Rande des Schliffes schwarz gefärbt worden sind, daß folglich sie Aufnahme- und Leitungsfähigkeit für Flüssigkeiten besitzen. Daraus würde sich auch die Bedeutung der Hyphen, die mit den Knollen in Verbindung stehen, ergeben: sie können das Wasser, das diese in Feuchtigkeitsperioden aufgenommen haben, in den darauffolgenden Trockenheitszeiten an die wichtigste Schicht des Flechtenlagers, die Gonidienzone, welche ihrer oberflächlichen Lage wegen zuerst austrocknet, allmählich abgeben.

Vagierende Gonidien: In Querdünnschliffen durch Amdener, mit *Gyalecta cupularis* (Ehrh.) Schaer bewachsenen Neocomkalk sieht man unterhalb der gelblichgrünen Gonidienschicht (Abb. 7) gelbe Kreise und Fäden, die bis zu 16, meist nur 12 μ Durchmesser bzw. Dicke besitzen. Die Fäden sind einfach oder wenig verzweigt und verlaufen meist geradlinig, oft Hunderte von μ weit. Für Hyphen sind sie viel zu dick; außerdem ist öfters ein enger Zwischenraum zwischen der Zellwand und der Wand des Kalkkanals zu bemerken, was für Algen charakteristisch ist, aber bei Flechtenhyphen niemals vorkommt. In der Tat sind das, wie nach der Entkalkung des Dünnschliffes leicht erkannt werden kann, *Chroolepus*fäden, gleich denen in der Gonidienschicht, von denen sie sich aber in folgenden Punkten unterscheiden: 1. Sie sind nie von Hyphen umspinnen, selten mit ihnen in lockerer Berührung. 2. Sie gehen viel tiefer in den Kalk hinab, manchmal bis zu der inneren Grenze der Rhizoidenzone. 3. Sie lassen die Grünfärbung der echten Gonidien vermissen, als ob sie gar kein Chlorophyll besäßen. 4. Sie sind reich an einem gelbroten Farbstoff, der im

Herbar ein Jahrzehnt lang erhalten geblieben ist, während freie *Chroolepus*fäden schon in Jahresfrist ausbleichen. 5. Ihre Zellen sind nicht tonnenförmig, sonder zylindrisch. Die Seitenwände der umspunnenen Gonidien sind stets nach außen gewölbt, oft bis zur Kugelform der Einzelzellen, während die der hyphenfreien gerade und zueinander parallel verlaufen. 6. Die Zellen sind viel länger als die umspunnenen, nämlich bis zu 84μ , meist nur um 40μ , wogegen die umspunnenen in der Regel bis 16, selten 20μ Durchmesser besitzen. 7. Unter den hyphenfreien Algenzellen sind nicht wenige bereits abgestorben oder doch im Absterben begriffen, wie der Mangel oder die Armut an Protoplasma, womit häufig ein Faltigwerden der leergewordenen Zellhaut verbunden ist, erkennen lassen (Abb. 10: im langen Fäden sind alle Zellen abgestorben).

Die im Dünnschliff (Abb. 7) und in Mikrotomschnitten (Abb. 6 u. 8) sichtbaren hyphenfreien Algenfäden lassen jeden Zusammenhang untereinander vermissen, sind aber in Wirklichkeit zusammengehörige Teilstückchen ein und desselben *Chroolepus*-pflänzchens, das, an der Innenseite der Gonidienzone entspringend, in das Medium des Kalks hinabgewachsen ist, als ob gar keine Mark- und Rhizoidalhyphen vorhanden wären. In Abb. 10 ist ein solches Pflänzchen dargestellt, allerdings so, als ob alle seine Zweige in einer Ebene gelegen hätten. Das ist aber nur eine Druckwirkung des Deckgläschens; vorher spreizten sie strauchähnlich nach allen Seiten auseinander. Das Pflänzchen stammt von der Innenseite der Gonidienschicht von *Acrocordia conoidea* (Fr.) Kbr. und ist auf folgende Weise erhalten worden: Ein Stück des von dieser Flechte befallenen Kalkes ist in einem Reagierglas mit verdünnter Salzsäure so lange belassen worden, bis aller Kalk aufgelöst war. Dann wurde der Rest, nämlich das Flechtenlager, in ein Uhrglas gespült und so gelegt, daß es seine mit Perithezien besetzte Außenseite nach unten, die Mark- und Rhizoidenzone nach oben wendete. Die Hyphen beider Zonen flottierten im Wasser, sanken aber wegen ihrer Zartheit in sich zusammen, als man einen Teil des Wassers mit der Pipette absaugte. Über sie ragte dann das *Chroolepus*pflänzchen als starrgespreizter, kleiner Strauch empor, der sich mit dem Skalpell leicht abheben und auf einen Objektträger überführen ließ. Wegen seines völlig unabhängigen Umherschweifens in den inneren Regionen des Flechtenlagers, bezeichne ich seine Fäden als vagierende Gonidien, obschon sie letzteren Namen durchaus nicht verdienen, wenn man unter einer Gonidie eine Algenzelle versteht, die mit Flechten-

hyphen in innigster Berührung steht, um einen gegenseitigen Stoffaustausch, wie er im Wesen der mutualistischen Symbiose liegt, zu ermöglichen. Bei allen *Chroolepus*- und *Scytonemagonidien* wird das durch wirkliche Verwachsung der beiden Flechtenkomponenten erreicht, bei Gallertflechten durch ihre Fähigkeit, enorme Wassermengen aufzunehmen, mit denen die *Nostoc*wände zu einer dünnen Gallerte aufquellen. In dieser liegen die Flechtenhyphen allseitig umschlossen, wie ein festes Nährstoffteilchen im Protoplasma einer Amöbe. Dort ein Verwachsen der beiderlei Wände, hier ein Umfließen der einen durch die anderen. Da bei den Collemaeen die Hyphen durch die ganze Dicke des Lagers verbreitet sind und überall von der *Nostoc*gallerte umflossen werden, sind sämtliche *Nostoc*fäden unter sich physiologisch gleichwertig, und derartige Flechten bezeichnet man als homöomere. Diesen Ausdruck auch auf *Chroolepus*- und *Scytonema* Kalkflechten mit vagierenden Gonidien anwenden zu wollen, wäre verfehlt. Zwar dringen diese hyphenfreien Algenfäden bei *Arthopyrenia saxicola*, *Sagedia byssophila*, *Gyalecta cupularis* und *Petractis clausa* bis in die untersten Tiefen der Rhizoidenzone, das sind 3 mm bei *Gyalecta cupularis* nach meinen, sogar 4 mm bei *Petractis clausa* nach FÜNFSÜCK¹⁾ Messungen. Alle diese Algenfäden der Tiefe haben jedoch im Gegensatz zu denen der Gonidienzone für den Haushalt der Flechte gar keine Bedeutung, wofür auch ihr baldiges Absterben, sowie der Umstand spricht, daß sie bei *Acrocordia conoidea* und *Opegrapha saxicola* manchmal gefunden, ein anderesmal vermißt werden. Kurz alle *Chroolepus*flechten besitzen einen heteromeren Thallus, auch *Petractis clausa*, bei welcher FÜNFSÜCK²⁾ nach Untersuchungen schwäbischer Exemplare nur hyphenfreie *Scytonemafäden* gefunden zu haben glaubt. Auf STEINER³⁾ fußend behauptet er, daß „die *Scytonemaschnüre* ein vollständig losgelöstes und zusammenhängendes Ganzes für sich bildeten, daß die Algen auf keinen Fall den Eindruck von Konsorten oder Nährwirten des Flechtenpilzes machten“. In diesem Falle dürfte *Petractis clausa* gar nicht zu den Flechten gerechnet werden. An Mikrotomschnitten kann man sich, nachdem sie mit Eisenalaun und Hämatoxylin gefärbt worden sind, leicht vom Gegenteil überzeugen.

1) FÜNFSÜCK, M., Weitere Untersuchungen üb. d. Fettabscheidungen der Kalkflechten. Festschr. f. SCHWENDENER, Berl. 1899, S. 347.

2) Ebda, S. 351.

3) STEINER, Dr. JUL., *Verrucaria calciseda*. *Petractis exanthematica*. Sep.-Abdr. aus d. XXXI. Progr. d. K. K. Staats-Obergymn. Klagenfurt 1881.

Hierüber und über die drei oben beschriebenen Flechtengebilde Näheres in einer in der Niederschrift vollendeten ausführlichen Untersuchung von *chroolepus*-, *scytonema*- und *xanthocapsa*-führenden Kalkflechten.

Erklärung der Tafel III.

Bedeutung der Buchstaben: a = Anheftungspunkt, G = Gonidie, Gs = Gonidien-schicht, vG = vagierende Gonidien, K = Hyphenknollen.

Opegrapha saxatilis.

Abb. 1. Sphäroidzellnest im Querschnitt. 220/1.

Abb. 2. Querschnitt durch den äußeren Lagerabschnitt, Gonidien- und Markzone. 62/1.

Abb. 3. Hyphenknolle, die in einiger Entfernung unter der Gonidien-schicht gelegen hat. 500/1.

Abb. 4. Hyphenknolle unmittelbar unter einer umspinnenen Gonidie. 500/1.

Petractis clausa.

Abb. 5. Hyphenknolle aus 110 μ Tiefe unter der Kalkoberfläche. 500/1.

Abb. 6. Querschnitt durch den äußeren Lagerabschnitt, Gonidien- und Mark-schicht. 62/1.

Gyalecta cupularis.

Abb. 7. Querdünnschliff durch Amdener Neocomkalk. 55/1.

Abb. 8. Zwei vagierende Gonidienfäden, von denen der untere abgestorben ist. 187/1.

Arthopyrenia saxicola.

Abb. 9. Querschnitt durch den äußeren Lagerabschnitt, Gonidien- und Markzone. 31/1.

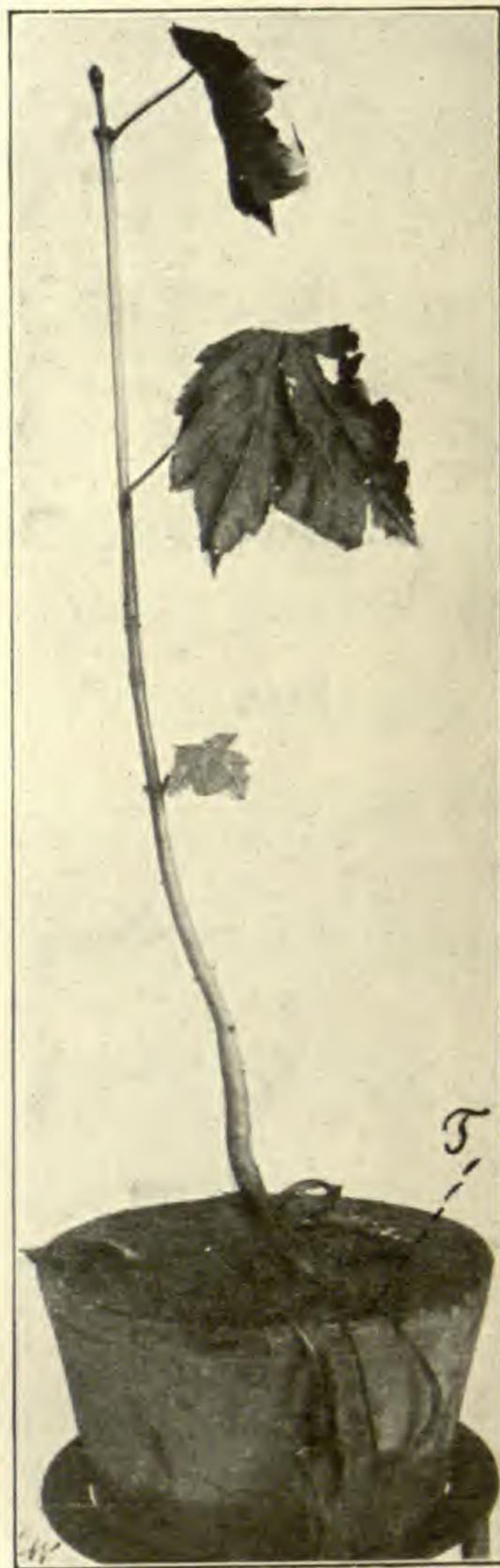
Acrocordia conoidea.

Abb. 10. *Chroolepus*pflänzchen (vagierende Gonidie) als zusammenhängendes Ganzes von der Unterseite der Gonidien-schicht, mit der es am Punkte a verbunden war, wegpräpariert. 23/1.

Mikrotomschnitte 5—7,5 μ dick, sämtlich nach dem HEIDENHAINschen Verfahren gefärbt.



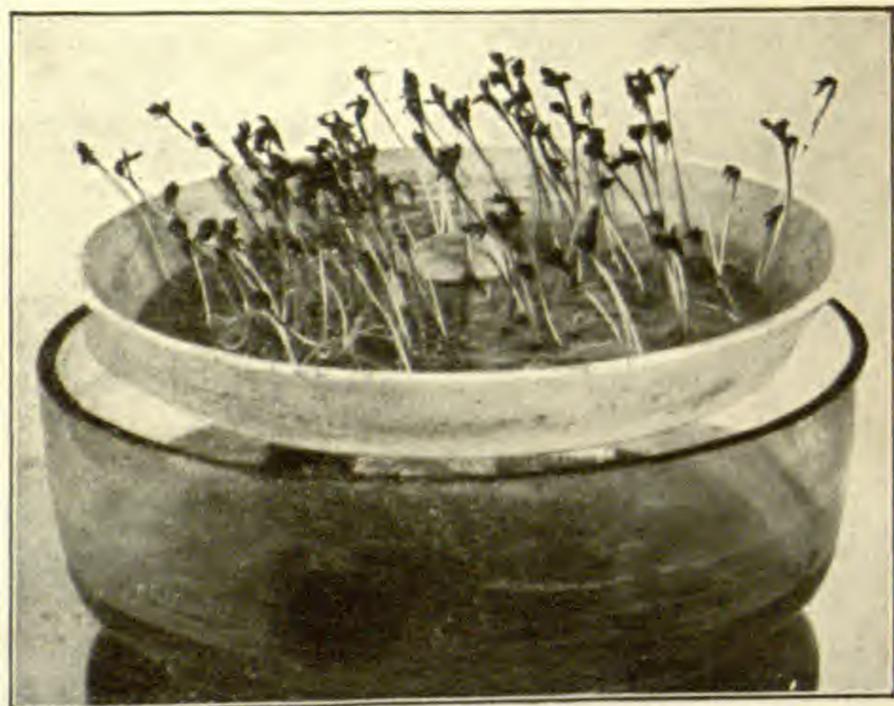
1



2



3



4

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1918

Band/Volume: [36](#)

Autor(en)/Author(s): Bachmann Ew.

Artikel/Article: [Neue Flechtengebilde. 150-156](#)