Zeitschrift: Beiträge zur Kryptogamenflora der Schweiz = Matériaux pour la flore cryptogamique suisse = Contributi per lo studio della flora crittogama svizzera

Herausgeber: Schweizerische Naturforschende Gesellschaft

Band: 9 (1939)

Heft: 1

Artikel: Über die Biologie von Flechtenbildnern

Autor: Thomas, Eugen A.

Kapitel: 6: Flechtensynthesen in Reinkultur

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-821072

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 16.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Kapitel VI

Flechtensynthesen in Reinkultur

A. Die Syntheseversuche von Bonnier (1889)

Zusammenfassungen über die bisherigen Syntheseversuche mit und ohne Reinkulturen finden sich in verschiedenen lichenologischen Schriften, vgl. die klare Übersicht von Werner (1927, S. 2). Nach der Analyse zahlreicher Flechten und der Untersuchung ihrer Flechtenbildner war es naheliegend, auch Versuche für Flechtensynthesen anzulegen. Dabei musste mich die Arbeit von Bonnier (1889) über synthetisierte, in Reinkultur fruktifizierende Flechten interessieren. Weil einzelne Autoren die Arbeit annehmen, andere sie aber ablehnen, mögen einige Punkte besprochen sein.

1. Die auf S. 6 f. angegebene Methode zum Kultivieren der Algen kann heute nicht mehr befriedigen. Die Algen wachsen dort auf Substraten, die ein Überhandnehmen von Pilzen und Bakterien fast ausschliessen. Ihr Vorhandensein war deshalb nicht zu beobachten. Ähnliches gilt für die Kultur der Pilze. Die von *Xanthoriomyces parietinae* ausgeschleuderten Askosporen zum Beispiel sind immer nur teilweise frei von Bakterien. Auf Malzagar wachsen die Bakterien so rasch, dass man sie leicht erkennt, nicht aber auf den von Bonnier verwendeten Unterlagen (vgl. Moreau, 1928, S. 32).

2. Bonnier verwendet als Substrat bei 115° sterilisierte Rinde (ohne Angabe von welchen Bäumen). Sterilisierte Rinde von Apfel- und Birnbäumen erwies sich in meinen Versuchen als ungünstige Unterlage; Flechtenpilz und Flechtenalge entwickelten sich schlecht, offenbar wegen der beim Sterilisieren entstandenen Zersetzung mancher organischer Verbindungen.

3. Um der synthetisierten Flechte die richtigen Feuchtigkeitsverhältnisse zu geben, empfiehlt Bonnier, das Rindenstück an einem Draht in einem Reagensglas oder Fläschchen (S. 7 und S. 10) einige Zentimeter über der Flüssigkeit aufzuhängen; dann soll die für das Wachstum günstige Feuchtigkeit vorhanden sein. Zur Prüfung hängte ich in gleicher Weise auf Rindenstücken wachsende Flechten aus der Natur auf und beobachtete sie während eines Jahres. Rindenstück und

Flechte vertrockneten bald. Der Dampf des darunter liegenden Wassers genügte nicht, denn die Flechten stellten ihr Wachstum ein. Ist unter diesen Umständen eine Synthese möglich ?

4. Unverständlich ist die Beschreibung der Apparatur auf S. 12. Bonnier gibt an, dass Luft die durch Wasser strömte, ihren Feuchtigkeitsgehalt ohne Abkühlen oder Druckerhöhung wieder abgeben könne in tropfbar flüssiger Form. Wieso würde sich das Wasser in den letzten Gläsern ansammeln (S. 12, unten) ?

Mit Chodat (1913, S. 192) wünscht wohl jeder Lichenologe, dass Syntheseversuche von neuem, auf breiter Grundlage und mit einwandfreien Reinkulturen zur Durchführung gelangen.

Es sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass Herr Doz. Dr. O. Jaag anlässlich eines Vortrages « Über Reinkulturen von Flechtengonidien » am 9. März 1931 in der Bernischen Botanischen Gesellschaft einerseits Reinkulturen der in einer früheren Arbeit (1929) beschriebenen Flechtenalgen, sowie Reinkulturen von *Parmeliomyces acetabuli*, *P. saxatilis* und *Physciomyces pulverulentae* vorwies, anderseits die Ergebnisse seiner Syntheseversuche. Bei *Parmelia acetabulum* handelte es sich bereits um flechtenähnliche Gebilde.

B. Eigene Syntheseversuche

1. Syntheseversuche, die nicht zu flechtenähnlichen Gebilden führten

Bei der Schwierigkeit, die durch Reinkultivierung getrennten Flechtenbildner wieder zu einer Flechte zu vereinigen, sind sehr viele Syntheseversuche missglückt. Ohne mich in eine Beschreibung der einzelnen Fälle verlieren zu wollen, scheint doch ein Erwähnen dieser ungünstigen Methoden der Zusammenstellung wert. Einerseits ist daraus zu ersehen, welche Wege nicht zu beschreiten sind, anderseits können daraus Anregungen hervorgehen.

a) Syntheseversuche auf Agarböden : Da sämtliche Reinkulturen von Flechtenpilzen und Flechtenalgen auf Agarnährböden verhältnismässig gut wuchsen, war es naheliegend, auch für Synthesen Agarböden zu verwenden. Auf Malzagar, Peptonagar, Pepton-Glukoseagar und Knopagar von der in Kap. I, A, 5. beschriebenen Zusammensetzung impfte ich in Erlenmeyerkolben einerseits Flechtenpilz und Flechtenalgen, die aus der gleichen natürlichen Flechte isoliert worden waren, anderseits Flechtenpilze und Flechtenalgen aus verschiedenen Flechten. In den meisten Fällen wuchs zwar der Flechtenpilz in die Algenklümpchen hinein, und es entstand ein Knäuel aus Flechtenpilzhyphen und Algenzellen; flechtenähnliche Gebilde entstanden aber nicht.

Um den Flechtenbildnern einen trockeneren Nährboden zu bieten, impfte ich sodann Flechtenpilze und Flechtenalgen auf Substrate mit 5 % Agar mit und ohne 2 % Malzzugabe und mit Knopscher Nährlösung. Solche Nährböden waren etwas günstiger; in der Mitte der Kulturen bröckelte das Pilz-Algengemisch oft auf und bildete soredienähnliche Klümpchen. Dass aber Flechten entstehen könnten, schien nach dem Aussehen der Kulturen unwahrscheinlich.

Seither beobachtete ich oft, dass Soredien aus der Natur ihre Flechteneigenschaften verlieren, wenn man sie auf Agarnährböden aussät. Flechtenpilz und Flechtenalgen trennen sich und leben selbständig weiter. Aus diesem Grunde scheinen Agarnährböden für Flechtensynthesen ungeeignet.

b) Syntheseversuche mit Nährlösungen: Bei diesen Versuchsreihen befanden sich in 400 cm³ Erlenmeyerkolben 150 cm³ 2prozentige Malzlösung oder Knopsche Nährlösung mit 1 % Pepton oder 1 % Pepton + 2 % Glukose oder 2 % Glukose oder ohne Zusatz. In der Nährlösung stak ein Stück Tannenholz oder Birnbaumholz oder Apfelbaumrinde oder Gips, wobei etwa zwei Drittel des betreffenden Stückes über die Wasseroberfläche hinausragten. Auf über dem Wasser befindliche Stellen impfte ich Flechtenpilz und Flechtenalge. Beide Flechtenbildner wuchsen schlecht auf Rinde, offenbar wegen den beim Sterilisieren entstandenen Zersetzungsprodukten. Aber auch dort, wo beide Flechtenbildner gut wachsen, erkennt man leicht, dass diese Methode für Flechtensynthesen ungeeignet ist. Flechtenpilz und Flechtenalge haben zu feucht und vereinigen sich nicht zu einer Flechte.

c) Syntheseversuche in Melin-Kolben: In diesen Kolben (vgl. Melin, 1925, S. 49) brachte ich auf die eine Seite Fichtenholzstücke, kleine Steine, Erde, Fliesspapier, auf die andere Seite destilliertes Wasser oder eine verdünnte Nährlösung. Synthetisierte Flechten sind auf diese Weise keine gewachsen, doch dürfte es in diesen Gefässen möglich sein.

2. *Syntheseversuche, die zu flechtenähnlichen Gebilden führten*

Nach den in den Vorversuchen gewonnenen Erfahrungen über die für das Zustandekommen einer Flechte nötigen Bedingungen, legte ich jeden Syntheseversuch in 6 Parallelkulturen an und auf den gleichen Substraten von jedem verwendeten Flechtenpilz und jeder Flechtenalge 2 Reinkulturen zum Vergleich. Die Flechtenalge allein gab nie flechtenähnliche Gebilde, aber auch der Flechtenpilz nicht. Die Vorversuche hatten gezeigt, dass Agar für Flechtenbildner eine zu günstige Unterlage darstellt und sie nicht zur Flechtenbildung zwingt. Die Versuche

mit in Lösungen eingetauchtem Holz waren ebenfalls ungeeignet. Daher wurden in 400-ccm-Erlenmeyerkolben mit 150 ccm 1,5%igem Knopagar Tannenholzstäbchen, später Holundermarkstäbchen mitsterilisiert, so dass sie zu ⅔ über die Agaroberfläche emporragten. Der Agar sollte die Feuchtigkeit regulieren.

a) Die Bildung von Soredien in Reinkultur.

In einer ersten Versuchsreihe impfte ich auf Tannenholzstäbchen in der genannten Weise folgende Flechtenpilze und Flechtenalgen : *Cladoniomyces digitatae* (Stamm 30) + *Cystococcus*klon 30 b (aus der geichen Flechte); derselbe + Klon 26 m (aus *Stereocaulon paschale*); *Cladoniomyces squamosae* (Stamm 34) + Klon 34 a (aus der gleichen Flechte); *Cladoniomyces pyxidatae f. chlorophaeae* (Stamm 15) + Klon 16 a (aus der gleichen Flechte); derselbe + Klon 15 g (aus der gleichen Flechte); derselbe + Klon 34 a (aus *Cladonia squamosa*); derselbe + Klon 26 m (aus *Stereocaulon paschale*); *Cladoniomyces pyxidatae f. chlorophaeae* (Stamm 37) + Klon 37 a (aus der gleichen Flechte); *Cladoniomyces fimbriatae v. apoleptae f. ochrochlorae* (Stamm 35) + Klon 35 a (aus der gleichen Flechte); *Cladoniomyces fimbriatae v. apoleptae f. ochrochlorae* (Stamm 32)+Klon 32 a (aus der gleichen Flechte); *Xanthoriomyces parietinae* (Stamm 43) + Klon 43 a (aus der gleichen Flechte).

Nach 6 Monaten waren bei fast allen im Oktober 1936 angelegten Kulturen Soredien oder soredienähnliche Bildungen zu beobachten, makroskopisch in Form hellgrüner bis weisslicher Kügelchen, in denen man unter dem Mikroskop leicht Algenklümpchen erkannte, die von Flechtenpilzhyphen eng umsponnen waren. Tafel 6, Abb. 1 zeigt uns die auf Tannenholz reinkultivierten Soredien von *Cladoniomyces pyxidatae* (Stamm 15) synthetisiert mit Klon 16 a.

Auf Grund dieses Versuches darf man sagen, dass sorediöse Gebilde sich in Reinkultur verhältnismässig leicht synthetisieren lassen aus Flechtenpilz und Algen. Infolge der ungünstigen Lebensbedingungen umsponnen die Flechtenpilzhyphen die Algenklümpchen; die Algen ihrerseits konnten wegen den ungünstigen Lebensbedingungen nicht genügend schnell wachsen, um die Pilzhyphen zu überwuchern. Dennoch waren die Bedingungen für das Zustandekommen einer wirklichen Flechte noch nicht vorhanden. Das Substrat schien für eine Flechtenbildung zu trocken und die Luft zu feucht. Wohl wegen der feuchten Luft entwickelte sich Luftmyzel, das die Flechtenbildung störte.

b) Die Bildung von Thallusläppchen in Reinkultur.

Weil in den synthetisierten Soredienkulturen das Substrat zu trokken und eine Flechtenbildung unwahrscheinlich schien, legte ich neue

Kulturen an mit Holdermarkstücken an Stelle der vorher verwendeten Tannenholzstäbchen und mit 150-ccm-Erlenmeyerkölbchen, in denen sich 80 ccm Knopsche Nährlösung mit 1 % Agar befand, statt den grossen Kolben. Diese Versuchsreihe gab die schönsten Flechtenstadien. In einem einzigen Kolben entstanden mehrere junge Podetien, die im folgenden Abschnitt beschrieben sind.

Ausser den unter 2, a) genannten Flechtenpilz- und Flechtenalgenreinkulturen kamen in diese Versuchsreihe noch einige andere, in Kapitel II beschriebene Stämme. Ich beimpfte die Holdermarkstücke im November und stellte die Kulturen in zerstreutes Tageslicht bei Temperaturen von 12—18°. Die Wattepfropfen dieser Kolben waren wegen der bei so lang dauernden Versuchen grossen Infektionsgefahr mit einer 0,1 %igen Sublimatlösung + Glyzerin vergiftet.

Nachdem die Kulturen 7 Monate sich selbst überlassen waren, beobachtete ich, dass in allen Kolben Pilz und Alge gut miteinander verwachsen waren. Auf mehreren Holdermarkstücken wuchsen aus dem Gemisch von Pilz und Alge an gewissen Stellen 1—1,5 mm lange, 0,5 bis 1 mm dicke Wärzchen oder Zäpfchen heraus. Sie hatten die Farbe der Algen; unter dem Mikroskop überzeugte ich mich aber, dass sie aus ebensoviel Pilzteilen wie Algenteilen bestanden. An diesen Wärzchen war keinerlei Gliederung in Ober- und Unterseite zu sehen; in Form, Grösse und Bau gleichen sie ganz den Isidien. Sie waren am besten ausgebildet in Syntheseversuchen von *Cladoniomyces pyxidatae f. chlorophaeae* (Stamm 15) + Klon 15 g (aus der gleichen Flechte) und von demselben Pilz + Klon 16 a (aus derselben Flechte). Weil bei diesen Bildungen Ober- und Unterseite gleich sind, kann man sie nicht als Thallusläppchen bezeichnen; sie nehmen eine Zwischenstellung ein zwischen Soredien und Thallusläppchen.

Im gleichen Syntheseversuch entstanden aber ausser den isidienartigen Bildungen echte, dorsiventrale Thallusschüppchen (Tafel 6, Abb. 2 und 3) gleich den in der Natur vorhandenen, jedoch nur in zwei Kolben. Es handelte sich um die Synthese des *Cladoniomyces pyxidatae f. chlorophaeae* (Stamm 37) mit dem *Cystococcus*klon 15 g (aus *Cladonia pyxidata f. chlorophaea).* Aus einem von Luftmyzel überdeckten Gemisch von Pilzhyphen und Algenzellen waren die kleinen Gebilde hervorgewachsen; das grösste mass ein Jahr nach dem Impfen in der Länge 2 mm, in der Breite 1 mm. Beachtenswert ist, dass die obere Seite dieser weniger als ½ mm dicken Läppchen grün war wie die Algenzellen allein oder wie natürliche Thallusschüppchen; die Unterseite war weiss. Um diese kleinen Thallusanfänge nicht in ihrem Wachstum zu stören, habe ich auf eine Untersuchung ihres Baues noch verzichtet und noch keine Thallusquerschnitte angelegt.

Seither beobachtete ich diese synthetischen Thallusschüppchen während eines weiteren Jahres. Leider sind sie nicht mehr gewachsen, sondern haben sich nachteilig verändert. Beim grössten Läppchen ist das Grün der Oberseite verschwunden; sie ist braun. Die darin enthaltenen Algen scheinen deshalb wenigstens teilweise abgestorben zu sein. Die Unterseite ist wie vorher weiss. Zu dieser ungünstigen Entwicklung kommt hinzu, dass das umgebende Luftmyzel gewachsen ist und folglich die Thallusläppchen zu ersticken droht. Trotzdem wollen wir die Kulturen noch einige Zeit beobachten und sie später in frische Holdermarkkolben übertragen.

c) Die Bildung von *Cladonia*podetien in Reinkultur.

Mit reinkultivierten *Cladonia*podetien sind Flechtenbildungen gemeint, die nach Zusammenimpfen von Flechtenpilz und Flechtenalge entstanden; würde es sich um rein pilzliche Bildungen handeln, dann müssten wir von « *Cladoniomyces*podetien » sprechen. Man hat aber bisher weder in Reinkultur noch in Natur Podetien von *Cladoniomyces* ohne Algen gefunden.

Der schönste Erfolg meiner Syntheseversuche war in der unter *b)* beschriebenen Versuchsserie zu verzeichnen. Wegen eines vierteljährigen Studienaufenthaltes in Schweden und wegen Militärdienstes konnte ich die im November 1936 geimpften Kulturen während Monaten nicht beobachten. Um so mehr überraschte es mich, anfangs Juni 1937 in einem Kolben eine Gruppe junger *Cladonia*podetien finden zu können. Wie in den anderen Kolben, war der Agar nach dieser Zeit nur wenig eingetrocknet; das 7 cm lange podetientragende Holdermarkstück sah auch in den oberen zwei Dritteln, die über die Agaroberfläche emporragten, feucht aus, weil das einmal feuchte Holdermark das verdunstende Wasser ersetzt durch Aufsaugen von Flüssigkeit aus dem Agar. Auf diesem, sowie auf einem zweiten sich im gleichen Kolben befindenden Holdermarkstück (Tafel 4, Abb. 6) hatten sich die Algen merklich vermehrt, aber auch der Pilz war von den verschiedenen Impfstücken ausgewachsen und hatte Luftmyzel gebildet. Jedoch aus einem an den obersten Teil des einen Holdermarkstengels geimpften Pilzstückchen waren gleichzeitig mit dem Algenwachstum kleine Podetien entstanden, also der « wesentliche Teil des ganzen Flechtenkörpers » (Tobler, 1934, S. 47) einer *Cladonia*.

Der verwendete Flechtenpilz ist *Cladoniomyces pyxidatae f. chlorophaeae* (Stamm 15), die verwendete *Cystococcus*alge Klon 15 g. Beide Flechtenbildner habe ich seit November 1935 in Reinkultur. Es ist also beachtenswert, dass die beiden Flechtenbildner vor der künstlichen Synthetisierung ein Jahr getrennt gelebt haben.

Die drei grössten Podetien wiesen eine Länge von 2—2,5 mm auf. Es gelang, sie in 12facher Vergrösserung photographisch festzuhalten, ohne den Kolben zu zerstören und ohne dass die Kultur durch Infektion zugrunde ging; die Beobachtungen konnten deshalb fortgesetzt werden. Auf Tafel 6, Abb. 4, sind die drei grössten Podetien von der Seite gesehen. Wir bezeichnen sie von links nach rechts mit Podetium 1, 2 und 3. Tafel 6, Abb. 5 zeigt die Podetiengruppe von der gleichen Seite, ist aber jetzt auf den Vordergrund scharf eingestellt. Wir sehen deshalb in der Mitte Podetium 4, das fast so gross ist wie die drei ersten. Der Pfeil deutet auf Podetium 5, das noch sehr klein ist. Noch weiter unten erkennt man das noch kleinere Podetium 6. Ein 7., ebenso kleiner Podetiumansatz ist durch den 6. verdeckt.

Bei allen Podetien war der obere Rand schon im Juni 1937 braun gefärbt, am kräftigsten bei den grösseren. Der weisse Stiel der Podetien 1—4 ist oben becherartig eingedrückt, weshalb die in der Synthese erhaltenen Podetien mit den natürlichen übereinstimmen. Auf Taf. 6, Abb. 6 sehen wir die Podetien 1 und 2 von der Seite, das Podetium 3 von oben mit Blick in den Becher. In Tafel 6, Abb. 7 blicken wir links und oben im Bild in die Becher der Podetien 1 und 2; rechts erkennt man Podetium 3, rechts unten (verschwommen) Podetium 4. Zum Vergleich zeigen wir in Tafel 6, Abb. 8 sechsfach vergrössert junge Podetien der in der Natur gewachsenen *Cladonia pyxidata f. chlorophaea* (Flechte 15).

Es ist eine alte Streitfrage der Lichenologen, ob die Podetienalgen der *Cladonien* mit ihren Thallusalgen identisch seien (Kap. VI, A), oder ob die Podetienalgen von aussen auf die Podetien gelangen. Die Verteilung der Algen an den in der Synthese erhaltenen Podetien verlangte deshalb besondere Aufmerksamkeit. Es ist nicht möglich, aus den Photographien der Tafel 6, Abb. 4—7 die Verteilung der Algen zu erkennen, weil die Farbe der Algen fehlt. Bei Lupenbeobachtung an der lebenden Flechte heben sich jedoch die grünen Algenklümpchen deutlich vom weissen Pilzgeflecht ab. Wir geben unsere Beobachtungen in Abb. 31 wieder, wobei die Algen an Stelle der grünen Farbe punktiert sind. Man erkennt, dass die Algen bei Podetium 1 und 2 wenigstens bis auf halber Höhe vorkommen. Bei Podetium 3 und 4 reichen sie fast an den Becherrand. Im Innern der Becher fand ich keine grünen Stellen. Doch ist es möglich, dass dort nur vereinzelte Algen vorkommen, die erst mikroskopisch feststellbar sind und beim weiteren Wachstum makroskopisch erscheinen. Auch bei den jüngsten Podetienstadien 5—7 fand ich nur am Fusse vom Pilz umsponnene Algenklümpchen. Anscheinend ist der *Cladoniomyces* während seines Vertikalwachstums imstande, die Algen von der Höhe des Thallus

bis auf die Höhe des Podetiumbechers emporzuheben. Denn es ist ausgeschlossen, dass die Podetienalgen an unseren synthetischen *Cladonia*podetien von aussen anflogen oder durch Tiere in die Höhe gelangten. Das bestätigt die bei der *Cladonia*analyse gemachte Erfahrung, wonach Thallus- und Podetiumalgen bei *Cladonia* gleich sein können. In der Natur bleibt die andere Möglichkeit bestehen (vgl. Weise, 1936 und 1937).

Betrachten wir die zarten, durch das Grün der Algen, den weissen Stiel und den rotbraunen Becher wunderbar gefärbten synthetischen *Cladonia*podetien mit der Lupe genauer, so bemerken wir, dass der Becherrand nicht einen einheitlichen Ring bildet, sondern Erhöhungen

Abb. 31

Reinkultivierte *Cladonia*podetien von *Cladoniomyces pyxidatae* (Stamm 15) synthetisiert mit *Cystococcus* Klon 15 g auf Holdermark nach acht Monaten. Die punktierten Flächen erscheinen grün und stellen vom Pilz umsponnene Algenklümpchen dar. Von links nach rechts die Podetien 1, 2, 3 und 4; zu äusserst rechts die Gruppe von Podetienfängen (5—7) mit Luftmyzel. Zirka $^{18}/_{1}$ nat. Grösse.

und Vertiefungen aufweist. Podetium 3 zeigt das am deutlichsten in Tafel 6 Abb. 4, und Abb. 31; gut sichtbar ist die Erscheinung aber auch bei Podetium 1 und 2 auf Tafel 6 Abb. 7, und Abb. 31, sowie bei Podetium 4 Tafel 6 Abb. 5, und Abb. 31. Nach Beobachtungen in der Natur, wo an diesen Stellen immer die Apothezien entstehen, kann es sich auch hier nur um Apothezienanlagen handeln.

Seit dem ersten Beobachten der Podetien sind jetzt 1½ Jahre verflossen. Die Podetien sind seither nicht gewachsen. Auch das Luftmyzel am Fusse der Podetien, die vom Pilz umschlungenen Algenklümpchen und die winzigen Thallusschüppchen sind nicht wesentlich weitergewachsen. Möglicherweise hat die Kultur durch die Wärme der Beleuchtungs-

einrichtung beim Photographieren einigen Schaden erlitten; die Algen erschienen nämlich unmittelbar nachher heller und haben sich erst im vergangenen Halbjahr wieder kräftig grün gefärbt. Wahrscheinlicher sind aber die allgemeinen Bedingungen im Kolben für das Wachstum der Flechte doch noch zu wenig geeignet. Da der Kolben mit den jungen Podetien allmählich eintrocknet, hoffe ich, die junge Flechte ohne Infektion in einen frischen Kolben überimpfen zu können.

Es sei noch beigefügt, dass die im Parallelversuch ohne Algen geimpften Flechtenpilze auf dem gleichen Nährboden (Holdermark, das in Knopagar steckt) sich nicht oder nur schlecht weiterentwickelten im Gegensatz zu den mit Algen geimpften. Daraus zu schliessen, ernährten sich die Pilze in den Syntheseversuchen von Algen. Zwischen den allein und den mit Flechtenpilzen zusammengeimpften Algen liessen sich keine Wachstumsunterschiede feststellen.

Anlässlich eines Demonstrationsabends der Zürcherischen Botanischen Gesellschaft wies ich in der Sitzung vom 15. Dezember 1937 diese synthetisierten Flechtengebilde der Versammlung vor, ebenso Reinkulturen von Flechtenpilzen und Flechtenalgen. Im August 1938 hatte ich Gelegenheit, sie Herrn Prof. Dr. F. Tobler (Dresden) zu zeigen.

C. Ausblick für Flechtensynthesen in Reinkultur

1. Die Lebensbedingungen für das Zustandekommen von Flechten

Die Methodik für Flechtensynthesen ist heute noch nicht so gut, dass man nach Belieben reinkultivierte Flechten durch Synthesen erhalten könnte. Mit andern Worten, wir wissen über die Biologie der Flechten noch wenig. Gute Beobachtungen über das Vorkommen von Flechten in der Natur können wohl zum Verständnis der Flechten beitragen; sie ersetzen aber den Versuch nicht.

Wenn man Flechtensoredien auf Malzagarnährböden aussät, erfolgt auch an Klümpchen, die von fremden Keimen frei sind, nie ein Auswachsen von Flechten. Vielmehr trennen sich die beiden Flechtenbildner. Die Alge wächst frei und unabhängig vom Pilz, und auch der Pilz macht sich selbständig und ernährt sich nicht mehr von der Alge, sondern saprophytisch vom Malzagar. Dieser Versuch zeigt, dass die Flechtenbildung mit der Ernährung der beiden Flechtenbildner eng verknüpft ist. Reichliche Ernährung zwingt den Flechtenpilz und die Flechtenalge nicht zur Bildung einer Flechte.

Beobachtungen in der Natur unterstützen diese aus Versuchen gezogenen Erfahrungen. An Standorten, wo reichlich organische Nahrung (besonders Stickstoffverbindungen) vorhanden ist, findet man nie schöne, « normale » Thalli, sondern nur verkrüppelte Gebilde von oft soredien-

und isidienähnlichem Aussehen. Solche Beobachtungen machte ich besonders bei *Xanthoria.*

Nach den Ernährungsverhältnissen erachte ich die geeignete Feuchtigkeit von Luft und Substrat als wichtigste Bedingung für das Zustandekommen einer Flechte. In Reinkulturen von Flechtenpilzen sowie in Kulturen von Syntheseversuchen entsteht immer dann viel Luftmyzel, wenn die Luftfeuchtigkeit in den Kolben gross ist. Werner (1927, S. 59) schreibt den Lufthyphen eine Bedeutung für das Erfassen der Algen zu. Wir müssen diese Vermutung aus drei Gründen ablehnen: 1. Auch Pilze, die nie mit Algen zusammenleben, bilden oft in Kultur Luftmyzel. 2. In meinen Syntheseversuchen entstand auch dann Luftmyzel, wenn der Flechtenpilz sich mit den Flechtenalgen bereits eng vermischt hatte. 3. In der Natur bilden die Flechtenpilze gewöhnlicherweise kein Luftmyzel. Allgemein kann man sagen, dass das Auftreten von Luftmyzel in Kulturen von Syntheseversuchen eine wenig erfreuliche Erscheinung ist. Es zeigt die für das Entstehen von Flechten ungünstigen Feuchtigkeitsverhältnisse an.

Nach unsern Temperaturversuchen mit Flechtenpilzen und Flechtenalgen sind bei *Cladonia* die Temperaturansprüche der beiden Flechtenbildner in der Regel gleich. Flechtenpilz und Flechtenalge können aber auch verschiedene Temperaturansprüche haben; *Xanthoriomyces parietinae* wächst z. B. am besten bei 21°, bei welcher Temperatur die *Cystococcus*alge aus *Xanthoria parietina* ihr Wachstum einstellt. Der Versuch legt klar, dass wir bei einer konstanten Temperatur von 21° mit den von uns reingezüchteten Flechtenbildnern der *Xanthoria parietina* keine gleiche Flechte synthetisieren könnten; der Flechtenpilz müsste infolge seines günstigeren Wachstums die Flechtenalge ganz unterdrücken. Für die Synthese gilt somit, dass die Flechtenbildung auch von der Temperatur abhängig sein kann.

Wie auch Licht für die günstige Entwicklung von Flechten nötig ist, dafür gibt uns die Natur genügend Beispiele.

2. *Zur Methodik für Flechtensynthesen in Reinkultur*

Nach der Beobachtung, dass in einem Falle die reinkultivierte Synthese von *Cladonia*podetien gelungen war, legte ich eine grosse Zahl neuer Versuchsreihen an mit fast sämtlichen reingezüchteten Flechtenbildnern in rund 800 Kolben. Immer impfte ich Flechtenpilz und Flechtenalge auf Holdermarkstäbchen, die zu einem Drittel in Knopagar oder in Peptonagar staken. Peptonagar erwies sich als ungünstig. Bis heute ist aber nach 1½ Jahren in keinem der vielen Kolben eine neue Flechte entstanden. Wohl sind soredienartige Klümpchen und Kügelchen nicht selten, aber Podetien bildeten sich noch nirgends. Die Methodik

für Flechtensynthesen in Reinkultur ist also noch unbefriedigend, und unsere synthetischen *Cladonia*podetien sind als Geschenk des Zufalls dank des Zusammenwirkens von besonderen, günstigen Umständen an einer bestimmten, engbegrenzten Stelle entstanden (vgl. Tafel 4, Abb. 6).

In der Natur kommen die einzelnen Flechten nur an ganz bestimmten Standorten vor. Es sind wohl teilweise die Feinde der Flechten (z. B. Flechtenparasiten), die sie auf diese Standorte hinausdrängen, aber nicht ausschliesslich. Wenn Flechtenpilz und Flechtenalge mit Vorliebe zusammenlebten und eine Flechte bildeten, dann müsste es leicht sein, die beiden Flechtenbildner in der reinkultivierten Synthese wieder zur Flechte zu vereinigen. Das ist nicht der Fall. Daraus ersieht man, dass Flechtenpilz und Flechtenalge nur unter dem Druck karger Lebensbedingungen eine Flechte bilden. Weder der Pilz noch die Alge lebt innerhalb der Flechte unter optimalen Bedingungen. Weil das Zusammentreten zur Flechte den beiden Flechtenbildnern das Leben an extremsten, für Flechten charakteristischen Standorten ermöglicht, hat sich die Flechte in der Natur behaupten können. Sobald wir ihr günstige Lebensbedingungen geben, zerfällt sie in Pilz und Algen (Beispiel : Soredien auf Malzagar).

Auch in Reinkultur werden sich nur dann Flechten bilden, wenn Pilz und Alge durch Lebensbedingungen, die denen in der Natur nahekommen, zum Bilden einer Flechte gezwungen werden; freiwillig tun sie es nicht. Eine unangenehme Schwierigkeit bei allen Syntheseversuchen ist das langsame Wachstum beider Flechtenbildner. Dabei darf man ihr Wachstum nicht fördern, weil ja bei günstigen Wachstumsbedingungen keine Flechten entständen.

Aussichtsreich für Synthesen scheinen Versuchsgefässe, in denen einerseits die Luftfeuchtigkeit nach kurzen Zeiträumen stark wechselt, anderseits die Impfstücke von Pilz und Alge bald feucht, bald trocken sind. Solche Versuche machte ich bisher nicht. Zum Prüfen der Methodik wird man mit Vorteil Flechten aus der Natur in die zu verwendenden Versuchsgefässe bringen und in ihrem Verhalten beobachten. Wenn natürliche Flechten sich in Gefässen weiterentwickeln, dürften auch aus Reinkulturen der beiden Flechtenbildner synthetische Flechten entstehen.

D. Zusammenfassung der Erkenntnisse aus unseren Syntheseversuchen

1. Die Möglichkeit der Synthese

Die synthetisch entstandenen *Cladonia*podetien beweisen die Möglichkeit, durch Zusammenimpfen eines reinkultivierten *Cladoniomyces* und eines *Cladonia-Cystococcus* wieder Flechtengebilde zu erhalten.

Weder Flechtenpilz noch Flechtenalge verändern sich in Kultur so, dass sie die Fähigkeit, Flechtengebilde zu formen, verlieren.

2. *Die Spezifizität des Cladoniomyces*

Cladoniomyces pyxidatae f. chlorophaeae (Stamm 15) bildete in der Natur mit dem *Cystococcus*klon 16 a zusammen eine Flechte, in Reinkultur vereinigte er sich mit dem von 16 a weitgehend verschiedenen *Cystococcus*klon 15 g. Dieser *Cladoniomyces* ist also nicht streng spezialisiert auf *eine* Algenform.

3. *Die Herkunft der Podetienalgen*

An den in Reinkultur gewachsenen Podetien befinden sich Flechtenalgen bis gegen die Höhe des Becherrandes hinauf. *Cladoniomyces* ist somit imstande, während des Wachstums der Podetien die Flechtenalgen in die Höhe zu heben, oder die Algen bewegen sich selbst in die Höhe in Form von Zoosporen.