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: 2: Über das Wachstum von Flechtenbildnern in Kultur

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: 15.07.2025

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

Kapitel II

Über das Wachstum von Flechtenbildnern in Kultur

A. Überblick über die wichtigeren Versuche mit Flechtenbildnern

1. Flechtenpilze

Tulasne (1852) sah, wie die Sporen von *Peltideomyces, Endocarpomyces, Parmeliomyces, Lecanoromyces* und andern Flechtenpilzen beim Auskeimen ihren ölig-körnigen Inhalt verloren und am Schluss als leere, dünne Membranen zurückblieben. Bei Anwesenheit von Algen hat der Verfasser ein intensiveres Wachstum getroffen.

Reess (1874) beobachtete die Keimung von Sporen des *Collematomyces glaucescentis,* die bei Zusatz von *Nostoc* mit ihren Keimschläuchen die Algen erfassten, ohne Algenzusatz aber zugrunde gingen, nachdem sie die Reservestoffe verbraucht hatten.

Für die Sporen von *Parmeliomyces parietinae* stellte Bornet (1873/1874) fest, dass sie bei Zugabe von *Protococcus viridis* Ag. zwar gleichzeitig keimen, aber stärkere Verzweigungen bilden. Die Keimschläuche befestigen sich teils mit Seitenzweigen an den Algen.

Von *Lecanoromyces* verfolgte Treub (1873) keimende Sporen drei Monate lang, bis sie ihr Wachstum einstellten. Bei keimenden Sporen von *Ramalinomyces, Xanthoriomyces, Physciomyces* hefteten sich nach Zusetzen von *Cystococcus humicola* die Hyphen an die Algenmembranen und umfassten die Algen mehr oder weniger. Unter dem Deckglas waren die beiden Teile durch Druck nicht zu trennen.

Stahl (1877) erkannte, dass bei *Endocarpomyces pusilli* mit den Sporen Flechtenalgen ausgeschleudert wurden, die zunächst bedeutend kleiner waren als die Thallusalgen. Beim Keimen der Sporen nahmen die von Hyphen ergriffenen an Grösse zu, während die Algen, die nicht in Verbindung mit dem Pilz standen, klein blieben.

Grundlegend sind die Kulturversuche von Möller (1887), weil er erstmals Flechtenpilze rein züchtete. Wir beschreiben kurz die gezüchteten Pilze (nach der Reihenfolge der Flechten bei Zahlbruckner, 1926) :

Verrucariomyces muralis (Ach.). Die Sporen keimen mit 1—7 Schläuchen und geben nach 3—4 Monaten Kulturen von 1,5 cm Durchmesser.

Caliciomyces parietini (Ach.). Die einzelligen Askosporen treiben 1—3 Keimschläuche. In kurzer Zeit entsteht Luftmyzel, das einen roten, in Alkohol löslichen Farbstoff bildet. In diesen Kulturen lassen sich nach 5 Wochen Konidien erzielen, die keimfähig sind. Auch die dem *Calicium parietinum* entstammenden Konidien wachsen rasch.

Caliciomyces trachelini (Ach.). Die Sporen sind zweizellig und keimen mit 1—7 Schläuchen. Nach 3 Monaten erhält man Kulturen von 4 mm. Es finden sich zwei Arten von Konidien, die gleiches Myzel geben wie die Askosporen. Aus allen drei Kulturen gab es nach 2 Monaten nur eine Art von Konidien.

Caliciomyces curti (Borr.) lieferte nach 3 Wochen aus Sporen und Konidien Kulturen von 0,5 mm.

Arthoniomyces vulgaris (Schaer.). Aus den vierzelligen Sporen wuchsen nach 3—4 Monaten Kulturen von 8 mm, was damals als raschestes Wachstum galt.

Opegraphomyces subsiderellae (Nyl.). Die 6—8zelligen Sporen lassen bis 5 Keimschläuche entstehen. Aus ihnen wuchsen nach 4 Monaten Kulturen von 2 mm. Das gleiche Ergebnis lieferten keimende Konidien.

Graphidinomyces scriptae (L.). Die Keimung der 5—9zelligen Sporen erfolgt durch 2—5 Keimschläuche; nach 5 Wochen messen die Kulturen 1,5 mm, ein rel. rasches Wachstum.

Thelotrematomyces lepadini (Ach.). Die vielzelligen Sporen keimen mit ca. 20 Keimschläuchen. Nach einem Vierteljahr erhält man eine 6 mm grosse Kultur.

Lecidellomyces enteroleucae (Ach.). Nach 4 Monaten sind Kulturen von 2,5 mm vorhanden.

Pertusariomyces communis (DC.). Diese grossen, einzelligen Sporen keimen mit bis 100 Keimschläuchen (De Bary 1868). Nach 5 Monaten erreichen die Kulturdurchmesser 4 mm.

Lecanoromyces subfuscae (L.). Die einzelligen Sporen keimen mit 1—2 Schläuchen. Aus einer Spore gezogene Kultur erreicht nach 3 Monaten 2 mm Durchmesser.

Buelliomyces punctiformis (Hoffm.). Seine Sporen sind zweizellig und keimen mit zwei Schläuchen. Auch aus Konidien liessen sich Kulturen erhalten, die nach 3 Monaten 2 mm messen.

Die Flechtensynthesen von G. Bonnier (1890) werden in einem besonderen Abschnitt (Kap. VI, A. besprochen. Die Keimversuche mit Flechtensporen von Peirce (1890) gehen nicht über Anfangsstadien

hinaus. Tobler (1909/11) kultiviert *Xanthoriomyces parietinae* (L.). Dann fehlen eingehende Arbeiten bis zu den wichtigen Untersuchungen von Killian (1924) und Werner (1924, 1927, 1934). Wir geben eine kurze Beschreibung der gezüchteten Pilze wieder :

Verrucariomyces calcisedae (DC.). Auf Malzagar nach 3 Monaten eine graubraune Kolonie, nach 8 Monaten gelb-oliv, 1—1,5 cm, färbt den Agar braun. Auf Asparagin mit schwefelgelben Lufthyphen, Gelatine olivbraun. Auf Pepton Kolonie gelb, Milieu olive. Mit NH_4NO_3 wird die Mitte gelbgrün, der Rand ockerfarben, der Agar olivbraun.

Endocarpomyces pallidi (Ach.). Sporen mauerförmig mit Hymenialgonidien; jede Zelle kann einen Keimschlauch treiben. Auf Malz nach 4 Monaten 1 cm, schwelfelgelb mit braunen Lufthyphen; der Agar schwärzt sich. Auf Pepton nach 4 Monaten 1 cm grüngelblich, Agar schokoladebraun.

Opegraphomyces atrae v. rimosae. Nach 4 Monaten auf verschiedenen Substraten 1,3 cm grosse, weisse Kultur, nach 9 Monaten rosa, am Rand ocker, 3—4 mm hoch. Mit NH_4NO_3 nach 9 Monaten 6 mm und 3 mm hoch.

Stictomyces pulmonaceae (Ach.). Nach 3 Monaten grauweisse Kultur, 5 mm.

Peltigeromyces caninae (Hoffm.), *P. aphthosae* (L.), *P. polydactylae* (Neck.) gaben nur bis zu 110 μ lange Keimschläuche, dann Stillstand.

Baeomycomyces rosei (Pers.). Nach 2 Monaten braunrote Kolonie, aussen weiss, nach 5 Monaten 1—1,5 cm, braunschwarz.

Cladoniomyces squamosae (Hoffm.). Nach 2 Monaten 0,5 mm grosse Kolonie, braun, Konidienbildung.

Cladoniomyces cocciferae (Schaer.). Nach 1 Monat flockige Kolonie, nach 5 Monaten ockergelb, 1—3 mm.

Gyrophoromyces cylindricae (Ach.). Keimende Sporen von Schleim umgeben, nach 8 Tagen Stillstand.

Gyrophoromyces erosae (Ach.). Die Sporen keimen mit Schleimbildung. Nach 3 Monaten fleischfarbige Kolonie von 1 mm, nach 5 Monaten 3 mm mit Luftmyzel, oliv-schwarz. Die Lufthyphen können Zellen abgliedern wie bei Konidienbildung. Nach 18 Monaten 3 cm Durchmesser.

Pertusariomyces leioplacae (Schaer.). Auf Malz ist die Kultur nach 3 Monaten rosa-ocker mit weissem Rand, nach 5 Monaten mit weisslichen Lufthyphen versehen. Nach 10 Monaten weiss-gelb, 1 cm.

Lecanoromyces subfuscae (L.). Auf Malz nach 3 Monaten 1 mm grosse Kultur, ocker oder gelb-weiss. Nach 8 Monaten schwefelgelb, 8 mm.

Lecaniomyces cyrtellae (Th. Fr.). Nach 4 Monaten matt ocker mit weissen Lufthyphen, 1 cm gross und 4 mm hoch; nach 9 Monaten 1 cm gross und 8 mm hoch.

Parmeliomyces conspersae (Ehrh.), *P. saxatilis* (L.), *P. olivaceae* (L.). Nach 6 Monaten erhält man eine 1 mm grosse, graue Kultur mit Lufthyphen, die sich im 10. Monat verkleinern. Auf Pepton nach 12 Monaten eine Art Soredienbildung.

Ramalinomyces fraxineae (L.). Nach 3 Monaten eine weisse Kultur von 1,5 mm.

Usneomyces barbatae v. floridae (L.). Die erst rosarote Kultur ist nach 2 Monaten grau bis braun, nach 3—4 Monaten braun, 1 mm breit; nach 5 Monaten 5 mm und nach einem Jahr 1,5 cm breit und 5—8 mm hoch.

Xanthoriomyces parietinae (L.). Nach 4 Monaten ist die Kultur 1 mm breit und ebenso hoch, rosig orange. Bei Trockenheit wird der Pilz brüchig; losgelöste Stücke rufen sekundäre Kolonien hervor.

Buelliomyces canescentis (Dicks.). Nach 5 Monaten ist eine 4 mm breite, 2 mm hohe, gelbbraune Kultur vorhanden mit viel Luftmyzel. Nach 6 Monaten ist sie 6 mm breit, 2—4 mm hoch und goldgelb.

Rhinodinomyces archaeae (Ach.). Nach 3 Monaten 5 mm grosse Kultur, rosa-ocker. Nach 5 Monaten wächst der Pilz vorwiegend in die Höhe.

Physciomyces stellaris (L.). Keimung nach zwei Tagen, dann Stillstand.

Es bleiben noch die Arbeiten von H. Bartusch (1931) und M. Lange (1933) zu erwähnen, die sich auf *Xanthoriomyces parietinae* (L.) beziehen.

2. *Flechtenalgen*

Auf Grund von Reinkulturen hat man bis heute unter den Flechtenalgen mit Sicherheit Vertreter aus den Gattungen *Cystococcus, Chlorella, Coccobotrys, Coccomyxa, Stichococcus, Diplosphaera* (Bialosuknia, 1909), *Trentepohlia* und *Nostoc* nachgewiesen (vgl. Arbeiten der in Kap. I, B, 1 genannten Verfasser). Anderseits deuten auch neueste Arbeiten noch darauf hin, dass in der Kenntnis der Flechtenalgen grosse Lücken klaffen (H. Raths, 1938, S. 330). Es würde zu weit führen, die Arten der durch Reinkulturen bekannten Flechtenalgen in diesem Zusammenhang zu nennen.

B. Flechtenanalysen und Temperatur- und Nährstoffansprüche der Flechtenbildner

1. Baeomyces byssoides (L.) Schwer. (Flechte 27)

a) Herkunft der untersuchten Flechte.

An einer Wegböschung beim Rinderweidhorn fand ich Ende September auf zirka 1100 m ü. M. über Erde und Wurzeln ausgebreitet schöne Thalli von *Baeomyces*. Es schien wertvoll, den Pilz in Kultur mit *Cladoniomyces* vergleichen zu können, um wenn möglich für die Verwandtschaft beider Gattungen neue Anhaltspunkte zu erhalten.

b) Reinkultur der beiden Flechtenbildner.

b_1) Des Flechtenpilzes : Die Apothezien schleuderten reichlich Sporen, die in hohem Grade keimfähig und von Bakterien frei waren. So bekam ich mit der Petrischalenmethode leicht Reinkulturen.

b_2) Der Flechtenalge : Da die Algen unter dem Mikroskop wenig lebensfähig aussahen, übertrug ich in diesem Falle 30 einzelne Zellen in Reagensgläser. Aus nur 5 Zellen entstanden Reinkulturen.

Die Flechtenalge von *Baeomyces* ist innerhalb des Thallus so eigenartig deformiert, dass auch der Spezialist sie nicht mit Sicherheit einer Gattung zuweisen kann. Am kultivierten Material war zu erkennen, dass es sich hier um einen Vertreter der Gattung *Coccomyxa* handelte.

c) Nahrungs- und Temperaturansprüche der beiden Flechtenbildner.

c_1) Des Flechtenpilzes : Auf Malzagar verfärbte der Pilz das Substrat im Nährstoffversuch (Tab. 1 und Tafel 3, Abb. 1, oben) in Kulturnähe mit Farbe 696. Weisses Luftmyzel verdeckte teilweise das Braun der Kultur, ebenso auf Peptonagar. Auf Glukoseagar und auf Knopagar hat das Luftmyzel die Farbe 694.

Tab. 1 *Baeomycomyces byssoidis* (L.) (Stamm 27)
Wachstum nach 180 Tagen in Abhängigkeit vom Nährboden

Nährboden	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe	Farbe
	mm	±	mm	
Malz	22,6	0,63	5	192
Pepton	12,0	0,31	5	188
Glukose	10,4	0,42	4	696
⅓ Knop	10,8	0,41	1,5	696

Bei allen Temperaturen (Tab. 2 und Abb. 2) laufen die Formen der Kulturen gegen den Rand hin flach aus. Wie bei höheren Temperaturen wächst der Pilz auch bei 18° noch unter die Agaroberfläche; das

Wachstumsoptimum dürfte also eher etwas niedriger liegen. Unabhängig von der Temperatur finden wir die bräunlichen Farbtöne 201 bis 204, 200, oder weisses Luftmyzel überdeckt die Kultur.

Tab. 2 Einfluss der Temperatur auf das Wachstum der Komponenten von *Baeomyces byssoides*

Temperatur	*Baeomycomyces byssoidis* (L.) (Stamm 27) nach 120 Tagen			*Coccomyxa* (Klon 80 a) nach 150 Tagen		
	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe
°C	mm	±	mm	mm	±	mm
0	2,7	0,11	1	1,9	0,18	0,5
3	5,3	0,13	2	2,3	0,25	1
6	7,8	0,15	3	3,5	0,16	1
9	9,2	0,29	3,5	4,9	0,24	1
12	10,6	0,33	3,5	4,9	0,18	1
15	13,5	0,38	4	5,9	0,29	1,5
18	17,9	0,65	4	7,3	0,30	2
21	3,0	0,10	1,5	6,6	0,19	1,5
24	tot	—	—	tot	—	—

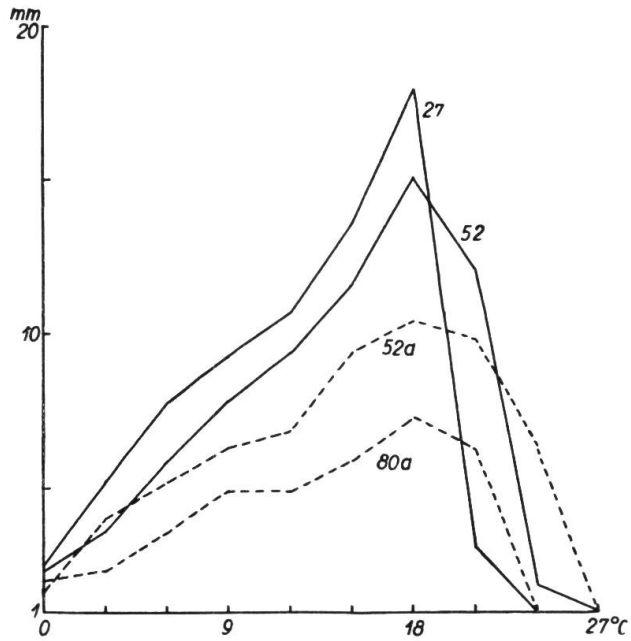

Abb. 2
Einfluss der Temperatur auf das Wachstum bei:
Baeomycomyces byssoidis (L.) (Stamm 27) nach 120 Tagen,
B. rosei (Pers.) (Stamm 52) nach 120 Tagen,
Coccomyxa (Klon 80 a) aus *Baeomyces byssoides* nach 150 Tagen,
Chlorella (Klon 52 a) aus *B. roseus* nach 150 Tagen.

c_2) Der Flechtenalge: Wegen ungenügender Menge von Impfmaterial untersuchte ich nicht diese Alge, sondern die Alge der gleichen Flechte eines anderen Standortes, den Klon 80 a (folgend).

d) Vergleich der Temperaturansprüche der beiden Flechtenbildner (Abb. 2).

Wir vergleichen im folgenden die Temperaturansprüche des Pilzstammes 27 mit dem Algenklon 80 a, beide aus der gleichen Flechte, aber von verschiedenen Standorten.

*1 a. **Baeomyces byssoides** (L.) Schwer. (Flechte 80).*

a) Herkunft der untersuchten Flechte.

Auf einer Höhe von zirka 600 m ü. M. fand ich diese Flechte ob Wangs (bei Sargans) am oberen Rand eines Schutthanges der Strassenböschung.

b) Reinkultur der beiden Flechtenbildner.

b_1) Des Flechtenpilzes : Wie bei Flechte 27 entstanden auch hier Reinkulturen aus den reichlich ausgeschleuderten Askosporen.

b_2) Der Flechtenalge: Von 20 isolierten Zellen wuchs die erfreuliche Zahl von 14 Reinkulturen. Alle Klone erwiesen sich als *Coccomyxa*-algen.

c) Nahrungs- und Temperaturansprüche der beiden Flechtenbildner.

c_1) Des Flechtenpilzes : Die Kulturen scheinen mit Stamm 27 vollständig übereinzustimmen; eingehende Untersuchungen mit Stamm 80 habe ich nicht unternommen.

c_2) Der Flechtenalge : Ein Nährstoffexperiment ist mit der Alge nicht durchgeführt. Wertvoll war es jedoch, die Abhängigkeit des Wachstums von der Temperatur zu kennen (Tab. 2 und Abb. 2). Bei allen Temperaturen haben die Kolonien die Form eines Wassertropfens auf fettiger Unterlage (Tafel 3, Abb. 9).

d) Vergleich der Temperaturansprüche der beiden Flechtenbildner (Abb. 2).

Als einzigen bedeutenden Unterschied im Verlauf der beiden Kurven können wir bemerken, dass die Alge bei 21° viel besser wächst als der Pilz. Wachstumsoptimum und -maximum liegen für die beiden Flechtenbildner bei gleichen Temperaturen. Das Wachstum von Flechtenpilz und Flechtenalge ist somit in gleicher Weise von der Temperatur abhängig.

*2. **Baeomyces roseus** Pers. (Flechte 52)*

a) Herkunft der untersuchten Flechte.

Als Überzug von Steinen traf ich am Horgenerberg in einem Gebiet mit dem Namen « Im Bann » (zirka 550 m ü. M.) reichlich fruktifizierendes Material.

b) Reinkultur der beiden Flechtenbildner.

b_1) Des Flechtenpilzes : *Baeomyces roseus* war eine der ersten Flechten, die ich analysierte. Deshalb wurden die reichlichen, gut kei-

menden Sporen dazu verwendet, eine günstige Methodik des Isolierens herauszufinden. Den besten Erfolg ergab die Petrischalenmethode.

b_2) Der Flechtenalge : Das Züchten der Alge war mit Schwierigkeiten verbunden. In einer ersten Reihe von 20 in Reagensgläser übertragenen Zellen starben alle. Da ich die Fundstelle der Flechte kannte, war frisches Material zu beschaffen. Eine zweite Reihe von 15 auf Malzagar und 15 auf Glukoseagar übertragenen Zellen glückte. 8 Reagensgläser enthielten Reinkulturen; auf Malzagar wuchs die Alge besser. Ich halte diese Flechtenalge für eine *Chlorella.*

c) Nahrungs- und Temperaturansprüche der beiden Flechtenbildner.

c_1) Des Flechtenpilzes : Tab. 3 gibt ein Bild über die Abhängigkeit des Wachstums von der Nahrung. Auf allen Nährböden überdeckt weisses Luftmyzel die Kulturen, auf Knopagar mit einem bräunlichen Ton. Nur Malzagar ist in Kulturnähe verfärbt mit Braun 696 (Tafel 3, Abb. 1, unten).

Tab. 3 *Baeomycomyces rosei* (Pers.) (Stamm 52)
Wachstum nach 180 Tagen in Abhängigkeit vom Nährboden

Nährboden	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe	Farbe
	mm	±	mm	
Malz	18,6	0,65	2	192
Pepton	12,5	0,43	2,5	680
Glukose	10,2	0,61	2	686
⅓ Knop	12,1	0,38	2	694

Mit der Temperatur ändert sich die Form der Kulturen wenig. Von 0—9° (Tab. 4 und Abb. 2) sind die Kulturen mit weissem Luftmyzel überzogen, in der Mitte dunkler gefärbt. Bei 12—15° sah ich die Farben 129 und 135, bei 12° in konzentrischen Ringen abgetönt, bei 15° durch wenig, aber feines Luftmyzel seidig erscheinend. Die Kulturen bilden bei 12—15° tiefe radiale Falten. Bei 18° überwiegt Farbe 177, bei 21° Farbe 124, wobei kaum Luftmyzel vorkommt.

c_2) Der Flechtenalge : Als Ergänzung zu Tab. 4, Abb. 2 und Tafel 3, Abb. 6 beobachtete ich bei 0—3° Farbe 401, bei 6—9° Farbe 366, bei 12—21° unmittelbar über dem Agar 366 und in der Mitte der Kultur 333. Alle Kulturen weisen Tropfenform auf mit kennzeichnend frischem Aussehen. Bei 18° und 21° sind einige 1 mm breite Würmchenbildungen vorhanden. Die Kulturen bei 24° zeigen nur gelbliche Töne : 318, 323, 324, 328, 329.

d) Vergleich der Temperaturansprüche der beiden Flechtenbildner (Abb. 2).

Die Alge 52 a wächst bei 24° wesentlich besser als der Pilzstamm 52. Im übrigen stimmt der Verlauf der beiden Kurven fast vollständig überein. Die beiden Wachstumsoptima liegen bei der gleichen Temperatur; die beiden Wachstumsmaxima sind ebenfalls gleich.

Gegenüber den Flechtenbildnern von *Baeomyces byssoides* haben Flechtenpilz und Flechtenalge von *Baeomyces roseus* eine um 3° höhere maximale Wachstumstemperatur. Bemerkenswert und überraschend ist aber, dass für beide *Baeomyces*flechten das Algenwachstum bei der maximalen und nur bei der maximalen Wachstumstemperatur gegenüber dem Pilzwachstum erheblich im Vorteil ist.

Tab. 4 Einfluss der Temperatur auf das Wachstum der Komponenten von *Baeomyces roseus*

Temperatur	*Baeomycomyces rosei* (Pers.) (Stamm 52) nach 120 Tagen			*Chlorella* (Klon 52 a) nach 150 Tagen		
	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe
° C	mm	±	mm	mm	±	mm
0	2,4	0,13	1	1,7	0,13	1
3	4,7	0,21	1	4,0	0,27	2
6	5,9	0,20	2	5,2	0,73	2
9	7,8	0,27	2,5	6,3	0,34	2
12	9,3	0,26	2,5	6,9	0,24	2,5
15	11,7	0,39	4	9,5	0,59	3
18	15,2	0,48	4	10,4	0,48	3
21	12,1	0,45	3	9,9	0,68	3
24	1,7	0,15	1	6,3	0,38	3
27	tot	—	—	tot	—	—

*3. **Cladonia digitata** Schaer. (Flechte 18/19)*

a) Herkunft der untersuchten Flechte.

Am 18. August 1935 sammelte ich diese Flechte oberhalb von Steinen (Kt. Schwyz) auf einem faulenden Baumstumpf in einer Höhe von zirka 700 m ü. M.

b) Reinkultur der beiden Flechtenbildner.

b_1) Des Flechtenpilzes : Die Reinkultivierung dieses *Cladoniomyces digitatae* bereitete nach der Petrischalenmethode keine Schwierigkeiten.

b_2) Der Flechtenalge : Die Algenzellen machten unter dem Mikroskop den Eindruck, wenig lebensfähig zu sein, weshalb ich hier mehr

Zellen isolierte als gewöhnlich. Aus Thallusschuppen wurden ausser den üblichen 20 Zellen auf Glukoseagar noch 14 Zellen auf 2%igen Malzagar in Reagensgläser gebracht, mit der Bezeichnung Nr. 18. Nur 4 Zellen vermehrten sich und wuchsen zu Reinkulturen heran. Als Nr. 19 impfte ich 20 Zellen aus Podetiensoredien in Reagensgläser. Hiervon entwickelten sich 5 zu Reinkulturen, also ein etwas besseres Ergebnis. Die einzelnen Klone von 18 und 19 erwiesen sich als identisch.

c) Nahrungs- und Temperaturansprüche der beiden Flechtenbildner.

c_1) Des Flechtenpilzes : Der Nährstoffversuch (Tab. 5) bewies, dass der Pilz imstande ist, einen gelben Farbstoff zu bilden. Auf Malznährboden fand ich nämlich gelbe Ausscheidungen von der Farbe 241 teils auf der Agaroberfläche, teils auf dem Myzel. Bei dieser Ernährung bildete der Pilz reichlich Luftmyzel mit hellbrauner Farbe (246). Auf Knopagar wächst der Pilz auffällig in den Agar hinein.

Tab. 5 *Cladoniomyces digitatae* (Schaer.) (Stamm 18)
Wachstum nach 180 Tagen in Abhängigkeit vom Nährboden

Nährboden	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe	Farbe
	mm	±	mm	
Malz	17,0	1,05	5	701
Pepton	6,2	0,44	2	256
Glukose	3,7	0,24	2	702
⅓ Knop	3,0	0,31	1,5	705

Bringen wir den Pilz zu verschiedenen Temperaturen (Tab. 6 und Abb. 3), so bildet sich von 0—27° die gleiche Form von Kulturen. Umgekehrt lässt die Farbe in eigenartiger Weise erkennen, bei welcher Temperatur der Pilz wuchs. Bei 0—6° sehen wir die gelbe Farbe 227, bei 6° kommt in der Mitte der Kultur ein dunkler, etwas grünlicher Ton dazu : Farbe 306. Bei 9—15° hat die Kulturmitte ebenfalls diese Farbe, der Rand ist schmutziggelb mit 213. Die Farbe bei 18—24° ist wieder 306 oder 176 und dunkler braun. Bei diesen Temperaturen ist das Substrat mehr oder weniger kräftig verfärbt; es scheint sogar eine Fluoreszenz vorhanden zu sein, indem man bei auffallendem Licht annähernd Farbe 296 findet, bei durchfallendem Licht angenähert 191. Bei 27° ist die Hälfte der Kulturen abgestorben ohne gewachsen zu sein.

Schon bei diesem Pilz zeigt sich also, was bei *Candelariellomyces vitellinae* noch viel auffälliger vorhanden ist, eine deutliche Abhängigkeit der Flechtenstoffbildung von der Temperatur.

Tab. 6 Einfluss der Temperatur auf das Wachstum der Komponenten von *Cladonia digitata*

Temperatur	*Cladoniomyces digitatae* (Schaer.) (Stamm 18) nach 150 Tagen			*Cystococcus* (Klon 18 e) nach 150 Tagen		
	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe
° C	mm	±	mm	mm	±	mm
0	2,4	0,28	2	1	—	1
3	5,4	0,23	2,5	1,6	0,19	1
6	7,2	0,24	3	1,8	0,12	1,5
9	11,0	0,44	4	2,6	0,19	2
12	14,5	0,39	4,5	3,1	0,25	2,5
15	15,6	0,57	4,5	5,4	0,19	3
18	16,3	0,63	5	7,1	0,24	4
21	13,8	0,89	5	8,3	0,30	4
24	11,3	0,70	5	2,8	0,26	2
27	2,6	0,76	2	1,2	0,12	1

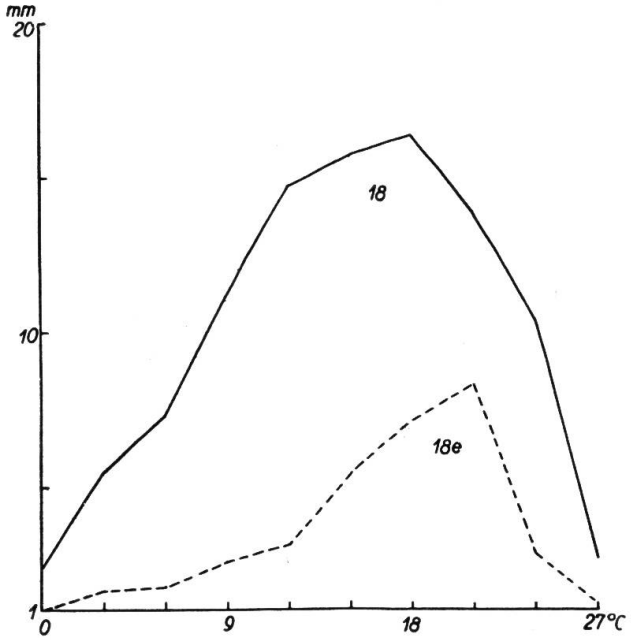

Abb. 3
Einfluss der Temperatur auf das Wachstum bei:
Cladoniomyces digitatae (Schaer.) (Stamm 18) nach 150 Tagen.
Cystococcus (Klon 18 e) aus *Cladonia digitata* nach 150 Tagen.

c_2) Der Flechtenalge: Der Nährstoffversuch mit Klon 18 e zeigt, dass diese Alge mit der Alge 12 a sehr nahe verwandt sein muss oder sogar identisch (Tab. 7). Auf Malzagar sind die Kolonien in der Mitte gleich hell wie am Rand; auf Pepton-Glukose ist die Koloniemitte um einen Farbton heller. Form und Farbe stimmen im übrigen mit 12 a überein.

Tab. 7 *Cystococcus* (Klon 18 e) aus *Cladonia digitata*
Wachstum nach 120 Tagen in Abhängigkeit vom Nährboden

Nährboden	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe	Farbe
	mm	±	mm	
Malz	9,2	0,31	4,5	366
Pepton-Glukose .	12,8	0,27	7,5	297
Glukose	7,2	0,24	3,5	371

Bei Temperaturen von 0—12° (Tab. 6 und Abb. 3) ist die Koloniefarbe 371, die Form unregelmässig. Bei 15° treten hellere Töne auf in Form kugeliger Auswüchse, und bei 18° haben die Kulturen ein traubiges Aussehen, wobei die beerenartigen Auswüchse heller sind (331). Die Formen bei 21° sind immer noch traubig, aber schon weniger deutlich, die Farben dunkler : 356 und 366. Bei 24° gewachsene Kulturen gleichen sehr den bei 9° gewachsenen, sind aber etwas matter.

d) Vergleich der Temperaturansprüche der beiden Flechtenbildner (Abb. 6).

Vom Nullpunkt weg nimmt die Wachstumsfähigkeit des Pilzes gleichmässig zu bis gegen das Optimum, das um 3° tiefer liegt als dasjenige der Alge. Bei der Alge setzt ein kräftiges Wachstum dagegen erst oberhalb von 12° ein; beide Flechtenbildner stellen ihr Wachstum bei 27° ein. Der Pilz verhält sich gegenüber der Temperatur verhältnismässig gleichgültig; die Alge ist bei tiefen Temperaturen benachteiligt.

*4. **Cladonia digitata** Schaer. (Flechte 67)*

a) Herkunft der untersuchten Flechte.

Im Dezember sammelte Frl. Dr. H. Raths diese Flechte in Davos in der Nähe der Bolgenschanze auf zirka 1600 m ü. M. und übergab sie mir zur Untersuchung.

b) Reinkultur der beiden Flechtenbildner.

b_1) Des Flechtenpilzes : Leicht gelang es nach der Petrischalenmethode, den Pilz in Reinkultur zu kultivieren.

b_2) Der Flechtenalge : Trotzdem auch bei dieser Flechte je 20 Reagensgläser mit Algen aus einem Podetium und mit Algen aus Thallusschuppen beimpft wurden, wuchsen keine Reinkulturen. Da die Algen schon beim Isolieren wenig lebensfähig aussahen, hatte ich einen Teil der Soredien in sterile Knopsche Nährlösung gebracht, einen andern Teil auf Knopagar. Diese Methode hilft in vielen Fällen den Algen zu einem besseren Wachstum, worauf man dann mit Sicherheit lebensfähige Zellen

isolieren kann mittels Mikromanipulator. Bei der vorliegenden *Cladonia digitata* versagte auch dieser letzte Versuch. Hier können wir also Flechtenpilz und Flechtenalge nicht miteinander vergleichen.

c) Nahrungs- und Temperaturansprüche des Flechtenpilzes.

Auf Malzagar sonderte der Pilz im Nährstoffversuch (Tab. 8 und Tafel 3, Abb. 2) einen auffallenden, gelben Farbstoff ab von der Farbe 241 und bildete Luftmyzel von der Farbe 246. Das Malzsubstrat ist bräunlich verfärbt mit 691. Bei den Peptonkulturen ist auffallend, wie der Pilz in den Agar hineinwächst.

Tab. 8 *Cladoniomyces digitatae* (Schaer.) (Stamm 67)
Wachstum nach 180 Tagen in Abhängigkeit vom Nährboden

Nährboden	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe	Farbe
	mm	±	mm	
Malz	17,3	0,77	5	701
Pepton	5,9	0,36	2	256
Glukose	3,8	0,26	2	702
⅓ Knop	2,7	0,19	2	705

Tab. 9 Einfluss der Temperatur auf das Wachstum von *Cladoniomyces digitatae* (Schaer.) (Stamm 67) nach 140 Tagen

Temperatur	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe
° C	mm	±	mm
0	2,5	0,18	1
3	5,5	0,13	2,5
6	8,8	0,40	3
9	10,4	0,54	4
12	16,1	0,40	5
15	18,8	0,97	5
18	19,2	0,94	5
21	15,1	1,41	5
24	15,7	0,37	5
27	tot	—	—

Wie bei *Cladoniomyces digitatae* Stamm 18 finden wir unter den bei verschiedenen Temperaturen gewachsenen Kulturen grosse Farbunterschiede (Tab. 9 und Abb. 4). Bei 0° ist die Farbe der Kulturen gelb 242, bei 6° 242 und 213 mit Zwischenfarben bis weiss. In der Mitte beginnt am Impfstück die Farbe 311 aufzutreten. Bei 6° und deutlicher bei 9° sehen wir eine kastanienbraune Färbung ähnlich 131, ohne

dass 242 ganz verschwindet. Die Farbe 242 ist offenbar durch einen Pilzstoff hervorgerufen und lässt sich bei allen Temperaturen in besserer oder geringerer Ausbildung beobachten. Bei 12—24° herrscht Farbe 311 vor. Während aber bei 12° und bei 15° das junge Myzel am Rand noch hell ist (213), hat sich bei höheren Temperaturen fast ausnahmslos das ganze Myzel dunkel gefärbt.

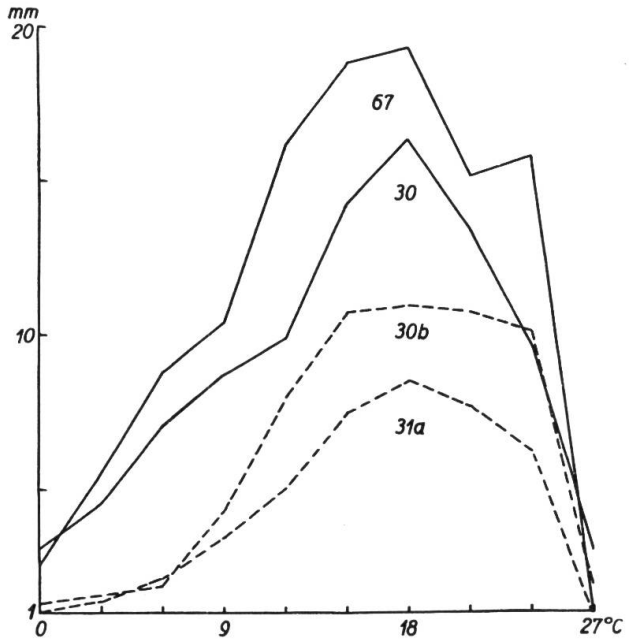

Abb. 4
Einfluss der Temperatur auf das Wachstum bei:
Cladoniomyces digitatae (Schaer.) (Stamm 67) nach 140 Tagen,
C. digitatae (Stamm 30) nach 180 Tagen,
Cystococcus (Klone 30 b und 31 a) aus *Cladonia digitata* nach 120 Tagen.

Die Form der Kultur ist durchgehend flachkonvex, in der Mitte z. T. kraus. Von 12—21° tritt das Bestreben zu Tage, in den Agarnährboden hinein zu wachsen.

Luftmyzel ist bei allen Temperaturen vorhanden; es bewirkt eine hellere Farbe der Kulturen bei höheren Temperaturen.

Von 12° an aufwärts erscheint das Substrat verfärbt: bei durchfallendem Licht annähernd 191, bei auffallendem 296.

5. *Cladonia digitata Schaer. (Flechte 30/31)*

a) Herkunft der untersuchten Flechte.

Wenig südlich vom höchsten Punkt des Rinderweidhorns ob Lachen sammelte ich diese Flechte auf 1320 m ü. M. am 29.9.35.

b) Reinkultur der beiden Flechtenbildner.

b_1) Des Flechtenpilzes: Ohne Schwierigkeiten wurde der Pilz aus Askosporen nach der Petrischalenmethode isoliert.

b_2) Der Flechtenalge: Als Nr. 30 isolierte ich Zellen aus apothezientragenden Podetien. Fast alle Algen sahen aber für die Isolierung ungünstig aus, schienen schon tot oder stark geschädigt und waren statt kräftig saftgrün nur unregelmässig gelbgrün. Um mit grösserer

Wahrscheinlichkeit Reinkulturen zu erhalten, beimpfte ich ausnahmsweise 30 Reagensgläser mit je einer Zelle; ausserdem gelangten Soredien auf sterile Knopsche Nährlösung. Das war nach 2½ Monaten wertvoll, denn von den geimpften Zellen war keine einzige gewachsen. In einer zweiten Reihe wurde deshalb von den jetzt viel lebenskräftiger aussehenden Soredienalgen 20 Zellen in Reagensgläser geimpft. So entstanden 7 Reinkulturen, und die Soredienalge war auf diesem Umweg gerettet. Allerdings erwiesen sich beim Vergleichen nur 6 Kulturen als identisch. Der siebente Klon scheint ein Vertreter der Gattung *Chlorella* zu sein und erhielt zur besseren Unterscheidung die Nr. 118.

Gleichzeitig mit der ersten Reihe von Nr. 30 impfte ich als Nr. 31 20 Zellen aus Thallusschuppen derselben Flechte. Sahen diese Algen schon unter dem Mikroskop lebensfähiger aus als bei Nr. 30, so war auch der Erfolg im Gegensatz zu vorher hier erfreulich : in 6 Reagensgläsern wuchsen Reinkulturen.

Beim Isolieren mittels Mikromanipulator hatte ich unter dem Mikroskop zwischen den zahlreichen *Cystococcus*zellen wenige *Coccomyxa* ähnliche Zellen beobachtet, eine davon isoliert und in ein entsprechend angeschriebenes Reagensglas gebracht. Sie lieferte eine Reinkultur, deren mikroskopische Untersuchung keinen Zweifel liess, dass tatsächlich der Ubiquist *Coccomyxa* hier dem *Cystococcus*material beigemischt war. Ob man solche, dem Thallus eng anliegende Algen, die möglicherweise für den Flechtenpilz Nahrungslieferanten wie eigentliche Flechtenalgen sind, als Epiphyten bezeichnen darf, ist in Frage zu stellen. Zur deutlichen Unterscheidung bezeichnete ich diesen « Symphyten » mit Nr. 119.

c) Nahrungs- und Temperaturansprüche der beiden Flechtenbildner.

c_1) Des Flechtenpilzes : Zu Tab. 10 müssen wir ergänzen, dass das Malzsubstrat verfärbt ist mit dem Braun 691; diese Kulturen haben Luftmyzel gebildet von der gelbbraunen Farbe 246. Auf Peptonsubstrat wächst der Pilz mit Vorliebe in den Agarnährboden hinein.

Tab. 10 *Cladoniomyces digitatae* (Schaer.) (Stamm 30)
Wachstum nach 180 Tagen in Abhängigkeit vom Nährboden

Nährboden	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe	Farbe
	mm	±	mm	
Malz	16,8	0,82	4,5	701
Pepton	6,7	0,43	1,5	256
Glukose	4,2	0,29	1,5	702
⅓ Knop	2,5	0,21	1	705

Zu Tab. 11 und Abb. 4 lassen sich die folgenden erklärenden Ergänzungen hinzufügen. Bei 6° haben die Kulturen die Farbe 261 in der Mitte; der Rand ist heller gelbgrün bis weiss. Bei 9° macht die grünlichgelbe Färbung teilweise einer bräunlichgelben Platz (256). Die bei 12° gewachsenen Kulturen zeigen Farbe 261 und sind mit feinem Luftmyzel überzogen; am Rande erscheinen sie heller. Bei 15—21° verschwinden die gelbgrünen Töne auf den hier welligen Kolonien, dagegen treten auf den stärker gefalteten Formen bei 24° dunklere Farben auf (126), die nur durch Luftmyzel aufgehellt sind. Bei 27° fehlt Luftmyzel, die Kulturen leben aber noch, wie Überimpfen auf frische Nährböden bewies.

Tab. 11 Einfluss der Temperatur auf das Wachstum von *Cladoniomyces digitatae (Schaer.)* (Stamm 30) nach 180 Tagen

Temperatur	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe
° C	mm	±	mm
0	3,1	0,19	2
3	4,5	0,21	2,5
6	7,0	0,35	3
9	8,7	0,42	3,5
12	9,9	0,43	4,5
15	14,1	0,78	5
18	16,3	0,97	5
21	13,4	0,85	5
24	9,6	0,54	5
27	3,0	0,46	2

Tab. 12 *Cystococcus* aus *Cladonia digitata*
Wachstum nach 120 Tagen in Abhängigkeit vom Nährboden

Nährboden	Klon 30 b (Podetienalge)				Klon 31 a (Thallusalge)			
	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe	Farbe	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe	Farbe
	mm	±	mm		mm	±	mm	
Malz	9,6	0,33	5	366	12,3	0,54	4,5	277
Pepton-Glukose .	17,4	0,35	6	366	19,0	0,51	4,5	291
Glukose	9,7	0,36	5	357	6,5	0,32	3,5	286

c_2) Der Flechtenalge: Aus Tab. 12 ersehen wir mit Leichtigkeit das unterschiedliche Verhalten der Klone 30 b und 31 a. Auf Malzagar hat Klon 30 b in der Koloniemitte eine hellere Farbe als 366. Diese Farbe

findet sich auf Pepton-Glukoseagar in der Koloniemitte; gegen den Rand hin treffen wir Farbe 291, unmittelbar auf dem Agar 297. Es sind sehr deutliche 1 mm breite Würmchen entstanden. In allem hat die Alge Ähnlichkeit mit Klon 32 a.

Auffallend im Temperaturversuch von Klon 30 b (Tab. 13) ist der Unterschied der Kulturen oberhalb 18° gegenüber denen unterhalb 18°; erstere sind dunkler grün. Auf die verschiedenen Temperaturen verteilen sich die Farben folgendermassen : 0—12° 371 und 368; 15—18° 357, 279, am Rand 358; 21—24° 371 und 386. Bei allen Temperaturen haben die Kulturen massige Formen, ähnlich 35 a.

Tab. 13 Einfluss der Temperatur auf das Wachstum von *Cystococcus* aus *Cladonia digitata* nach 120 Tagen

Temperatur	Klon 30 b (Podetienalge)			Klon 31 a (Thallusalge)		
	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe
° C	mm	±	mm	mm	±	mm
0	1,3	0,12	1	1	—	1
3	1,6	0,14	1	1,4	0,08	1
6	1,9	0,16	1,5	2,1	0,16	1,5
9	4,3	0,34	3	3,5	0,29	2,5
12	8,0	0,47	4	5,1	0,30	3
15	10,7	0,38	5	7,5	0,19	4
18	10,9	0,35	6	8,5	0,24	4,5
21	10,7	0,56	6	7,7	0,36	4
24	10,1	0,58	6	6,2	0,41	3,5
27	1,9	0,15	1	tot	—	—

Klon 31 a ist auf Malzagar am Rande etwas heller als 277 nach Tab. 13. Die sehr deutlichen Würmchenkulturen sind auf Pepton-Glukoseagar in der Mitte etwas heller als 366. Auf Glukose Nährboden tritt neben 386 auch Farbe 366 auf. Im ganzen hat der Klon viel Ähnlichkeit mit 36 b.

Wie bei 30 a sind die Formen im Temperaturversuch durchgehend massig, die Farben aber bei allen Temperaturen dunkelolive (401). Die Alge hat Ähnlichkeit mit 36 a, aber auch mit 32 a.

d) Vergleich der Temperaturansprüche der beiden Flechtenbildner (Abb. 4).

Wir vergleichen zunächst Cladoniomyces Stamm 30 mit der Thallusalge, dem Klon 31 a. Die Optima von Pilz und Alge stimmen überein; bei beiden ist die höchste Temperatur nahe bei 27°. Während aber die

Wachstumsfähigkeit des Pilzes fast gleichmässig abnimmt von 18° gegen 27°, so sinkt sie bei der Alge zuerst langsam, dann rasch. In ihrem langsamen Anstieg vom Nullpunkt bis zum Optimum stimmen die Temperaturkurven der beiden Flechtenbildner überraschend überein. Stamm 67 weicht, abgesehen von einer offensichtlichen Störung bei 21°, in seinen Temperaturansprüchen kaum ab von Stamm 30. Die Podetienalge 30 a passt mit ihrer Temperaturkurve ebenfalls gut in dieses Bild; eigenartig ist ihr breites Optimum.

6. *Cladonia digitata Schaer. (Flechte 87)*

a) Herkunft der untersuchten Flechte.

Ob Wangs (bei Sargans) sammelte ich die untersuchte Flechte auf einer Höhe von ca. 1400 m ü. M. an einem gegen Nordosten blickenden Waldrand.

b) Reinkultur der beiden Flechtenbildner.

b_1) Des Flechtenpilzes : Durch Aussäen von Soredien auf Malzagar hoffte ich Reinkulturen des Pilzes zu erhalten; gleichzeitig diente versuchsweise die Petrischalenmethode. Erstere Methode versagte in diesem Falle; nach der letzteren entstanden Reinkulturen.

b_2) Der Flechtenalge : In den Thallusschuppen sahen viele Zellen wenig lebensfähig aus, andere schienen tot. Deshalb isolierte ich 30 einzelne Zellen und brachte sie auf Nährböden in Reagensgläsern. Nur 5 entwickelten sich zu Reinkulturen. Von 30 aus Podetiensoredien isolierten Algen wuchs keine.

c) Nahrungs- und Temperaturansprüche der beiden Flechtenbildner.

c_1) Des Flechtenpilzes : Aus zeitlichen Gründen — die Analyse dieser Flechte geschah erst vor kurzem — mussten die Nährstoffversuche von Pilz und Alge wegbleiben.

Wie die anderen Stämme des *Cladoniomyces digitatae* bildete auch dieser Stamm von 15° an abwärts bis zu 3° zunehmend mehr Luftmyzel von der Farbe 241 (Tab. 14 und Abb. 5). Bei 9° und 12° erscheinen einige Kulturen wie aufgesprungen oder aufgerissen mit den Farben 194 und 199. In 15° und 18° gewachsene Kulturen weisen die Farben 116 und 112 auf, an jungen Rändern 203 und heller. Höhere Temperaturen bringen nur 116 hervor. Stellenweise ist Luftmyzel mit Farbe 257 vorhanden.

c_2) Der Flechtenalge : Verschiedenheit in der Wachstumstemperatur vermag hier wieder eine Verschiedenheit in der Koloniefarbe hervorzurufen (Tab. 14 und Abb. 5). Wir beobachten folgende Farben : bei 0—6° 372; bei 9° 357; bei 12° 366 und 351 mit beginnender Würmchenbildung; bei 15° 361 mit deutlichen Würmchen; bei 18—21° 331 und

dunklere Töne; bei 24° 352. Die Breite der Würmchen steigt nicht über 1 mm.

Tab. 14 Einfluss der Temperatur auf das Wachstum der Komponenten von *Cladonia digitata*

Temperatur	*Cladoniomyces digitatae* (Schaer.) (Stamm 87) nach 160 Tagen			*Cystococcus* (Klon 87 a) nach 150 Tagen		
	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe
° C	mm	±	mm	mm	±	mm
0	1	—	1	1,3	0,10	1
3	2,8	0,12	1	2,9	0,19	2
6	4,4	0,37	1	2,3	0,20	2
9	9,0	0,22	1,5	7,6	0,48	3,5
12	11,1	0,37	2	9,4	0,29	3,5
15	12,4	0,54	2	10,6	0,19	3,5
18	13,9	0,45	3	12,2	0,56	3,5
21	11,2	0,48	3	11,4	0,58	3,5
24	10,7	0,59	2	2,7	0,20	2
27	1,8	0,10	1	tot	—	—

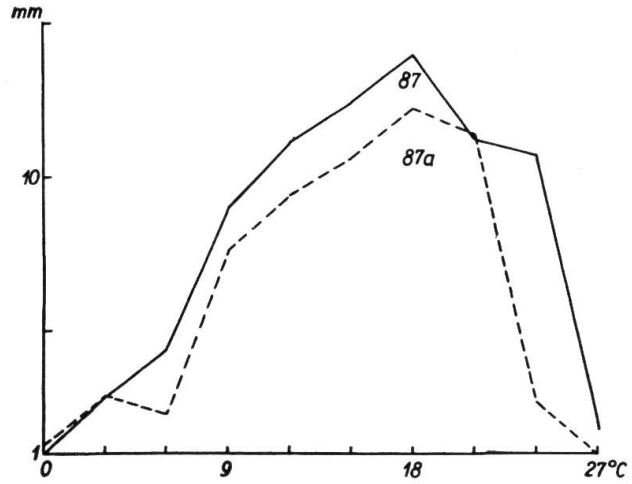

Abb. 5
Einfluss der Temperatur auf das Wachstum bei:
Cladoniomyces digitatae (Schaer.) (Stamm 87) nach 160 Tagen,
Cystococcus (Klon 87 a) aus *Cladonia digitata* nach 150 Tagen.

d) Vergleich der Temperaturansprüche der beiden Flechtenbildner (Abb. 5).

Der Kurvenverlauf des Pilzwachstums hat von 0—18° (abgesehen von der Unstimmigkeit des Algenwachstums bei 6°) die gleiche Form wie der Kurvenverlauf des Algenwachstums. 24° ist für das Pilzwachstum wesentlich günstiger als für das Algenwachstum. Im ganzen ist die Ähnlichkeit der Temperaturansprüche von Pilz und Alge dieser *Cladonia* offensichtlich.

7. *Cladonia rangiferina (L.) Web. (Flechte 92)*

a) Herkunft der untersuchten Flechte.

Ich sammelte diese Flechte oberhalb von Wangs (bei Sargans) auf dem Punkte 1759 (Siegfriedkarte).

b) Reinkultur der beiden Flechtenbildner.

b_1) Des Flechtenpilzes : Im gefundenen Material fruktifizierte der Pilz nicht; es standen also keine Askosporen zur Verfügung, was die Reinkultur des Pilzes erschwerte. Mittels Mikromanipulator übertrug ich einzelne Hyphenstücke auf Malzagar; so wuchsen jedoch in diesem Falle keine Reinkulturen. Eine andere Methode führte zum Erfolg. Ich schabte von trockenen Podetien soredienartige Krümchen ab und säte sie auf Malzagar in Petrischalen. Viele solcher Stückchen waren natürlich infiziert, aus anderen wuchsen Pilz und Alge. In einigen Fällen hatte aber der Pilz ein Wachstum der Algen nicht zugelassen. Dann impfte ich, wenn keine Fremdinfektionen vorkamen, diese Stücke heraus, prüfte sie auf ihre Reinheit und vermehrte sie.

b_2) Der Flechtenalge : Die im genannten Versuch auf Agar wachsenden Algen wurden zum Anlegen von Einzellkulturen mittels Mikromanipulator verwendet. Dank des guten Impfmaterials wuchsen von 15 geimpften Zellen 12 zu Reinkulturen heran.

c) Nahrungs- und Temperaturansprüche der beiden Flechtenbildner.

c_1) Des Flechtenpilzes : Da ich die Flechte erst vor kurzem analysierte, fallen in dieser Arbeit die Nährstoffversuche für Flechtenpilz und Flechtenalge weg.

Die bei verschiedenen Temperaturen gewachsenen Kulturen unterscheiden sich abgesehen von der Grösse wenig (Tab. 15 und Abb. 6). Bei 3—15° sehen wir Farbe 131, von 12° an aufwärts ausserdem Farbe 193 und hellere Töne. Die Kulturen von 21° haben Farbe 116, am Rand 193. Bei keiner Temperatur ist deutliches Luftmyzel zu finden.

c_2) Der Flechtenalge : Hier ist die Farbe bei allen Temperaturen einheitlich 372 (Tab. 15 und Abb. 6). Bei allen Temperaturen haben die Kolonien eine rauhe Oberfläche ohne Würmchenbildungen. Von den würmchenbildenden *Cladonia*algen unterscheidet sie sich damit auffällig.

d) Vergleich der Temperaturansprüche der beiden Flechtenbildner (Abb. 6).

Als Hauptunterschied zwischen den beiden Kurven erkennt man, dass die Flechtenalge nur in dem begrenzten Raum von 12—24° gut wächst, der Pilz aber bis hinab zu 6°. Aber seine günstigen Wachstumstemperaturen liegen auch bei 12—24° und sein Wachstumsoptimum

Tab. 15 Einfluss der Temperatur auf das Wachstum der Komponenten von *Cladonia rangiferina*

Temperatur	*Cladoniomyces rangiferinae* (L.) (Stamm 92) nach 160 Tagen			*Cystococcus* (Klon 92 d) nach 150 Tagen		
	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe
°C	mm	±	mm	mm	±	mm
0	1	—	1	1	—	1
3	1,6	0,13	1	1,4	0,16	1
6	2,9	0,25	1	1,8	0,13	1
9	3,7	0,17	1	2,0	0,16	1
12	4,6	0,24	1	4,4	0,28	3
15	6,4	0,25	1,5	8,0	0,82	4
18	6,5	0,26	1,5	9,1	0,33	3
21	5,6	0,26	2	8,8	0,20	3
24	2,5	0,18	1	3,1	0,19	2
27	1,2	0,11	1	1,2	0,12	1

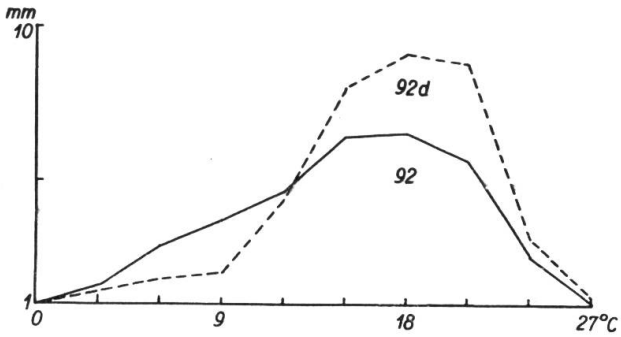

Abb. 6
Einfluss der Temperatur auf das Wachstum bei:
Cladoniomyces rangiferinae (L.) (Stamm 92) nach 160 Tagen, *Cystococcus* (Klon 92 d) aus *Cladonia rangiferina* nach 150 Tagen.

wie das der Alge bei 18°. Eigentümlicherweise fanden wir also für Pflanzen, die eine bis in die alpine Region und bis in den kältesten Norden verbreitete Flechte bilden, Optima, die bei Zimmertemperatur liegen.

8. *Cladonia squamosa (Scop.) Hoffm. (Flechte 34)*

a) Herkunft der untersuchten Flechte.

Auf der Ostseite des Rinderweidhornes auf 1270 m ü. M. sammelte ich diese Flechte in genügender Menge am Fusse von Föhren an einem Waldweg.

b) Reinkultur der beiden Flechtenbildner.

b_1) Des Flechtenpilzes: Bei der Isolierung des Pilzes führte die Petrischalenmethode leicht zu den gewünschten Reinkulturen.

b_2) Der Flechtenalge : Die gefundene Flechtenform bildet keine Soredien, was die Kultur der Alge vereinfachte. In 20 Reagensgläser gelangten Zellen aus den zahlreich vorhandenen Thallussschüppchen, in 10 Reagensgläser Zellen aus dem Podetieninnern. Jedes Material lieferte eine Anzahl Reinkulturen — von den 30 isolierten Zellen insgesamt 14 — die unter sich genau gleich aussahen. Im folgenden kam deshalb nur der Klon 34 a zur Verwendung.

c) Nahrungs- und Temperaturansprüche der beiden Flechtenbildner.

c_1) Des Flechtenpilzes : Das Malzagarsubstrat bei Tab. 16 ist braun verfärbt (192). Auf dem Peptonnährboden wächst der Pilz tief in den Agar.

Tab. 16 *Cladoniomyces squamosae* (Scop.) (Stamm 34)
Wachstum nach 180 Tagen in Abhängigkeit vom Nährboden

Nährboden	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe	Farbe
	mm	±	mm	
Malz	12,2	0,75	5	191
Pepton	7,8	0,48	2	212
Glukose	2,6	0,20	1,5	193
⅓ Knop	4,1	0,52	1	220

Tab. 17 Einfluss der Temperatur auf das Wachstum der Komponenten von *Cladonia squamosa*

Temperatur	*Cladoniomyces squamosae* (Scop.) (Stamm 34) nach 140 Tagen			*Cystococcus* (Klon 34 a) nach 70 Tagen		
	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe
° C	mm	±	mm	mm	±	mm
0	1,1	—	1	1,1	—	1
3	2,1	0,14	1	2,9	0,19	1
6	4,0	0,17	1,5	3,9	0,19	1
9	6,5	0,16	2	5,0	0,21	1,5
12	9,6	0,44	3,5	7,0	0,28	1,5
15	11,5	0,47	4	9,3	0,30	2
18	13,6	0,42	5,5	10,7	0,25	2
21	13,9	0,45	5,5	10,7	0,30	2
24	12,6	0,98	5,5	9,6	0,28	2
27	tot	—	—	2,4	0,27	1

Der im Temperaturversuch (Tab. 17 und Abb. 7) von 0—6° weissliche Pilz zeigt bei 6—9° Farbe 203, bei 15—24° vorwiegend Farbe 176. Bei konstanten Temperaturen von 21° und 24° hat sich Luftmyzel gebildet. Das Substrat ist nur wenig verfärbt.

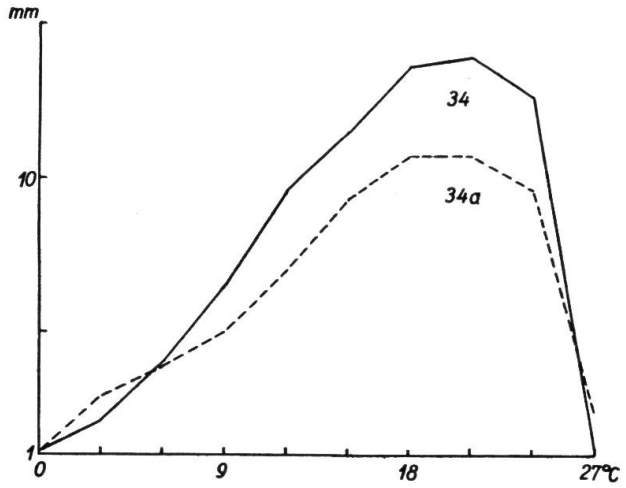

Abb. 7
Einfluss der Temperatur auf das Wachstum bei:
Cladoniomyces squamosae (Scop.) (Stamm 34) nach 140 Tagen,
Cystococcus (Klon 34 a) aus *Cladonia squamosa* nach 70 Tagen.

c_2) Der Flechtenalge: Die Koloniefarbe ist beim Nährstoffversuch (Tab. 18) innerhalb der einzelnen Kolonie einheitlich. Auf Malzagar sind die Kulturen in der Mitte traubenartig, am Rand radial gefaltet. Ausser der traubenartigen Form entstehen auf Pepton-Glukoseagar Würmchen von 1 mm Breite. Auf Glukoseagar finden wir grobe, bis 2 mm breite Würmchen; diese Kulturen sind matt.

Tab. 18 *Cystococcus* (Klon 34 a) aus *Cladonia squamosa*
Wachstum nach 120 Tagen in Abhängigkeit vom Nährboden

Nährboden	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe	Farbe
	mm	±	mm	
Malz	12,6	0,17	4	333
Pepton-Glukose .	14,1	0,21	5	357
Glukose	10,9	0,34	3	366

Über die Wachstumsfähigkeit bei verschiedenen Temperaturen geben Tab. 17 und Abb. 7 Auskunft. Von 0—12° haben die Kolonien ein glänzendes Aussehen; die Oberfläche ist glatt, von der Form einer Halbkugel, etwa wie ein Tropfen zähflüssiger Flüssigkeit. Bei 15—24° ist die Kolonie scheibenförmig, am Rand und in der Mitte etwas aufgewölbt, 2 mm hoch mit rauher Oberfläche. Als Farbe gilt bei den verschiedenen Temperaturen stets 297, bei 27° wenig heller.

d) Vergleich der Temperaturansprüche der beiden Flechtenbildner (Abb. 7).

Der Verlauf der Wachstumskurve unter Temperatureinfluss ist bei diesem *Cladoniomyces* sehr regelmässig : gleichmässiges Ansteigen der Wachstumsfähigkeit bis zu den günstigsten Temperaturen 18° und 21°; oberhalb 24° verbietet die Wärme dem Pilz ein weiteres Wachstum. Die Alge wächst bei tiefen Temperaturen etwas rascher als der Pilz; trotzdem vermag erst eine Temperatur über 27° (!) ihre Teilungsfähigkeit zu unterbinden. Der Pilz ist aber nur in geringem Masse temperaturempfindlicher als die Alge. Im ganzen ist das Bild der Temperaturkurven der beiden Flechtenbildner harmonisch. Beide Kurven steigen ruhig an bis zu den optimalen Temperaturen 18° und 21°, fallen bis 24° nur wenig und dann aber mit entscheidender Deutlichkeit gegen 27°.

*9. **Cladonia pyxidata** f. **chlorophaea** Floerk. (Flechte 15/16)*

a) Herkunft der untersuchten Flechte.

Diese Flechte sammelte Frl. Dr. H. Raths auf der Wengernalp (Kt. Bern) ca. 1900 m ü. M. und überliess sie mir freundlich zur Untersuchung.

b) Reinkultur der beiden Flechtenbildner.

b_1) Des Flechtenpilzes : Zur Isolierung des Pilzes diente die Petrischalenmethode mit emporgeschleuderten Askosporen.

b_2) Der Flechtenalge : Um die Flechtenalge zu kultivieren, verwendete ich Podetien- und Thallusstücke. 30 Einzellkulturen, isoliert aus dem Innern sporenliefernder Apothezienbecher, erhielten die Bezeichnung Nr. 15. Nr. 16 sind 30 Einzellkulturen aus einige Millimeter grossen Thallusschuppen am Fusse sporenliefernder Podetien. Aus diesen 30 in Reagensgläser übertragenen Zellen hatten sich nach 4 Monaten 19 Kulturen entwickelt; die übrigen Gläser waren Blindgänger oder infiziert. Alle Kulturen sahen unter sich gleich aus. Ebensogut waren die Kulturen aus Algenzellen des Podetiums gewachsen. Von den 21 mehrere Millimeter grossen Kulturen sahen aber nur 20 unter sich und auch verglichen mit den Klonen Nr. 16 gleich aus. Ein Klon, wir bezeichneten ihn mit 15 g, unterschied sich in Form und Farbe der Kultur; wir behandeln ihn im folgenden gesondert.

c) Nahrungs- und Temperaturansprüche der beiden Flechtenbildner.

c_1) Des Flechtenpilzes : Zu Tab. 19 über den Versuch mit verschiedenen Nährböden sind einige Ergänzungen nötig. Auffällige Luftmyzelbildung, deren Farbe weiss ist, entsteht nur auf Malzagar (Tafel 3, Abb. 5). Ausser der Kulturfarbe 111 finden wir auch die Farbe 211, auf Peptonagar ausser 111 auch 191 und 201. 111 und 191 kommen auf Glukoseagar neben 176 vor und auf reinem Knopagar neben Farbe 192 auch 201.

Tab. 19 *Cladoniomyces pyxidatae f. chlorophaeae* (Floerk.) (Stamm 15) Wachstum nach 180 Tagen in Abhängigkeit vom Nährboden

Nährboden	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe	Farbe
	mm	±	mm	
Malz	15,1	0,34	4,5	111
Pepton	5,4	0,44	2	111
Glukose	3,8	0,23	2	176
⅓ Knop	3,0	0,22	2	192

Im Temperaturversuch (Tab. 20 und Abb. 8) bildete sich erst von 12° an aufwärts Luftmyzel. Die Kulturfarbe wird von der Temperatur wenig beeinflusst und lässt sich bei 0—12° mit dem Braun Nr. 115 kennzeichnen; bei höheren Temperaturen ist sie etwas heller.

Tab. 20 Einfluss der Temperatur auf das Wachstum von *Cladoniomyces pyxidatae f. chlorophaeae* (Floerk.) (Stamm 15) nach 140 Tagen

Temperatur	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe
° C	mm	±	mm
0	1,7	0,11	1,5
3	3,2	0,17	2
6	4,1	0,30	2
9	6,6	0,52	2,5
12	10,0	0,45	3
15	13,4	0,88	3
18	12,5	0,74	4
21	11,8	0,44	4
24	8,5	0,36	4
27	tot	—	—

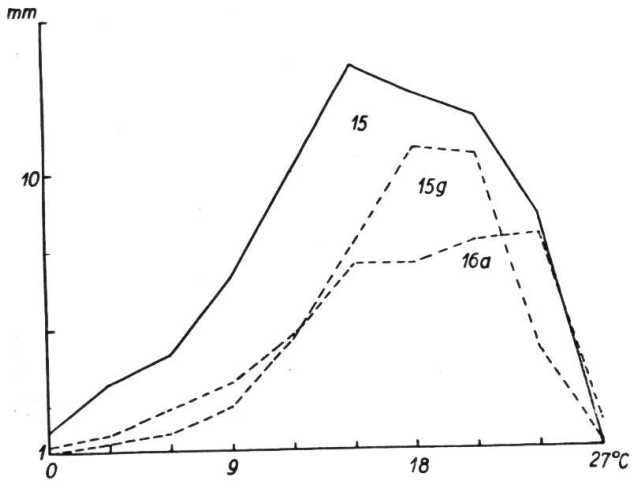

Abb. 8
Einfluss der Temperatur auf das Wachstum bei:
Cladoniomyces pyxidatae f. chlorophaeae (Floerk.) (Stamm 15) nach 140 Tagen,
Cystococcus (Klone 16 a und 15 g) aus *Cladonia pyxidata f. chlorophaea* nach 70 Tagen.

c_2) Der Flechtenalge : Wir betrachten zuerst den Klon 15 g. Auf den drei geprüften Nährböden (Tab. 21) unterscheiden sich die Kolonien in verschiedenen Merkmalen. Auf Malzagar haben die gerümpften Kolonien keine deutlichen Würmchen gebildet; ihre Farbe lässt sich mit 297 kennzeichnen. Auf Pepton-Glukoseagar zeigen die haufenartigen Kulturen einen rechteckigen Querschnitt; im Gegensatz zur Kulturmitte erscheint der Rand unmittelbar über dem Agar heller grün mit 291.

Tab. 21 *Cystococcusalgen* aus *Cladonia pyxidata f. chlorophaea* Wachstum nach 120 Tagen in Abhängigkeit vom Nährboden

Nährboden	Klon 15 g (Podetienalgen)				Klon 16 a (Thallusalgen)			
	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe	Farbe	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe	Farbe
	mm	±	mm		mm	±	mm	
Malz	10,5	0,34	5	297	17,3	0,74	3	357
Pepton-Glukose .	17,5	0,39	8	302	13,3	0,82	5	297
Glukose	11,7	0,30	6	366	16,5	0,60	6	291

Bei verschiedenen Temperaturen wachsend (Tab. 22 und Abb. 8) verändert sich die massige Kolonieform mit dicken Würmchenbildungen bei diesem Klon nicht; auch die Farbe schwankt nur zwischen den Nummern 357 und 297.

Tab. 22 Einfluss der Temperatur auf das Wachstum von *Cystococcus*-algen aus *Cladonia pyxidata f. chlorophaea* nach 70 Tagen

Temperatur	Klon 15 g (Podetienalge)			Klon 16 a (Thallusalge)		
	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe
° C	mm	±	mm	mm	±	mm
0	0,9	0,10	1	1,2	0,10	1
3	1,2	0,15	1	1,6	0,10	1
6	1,5	0,14	1,5	2,4	0,16	1
9	2,4	0,12	2	3,2	0,25	1,5
12	4,6	0,34	3	4,8	0,28	1,5
15	7,6	0,26	4	7,0	0,37	1,5
18	10,7	0,42	4,5	7,0	0,22	2
21	10,5	0,41	5	7,7	0,21	2
24	4,2	0,15	2,5	7,9	0,33	1,5
27	tot	—	—	1,9	0,10	1

Der Klon 16 a zeigte im Nährstoffversuch (Tab. 21), wie zu erwarten stand, deutliche Unterschiede gegenüber 15 g. Auf Malzagar sehen wir bei 16 a radiale, 1 mm breite Falten, im Gegensatz zu der unregelmässigen Rümpfung von 15 g. In der Kulturmitte ist die Farbe 357 ersetzt durch 277. Auf Pepton-Glukoseagar sind die beiden Klone nicht zu verwechseln. 16 a bildet traubenartige Kulturen, bei denen nur einzelne hellere Auswüchse von der Farbe 297 abweichen. Auf Glukoseagar sind die Kulturen von 16 a doppelt so hoch als auf Malz, woraus zu schliessen ist, dass für diese Alge viel Stickstoffnahrung ungünstig ist. Die mit 291 gefärbten glänzenden Kulturen sind in der Mitte mehrmals höher als am Rand. Aus dem mittleren Fehler ersichtlich, war das Wachstum von 16 a ungleichmässiger als von 15 g.

Bei Temperaturen von 3—12° (Tab. 22 und Abb. 8) wächst der Klon 16 a in glatter, glänzender Tropfenform, bei höheren Temperaturen in Würmchenform. In der Farbe der Kulturen hebt sich der Klon kaum ab von 15 g.

Die Untersuchung der Flechtenalgen von *Cladonia pyxidata f. chlorophaea* 15/16 liess also erkennen, dass in dieser Flechte e i n Algenstamm vorherrscht. In den Thallusschuppen fanden wir nur diesen Algenstamm (16 a); in den Podetiensoredien ist aber daneben in geringerer Menge ein anderer Algenstamm vorhanden (15 g), der sich in Temperatur- und Nahrungsansprüchen, in Kulturfarbe und Kulturform klar unterscheidet.

d) Vergleich der Temperaturansprüche der beiden Flechtenbildner (Abb. 8).

Das günstigste Wachstum dieses *Cladoniomyces* fand bei einer um 9° tieferen Temperatur statt als bei der vorherrschenden Flechtenalge; die minderheitliche Flechtenalge hat ein nur um 3° höheres Wachstumsoptimum als der Flechtenpilz. Betrachten wir jedoch den Verlauf der Kurven vom Pilz 15 und von der Alge 16 a, so fallen uns Unregelmässigkeiten auf; bei den Temperaturen zwischen 15° und 24° scheinen Pilz und Alge im Wachstum gestört zu sein. Nach dem Kurvenverlauf vermuten wir beim Pilz ein höheres Optimum, bei der Alge ein tieferes. Ob eine Wachstumsstörung eingetreten ist, steht nicht fest, weil noch kein zweiter Versuch angelegt wurde. Wenn auch die optimalen Wachstumstemperaturen des Pilzes und der Alge 16 a weit auseinanderliegen, so decken sich doch die günstigen Wachstumszonen im allgemeinen; denn die Wachstumsfähigkeit des Pilzes sinkt von 15° bis 21° nur wenig und die Wachstumsfähigkeit der Alge steigt von 15° bis 24° nur um einen Achtel. Einzig bei 24° gehen die Wachstumsfähigkeit des Pilzes und der Alge 16 a wesentlich auseinander.

Die seltenere Podetienalge 15 g weicht in ihren Temperaturansprüchen von denen des Pilzes weniger ab als die häufigere, in Thallusschuppen und Podetien gefundene Alge (16 a).

*10. **Cladonia pyxidata** f. **chlorophaea** Floerk. (Flechte 20/21)*

a) Herkunft der untersuchten Flechte.

Das untersuchte Material stammt aus der Gegend oberhalb Steinen (zirka 600 m ü. M.), wo ich es anfangs September 1935 bei einer Baumgruppe am Fusse von Rottannen fand.

b) Reinkultur der beiden Flechtenbildner.

b_1) Des Flechtenpilzes : Aus Askosporen wuchs der Pilz nach Anwendung der Petrischalenmethode zu Reinkulturen heran.

b_2) Der Flechtenalge : Von 20 aus dem Innern von Podetienbechern isolierten Zellen benannte ich die 10 gewonnenen Reinkulturen mit Nr. 20. 11 weitere Reinkulturen, von 20 aus Thallusschuppen geimpften Zellen stammend, tragen die Nr. 21. Die beiden Stämme sind voneinander nicht zu unterscheiden; Thallus- und Podetienalgen sind also gleich.

c) Nahrungs- und Temperaturansprüche der beiden Flechtenbildner.

c_1) Des Flechtenpilzes : Tab. 23 ergänzend ist zu sagen, dass der Pilz auf Malzagarnährböden dichtes Luftmyzel bildet von der Farbe 261; auf Glukoseagar dagegen erscheint feines, weisses Luftmyzel.

Tab. 23 *Cladoniomyces pyxidatae f. chlorophaeae (Floerk.)* (Stamm 20)
Wachstum nach 180 Tagen in Abhängigkeit vom Nährboden

Nährboden	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe	Farbe
	mm	±	mm	
Malz	16,2	0,85	5	696
Pepton	8,2	0,63	2,5	192
Glukose	6,0	0,55	3	703
⅓ Knop	4,6	0,21	1,5	695

In verschiedenen Temperaturen gewachsene Kulturen unterscheiden sich durch die Farbe kaum (Tab. 24 und Abb. 9). So überwiegt bei 0—12° 116. Höhere Temperaturen lassen die Kulturen infolge von Luftmyzelbildung heller erscheinen. Unter 21° sind die Kulturformen konvex, rundlich und mehr oder weniger flach. Bei 21° zeigen sich einzelne Auswüchse, noch mehr jedoch bei 24°, wo diese ein weisses, krebsartiges Aussehen erhalten.

Tab. 24 Einfluss der Temperatur auf das Wachstum der Komponenten von *Cladonia pyxidata f. chlorophaea*

Temperatur	*Cladoniomyces pyxidatae f. chlorophaeae* (Floerk.) (Stamm 20) nach 150 Tagen			*Cystococcus* (Klon 21 a) nach 150 Tagen		
	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe
° C	mm	±	mm	mm	±	mm
0	1,8	0,12	1	1,8	0,10	0,5
3	2,2	0,14	2	2,0	0,28	0,5
6	3,0	0,18	2	2,0	0,06	1
9	5,3	0,31	3	5,0	0,27	2
12	8,1	0,54	3	8,4	0,37	4,5
15	10,6	0,56	3,5	12,9	0,38	4
18	11,8	0,44	4	13,6	0,60	4
21	9,2	0,71	4	13,8	0,44	4
24	6,0	0,38	3	8,5	0,28	2,5
27	tot	—	—	tot	—	—

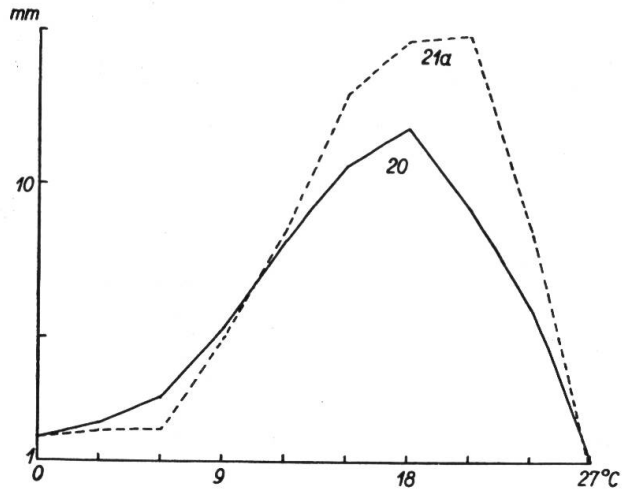

Abb. 9
Einfluss der Temperatur auf das Wachstum bei:
Cladoniomyces pyxidatae f. chlorophaeae (Floerk.) (Stamm 20) nach 150 Tagen,
Cystococcus (Klon 21 a) aus *Cladonia pyxidata f. chlorophaea* nach 150 Tagen.

c_2) Der Flechtenalge: Auf Malzagar wuchsen die Kolonien des Klon 21 a unter Bildung von 0,5 mm breiten Würmchen (Tab. 25). Breiter (1,5 mm), aber auch weniger ausgeprägt sind die Würmchen auf Pepton-Glukoseagar; einzelne Auswüchse haben die Farbe 276 und heller. Neben Farbe 291 kommt auf Glukoseagar auch 366 vor; die Würmchen der glänzenden Kolonien sind 2 mm breit.

Verhältnismässig grosse Unterschiede weisen Kolonien dieses Klons auf, die bei verschiedenen Temperaturen gewachsen sind (Tab. 24 und Abb. 9). Von 0—9° sind die Kolonien rundlich mit Farbe 371; bei 12°

Tab. 25 *Cystococcus* (Klon 21 a) aus *Cladonia pyxidata f. chlorophaea*
Wachstum nach 120 Tagen in Abhängigkeit vom Nährboden

Nährboden	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe	Farbe
	mm	±	mm	
Malz	14,1	0,69	3	366
Pepton-Glukose .	14,6	0,74	4,5	297
Glukose	13,8	0,43	5	291

in der Mitte Farbe 346, am Rand 366 und beginnende Würmchenbildung. Bei 15° sind die Würmchen unklar; Farbe 332. Bei 18—21° Farbe 333 und dunkler grün. Den bei 21° deutlichen Würmchen macht bei 24° eine traubige Form Platz mit Farbe 323. Der Klon zeigt Ähnlichkeit mit 41 a.

d) Vergleich der Temperaturansprüche der beiden Flechtenbildner (Abb. 9).

Das Wachstum des Pilzes lässt sich durch die Temperatur weniger beeinflussen als das der Alge. Der Unterschied von 3° im Wachstumsoptimum dürfte in Wirklichkeit geringer sein, weil nach dem Kurvenverlauf das genaue Wachstumsoptimum der Alge etwas tiefer liegt als 21°, das des Pilzes eher höher als 18°. Beide Flechtenbildner wachsen am besten bei Temperaturen von 12—24°.

*11. **Cladonia pyxidata f. chlorophaea** Floerk. (Flechte 37/38)*

a) Herkunft der untersuchten Flechte.

Frl. Dr. H. Raths sammelte diese Flechte unterhalb der Klausenpasshöhe auf zirka 1800 m ü. M. und überliess sie mir zur Untersuchung.

b) Reinkultur der beiden Flechtenbildner.

b_1) Des Flechtenpilzes : Aus Askosporen wuchsen mit der Petrischalenmethode nach wenigen Wochen Reinkulturen.

b_2) Der Flechtenalge : 20 Zellen aus zerriebenen Thallusschuppen brachte ich in Erlenmeyerkolben von 150 ccm mit Glukoseagar. In 11 Kolben entstanden reine Einzellkulturen, bezeichnet als Klon 37.

Von 20 Zellen aus Soredien des Innern fertiler Podetienbecher gediehen 9, übertragen in Reagensgläser, zu Reinkulturen mit der Bezeichnung Nr. 38. Sämtliche Klone beider Nummern waren voneinander nicht zu unterscheiden.

Der geringe Unterschied in der Zahl von erzielten Reinkulturen beim Übertragen einzelner Zellen in Reagensgläser einerseits, in Erlenmeyerkolben anderseits zeigt, dass man bei solchen Isolierungen (gut wachsende Algen) ohne Nachteil die handlichere, billigere Reagensglasmethode anwenden darf.

c) Nahrungs- und Temperaturansprüche der beiden Flechtenbildner.

c_1) Des Flechtenpilzes: Über das Wuchsvermögen auf verschiedenen Nährböden gibt uns Tab. 26 einen Überblick. Auf Malzagar sind die Kulturen von hellbraunem Luftmyzel überzogen. Auf Glukoseagar ist nur wenig weisses Luftmyzel entstanden.

Tab. 26 *Cladoniomyces pyxidatae f. chlorophaeae* (Floerk.) (Stamm 37) Wachstum nach 180 Tagen in Abhängigkeit vom Nährboden

Nährboden	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe	Farbe
	mm	±	mm	
Malz	9,4	0,47	3	193
Pepton	10,2	1,11	3,5	701
Glukose	5,1	0,45	2	691
⅓ Knop	3,6	0,40	2	701

Zur Beurteilung der Temperaturansprüche des *Cladoniomyces*-stammes 37 stehen uns zwei Temperaturversuche zur Verfügung (Tab. 27 und Abb. 10). Ihr Ergebnis ist merklich verschieden. Im ersten Versuch nimmt die Luftmyzelbildung vom ersten deutlichen Auftreten bei 12° mit steigender Temperatur zu bis zu 24°, bei welcher Temperatur die Kulturen durch diesen Überzug hellbraun gefärbt sind. Die luftmyzelfreien Stellen der Kulturen sind bei allen Temperaturen braun mit Farbe 116. Das Substrat ist bei 12° und 15° in der Nähe der Kultur

Tab. 27 Einfluss der Temperatur auf das Wachstum von *Cladoniomyces pyxidatae f. chlorophaeae* (Floerk.) (Stamm 37)

Temperatur	1. Versuch, nach 140 Tagen			2. Versuch, nach 160 Tagen		
	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe
° C	mm	±	mm	mm	±	mm
0	1,2	—	1	1	—	1
3	1,6	0,13	1	1,7	0,16	1
6	2,3	0,11	1,5	2,1	0,15	1
9	3,6	0,28	1,5	4,0	0,16	1
12	5,0	0,18	2	5,2	0,21	1,5
15	8,2	0,26	2	6,0	0,23	1,5
18	9,4	0,24	2,5	8,6	0,25	2
21	10,3	0,34	3	6,4	0,18	2
24	7,3	0,23	3	5,3	0,27	2
27	tot	—	—	tot	—	—

verfärbt nach 111. Die Form der Kulturen wölbt sich bis zu 21° hinauf flach konvex; erst bei 24° haben die Kulturen ein verkrüppeltes Aussehen. Im zweiten Temperaturversuch waren die Kulturen flacher als im ersten, hatten die Farbe 116, am Rand 193. Nur bei 15—21° hatte sich Luftmyzel gebildet. Es verlieh ihnen ein Aussehen wie mit Mehl bestäubt.

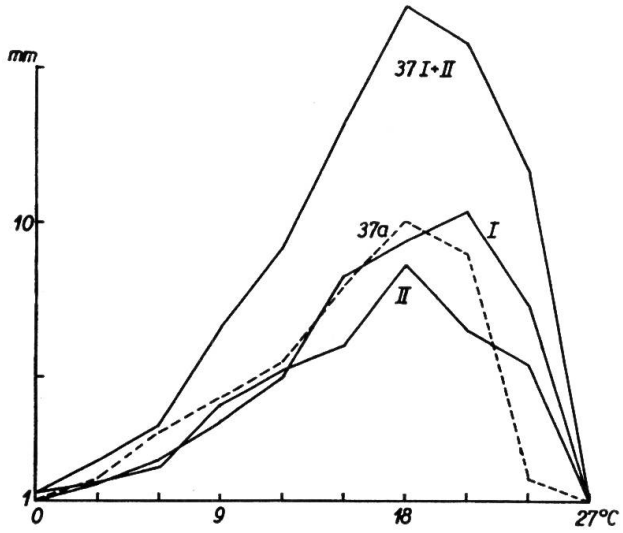

Abb. 10
Einfluss der Temperatur auf das Wachstum bei:
Cladoniomyces pyxidatae f. chlorophaeae (Floerk.) (Stamm 37) nach 140 Tagen (Versuch I) und nach 160 Tagen (Versuch II) mit Additionskurve der beiden Versuche (37 I + II),
Cystococcus (Klon 37 a) aus *Cladonia pyxidata f. chlorophaea* nach 70 Tagen.

Wie Tab. 27 und Abb. 10 zeigen, hat sich der *Cladoniomyces*-stamm 37 in den zwei unter gleichen Bedingungen durchgeführten Temperaturversuchen nicht gleich verhalten. Am auffälligsten ist der Unterschied bei 21°. Die Ursache dieser Unregelmässigkeit ist dem eigenartig langsamen Wachstum des Flechtenpilzes zuzuschreiben und der damit verbundenen Schwierigkeit, gleichwertiges Impfmaterial zu verwenden.

c_2) Der Flechtenalge: In Tab. 28 tritt neben Farbe 357 auch Farbe 297 auf bei den Kulturen auf Malzagar; ihr Rand hat zum Teil Farbe 277. Die Form der Kolonien lässt grobe Würmchen erkennen. Auf Pepton-Glukosenährböden sehen wir ausser Farbe 291 auch 366; diese Würmchen sind frischer grün als auf Glukoseagar und bis 1 mm breit. Auf Glukoseagar bilden sich massigere, matte Formen.

Tab. 28 *Cystococcus* (Klon 37 a) aus *Cladonia pyxidata f. chlorophaea* Wachstum nach 120 Tagen in Abhängigkeit vom Nährboden

Nährboden	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe	Farbe
	mm	±	mm	
Malz	12,6	0,38	5	357
Pepton-Glukose .	20,1	1,46	7	291
Glukose	12,1	0,28	6	291

Bei Temperaturen von 0—15° (Tab. 29 und Abb. 10) erscheinen die Kolonien in Farbe 297 und 357, bei 18° in 291 und 358 und bei 21° in 297. Unter 21° bestehen die Kolonieformen aus massigen, lockeren Würmchen; bei 21° sind die Würmchen sehr fein und schmal. Ohne gewachsen zu sein leben bei 27° noch einige Algen, befinden sich also in einer Art Wärmestarre.

Tab. 29 Einfluss der Temperatur auf das Wachstum von *Cystococcus* (Klon 37 a) aus *Cladonia pyxidata f. chlorophaea* nach 70 Tagen

Temperatur	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe
° C	mm	±	mm
0	1	—	1
3	1,6	0,18	1
6	3,1	0,31	2
9	4,2	0,24	3
12	5,3	0,34	4
15	8,0	0,54	5
18	10,1	0,46	5,5
21	8,9	0,71	4
24	1,6	0,49	1
27	tot	—	—

d) Vergleich der Temperaturansprüche der beiden Flechtenbildner (Abb. 10).

Um ein einfaches Bild der Temperaturansprüche des Flechtenpilzes zu haben, dürfen wir die absoluten Werte der beiden Temperaturkurven addieren. Wir vergleichen diese einmal überhöhte Kurve mit der Temperaturkurve der Alge. Von 0° an steigt das Wachstumsvermögen beider Flechtenbildner gleichmässig bis zu 18° und sinkt dann bei 21° wieder etwas. Bei 24° unterscheiden sich Pilz und Alge in ihrem Verhalten wesentlich : der Pilz gedeiht so gut wie bei 14°, während die Alge das Wachstum fast einstellen muss. Abgesehen von dieser Einzelheit haben Pilz und Alge überraschend ähnliche Temperaturansprüche; wenn die Alge rasch wachsen kann, kann es auch der Pilz.

12. Cladonia pyxidata f. chlorophaea Floerk. (Flechte 39/40)

a) Herkunft der untersuchten Flechte.

Oberhalb Steinen (Kt. Schwyz) fand ich die vorliegende Flechte an einem Waldrand auf einer Höhe von ca. 900 m ü. M.

b) Reinkultur der beiden Flechtenbildner.

b_1) Des Flechtenpilzes : Die Petrischalenmethode lieferte auch hier bald Reinkulturen des *Cladoniomyces.*

b_2) Der Flechtenalge : Nach den guten Ergebnissen der früheren Isolierungen von *Cladonia*algen und bei dem gesunden, frischgrünen Aussehen dieses Algenmateriales genügte das Anlegen von je 15 Einzellkulturen von Podetien- und Thallusalgen; Nr. 39 sind 5 Klone von Algen aus Podetiensoredien, Nr. 40 sind 8 Klone von Algen aus Thallusschuppen.

c) Nahrungs- und Temperaturansprüche der beiden Flechtenbildner.

c_1) Des Flechtenpilzes : Die Wachstumsverhältnisse auf den verschiedenen Nährböden sind aus Tab. 30 zu ersehen. Die Farbe der Kulturen auf Knopagar sei mit Vorbehalt betrachtet, weil der Pilz dort zu wenig auswuchs und deshalb noch — allerdings geringe — Vorräte von Malz von seinem früheren Nährboden her haben konnte.

Tab. 30 *Cladoniomyces pyxidatae f. chlorophaeae* (Floerk.) (Stamm 39) Wachstum nach 180 Tagen in Abhängigkeit vom Nährboden

Nährboden	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe	Farbe
	mm	±	mm	
Malz	13,1	0,64	5	111
Pepton	5,2	0,29	2	126
Glukose	2,8	0,41	2	176
⅓ Knop	2,4	0,19	1,5	176

Tab. 31 Einfluss der Temperatur auf das Wachstum von *Cladoniomyces pyxidatae f. chlorophaeae* (Floerk.) (Stamm 39) nach 140 Tagen

Temperatur	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe
° C	mm	±	mm
0	1,0	—	1
3	1,8	0,14	1,5
6	2,2	0,11	1,5
9	3,4	0,41	1,5
12	3,3	0,14	2
15	6,8	0,29	2,5
18	7,7	0,33	2,5
21	7,1	0,42	3
24	7,2	0,40	3
27	tot		—

Im Temperaturversuch (Tab. 31 und Abb. 11) sehen wir, dass sich zwischen 9° und 24° das Substrat in unmittelbarer Nähe der Kulturen dunkel verfärbt mit Farbe 111. Die Farbe der Kulturen bleibt bis 18° verhältnismässig einheitlich 116. Oberhalb dieser Temperatur ist die Farbe durch Luftmyzel überdeckt, das sich bei 24° am besten entwickelt hat und unter 18° fast ganz verschwindet. Bis 18° sind die Formen der Kulturen flach, konvex; bei 21° erhalten sie ein verkrüppeltes Aussehen, das sich bei 24° verdeutlicht.

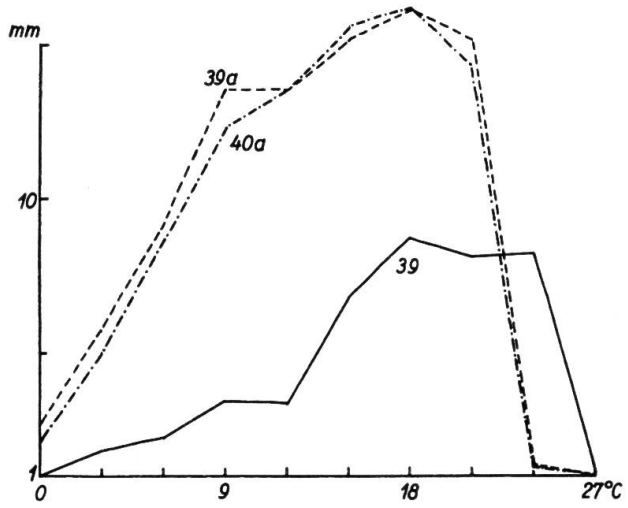

Abb. 11
Einfluss der Temperatur auf das Wachstum bei:
Cladoniomyces pyxidatae f. chlorophaeae (Floerk.) (Stamm 39) nach 140 Tagen,
Cystococcus (Klone 39 a und 40 a) aus *Cladonia pyxidata f. chlorophaea* nach 150 Tagen.

c_2) Der Flechtenalge: Auf Tab. 32 finden wir die Wachstumsfähigkeit von Klon 39 a auf den verschiedenen Nährböden. Malzagar bringt krause Kolonieformen hervor mit Würmchen, die aufspringen. Auf Pepton-Glukoseagar ist der Kolonierand heller gefärbt mit 366 und 291; auf Glukoseagar sind die Kulturen unförmig, massig.

Tab. 32 *Cystococcus* (Klon 39 a) aus *Cladonia pyxidata f. chlorophaea* Wachstum nach 120 Tagen in Abhängigkeit vom Nährboden

Nährboden	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe	Farbe
	mm	±	mm	
Malz	10,4	0,88	3	297
Pepton-Glukose .	15,6	0,43	8,5	297
Glukose	12,3	0,33	6	291

Die Einwirkung der Temperatur auf das Wachstum wurde gleichzeitig an den beiden Klonen 39 a und 40 a untersucht und so bot sich die Möglichkeit, etwaige Unterschiede zwischen Podetien- und Thallusalge zu finden (Tab. 33 und Abb. 11 und Tafel 1). Bei 0—3° zeigen die

Kolonien von 39 a die Farbe 351 und dunkler, bei 6° 351 und heller bis 346. Bei 9° beginnt auffällige Würmchenbildung; als Farbe gilt 331 und bei 12° 332. Noch heller ist die Farbe bei 15—21°, nämlich 333, und die Breite der Würmchen bis 1 mm. Die genau gleiche Beschreibung trifft auch für den Klon 40 a zu. Diese Tatsache und der fast gleiche Verlauf der Temperaturkurve erlauben den Schluss, dass bei dieser Flechte die Podetienalgen mit den Thallusalgen identisch sind. Nach diesem Versuch kann man sich ein Bild machen, wie grosse Fehler bei der gewählten Methode der Temperaturversuche entstehen können.

Tab. 33 Einfluss der Temperatur auf das Wachstum von *Cystococcus* aus *Cladonia pyxidata f. chlorophaea* nach 150 Tagen

Temperatur	Klon 39 a			Klon 40 a		
	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe
° C	mm	±	mm	mm	±	mm
0	2,7	0,20	2	2,2	0,12	2
3	5,7	0,46	4	5,0	0,55	2
6	9,1	0,58	5,5	8,6	0,73	5
9	13,5	0,69	6	12,3	0,63	6,5
12	13,5	0,98	6	13,5	0,52	6
15	15,2	0,25	6,5	15,6	0,87	6
18	16,1	1,05	5	16,2	0,97	6
21	15,2	1,08	4	14,3	0,47	4
24	1,4	0,19	1	1,3	0,20	1
27	tot	—	—	tot	—	—

d) Vergleich der Temperaturansprüche der beiden Flechtenbildner (Abb. 11).

Wegen der vorhergenannten Übereinstimmung der Klone 39 a und 40 a fassen wir deren beide Temperaturkurven bei dieser Besprechung zusammen. Temperaturoptimum von *Cystococcus* und *Cladoniomyces* stimmen hier überein. Im übrigen Verlauf der Kurven finden wir aber Abweichungen. Erst oberhalb 12° beginnt dieser *Cladoniomyces* ausgiebig zu wachsen und lässt auch bei 6° oberhalb seines Optimums wenig nach. Für die Alge nimmt jedoch die Wachstumsfähigkeit fast regelmässig zu bis zum Optimum, fällt dann aber innerhalb weiterer 6° auf Null. Das Wachstumsgebiet der Flechtenalge liegt also hier tiefer als dasjenige des Flechtenpilzes.

13. Cladonia pyxidata f. chlorophaea Floerk. (Flechte 41/42)

a) Herkunft der untersuchten Flechte.

Diese Flechte sammelte ich in unmittelbarer Nähe der Flechte 39/40 auf einer Höhe von 900 m ü. M.

b) Reinkultur der beiden Flechtenbildner.

b_1) Des Flechtenpilzes: Die Petrischalenmethode lieferte Reinkulturen des Pilzes.

b_2) Der Flechtenalge: Aus den gleichen Gründen wie bei Flechte 39/40 isolierte ich nur je 15 Zellen aus Podetium und Thallus. Von den Algenzellen aus fertilen Podetien gingen 9 Reinkulturen hervor; von Zellen aus Thallusschuppen 7 Reinkulturen. Die ersteren tragen die Bezeichnung 41, die letzteren die Bezeichnung 42.

c) Nahrungs- und Temperaturansprüche der beiden Flechtenbildner.

c_1) Des Flechtenpilzes: Über die Wachstumsverhältnisse auf den vier verwendeten Nährböden gibt Tab. 34 Auskunft. Infolge Luftmyzelbildung haben die Kulturen auf Malzagar teilweise Farbe 196 bis weiss. Rein weiss ist das Luftmyzel auf Pepton- und Glukoseagar. Auf Knopagar tritt bei den Kulturen auch Farbe 196 auf.

Tab. 34 *Cladoniomyces pyxidatae f. chlorophaeae* (Floerk.) (Stamm 41)
Wachstum nach 180 Tagen in Abhängigkeit vom Nährboden

Nährboden	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe	Farbe
	mm	±	mm	
Malz	12,6	0,54	3,5	111
Pepton	6,2	0,41	3	196
Glukose	4,7	0,38	2	111
⅓ Knop	3,6	0,13	1,5	111

Im Temperaturversuch (Tab. 35 und Abb. 12) ist das Substrat bei den Kulturen von 6—18° in einem Umkreis von einigen Millimetern braun verfärbt durch Farbe 111. Von 3—15° gilt als Farbe der Kulturen 701 mit Ausnahme der ganz jungen Teile, die heller sind; bei 18° herrscht Farbe 116 vor, bei 21—24° Farbe 113, teilweise heller oder dunkler. Luftmyzel wird im allgemeinen schwach ausgebildet, deutlich nur bei 15° und besonders stellenweise bei 18°. Die Kulturform bleibt flachkonvex, zeigt aber bei 21—24° helle, krebsartige Auswüchse.

c_2) Der Flechtenalge: Zu Tab. 36 ist zu bemerken, dass sich die Kolonie auf Malzagar stellenweise heller färbt als 366; in der Kolonie-

Tab. 35 Einfluss der Temperatur auf das Wachstum von *Cladoniomyces pyxidatae f. chlorophaeae* (Floerk.) (Stamm 41) nach 140 Tagen

Temperatur	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe
° C	mm	±	mm
0	1,2	—	1
3	1,8	0,23	1
6	2,3	0,12	1,5
9	4,4	0,54	2,5
12	10,1	0,42	2,5
15	11,4	0,56	3
18	13,5	0,46	3
21	11,3	0,45	3,5
24	6,3	0,45	2,5
27	tot	—	—

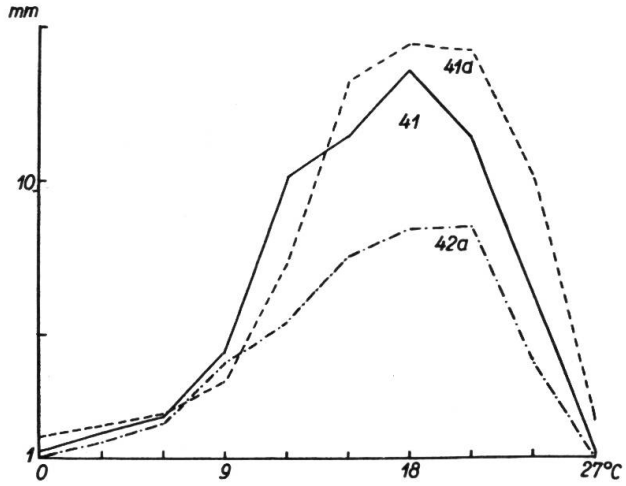

Abb. 12
Einfluss der Temperatur auf das Wachstum bei:
Cladoniomyces pyxidatae f. chlorophaeae (Floerk.) (Stamm 41) nach 140 Tagen,
Cystococcus (Klone 41 a und 42 a) aus *Cladonia pyxidata f. chlorophaea* nach 150 Tagen.

form erkennen wir 0,5—1 mm breite Würmchenbildungen. Pepton-Glukoseagar gibt ausser Farbe 366 auch Farbe 291 und in einzelnen Auswüchsen Farbe 333; die Würmchenbreite wird auf diesem Nährboden etwas grösser: 1 mm. Auf Glukoseagar überwiegt Farbe 291, doch ist auch Farbe 366 vorhanden; die Würmchenbreite steigt hier auf 1,5 mm. In seinen sämtlichen Merkmalen erscheint Klon 41 a sehr ähnlich der Flechtenalge von *Cladonia pyxidata f. chlorophaea* Nr. 20/21 und dürfte mit dieser Alge sehr nahe verwandt sein.

Klon 42 a (Tab. 36) ist anderseits sehr verschieden von 41 a; dagegen gleicht diese Alge in vielen Merkmalen dem Klon 12 a. Die für Tab. 40 gemachten Bemerkungen gelten auch hier.

Tab. 36 *Cystococcus* (Klon 41 a und 42 a) aus *Cladonia pyxidata f. chlorophaea.* Wachstum nach 120 Tagen in Abhängigkeit v. Nährboden

Nährboden	Klon 41 a				Klon 42 a			
	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe	Farbe	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe	Farbe
	mm	±	mm		mm	±	mm	
Malz	12,0	0,48	3,5	366	8,0	0,60	5,5	366
Pepton-Glukose .	16,3	0,96	5	366	12,1	0,62	6,5	297
Glukose	14,2	0,34	5	291	6,6	0,25	3,5	371

Vom Klon 41 a (Tab. 37 und Abb. 12) wuchsen bei 0—9° rundliche Kolonien mit Farbe 372, bei 12° traubenartig und heller 366. Bei 15° färbt sich die Kolonie nach 331, hat Würmchenform und ist glänzend. Das gleiche gilt für 18—21°, nur sehen wir dort Farbe 283. Bei 24° sind die Formen wieder traubenartig mit Farbe 280.

Anders verhält sich Klon 42 a (Tab. 37 und Abb. 12). Die Kolonieformen sind unregelmässig bei Temperaturen von 0—12°, wobei von 0—6° Farbe 366 und von 9—15° Farbe 372 vorherrscht. Beerenförmige, hellere Auswüchse tragen die Kulturen bei 15°, während sie bei 18—21° traubige, verschwommene Formen zeigen von der Farbe 292. Die Kulturen bei 24° gleichen denen von 9° sehr, sind aber etwas heller.

Tab. 37 Einfluss der Temperatur auf das Wachstum von *Cystococcus* aus *Cladonia apolepta v. ochrochlora* nach 150 Tagen

Temperatur	Klon 41 a			Klon 42 a		
	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe
° C	mm	±	mm	mm	±	mm
0	1,7	0,12	1	1	—	1
3	2,0	0,27	1	1,5	0,22	1,5
6	2,4	0,29	1	2,1	0,24	2,5
9	3,5	0,39	2	4,1	0,33	4
12	7,3	0,54	3	5,4	0,24	4
15	13,2	0,65	3	7,5	0,23	4
18	14,4	0,68	3	8,4	0,49	4
21	14,2	0,20	3	8,5	0,27	4
24	10,1	0,60	3	4,2	0,25	4
27	2,1	0,40	1	tot	—	—

Für diese Flechte (41/42) sind also die Podetienalgen von den Algen des blattartigen Thallus deutlich verschieden, was auch beim Vergleich der Temperaturkurven zum Ausdruck kommt.

d) Vergleich der Temperaturansprüche der beiden Flechtenbildner (Abb. 12).

Die Wachstumsfähigkeit von Klon 41 a stimmt mit dem dazugehörigen, in Natur eine Flechte bildenden *Cladoniomyces* bei den verschiedenen Temperaturen weitgehend überein; Optimum und Maximum decken sich. Auffällig für Klon 42 a ist das langsame Ansteigen der Wachstumsgeschwindigkeit mit zunehmender Temperatur; so erreicht die Alge erst bei 21° ihr Wachstumsoptimum, obschon sie bei 9° schneller wächst als 41 a.

*14. **Cladonia fimbriata v. apolepta f. ochrochlora** Floerk. (Flechte 12/13)*

a) Herkunft der untersuchten Flechte.

Frl. Dr. H. Raths sammelte diese Flechte im Herbst 1935 bei Rosenlaui (Kt. Bern) auf einer Höhe von 1400 m ü. M. und übergab sie mir freundlichst zur Untersuchung.

b) Reinkultur der beiden Flechtenbildner.

b_1) Des Flechtenpilzes : Beim Isolieren von Flechtenalgen mittels Mikromanipulator fiel auf, dass zahlreiche Algenzellen mit einem Stück Flechtenpilzhyphe in Verbindung standen. Diese Algenzellen waren offenbar vom Flechtenpilz angegriffen. Auch nach mehrmaligem Einsaugen und Ausblasen durch die mit destilliertem Wasser gefüllte Mikropipette war ein mit der Alge verbundenes Pilzstück nicht abzutrennen. Daraus schliessend könnte die Alge vom Pilz geschädigt werden, und es trat die Frage auf, ob das Pilzstück oder die Alge lebensfähig sei oder beide. Mittels Mikropipette brachte ich in 6 Reagensgläser je eine angegriffene Algenzelle aus der Aufschwemmung einer zerriebenen Thallusschuppe. Nach 4 Monaten war in einem der 6 Reagensgläser nur der Pilz gewachsen, in zwei anderen nur die Alge; die übrigen blieben steril. Wo die Alge zu sehr geschädigt war, gelang also die Reinkultur des Flechtenpilzes. Reinkulturen hatte allerdings schon vorher die Petrischalenmethode geliefert.

b_2) Der Flechtenalge : Nach der Isolierung wuchsen von 20 Zellen aus Podetiensoredien in 8 Reagensgläsern Reinkulturen, bezeichnet mit Nr. 12. Von 20 einzelnen Zellen aus Thallusschuppen gediehen dagegen 14 zu Reinkulturen, bezeichnet mit der Nr. 13. Die Klone beider Nummern sind untereinander gleich.

c) Nahrungs- und Temperaturansprüche der beiden Flechtenbildner.

c_1) Des Flechtenpilzes: Die Wachstumsverhältnisse auf den vier geprüften Nährböden sind in Tab. 38 dargelegt. Auf Malz- und Peptonnährböden tritt ausser Farbe 246 auch Farbe 190 in geringer Menge auf. Die helleren Kulturen auf Glukose- und K n o p nährböden zeigen ausser Farbe 190 an einigen Stellen Farbe 246. Auf allen Nährböden hat sich an einzelnen Punkten ein wenig Luftmyzel gebildet.

Tab. 38 *Cladoniomyces fimbriatae v. apoleptae f. ochrochlorae* (Floerk.) (Stamm 12). Wachstum nach 180 Tagen in Abhängigkeit vom Nährboden

Nährboden	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe	Farbe
	mm	±	mm	
Malz	10,4	0,45	3	246
Pepton	5,8	0,31	5	246
Glukose	4,0	0,28	2,5	190
⅓ Knop	3,3	0,22	2	190

Über das Wachstum bei verschiedenen Temperaturen geben Tab. 39 und Abb. 13 Auskunft. Die Kulturfarbe bei 0—9° ist 190 und heller; einzelne Flecken sind dunkler gefärbt (117), besonders bei 12°. Bei 15° überwiegt Farbe 120, bei 18° ist das Dunkelbraun durch helleres Luftmyzel überdeckt. Aus manchen Kulturen wachsen anfänglich weisse, sich später braun färbende Sektoren von jungem Myzel heraus. Während bis 18° die Form der Kulturen gegen den Rand flach ausläuft, ist sie bei 21° und ausgeprägter bei 24° verkrüppelt, würmchenartig.

Das Substrat verfärbt sich bei 15—18° in der Nähe der Kultur zu Farbe 81, bei 21° bernsteinfarben zu 211.

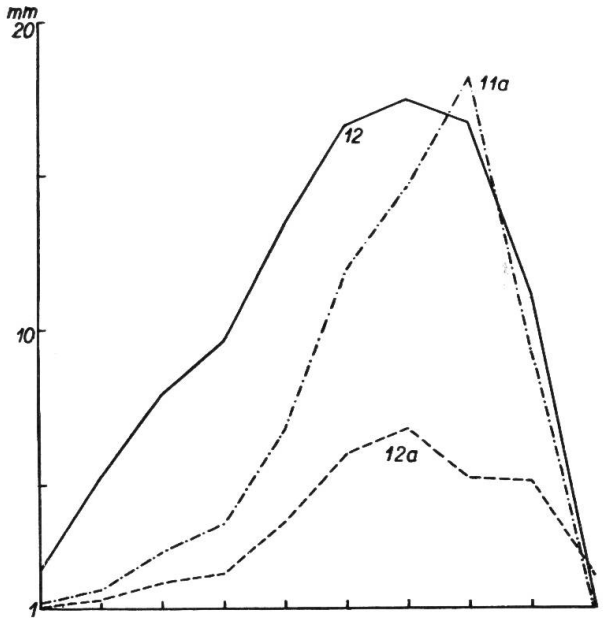

Abb. 13
Einfluss der Temperatur auf das Wachstum bei:
Cladoniomyces fimbriatae v. apoleptae f. ochrochlorae (Floerk.) (Stamm 12) nach 140 Tagen,
Cystococcus (Klon 12 a) aus *Cladonia fimbriata v. apolepta f. ochrochlora* nach 70 Tagen.
Cystococcus (Klon 11 a) aus *C. pyxidata f. chlorophaea* nach 70 Tagen.

Tab. 39 Einfluss der Temperatur auf das Wachstum der Komponenten von *Cladonia fimbriata v. apolepta f. ochrochlora*

Temperatur	*Cladoniomyces fimbriatae v. apoleptae f. ochrochlorae* (Floerk.) (Stamm 12) nach 140 Tagen			*Cystococcus* (Klon 12 a) nach 70 Tagen		
	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe
° C	mm	±	mm	mm	±	mm
0	2,2	0,19	2	0,9	—	1
3	5,2	0,29	2	1,2	0,09	1
6	7,9	0,32	2	1,8	0,11	1
9	9,6	0,31	3	2,1	0,15	2
12	13,4	0,43	4	3,8	0,23	3
15	16,6	0,71	4	6,0	0,32	3
18	17,4	0,55	4	6,8	0,38	4
21	16,7	0,56	4	5,2	0,29	3
24	11,0	0,37	4	5,1	0,22	3
27	tot	—	—	2,0	0,09	1

c_2) Der Flechtenalge : Tab. 40 gibt ein Bild über die Wachstumsverhältnisse der Alge 12 a auf verschiedenen Nährböden. Auf Malzagar ist die Mitte der Kolonien etwas heller als 366; auf Pepton-Glukoseagar zeigen die Kolonien in der Mitte einzelne Punkte mit der Farbe 291. Auf allen Nährböden ist die Kolonieform unregelmässig kraus, ohne deutliche Würmchenbildung. Danach scheint die Alge verwandt zu sein mit den Klonen 18 e und 42 b.

Tab. 40 *Cystococcus* (Klon 12 a) aus *Cladonia fimbriata v. apolepta f. ochrochlora*. Wachstum nach 120 Tagen in Abhängigkeit v. Nährboden

Nährboden	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe	Farbe
	mm	±	mm	
Malz	8,7	0,31	5	366
Pepton-Glukose .	12,6	0,32	7	297
Glukose	8,3	0,30	4	371

Aus Tab. 39 und Abb. 13 ersehen wir die Wuchsverhältnisse bei verschiedenen Temperaturen; Form und Farbe der Kolonien unterscheiden sich dabei kaum. Die Kulturen sind rauh, glanzlos, mit unregelmässigen, krausen Würmchenbildungen und haben die Farben 386 und 401.

d) Vergleich der Temperaturansprüche der beiden Flechtenbildner (Abb. 13).

Das Wachstumsvermögen des Flechtenpilzes nimmt von 0—15° gleichmässig und rasch zu, von 15—18° langsamer, um hier die optimale Temperatur zu erreichen. 21° ist noch sehr günstig, 24° stört das Pilzwachstum empfindlich und eine Temperatur von 27° bringt den Pilz zum baldigen Absterben. Bei der Flechtenalge nimmt das Wachstumsvermögen erst oberhalb von 9° rasch zu, erreicht das gleiche Optimum wie der Pilz, sinkt aber gegen das Maximum langsamer. Das Maximum liegt knapp oberhalb 27°, kaum höher als dasjenige des Pilzes. Im ganzen decken sich die Temperaturkurven der beiden Flechtenbildner sehr gut.

14 a. ***Cladonia pyxidata f. chlorophaea*** *Floerk. (Flechte 11)*

a) Herkunft der untersuchten Flechte.

Im Material der *Cladonia apolepta* Nr. 12/13 fanden sich einige Podetien einer *Cladonia pyxidata f. chlorophaea.* Beide Flechten schienen hier um den günstigsten Standort zu kämpfen, und deshalb war zu prüfen, ob die Algen der beiden Flechten übereinstimmten oder verschieden seien.

b) Reinkultur der Flechtenalge.

Aus 20 von Podetiensoredien dieser *Cl. pyxidata* in Reagensgläser übertragenen Zellen entstanden 11 Reinkulturen, die offensichtlich verschieden waren von den Klonen 12 und 13, unter sich aber gleich. Diese Klone tragen die Bezeichnung 11. Den auffälligen Unterschied gegenüber 12 a zeigen Nährstoff- und Temperaturversuche mit 11 a.

c) Nahrungs- und Temperaturansprüche der Flechtenalge.

In Tab. 41 haben die Kulturen auf Malzagar einen flach aufgebogenen Rand. Auf Pepton-Glukoseagar bildet die Alge 1 mm breite Würmchen; nur die Mitte der Kulturen hat Farbe 297, der Rand 366. Der Klon wächst hier auffällig lebhaft. Auf Glukoseagar bog sich der Rand der Kolonien blattartig auf.

Tab. 41 *Cystococcus* (Klon 11 a) aus *Cladonia pyxidata f. chlorophaea*
Wachstum nach 120 Tagen in Abhängigkeit vom Nährboden

Nährboden	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe	Farbe
	mm	±	mm	
Malz	14,5	0,43	2	297
Pepton-Glukose .	23,4	0,44	7	297
Glukose	17,5	0,77	4	366

Im Temperaturversuch (Tab. 42 und Abb. 13) haben die Kolonien bei allen Temperaturen ein frisch grünes Aussehen mit den Farben 291 und 358, bei 24° Farbe 297. Alle grösseren Kolonien zeigen Würmchenformen. Bei 27° stirbt die Alge.

Tab. 42 Einfluss der Temperatur auf das Wachstum von *Cystococcus* (Klon 11 a) aus *Cladonia pyxidata f. chlorophaea* nach 70 Tagen

Temperatur	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe
° C	mm	±	mm
0	1,2	—	1
3	1,6	0,13	1
6	2,8	0,19	2
9	3,7	0,28	2
12	6,8	0,55	3
15	11,9	0,65	3,5
18	14,6	0,77	4
21	18,2	0,75	4
24	9,2	0,35	3
27	tot	—	—

d) Vergleich mit der Alge 12 a.

Auf den untersuchten Nährböden vermag Alge 11 a rund doppelt so rasch zu wachsen wie Alge 12 a; die optimale Temperatur liegt um 3° höher; durchwegs ist Alge 11 a heller als 12 a.

Wir sehen somit, dass zwei *Cladonia*flechten, die dicht neben-, über- und durcheinander wachsen, zwei klar trennbare, verschiedene *Cystococcus*stämme als Flechtenalgen beherbergen können. Ob zwei verschiedene *Cladonia*flechten auch dieselben Flechtenalgen enthalten können, müssen spätere Untersuchungen zeigen.

15. Cladonia fimbriata v. apolepta f. ochrochlora Floerk. (Flechte 32/33)

a) Herkunft der untersuchten Flechte.

Am 29. Oktober 1935 sammelte ich diese Flechte am Rinderweidhorn bei Lachen auf einer Höhe von zirka 700 m ü. M.

b) Reinkultur der beiden Flechtenbildner.

b_1) Des Flechtenpilzes : Pilzreinkulturen gewann ich aus Askosporen nach der Petrischalenmethode.

b_2) Der Flechtenalge : 20 Reagensgläser, mit je einer Zelle aus dem Becher fruktifizierender Podetien beimpft, erhielten die Nummer 32. In 11 Reagensgläsern vermehrten sich die Zellen bei Abwesenheit von Fremdinfektionen. Auf weitere 20 Nährböden in Reagensgläsern und 10

in Erlenmeyerkolben gelangte je eine Zelle aus Thallusschuppen der gleichen Flechte. Die 16 auf diese Weise erzielten Reinkulturen bekamen die Nummer 33.

c) Nahrungs- und Temperaturansprüche der beiden Flechtenbildner.

c_1) Des Flechtenpilzes: Die Farben des in Tab. 43 dargelegten Nährstoffversuches treffen nur teilweise zu, da auf sämtlichen Nährböden noch andere Farben zu beobachten waren, so auf Malzagar ausser 701 auch Farbe 199, auf Peptonagar auch Farbe 696, auf Glukoseagar auch Farbe 695, auf Knopagar auch Farbe 705. Nur das Malzagarsubstrat ist verfärbt mit Farbe 696. Auf Knopagar hat der Pilz das Bestreben, in der Agar hineinzuwachsen.

Tab. 43 *Cladoniomyces fimbriatae v. apoleptae f. ochrochlorae* (Floerk.) (Stamm 32)
Wachstum nach 180 Tagen in Abhängigkeit vom Nährboden

Nährboden	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe	Farbe
	mm	±	mm	
Malz	14,8	0,48	5,5	701
Pepton	7,5	0,65	2	695
Glukose	4,8	0,49	1,5	703
⅓ Knop	5,0	0,52	1	695

Im Temperaturversuch (Tab. 44 und Abb. 14) verfärbte der Pilz bei keiner Temperatur das Substrat und bildete nur bei 21—24° Luft-

Tab. 44 Einfluss der Temperatur auf das Wachstum von *Cladoniomyces fimbriatae v. apoleptae f. ochrochlorae* (Floerk.) (Stamm 32) nach 140 Tagen

Temperatur	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe
° C	mm	±	mm
0	1,3	—	1
3	2,4	0,12	1
6	3,0	0,23	1,5
9	5,2	0,32	3
12	6,6	0,21	3
15	7,4	0,48	3
18	10,8	0,75	3,5
21	8,8	0,71	5
24	8,1	0,36	4
27	tot	—	—

myzel. Bei 12° und darunter fand ich Farbe 702, über 12° Farbe 203. Von 0—12° sind die Kulturen faltenlos, gleichmässig konvex gewölbt; oberhalb 12° wächst der Pilz würmchenartig, bei höheren Temperaturen gleichsam Geschwülste bildend.

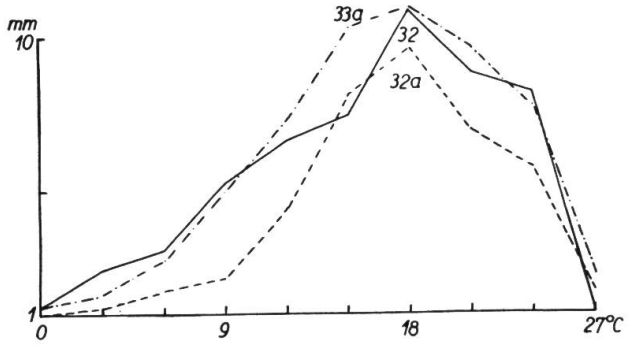

Abb. 14
Einfluss der Temperatur auf das Wachstum bei:
Cladoniomyces fimbriatae v. apoleptae f. ochrochlorae (Floerk.) (Stamm 32) nach 140 Tagen,
Cystococcus (Klone 32 a und 33 a) aus *Cladonia fimbriata v. apolepta f. ochrochlora* nach 135 Tagen.

c_2) Der Flechtenalge: In Tab. 45 sind die Kulturen von Klon 32 a auf Malzagar fein kraus; auf Pepton-Glukoseagar zeigten sich 1—3 mm grosse Auswüchse auf der Kultur. Auf Glukoseagar findet sich die Würmchenform angedeutet.

Tab. 45 *Cystococcus*algen aus *Cladonia fimbriata v. apolepta f. ochrochlora.* Wachstum nach 120 Tagen in Abhängigkeit vom Nährboden

Nährboden	Klon 32 a (Podetienalge)				Klon 33 a (Thallusalge)			
	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe	Farbe	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe	Farbe
	mm	±	mm		mm	±	mm	
Malz	7,5	0,46	4	291	9,2	0,51	5	366
Pepton-Glukose .	10,8	0,47	6	357	15,1	0,60	7,5	297
Glukose	8,1	0,55	5	357	7,3	0,44	4	371

Auch Klon 33 a bildet auf Malzagar krause Kulturen, aber doch mit Andeutung unregelmässiger Würmchenbildungen. Auf Pepton-Glukoseagar trägt nur die Kulturmitte Farbe 297, der Rand eher 276; die massigen Kulturen haben 1 mm breite Würmchen gebildet.

Dieser Nährstoffversuch zeigte also ein unterschiedliches Verhalten der Thallusalge gegenüber der Podetiumalge. Da jedoch die Unterschiede gering und die Ähnlichkeiten gross sind, besteht die Möglichkeit, dass die beiden Stämme 32 und 33 identisch sind und die Unterschiede nur auf Versuchsfehlern beruhen. Weitere Versuche müssten Klarheit schaffen. Die Temperaturversuche sprechen für Gleichheit

beider Stämme. Die Algen 32 und 33 scheinen mit den Stämmen 12, 18, 31, 36 verwandt zu sein.

Bei verschiedenen Temperaturen (Tab. 46 und Abb. 14) gelten für Klon 32 a die Farben 371 und 372, für Klon 33 a bei 0—18° die Farben 297 und 221; von 21—24° decken sich die Farben am ehesten mit 371 und 386. Beide Klone zeigen massige Formen der Kulturen. Ihre obere Wachstumsgrenze ist 27°, doch waren bei dieser Temperatur nicht alle Zellen abgestorben, was nach Überimpfen auf frische Nährböden an lebhaftem Wachstum erkennbar war. Anderseits erschienen zahlreiche Zellen der 27° ausgesetzten Kulturen unter dem Mikroskop leblos.

Tab. 46 Einfluss der Temperatur auf das Wachstum von *Cystococcus*-algen aus *Cladonia fimbriata v. apolepta f. ochrochlora* nach 135 Tagen

Temperatur	Klon 32 a (Podetienalge)			Klon 33 a (Thallusalge)		
	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe
° C	mm	±	mm	mm	±	mm
0	0,8	—	1	1,3	—	1
3	1,2	0,12	1	1,7	0,21	1
6	1,8	0,09	1,5	2,7	0,32	2
9	2,2	0,34	1,5	5,1	0,41	3
12	4,5	0,47	2	7,3	0,42	3,5
15	8,1	0,53	3,5	10,3	0,26	4,5
18	9,6	0,55	4,5	10,9	0,50	6
21	6,9	0,58	4,5	9,6	0,74	5,5
24	5,8	0,56	4,5	7,8	0,44	4,5
27	1,7	0,16	2	2,2	0,20	2

Der Verlauf der Temperaturkurven beider Algen zeigt qualitativ gute Übereinstimmung; Optimum und Maximum sind gleich. Quantitativ überwiegt bei allen Temperaturen das Wachstum von Klon 33 a. In diesem Falle scheint die Abweichung nicht wesentlich, da sie im verschiedenen Zustand des Impfmaterials begründet sind (z. B. Zoosporenbildung bei 33 a und deshalb rascheres Wachstum).

Die Frage, ob bei der vorliegenden *Cladonia* Thallus- und Podetienalgen gleich oder verschieden seien, lassen wir noch offen. Beides ist möglich; denn wir haben zweifelfreie Beispiele für Gleichheit und zweifelfreie Beispiele für Verschiedenheit von Thallus- und Podetienalgen.

d) Vergleich der Temperaturansprüche der beiden Flechtenbildner (Abb. 14).

Nach dem Kurvenverlauf ist anzunehmen, dass im Pilzwachstum bei 15° irgendeine kleinere Störung erfolgte, die hemmend wirkte. Die maximale Wachstumstemperatur des Pilzes gegenüber der Alge liegt etwas tiefer; die Alge lebte noch bei 27°, der Pilz starb. Im ganzen sehen wir hier wieder eine klare Übereinstimmung in der Abhängigkeit des Wachstums von der Temperatur bei Flechtenpilz und Flechtenalge.

*16. **Cladonia fimbriata v. apolepta f. ochrochlora** Floerk. (Flechte 35/36)*

a) Herkunft der untersuchten Flechte.

Die analysierte und untersuchte Flechte stammt von der Ostseite des Rinderweidhorns aus einer Höhe von zirka 650 m ü. M.

b) Reinkultur der beiden Flechtenbildner.

b_1) Des Flechtenpilzes : Aus Askosporen gelang es, Pilzreinkulturen nach der Petrischalenmethode zu erhalten.

b_2) Der Flechtenalge : Durch Übertragen in Reagensgläser von 23 einzelnen Zellen aus dem Flechtenthallus entstanden als Nummer 35 14 Reinkulturen. Von 15 Zellen aus Soredien des Apothezienbechers wuchsen 9 mit der Bezeichnung Nr. 36 zu Reinkulturen heran. Die Klone der beiden Nummern unterscheiden sich in keiner Weise; Podetien- und Thallusalgen sind identisch.

c) Nahrungs- und Temperaturansprüche der beiden Flechtenbildner.

c_1) Des Flechtenpilzes : Für das Verhalten auf verschiedenen Nährböden verweisen wir auf Tab. 47 und Tafel 3, Abb. 4.

Tab. 47 *Cladoniomyces fimbriatae v. apoleptae f. ochrochlorae* (Floerk.) (Stamm 35)

Wachstum nach 180 Tagen in Abhängigkeit vom Nährboden

Nährboden	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe	Farbe
	mm	±	mm	
Malz	12,6	0,96	6	701
Pepton	7,5	0,87	2	190
Glukose	2,8	0,48	2	190
⅓ Knop	2,9	0,43	1,5	190

Über das Verhalten des Pilzes bei verschiedenen Temperaturen (Tab. 48 und Abb. 15) sind einige Bemerkungen nachzutragen. Von 0—15° ist die Form der Kulturen in der Mitte bedeutend höher als am Rand, der flach ausläuft. Vorwiegend finden wir Farbe 200 mit ver-

einzelten dunklen Flecken. Bei 18—21° treten sektorartig dunkle Stellen auf mit Farbe 111, bei 21° in der Mitte eine krause Faltung oder würmchenartige Bildungen. Heller (204) sind die Kulturen bei 24° und 27°. Der mittlere Durchmesser der Kulturen von 27° stammt aus nur 4 Kulturen; die übrigen Impfstücke waren nicht angewachsen, sondern sofort abgestorben. Eine Berechnung des mittleren Fehlers war deshalb zwecklos.

Tab. 48 Einfluss der Temperatur auf das Wachstum von *Cladoniomyces fimbriatae v. apoleptae f. ochrochlorae* (Floerk.) (Stamm 35) nach 140 Tagen

Temperatur	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe
° C	mm	±	mm
0	2,2	0,19	2
3	2,8	0,20	2
6	4,3	0,29	2
9	10,0	0,60	5
12	16,0	0,57	6
15	19,5	0,65	7
18	20,9	0,56	7
21	21,6	0,77	6
24	13,4	0,74	5,5
27	4,8	—	2,5

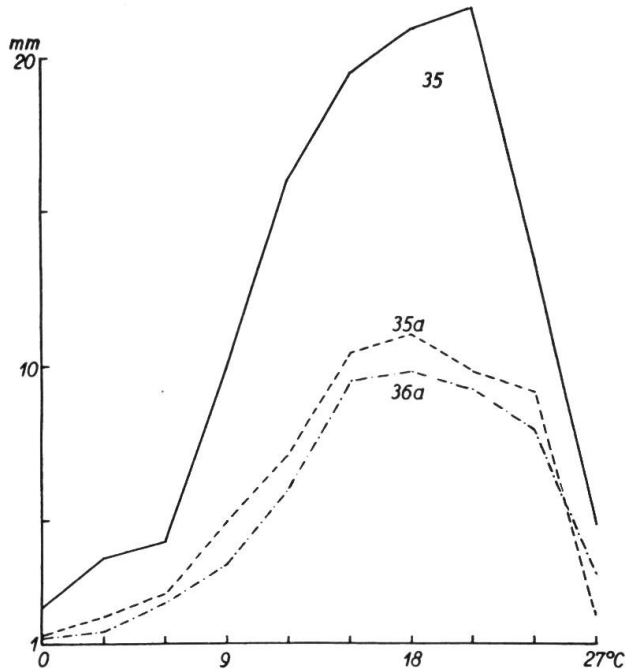

Abb. 15
Einfluss der Temperatur auf das Wachstum bei:
Cladoniomyces fimbriatae v. apoleptae f. ochrochlorae (Floerk.) (Stamm 35) nach 140 Tagen,
Cystococcus (Klone 35 a und 36 a) aus *Cladonia fimbriata v. apolepta f. ochrochlora* nach 135 Tagen.

c_2) Der Flechtenalge : In Tab. 49 ist Farbe 277 bei den Kolonien auf Malzagar nicht alleinherrschend; auch 297 ist sichtbar. Die Kolonien bestehen aus sehr feinen Würmchen und sind am Rande kraus. 1—2 mm breit sind die Würmchen auf Pepton-Glukoseagar; der Rand hat dort Farbe 291 und 366. Farbe 297 kommt auch bei den Kulturen auf Glukoseagar vor.

Tab. 49 *Cystococcus* (Klon 35 a) aus *Cladonia fimbriata v. apolepta f. ochrochlora.* Wachstum nach 120 Tagen in Abhängigkeit v. Nährboden

Nährboden	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe	Farbe
	mm	±	mm	
Malz	10,8	0,45	4,5	277
Pepton-Glukose .	15,5	0,39	6,5	297
Glukose	7,5	0,62	4,5	357

Kulturform und -farbe der beiden Klone 35 a und 36 a unterscheiden sich im Temperaturversuch (Tab. 50 und Abb. 15) in keiner Weise. Gleich 31 a, 32 a und 36 a ist die Form massig. Bei 0—12° sind die Kulturen gefärbt wie 371 und 386, ebenso bei 24—27°. Im Gegensatz dazu zeigen die Klone nach Wachstum bei 15—21° die Farben 357 und 297.

Tab. 50 Einfluss der Temperatur auf das Wachstum von *Cystococcus*-algen aus *Cl. fimbriata v. apolepta f. ochrochlora* nach 135 Tagen

Temperatur	Klon 35 a (Thallusalge)			Klon 36 a (Podetienalge)		
	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe
° C	mm	±	mm	mm	±	mm
0	1,3	—	1	1,2	—	1
3	1,9	0,08	1	1,4	—	1
6	2,6	0,11	2	2,3	0,17	2
9	5,0	0,61	3,5	3,6	0,17	3
12	7,1	0,79	6	6,0	0,36	5
15	10,4	0,64	7	9,5	0,34	6,5
18	11,0	0,85	7	9,8	0,56	6,5
21	9,8	0,72	6,5	9,2	0.82	6,5
24	9,1	0,75	6,5	7,9	0,32	6
27	2,0	0,17	1,5	3,2	0,25	1,5

d) Vergleich der Temperaturansprüche der beiden Flechtenbildner (Abb. 15).

Der Kurvenverlauf der beiden Klone 35 a und 36 a stimmt gut überein; 35 a ist jedoch allgemein etwas besser gewachsen (mit Ausnahme der Kulturen bei 27°). Da die beiden Klone sonst in allen Punkten übereinstimmten, kann dieses bessere Wachstum nur an der Beschaffenheit des verwendeten Impfmaterials liegen; möglicherweise befand sich 35 a während des Impfens in einer Zeit erhöhter Teilung oder Zoosporenbildung.

Auf den ersten Blick scheint das Wachstumsoptimum des Flechtenpilzes um 3° höher als das der Flechtenalge. Im ganzen Kurvenbild spielt dieser Unterschied aber keine Rolle. Denn das radiale Wachstum des Pilzes ist bei 21° nur um einen Fünfunddreissigstel grösser als bei 18°, der optimalen Wachstumstemperatur der Alge. Zudem hebt die geringere Kulturhöhe des Pilzes bei 21° (6 mm gegenüber 7mm bei 18°) den kleinen Überschuss an radialem Wachstum auf.

Das Wachstum von Flechtenpilz und Flechtenalge ist in gleicher Weise von der Temperatur abhängig. Beide wachsen am besten bei Temperaturen von 12—24°.

*17. **Cladonia fimbriata v. simplex f. minor** Hag. (Flechte 88)*

a) Herkunft der untersuchten Flechte.

Oberhalb von Wangs (bei Sargans) sammelte ich diese Flechte auf einem Erdabriss an der Strasse auf zirka 700 m ü. M.

b) Reinkultur der beiden Flechtenbildner.

b_1) Des Flechtenpilzes: Nach zwei Methoden entstanden Reinkulturen des Flechtenpilzes, nämlich durch Aussäen von Soredien auf Agar und nach der Petrischalenmethode.

b_2) Der Flechtenalge: Weil am gefundenen Material nur sehr kleine Thallusschüppchen vorhanden waren, isolierte ich nur die Soredienalge aus dem Inneren Apothezien tragender Podetienbecher. Aus 20 Zellen entstanden 8 Reinkulturen, die unter sich gleich waren und die Bezeichnung Nr. 88 erhielten.

c) Nahrungs- und Temperaturansprüche der beiden Flechtenbildner.

c_1) Des Flechtenpilzes: Da diese Flechte erst gegen Abschluss unserer Arbeit analysiert wurde, fehlt die Durchführung eines Nährstoffversuches.

Im Temperaturversuch (Tab. 51 und Abb. 16) fiel die einheitlich flache Form der Kulturen bei allen Temperaturen auf; Unterschiede zeigten sich dagegen in ihrer Farbe. Von 0—12° ist der Rand der Kulturen weiss, die Mitte braun 203 und dunkler, glänzend. Der Rand der

Kulturen von 15° und 18° wird etwas dunkler bis zu Farbe 199. Die Kulturen von 18—24° sehen infolge Luftmyzelbildung wie mit braunweissem Pulver bestreut aus. Die ganze Kultur, auch der Rand, ist bei 24° dunkel gefärbt : 117.

Tab. 51 Einfluss der Temperatur auf das Wachstum der Komponenten von *Cladonia fimbriata v. simplex f. minor*

Temperatur	*Cladoniomyces fimbriatae v. simplicis f. minoris* (Hag.) (Stamm 88) nach 160 Tagen			*Cystococcus* (Klon 88 a) nach 150 Tagen		
	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe
° C	mm	±	mm	mm	±	mm
0	1	—	1	1,8	0,12	2
3	2,3	0,24	1	3,1	0,17	2,5
6	3,6	0,25	1,5	6,5	0,51	5
9	5,2	0,27	2	10,4	0,19	5,5
12	8,0	0,33	2	12,7	0,20	5
15	9,6	0,27	2,5	11,7	0,17	5
18	8,7	0,28	2 5	10,7	0,34	4
21	7,8	0,24	2,5	9,0	0,27	3,5
24	7,5	0,59	2,5	3,3	0,20	2
27	tot	—	—	tot	—	—

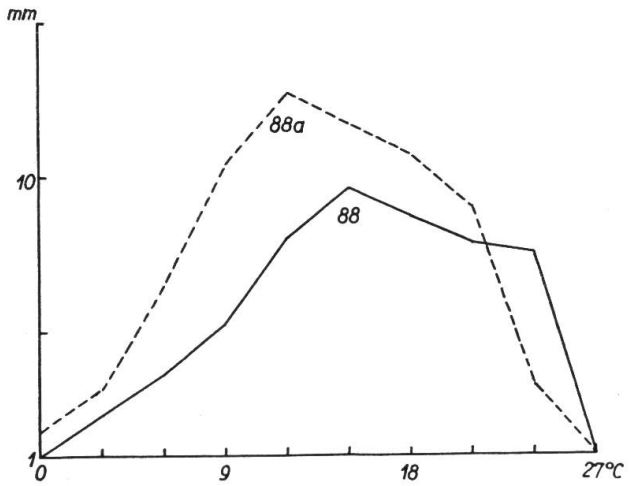

Abb. 16
Einfluss der Temperatur auf das Wachstum bei :
Cladoniomyces fimbriatae v. simplicis f. minoris (Hag.) (Stamm 88) nach 160 Tagen, *Cystococcus* (Klon 88 a) aus *Cladonia fimbriata v. simplex f. minor* nach 150 Tagen.

c_2) Der Flechtenalge : Aus dem gleichen Grunde wie beim Flechtenpilz fehlt hier der Nährstoffversuch.

Unter dem Einfluss verschiedener Temperaturen ändert Klon 88 a (Tab. 51 und Abb. 16) seine Farbe merklich. So zeigen die bei 0—6°

gewachsenen Kulturen Farbe 357, die bei 6° gewachsenen in der Mitte allerdings vorwiegend Farbe 346. Bei 9° finden wir die Farben 246 und 331, bei 12° 331 und 332, bei 15—18° 332 und 333, bei 21° 332 und bei 24° 352. Bezüglich Form der Kolonien ist radiale Faltung und Würmchenbildung nur angedeutet, am ehesten bei 6—12°. Bei höheren Temperaturen wächst die Alge in rundlichen, glänzenden Häufchen.

d) Vergleich der Temperaturansprüche der beiden Flechtenbildner (Abb. 16).

Die optimale Wachstumstemperatur der Alge liegt hier um 3° tiefer als die des Pilzes. Aber auch sonst ist der ganze Kurvenverlauf gegenüber dem des Flechtenpilzes um 3° nach links verschoben; der günstigste Temperaturbereich liegt für die Alge bei 6—21°, für den Pilz bei 9—24°. Für beide besteht somit eine breite Temperaturzone günstigsten Wachstums, was den kleinen Unterschied noch abschwächt.

*18. **Cladonia Botrytes** (Hag.) Willd. (Flechte 105)*

a) Herkunft der untersuchten Flechte.

Herrn Prof. Dr. E. Du Rietz verdanke ich die Freundlichkeit, mich während Exkursionen in der Gegend von Uppsala auf das Vorkommen dieser Flechte aufmerksam gemacht zu haben. Die in der Schweiz ziemlich seltene *Cladonia* ist bei Uppsala leicht reichlich fruktifizierend zu finden. So sammelte ich sie am 25. Dezember 1936 in der Nähe von Gamla Uppsala auf der Rinde eines Baumstumpfes.

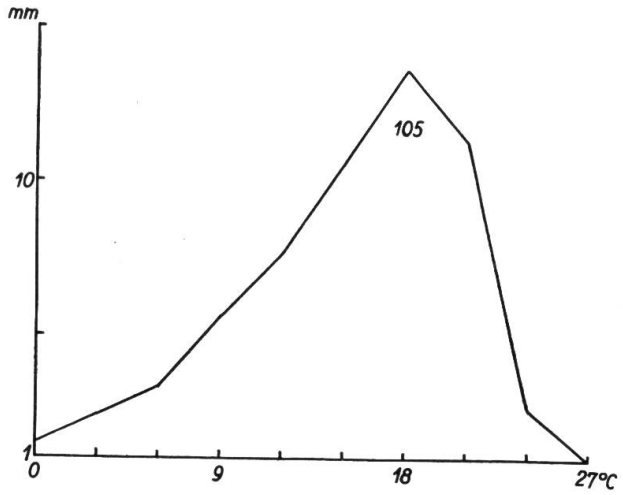

Abb. 17
Einfluss der Temperatur auf das Wachstum bei:
Cladoniomyces botrytis (Hag.) (Stamm 105) nach 160 Tagen.

b) Reinkultur des Flechtenpilzes.

Da die Apothezien in reichlicher Menge bakterienfreie Sporen ausschleuderten, bereitete die Kultur des Pilzes nach der Petrischalenmethode keine Schwierigkeiten. Auf das Kultivieren der Flechtenalge musste ich noch verzichten.

c) Temperaturansprüche des Flechtenpilzes (Tab. 52, Abb. 17 und Tafel 2).

Von 0—21° überwiegt bei allen Temperaturen die Farbe 696. Bei 3—9° bildete der Pilz kaum Luftmyzel; der Rand der Kulturen bei 3° und 6° war weisslich. Mehr Luftmyzel fand sich bei 12—21° in der Mitte der Kulturen von der Farbe 133; der Kulturrand zeigte Farbe 203 und hellere Töne. Bei 24° erschien die ganze Kultur gekräuselt und von der Farbe 203.

Der Grund, weshalb wir den Pilz hier aufführen, ohne die Nahrung liefernde Flechtenalge mit Ernährungs- und Temperaturansprüchen untersucht zu haben, liegt in seiner Herkunft. Auch dieser schwedische *Cladoniomyces* hat also sein Wachstumsoptimum wie die meisten untersuchten schweizerischen *Cladoniapilze* bei Zimmertemperatur (18°). Die üppige Flechtenvegetation in der Gegend von Uppsala dürfte deshalb nicht in erster Linie auf die Temperatur zurückzuführen sein.

Tab. 52 Einfluss der Temperatur auf das Wachstum von *Cladoniomyces botrytis* (Hag.) (Stamm 105) nach 160 Tagen

Temperatur	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe
° C	mm	±	mm
0	1,5	0,13	1
3	2,4	0,17	1
6	3,3	0,23	1
9	5,6	0,37	2
12	7,7	0,15	2
15	10,6	0,31	2,5
18	13,6	0,55	2,5
21	11,2	0,59	2,5
24	2,6	0,20	1,5
27	tot	—	—

19. Stereocaulon paschale (L.) Ach. (Flechte 26)

a) Herkunft der untersuchten Flechte.

Im Statzer Wald in der Nähe von Celerina sammelte ich im Juli 1935 genügend Material zur Verarbeitung.

b) Reinkultur der beiden Flechtenbildner.

b_1) Des Flechtenpilzes : Mit den reichlich ausgeschleuderten Sporen wurden nach der Petrischalenmethode Reinkulturen erhalten.

b_2) Der Flechtenalge : Schon beim Isolieren mit Mikromanipulator fiel die Grösse der *Cystococcus*algen auf; die meisten hatten eine saftgrüne Farbe, weshalb zu hoffen war, dass eine hohe Prozentzahl der

einzelnen Zellen sich nach dem Befreien aus dem körnigen Thallus weiterentwickelt. Wirklich entstanden aus 15 von 20 isolierten Zellen Reinkulturen. Obschon nicht alle untereinander gleich schienen, bearbeitete ich bisher erst e i n e n Klon, 26 m.

c) Nahrungs- und Temperaturansprüche der beiden Flechtenbildner.

c_1) Des Flechtenpilzes : Das Aussehen der Kulturen ist in hohem Masse abhängig vom Nährsubstrat (Tab. 53). Auf malzhaltigem Substrat bildet der Pilz wenig Luftmyzel und verfärbt den Agar braun 186; nicht aber auf peptonhaltigem Substrat. Glukoseagar ist braun verfärbt mit 192; auftretendes Luftmyzel hat Farbe 193. Auf Knopagar bildet sich weisses Luftmyzel.

Tab. 53 *Stereocaulomyces paschalis* (L.) (Stamm 26)
Wachstum nach 180 Tagen in Abhängigkeit vom Nährboden

Nährboden	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe	Farbe
	mm	±	mm	
Malz	11,2	0,45	4,5	191
Pepton	8,6	0,38	2,5	194
Glukose	9,1	0,49	3	186
⅓ Knop	10,3	0,53	2,5	190

Ein erster Temperaturversuch (Tab. 54 und Abb. 18) brachte keine befriedigende Aufklärung über die Temperaturabhängigkeit des Pilz-

Tab. 54 Einfluss der Temperatur auf das Wachstum von *Stereocaulomyces paschalis* (L.) (Stamm 26)

Temperatur	1. Versuch, nach 160 Tagen			2. Versuch, nach 155 Tagen		
	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe
° C	mm	±	mm	mm	±	mm
0	1	—	1	1	—	1
3	2,6	0,27	1,5	1,3	—	1
6	3,7	0,31	2	2,4	0,30	1,5
9	4,4	0,43	3	2,8	0,41	2
12	4,0	0,38	3	3,5	0,42	3
15	5,4	0,59	5	4,4	0,43	4
18	5,1	0,45	5	4,2	0,25	4
21	3,2	0,39	3,5	2,6	0,32	2
24	2,7	0,19	2	1,4	0,11	1
27	tot	—	—	tot	—	—

wachstums. Aus unbekannter Ursache trat bei 12° eine Störung auf, weshalb der Versuch wiederholt wurde. Bei beiden Versuchen beobachtete ich von 6° an aufwärts eine Verfärbung des Substrats, bei 9° weisses Luftmyzel. Bei den höheren Temperaturen waren die Kulturen braun und nur die zuletzt gewachsenen Teile weiss.

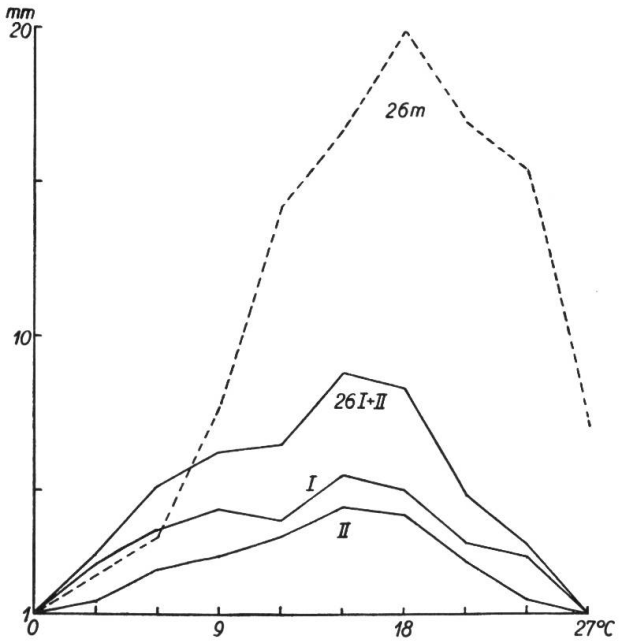

Abb. 18
Einfluss der Temperatur auf das Wachstum bei:
Stereocaulomyces paschalis (L.) (Stamm 26) nach 160 Tagen (Versuch I) und nach 155 Tagen (Versuch II) mit Additionskurve der beiden Versuche (26 I + II),
Cystococcus (Klon 26 m) aus *Stereocaulon paschale* nach 110 Tagen.

Um die Temperaturabhängigkeit des Pilzwachstums zu verdeutlichen, durften wir in Abb. 18 die Kurven der beiden Versuche addieren. Die Additionskurve ist also einfach überhöht. Störend macht sich bei Temperaturversuchen bemerkbar, dass der Pilz vor allem bei Temperaturen über 15° tief in den Agar hineinwächst. Ferner tritt eine unangenehme Eigenschaft der Flechtenpilze in vermehrtem Masse auf: die Kulturen wachsen sehr unregelmässig; dies geht auch aus dem hohen mittleren Fehler hervor.

c_2) Der Flechtenalge: Das Nährstoffexperiment verunglückte; es wurde noch nicht wiederholt.

Tab. 55 und Abb. 18 zeigen die Temperaturabhängigkeit des Algenwachstums. Die Kolonieform wechselt vom dünnen Auswachsen bei 0—12° zu groben Falten bis 21°, worauf bei 24° eine feinere Faltung auftritt, die bei 27° fast verschwindet. Bei 15° haben die Kulturen Farbe 362; bei tieferen Temperaturen sind sie heller, bei höheren dunkler.

d) Vergleich der Temperaturansprüche der beiden Flechtenbildner (Abb. 18).

Die Flechtenalge hat eine sehr grosse Wachstumskraft bei Temperaturen von 12—24°. Nicht selbstverständlich für *Cystococcus*algen ist,

Tab. 55 Einfluss der Temperatur auf das Wachstum von *Cystococcus* (Klon 26 m) aus *Stereocaulon paschale* nach 110 Tagen

Temperatur	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe
° C	mm	±	mm
0	1	—	1
3	2,2	0,12	1,5
6	3,5	0,29	2
9	7,6	0,41	3
12	14,1	0,59	5
15	16,6	0,39	5
18	19,8	0,42	4
21	16,9	0,81	3,5
24	15,3	0,87	2,5
27	7,1	0,44	2,5
30	tot	—	—

dass dieser Klon auch bei 27° sich noch gut zu vermehren vermag. Dadurch und durch das um 3° höhere Optimum ist die Alge gegenüber dem Pilz bei höheren Temperaturen bevorzugt. Doch wie für das Wachstum der Alge sind für das Wachstum des Pilzes Temperaturen von 12—21° günstig. Trotz dieses Unterschiedes von 3° ist also das Wachstum von Flechtenpilz und Flechtenalge in ähnlicher Weise von der Temperatur abhängig, gleich wie bei *Cladonia.*

*20. **Physcia pulverulenta** (Hoffm.) Nyl. (Flechten 63 und 58)*

a) Herkunft der untersuchten Flechten.

Flechte 63 sammelte Herr M. Gruber bei Macolin (900 m ü. M.) im Berner Jura und überliess sie mir zur Untersuchung. Flechte 63 a ist ein in Wollishofen (450 m ü. M.) gesammelter Thallus von *Ph. pulverulenta,* der für die Reinkultur der Flechtenalge benötigt wurde.

Aus dem sterilen Thallus einer andern *Physcia,* die ich oberhalb von Wangs (bei Sargans) auf zirka 590 m ü. M. dicht neben einem *Xanthoria*thallus (Nr. 56) gesammelt hatte, stammt Klon 58 a.

b) Reinkultur der beiden Flechtenbildner.

b_1) Des Flechtenpilzes : Da die ausgeschleuderten Askosporen in Petrischalen nur langsam wuchsen, gelang es erst nach besonders sorgfältigem Abimpfen, Reinkulturen des Pilzes 63 zu kultivieren.

b_2) Der Flechtenalge : Der Versuch, die Alge der Flechte 63 zu kultivieren, missglückte. Aus dem Wollishofer Thallus dagegen wuchsen von 16 Zellen 6 zu Reinkulturen, die jedoch nicht mehr in den Versuch

einbezogen werden konnten. Vielmehr verwendete ich den obenerwähnten Klon 58 a.

c) Nahrungs- und Temperaturansprüche der beiden Flechtenbildner.

c_1) Des Flechtenpilzes: Auf den geprüften Nährböden (Tab. 56) verhält sich der Pilz gleich, abgesehen von der verschiedenen Wachstumsintensität. Auf Knopagar scheint er kaum gewachsen zu sein.

Tab. 56 *Physciomyces pulverulentae* (Hoffm.) (Stamm 63)
Wachstum nach 180 Tagen in Abhängigkeit vom Nährboden

Nährboden	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe	Farbe
	mm	±	mm	
Malz	7,9	0,57	4	177
Pepton	1,7	0,21	1	177
Glukose	4,2	0,23	4	177
⅓ Knop	1,0	—	1	176

Grosse Unterschiede fanden sich unter den bei verschiedenen Temperaturen gewachsenen Kulturen (Tab. 57 und Abb. 19). Bei 3° ist die Form der Kulturen höckerig, mit wenig Luftmyzel überdeckt; die Farbe entspricht 433. Bei 6—15° haben sich breite, unregelmässige Würmchen gebildet. Bei 6° erscheint besser entwickeltes Luftmyzel; als Farbe herrscht 184 vor gegenüber 180, während bei 9° 180 überwiegt vor 184.

Tab. 57 Einfluss der Temperatur auf das Wachstum der Komponenten von *Physcia pulverulenta*

Temperatur	*Physciomyces pulverulentae* (Hoffm.) (Stamm 63) nach 170 Tagen			*Cystococcus* (Klon 58 a) nach 90 Tagen		
	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe
° C	mm	±	mm	mm	±	mm
0	2,2	0,09	2	0,5	—	0,5
3	5,1	0,21	3	2,8	0,15	2
6	10,3	0,54	4,5	8,3	0,37	4,5
9	12,9	0,56	5	10,8	0,42	6
12	13,5	0,26	5	11,3	0,58	5
15	13,8	0,19	5,5	15,4	0,70	3
18	13,0	0,39	6	11,6	0,32	4,5
21	12,1	0,35	5	1,2	0,09	1
24	4,5	0,21	4	tot	—	—
27	tot	—	—	—	—	—

Teilweise sind die letzteren Kulturen mit Luftmyzel überdeckt, das schon bei 12° verschwunden ist. Hier finden wir die Farben 433, 180, 199; bei 15° unregelmässig verteilt 199, aber deutlich getrennt von dunkleren Partien mit 131 und 641. Auch bei 18° lässt sich noch helles und dunkles Myzel unterscheiden, aber die Unterschiede sind nicht mehr so gross : 193 und dunkel bis 641. Bei 21° ist die Färbung ausgeglichen annähernd 176, bei 24° 174. Die Kulturfarbe ändert sich also mit ändernder Temperatur sehr. Die Form der Würmchenbildungen ist von 18—21° schmal und unregelmässig. Die Kulturen von 24° sehen schwächlich aus.

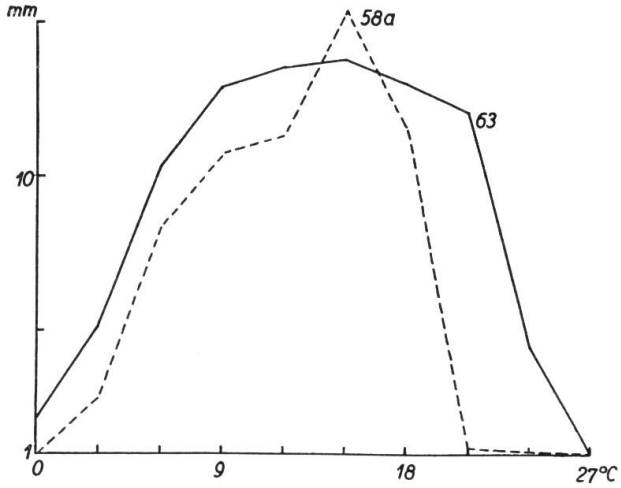

Abb. 19
Einfluss der Temperatur auf das Wachstum bei :
Physciomyces pulverulentae (Hoffm.) (Stamm 63) nach 170 Tagen,
Cystococcus (Klon 58 a) aus *Physcia pulverulenta* nach 90 Tagen.

c_2) Der Flechtenalge : Der Nährstoffversuch mit der Alge fällt aus. Kolonieform und Farbe sind abhängig von der Temperatur, bei der die Alge wuchs (Tab. 57 und Abb. 19). Von 0—9° sehen wir hohe, massige Kolonien; bei höheren Temperaturen treten Würmchenbildungen auf. Als Farben gelten bei 0—9° 357—358, bei 12° 277, 276 und 358, bei 15° 276 und 358, bei 18° 371 und bei 21° 358. Die Farbänderung mit der Temperatur könnte in Zusammenhang stehen mit der Zoosporenbildung der Alge, die ebenfalls temperaturabhängig ist. Bei 3—12° fand ich häufig Zoosporen, bei 15° selten, bei 18° keine. Tiefe Temperaturen begünstigen also bei diesem *Cystococcus* die Zoosporenbildung.

d) Vergleich der Temperaturansprüche der beiden Flechtenbildner (Abb. 19).

Der auffallende Anstieg der Kurve der Alge von 12° zu 15° gibt nur ein Bild für das Steigen der Koloniedurchmesser; die Koloniehöhe ist aber bei 15° gering (Tab. 57), so dass die Kurve des mengenmässigen Wachstums von 12° zu 15° viel weniger steil ansteigen würde. Verglichen mit dem Pilz hat die Alge fast die gleichen Ansprüche, mit dem Unterschied, dass der Pilz bei extremen Temperaturen im Vorteil ist. Der Pilz hat ein um mehr als 3° höheres Wachstumsmaximum.

21. Anaptychia ciliaris (Linn.) Mass. (Flechte 71)

a) Herkunft der untersuchten Flechte.

Herr M. Gruber sammelte schönes Material bei Macolin (Berner Jura) auf einer Höhe von 900 m ü. M. und übergab es mir zur Untersuchung.

b) Reinkultur der beiden Flechtenbildner.

b_1) Des Flechtenpilzes : Im Gegensatz zu Werner (1927, S. 30) gelang es, *Anaptychiomyces* aus Askosporen nach der Petrischalenmethode zu kultivieren. Der Pilz gehört zu den in Kultur schlecht wachsenden Formen.

b_2) Der Flechtenalge : Die Kultur der Alge aus dem erwähnten Material missglückte. Erst später isolierte ich sie aus einer durch Herrn dipl. sc. nat. Ch. A. Terrier von Pruntrut überbrachten Flechte, konnte jedoch diesen Stamm noch nicht verarbeiten.

c) Nahrungs- und Temperaturansprüche des Flechtenpilzes.

In Ergänzung zu Tab. 58 ist zu bemerken, dass *Anaptychiomyces ciliaris* nur auf Malzagar das Substrat verfärbt. Auf dem gleichen Nährboden bildet er Luftmyzel (Tafel 3, Abb. 3).

Tab. 58 *Anaptychiomyces ciliaris* (Linn.) (Stamm 71)
Wachstum nach 180 Tagen in Abhängigkeit vom Nährboden

Nährboden	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe	Farbe
	mm	±	mm	
Malz	9,2	0,39	5	112
Pepton	verunglückt	—	—	—
Glukose	4,3	0,31	3	131
⅓ Knop	1,8	0,21	1	131

Die Luftmyzelbildung war von der Temperatur abhängig (Tab. 59 und Abb. 20). Bei 0—18° ist Luftmyzel vorhanden, bei 9—12° in Form feiner Haare, bei 15—18° nur sehr spärlich. Bei den tiefen Temperaturen wird die Farbe durch das Luftmyzel verdeckt, bei 15—18° sehen wir 117, 131—134, bei 21° 117, bei 24° 131 und heller oder dunkler. Die Form der Kulturen ist bei tiefen Temperaturen sehr unregelmässig, bei 15—18° körnig mit radialen Wellen, bei höheren Temperaturen unregelmässig körnig.

Wir haben die Untersuchung dieses Pilzes hier beigefügt, weil der Vergleich mit *Physciomyces pulverulentae* interessant ist. Im Kurvenverlauf der Temperaturansprüche der beiden Flechtenpilze (Abb. 19 und

Tab. 59 Einfluss der Temperatur auf das Wachstum von *Anaptychiomyces ciliaris* (Linn.) (Stamm 71) nach 170 Tagen

Temperatur	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe
° C	mm	±	mm
0	1,8	0,17	1,5
3	4,9	0,33	3
6	6,4	0,69	4,5
9	10,6	0,31	5
12	12,0	0,76	7
15	12,6	0,35	7
18	12,7	0,24	7
21	11,3	0,68	6,5
24	8,1	0,67	5
27	tot	—	—

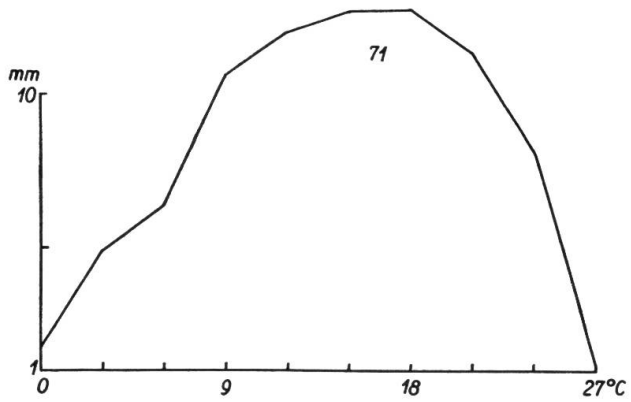

Abb. 20
Einfluss der Temperatur auf das Wachstum bei :
Anaptychiomyces ciliaris (Linn.) (Stamm 71) nach 170 Tagen.

Abb. 20) zeigt sich weitgehende Übereinstimmung. Man muss die Temperaturkurve von *Anaptychiomyces ciliaris* um weniger als 3° nach links verschieben, damit sie sich mit der von *Physciomyces* deckt. Bei beiden ist die Temperaturkurve breit gewölbt. Das ist mit eine Stütze für die Auffassung der Systematiker, wonach die beiden flechtenbildenden Pilze miteinander nahe verwandt sind.

22. *Xanthoria parietina (L.) Th. Fr. (Flechte 59)*

a) Herkunft der untersuchten Flechte.

Bei Gontenbach (Sihlthal, 460 m ü. M.) sammelte ich an Alleebäumen längs der Hauptstrasse am Fusse einer Birke Exemplare von *Xanthoria parietina,* die durch die breiten Lappen des Thallus auffielen. Ist ein besonderer Pilzstamm Ursache der eigenartigen Form der Flechte, oder sind verschiedene Wirtsalgen imstande, bei gleichem Flechtenpilzstamm verschiedene Formen von Flechten zu bilden ? Die

Prüfung dieser Frage war mit ein Grund, Pilz und Alge zu kultivieren und mit anderen Stämmen derselben Flechte zu vergleichen.

b) Reinkultur der beiden Flechtenbildner.

b_1) Des Flechtenpilzes: Die ausgeschleuderten Askosporen von *Xanthoriomyces parietinae* reissen oft — anscheinend von der Apothezienoberfläche — Bakterien mit sich, besonders wenn die Flechte in der Nähe staubiger Strassen wuchs. Deshalb sind beim Verwenden der Petrischalenmethode auf dem Agar bakterienfreie Sporenhäufchen zu suchen und besonders sorgfältig heraus zu impfen. So gelang die Reinkultur.

b_2) Der Flechtenalge: 20 Algenzellen lieferten, in Reagensgläser übertragen, 7 untereinander gleich aussehende Reinkulturen.

c) Nahrungs- und Temperaturansprüche der beiden Flechtenbildner.

c_1) Des Flechtenpilzes: Auf Malzagar (Tab. 60) ist der Kulturdurchmesser etwas geringer als bei Stamm 60, dafür aber die Höhe etwas grösser; die gewachsene Pilzmenge dürfte deshalb gleich gross sein. Neben Farbe 185 findet sich auf Glukoseagar auch 190.

Tab. 60 *Xanthoriomyces parietinae* (L.) (Stamm 59)
Wachstum nach 180 Tagen in Abhängigkeit vom Nährboden

Nährboden	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe	Farbe
	mm	±	mm	
Malz	5,6	0,51	4	185
Pepton	2,1	0,18	1	680
Glukose	3,2	0,21	2	185
⅓ Knop	1,0	—	1	190

Bei 0—9° (Tab. 61 und Abb. 21) zeigen die Kulturen die Farben 123, 124, 129; bei 9—18° ebenfalls, bilden aber zunehmend mehr Luftmyzel, weshalb ihre Oberfläche stellenweise weisslich wird. Vereinzelt sind borstenartige Auswüchse vorhanden. Bei 21° erscheinen alle Kulturen heller als bei 18° (169), in der Kulturmitte die oben erwähnten Farben; bei 24° bleiben die Kulturen am hellsten (190). Die Kulturformen sind nicht deutlich traubig, sondern locker faltig.

c_2) Der Flechtenalge: Die Kulturen wachsen auf Malzagar (Tab. 62) fein radial gefaltet; es erscheint auch Farbe 357. Auf Pepton-Glukoseagar ist nur der Rand radial gefaltet; in der Mitte wird die Kolonie grobkörnig. Bei Kulturen auf Glukoseagar ist der Rand aufgebogen.

Tab. 61 Einfluss der Temperatur auf das Wachstum von *Xanthoriomyces parietinae* (L.) (Stamm 59) nach 100 Tagen

Temperatur	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe
° C	mm	±	mm
0	1,5	0,16	1
3	2,3	0,21	1
6	2,7	0,23	1,5
9	3,5	0,29	2
12	5,2	0,34	3
15	5,8	0,25	3
18	6,8	0,26	4,5
21	8,2	0,27	4,5
24	3,8	0,23	2,5
27	tot	—	—

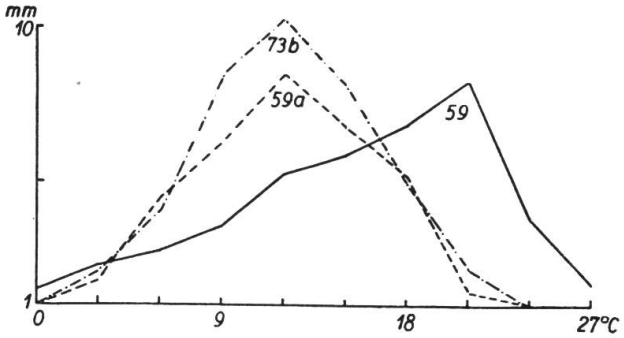

Abb. 21
Einfluss der Temperatur auf das Wachstum bei:
Xanthoriomyces parietinae (L.) (Stamm 59) nach 100 Tagen,
Cystococcus (Klone 59 a und 73 b) aus *Xanthoria parietina* nach 90 Tagen.

Tab. 62 *Cystococcus* aus *Xanthoria parietina*
Wachstum nach 120 Tagen in Abhängigkeit vom Nährboden

Nährboden	Klon 59 a				Klon 73 b			
	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe	Farbe	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe	Farbe
	mm	±	mm		mm	±	mm	
Malz	14,6	0,45	3	276	13,2	0,42	3	277
Pepton	3,4	0,43	0,5	356	—	—	—	—
Pepton-Glukose .	21,1	0,96	6	356	17,5	0,92	6	276
Glukose	9,0	0,53	3,5	386	13,6	0,44	3	297

Die Form der Kolonien bei verschiedenen Temperaturen (Tab. 63 und Abb. 21) ist flach, mit sehr feinen Rümpfen (Falten) und gleicht 55 a. Als Farbe gilt durchwegs 371 oder 297.

d) Vergleich der Temperaturansprüche der beiden Flechtenbildner (Abb. 21).

Das günstigste Wachstumsgebiet (6—18°) und das Wachstumsoptimum liegen bei der Alge um 6° tiefer als beim Flechtenpilz (12 bis 24°). Das gute Algenwachstum zwischen 9° und 15° muss innerhalb der Flechte aufgehoben sein durch das gute Pilzwachstum bei 18—24°.

Tab. 63 Einfluss der Temperatur auf das Wachstum von *Cystococcus* aus *Xanthoria parietina* nach 90 Tagen

Temperatur	Klon 59 a			Klon 73 b		
	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe
° C	mm	±	mm	mm	±	mm
0	1	—	0,5	1	—	0,5
3	1,8	0,20	1	2,1	0,14	1
6	4,4	0,13	1	4,0	0,22	1
9	6,2	0,37	1,5	8,4	0,47	2
12	8,4	0,31	2	10,2	0,71	3
15	6,5	0,33	1,5	8,1	0,32	2
18	5,1	0,22	1,5	5,0	0,24	1,5
21	1,4	0,21	1	2,1	0,13	1
24	tot	—	—	tot	—	—

*22 a. **Xanthoria parietina** (L.) Th. Fr. (Flechte 73)*

a) Herkunft der untersuchten Flechte.

Sie stammt von einem Birnbaum in Wollishofen (450 m ü. M.). Nur die Flechtenalge wurde kultiviert.

b) Reinkultur der Flechtenalge.

Von 20 isolierten Algenzellen entwickelten sich nur 4 zu Reinkulturen.

c) Nahrungs- und Temperaturansprüche der Flechtenalge.

Die Mitte der Kolonien ist auf Malzagar (Tab. 62) dunkler als 277, zum Teil 276, die Kolonieform fein kraus mit Andeutung radialer Linien. Gröber kraus werden die Kulturen auf Pepton-Glukoseagar, während auf Glukoseagar die Kulturen radiale Faltungen zeigen und einen aufwärts gebogenen Rand.

Im Temperaturversuch (Tab. 63 und Abb. 21) haben alle Kolonien Farbe 371; ihre Form ist leicht gerümpft mit rauher Oberfläche.

d) Vergleich der Temperaturansprüche des Algenklon 73 b und des *Xanthoriomyces* 59 (Abb. 21).

Obschon die Flechten 59 und 73 einander sehr ähnlich sehen, besteht die Möglichkeit, dass Klon 73 b in Natur mit einem von *Xan-*

thoriomyces 59 verschiedenen Stamm eine Flechte bildete. Die Temperaturansprüche des Klon 73 b sind gleich wie die von Klon 59 a. Beim Vergleich der Temperaturansprüche von Alge 73 b und Pilz 59 gelten somit die für 59 a gemachten Bemerkungen.

23. Xanthoria parietina (L.) Th. Fr. (Flechte 60).

a) Herkunft der untersuchten Flechte.

Am Stämmchen einer kleinen Buche, die als Alleebaum an der Strasse Langnau—Sihlwald (480 m ü. M.) gepflanzt ist, sammelte ich einen stark besonnten Thallus zur Untersuchung.

b) Reinkultur der beiden Flechtenbildner.

b_1) Des Flechtenpilzes: Nach sorgfältigem Abimpfen wie bei *Xanthoriomyces* 59 erzielte ich nach der Petrischalenmethode Reinkulturen.

b_2) Der Flechtenalge: Von 20 aus zerriebenen Thallusstücken in Reagensgläser übertragenen Algenzellen wuchsen 9 zu Reinkulturen heran.

c) Nahrungs- und Temperaturansprüche der beiden Flechtenbildner.

c_1) Des Flechtenpilzes: Zu den Zahlen des Nährstoffversuches (Tab. 64) ist zu bemerken, dass der Pilz auf Peptonagar in das Substrat hineinwuchs, weshalb das Wachstum in Wirklichkeit etwas besser ist, als das in der Tabelle zum Ausdruck kommt. Dieser Pilz gleicht dem Stamm 59 sehr.

Tab. 64 *Xanthoriomyces parietinae* (L.) (Stamm 60)
Wachstum nach 180 Tagen in Abhängigkeit vom Nährboden

Nährboden	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe	Farbe
	mm	±	mm	
Malz	7,1	0,53	3,5	185
Pepton	2,3	0,27	1	680
Glukose	3,4	0,37	1,5	190
⅓ Knop	1,0	—	1	190

Bei allen Temperaturen (Tab. 65 und Abb. 22) gehen die Farben der Kulturen ins Bräunliche: 182, 188, 199, 203. Bei 21° und 24° überwiegt die helle Farbe 199. Bei 12—18° bildet der Pilz etwas Luftmyzel oder es wachsen borstenartige Fortsätze aus. Die Kulturform ist nicht traubig und weniger gefaltet als bei Stamm 59, eher zusammengeballt, massig.

Tab. 65 Einfluss der Temperatur auf das Wachstum der Komponenten von *Xanthoria parietina*

Temperatur	*Xanthoriomyces parietinae* (L.) (Stamm 60) nach 100 Tagen			*Cystococcus* (Klon 60 a) nach 90 Tagen		
	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe
° C	mm	±	mm	mm	±	mm
0	1,1	—	1	0,5	—	0,5
3	1,6	0,14	1	0,8	—	0,5
6	3,2	0,19	2	1,4	0,13	1
9	4,2	0,15	2	3,7	0,15	1,5
12	4,9	0,23	3	6,4	0,34	2
15	6,2	0,39	3,5	6,6	0,23	2,5
18	6,8	0,40	4	5,3	0,30	2
21	8,2	0,40	4	2,4	0,14	1
24	3,1	0,23	2	tot	—	—
27	tot	—	—	—	—	—

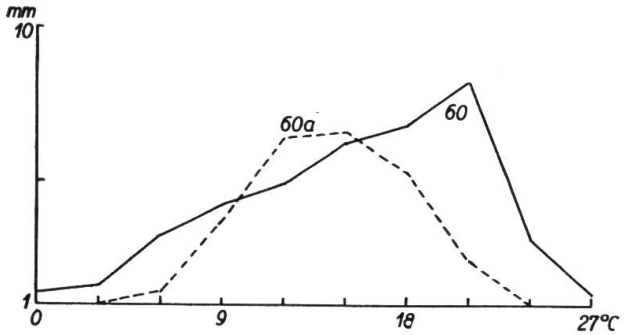

Abb. 22
Einfluss der Temperatur auf das Wachstum bei:
Xanthoriomyces parietinae (L.) (Stamm 60) nach 100 Tagen,
Cystococcus (Klon 60 a) aus *Xanthoria parietina* nach 90 Tagen.

c_2) Der Flechtenalge: Auf Malzagar (Tab. 66) wachsen die Kulturen fein radial gerümpft, auf Pepton-Glukoseagar fein kraus, in der Mitte eher massig. Der Rand der Kulturen auf Glukoseagar ist rundlich aufgebogen.

Tab. 66 *Cystococcus* (Klon 60 a) aus *Xanthoria parietina*
Wachstum nach 120 Tagen in Abhängigkeit vom Nährboden

Nährboden	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe	Farbe
	mm	±	mm	
Malz	13,2	0,59	3	276
Pepton	4,1	0,32	0,5	283
Pepton-Glukose .	23,3	0,93	5,5	283
Glukose	10,8	0,45	3,5	386

Die Kolonieform erscheint bei allen Temperaturen (Tab. 65 und Abb. 22) massig mit rechteckigem Querschnitt, ihre Farbe gleicht 297 und 371.

d) Vergleich der Temperaturansprüche der beiden Flechtenbildner (Abb. 22).

Auch für diese Flechte ist der Pilz bei den extremen Temperaturen gegenüber der Alge in seinem Wachstum bevorteilt. Von 10° bis etwa 18° halten sich Pilz- und Algenwachstum die Waage. Das Optimum dieser *Xanthoriaalge* liegt um 3° höher als bei 59 a.

*24. **Xanthoria parietina** (L.) Th. Fr. (Flechte 43)*

a) Herkunft der untersuchten Flechte.

Südöstlich der Ibergeregg (bei Schwyz) auf zirka 1500 m ü. M. beobachtete ich am Fusse einer Hütte, wie ein kräftiger Thallus von *Xanthoria parietina,* teilweise über Holz, teilweise über Stein wachsend im Begriffe war, eine den Stein bewachsende *Caloplaca murorum* zu überwuchern — ein Kampf um den Standort, der wohl schon Jahre gedauert hatte. Es trat die Frage auf, ob die Wirtspflanzen der beiden auf dem kleinsten Raum nebeneinander wachsenden, Parietin erzeugenden Pilze identisch seien, und ich sammelte deshalb beide Flechten. Die *Caloplaca murorum* erhielt Nr. 44.

b) Reinkultur der beiden Flechtenbildner.

b_1) Des Flechtenpilzes : Diese *Xanthoria* schleuderte reichlich Askosporenhäufchen auf den Agar. Nur wenige Bakterienkolonien traten auf, so dass ich den Pilz leicht kultivieren konnte.

b_2) Der Flechtenalge : Aus 10 mit je einer Algenzelle beimpften Reagensgläsern wuchsen auf Malzagar 5 Reinkulturen, aus 10 Reagensgläsern auf Glukoseagar 6 Reinkulturen, die kleiner und dunkler waren als die gleichaltrigen Kulturen auf Malzagar.

c) Nahrungs- und Temperaturansprüche der beiden Flechtenbildner.

c_1) Des Flechtenpilzes : Über die Abhängigkeit der Wachstumsverhältnisse von der Nahrung gibt Tab. 67 Aufschluss. Auffallend ist die körnig erscheinende Oberfläche des Pilzes auf Malzagar.

Bei Temperaturen von 0—15° (Tab. 68 und Abb. 23) schwankt die Farbe der Kulturen in verschiedenen Schattierungen zwischen 127 und 148. Bei 18° treten an einzelnen Kulturen rötliche Töne hervor, die bei 21° vorherrschen. Farben ähnlich 160 kommen bei allen Temperaturen vor. Die Form der Kulturen ist bei den Temperaturen 12—21° würmchenartig. Nur vereinzelte Kulturen bildeten spärliches Luftmyzel bei 15—18°. Dagegen beobachtete ich bei 15—21° bis 1 mm lange borstenartige Auswüchse.

Tab. 67 *Xanthoriomyces parietinae* (L.) (Stamm 43)
Wachstum nach 180 Tagen in Abhängigkeit vom Nährboden

Nährboden	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe	Farbe
	mm	±	mm	
Malz	6,2	0,29	3	177
Pepton	1,8	0,11	1	680
Glukose	5,6	0,41	4,5	162
⅓ Knop	1,0	—	1	680

Tab. 68 Einfluss der Temperatur auf das Wachstum der Komponenten von *Xanthoria parietina*

Temperatur	*Xanthoriomyces parietinae* (L.) (Stamm 43) nach 100 Tagen			*Cystococcus* (Klon 43 a) nach 90 Tagen		
	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe
° C	mm	±	mm	mm	±	mm
0	1,2	0,08	1	0,8	—	0,5
3	2,0	0,24	1	2,8	0,17	1
6	2,2	0,17	1	4,9	0,31	1,5
9	3,2	0,28	2	5,4	0,26	1,5
12	4,8	0,37	2,5	6,2	0,21	2
15	5,3	0,19	3,5	6,7	0,36	1,5
18	6,5	0,39	3,5	5,3	0,38	2,5
21	8,4	0,36	4	4,0	0,30	2
24	4,8	0,42	3	tot	—	—
27	tot	—	—	—	—	—

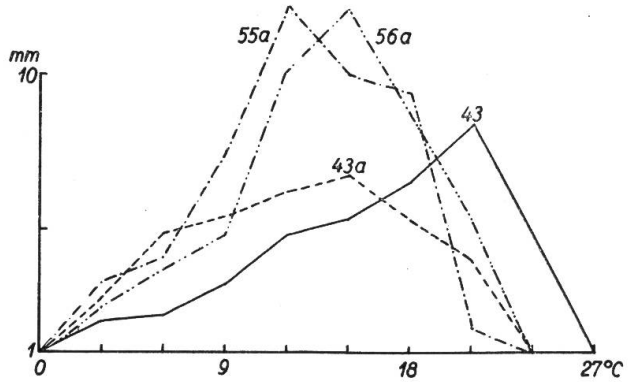

Abb. 23
Einfluss der Temperatur auf das Wachstum bei:
Xanthoriomyces parietinae (L.) (Stamm 43) nach 100 Tagen, *Cystococcus* (Klone 43 a, 55 a und 56 a) aus *Xanthoria parietina* nach 90 Tagen.

c_2) Der Flechtenalge: Auf Malzagar (Tab. 69 und Tafel 4, Abb. 5) sind die Kulturen flach, in der Mitte wenig heller als am Rand. Auf Pepton-Glukoseagar werden sie rundlich, traubenartig, ebenso auf Glu-

koseagar, wo jedoch Auswüchse von der Farbe 357 auftreten. Auf Peptonagar wuchs die Alge zwar, bildete aber nur einen dünnen Überzug über den Agar.

Tab. 69 *Cystococcus* (Klon 43 a) aus *Xanthoria parietina*
Wachstum nach 120 Tagen in Abhängigkeit vom Nährboden

Nährboden	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe	Farbe
	mm	±	mm	
Malz	12,8	0,33	2	291
Pepton	4,3	0,19	0,5	291
Pepton-Glukose .	15,2	0,41	3	357
Glukose	11,1	0,25	3	371

Bei allen ein Wachstum der Alge ermöglichenden Temperaturen ist die Form der Kolonien halbkugelig, ihre Farbe 386.

d) Vergleich der Temperaturansprüche der beiden Flechtenbildner (Abb. 23).

Die Wachstumsfähigkeit des Pilzes nimmt von 0° an langsam, aber stetig zu bis 21° und fällt dann rasch ab gegen das Wachstumsmaximum oberhalb von 24°. Um 3° tiefer liegt das Wachstumsmaximum der Flechtenalge, ihr Optimum gegenüber dem des Pilzes um 6° tiefer. Das günstigste Wachstumsgebiet der Flechtenalge (6—21°) liegt um 3—6° tiefer als das des Flechtenpilzes (12—24°). Am ausgeglichensten ist das Wachstum beider Flechtenbildner bei 10—18°.

24 a. ***Xanthoria parietina*** *(L.) Th. Fr. (Flechten 55 und 56)*

a) Herkunft der untersuchten Flechten.

Es seien noch die Wirtspflanzen von zwei *Xanthoria*flechten erwähnt, die ich in der Gegend von Wangs sammelte, ohne ihre Flechtenpilze zu kultivieren. *Cystococcus* Nr. 55 a wurde isoliert von *Xanthoria parietina* aus Wangs, auf einem Zaun in zirka 540 m ü. M. gewachsen, dicht neben unserer *Caloplaca cerina* Nr. 54. *Cystococcus* 56 a ist Wirtspflanze einer *Xanthoria parietina*, die ich oberhalb von Wangs auf zirka 590 m ü. M. fand, unmittelbar neben unserer *Caloplaca cerina* Nr. 57 (nicht bearbeitet).

b) Reinkultur der Flechtenalgen.

Beide Algen waren mühsam zu züchten. Bei ersterer gediehen von den üblichen 20 Zellen nur 3 zu Reinkulturen, bei letzterer nur 5; sie wuchsen langsam im Vergleich zu andern *Cystococcus*algen.

c) Nahrungs- und Temperaturansprüche der beiden Flechtenalgen.

Im Nährstoffversuch (Tab. 70) beobachtete ich an Klon 55 a auf Malzagar eine feine radiale Faltung. Auf Pepton-Glukoseagar vergröbert

Tab. 70 *Cystococcus* aus *Xanthoria parietina*
Wachstum nach 120 Tagen in Abhängigkeit vom Nährboden

Nährboden	Klon 55 a				Klon 56 a			
	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe	Farbe	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe	Farbe
	mm	±	mm		mm	±	mm	
Malz	15,2	0,61	2,5	276	14,0	0,47	3,5	277
Pepton	5,1	0,54	0,5	276	—	—	—	—
Pepton-Glukose .	23,2	0,87	5	301	20,1	0,87	5,5	276
Glukose	11,9	0,33	3	371	13,0	0,46	4,5	356

sich diese Radialfaltung; dazu kommen in der Mitte würmchenartige Bildungen. Auf Glukoseagar ist der Rand der Kulturen schalenartig aufgebogen.

Klon 56 a bildet auf Malzagar in der Mitte der Kulturen grobe, krause Würmchen, am Rand eine radiale Faltung. Ähnliches Aussehen haben die Formen auf Pepton-Glukoseagar, während die Würmchenbildungen fehlen. An ihre Stelle treten krause Radialfalten.

Über das Verhalten beider Algen bei verschiedenen Temperaturen geben Tab. 71 und Abb. 23 Aufschluss. Auch bei optimalen Temperaturen sind die Höhen der Kulturen beider Klone gering. Die Kolonien

Tab. 71 Einfluss der Temperatur auf das Wachstum von *Cystococcus* aus *Xanthoria parietina* nach 90 Tagen

Temperatur	Klon 55 a			Klon 56 a		
	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe
° C	mm	±	mm	mm	±	mm
0	1	—	1	1	—	1
3	3,3	0,19	1	2,5	0,23	1
6	4,1	0,26	1,5	3,7	0,32	1
9	7,5	0,37	2	4,8	0,25	1,5
12	12,2	0,35	2	10,1	0,48	2
15	10,0	0,46	2	12,1	0,49	2
18	9,4	0,31	2	8,7	0,33	2
21	1,8	0,16	1	5,2	0,37	1,5
24	tot	—	—	tot	—	—

von 55 a sind sehr fein gerümpft ähnlich 59 a, die Kolonien von 56 a hingegen rauh höckerig. Beide Klone haben die Farbe 371, mit dem Unterschied, dass 55 a oft am Rande etwas heller ist.

Die beiden Klone sehen sich fast in allen Beziehungen ähnlich. Dagegen ist der Unterschied dieser *Xanthoria*algen gegenüber der *Xanthoria*alge 43 a viel grösser als der Unterschied zwischen 43 a und der *Caloplaca*alge 44 a. Letztere beiden Algen sind ja kaum voneinander zu unterscheiden.

d) Vergleich der Temperaturansprüche von 55 a und 56 a gegenüber dem *Xanthoriomyces* 43.

Beide *Xanthoria*algen wachsen bei den günstigen Temperaturen bedeutend besser als 43 a. Ihre Wachstumsoptima und -maxima stimmen aber mit denen von 43 a grösstenteils überein. Es treffen also die bei Flechte 43 gemachten Bemerkungen zu.

24 b. ***Xanthoria polycarpa*** *(Ehrh.) Oliv. (Flechte 101) und* ***X. candelaria*** *(Ach.) Arn. (Flechte 102)*

a) Herkunft der untersuchten Flechten.

Herr Prof. Dr. E. Du Rietz machte mich freundlicherweise darauf aufmerksam, dass die beiden Flechten in der Umgebung von Uppsala häufig auftreten. Weil die beiden Flechten einander sehr ähnlich sehen, interessierte mich ein Fundort, wo die beiden Flechten auf dem gleichen Holzstück eines Zaunes vorkamen. Ihre Thalli waren völlig ineinandergewachsen, weshalb die Vermutung nahelag, die Pilze der *Xanthoria polycarpa* und der *X. candelaria* könnten miteinander identisch sein. Das Kultivieren der Pilze schaffte Klarheit.

b) Reinkultur der beiden Flechtenpilze.

Aus den Askosporen einiger von Herrn Prof. Du Rietz bestimmten Apothezien des *Xanthoriomyces polycarpae* und des *X. candelariae* erhielt ich nach der Petrischalenmethode Reinkulturen.

c) Nahrungs- und Temperaturansprüche der beiden Flechtenpilze.

Ein Versuch, die Temperaturansprüche der beiden Flechtenpilze vergleichend zu prüfen, missglückte leider. Immerhin erkannte man, dass Temperaturen von 15—18° das Wachstum beider Pilze begünstigen. Ein Nährstoffversuch wurde nicht angelegt. Schon die Kulturen auf Malzagar zeigten aber, dass es sich um zwei deutlich voneinander verschiedene Pilze handelt. Wie man in Tafel 3, Abb. 7 und 8 erkennt, bildet *Xanthoriomyces candelariae* (Abb. 8) unter gleichen Bedingungen auf Malzagar mehr Luftmyzel als *X. polycarpae* (Abb. 7). *Xanthoriomyces parietinae* unterscheidet sich von beiden hauptsächlich durch die geringere Luftmyzelbildung.

Leichter als *Xanthoriomyces parietinae* schreiten *X. polycarpae* und *X. candelariae* in Reinkultur zur Parietinbildung. Tafel 5, Abb. 1 und 2 lassen das durch den Agar diffundierte Parietin erkennen, das sich in kristallisierten Häufchen an der Agaroberfläche abgeschieden hat.

Die teilweise bezweifelte, von Du Rietz (1921) aber erneut vertretene Auffassung, dass *Xanthoria polycarpa* und *X. candelaria* zwei deutlich zu trennende Flechten sind, haben wir durch das Kultivieren der Flechtenpilze bestärkt. Wenn die beiden Flechten nebeneinander wachsen, scheint die Wahrscheinlichkeit gross, dass ihre Flechtenalgen identisch sind. Die Einzellkultur hat dies noch zu beweisen.

25. *Caloplaca murorum (Hoffm.) Th. Fr. (Flechte 44)*

a) Herkunft der untersuchten Flechte.

Die Fundstelle der Flechte liegt südöstlich der Ibergeregg (bei Schwyz) auf zirka 1500 m ü. M., wie für *Xanthoria parietina* Nr. 43.

b) Reinkultur der beiden Flechtenbildner.

b_1) Des Flechtenpilzes : Neben den auf Agar geschleuderten Askosporen befanden sich zahlreiche Bakterienkolonien. Nur mit grosser Sorgfalt gelang es, einzelne von Bakterien freie Sporenhäufchen herauszuimpfen und als Reinkulturen zu vermehren.

b_2) Der Flechtenalge : 10 Algenzellen wurden in Reagensgläser mit Malzagar übertragen, 10 in Reagensgläser mit Glukoseagar. Auf dem ersten Nährboden wuchsen 6 Reinkulturen, auf dem andern 7. Beide eignen sich also zur Kultur dieser Algen; auf Malzagar sind die Kulturen grösser und heller.

c) Nahrungs- und Temperaturansprüche der beiden Flechtenbildner.

c_1) Des Flechtenpilzes : Auf allen vier Nährböden (Tab. 72) liess sich die Bildung von Parietin nachweisen, doch gilt hier die bei *Caloplacomyces elegantis* (Kap. II, B, 29) gemachte Bemerkung betreffend Malzgehalt des Impfstückes.

Tab. 72 *Caloplacomyces murorum* (Hoffm.) (Stamm 44)
Wachstum nach 180 Tagen in Abhängigkeit vom Nährboden

Nährboden	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe	Farbe
	mm	±	mm	
Malz	7,2	0,56	3	191
Pepton	3,3	0,39	2	191
Glukose	4,8	0,41	3	193
⅓ Knop	3,9	0,24	2	176

Zwischen 3° und 12° (Tab. 73 und Abb. 24) weisen bei jeder Temperatur einzelne Kulturen weisses Luftmyzel auf, besonders bei 3° und 6°. Als Farbe der Kulturen gilt bei 3° 192, bei 6° 191—192; bei 9° und 12° kommt dazu die Farbe 176. Bei 15—24° ändert sich die Färbung gegen orange : 186 und heller. Die Form der Kulturen ist bei tiefen Temperaturen flach, von 15° an massig, hoch, teilweise zylindrisch, immer jedoch erscheinen würmchenartige Bildungen, ähnlich wie bei einigen *Cystococcus*algen. Bei 24° haben die Kulturen ein flacheres, mehr körniges Aussehen.

Tab. 73 Einfluss der Temperatur auf das Wachstum der Komponenten von *Caloplaca murorum*

Temperatur	*Caloplacomyces murorum* (Hoffm.) (Stamm 44) nach 180 Tagen			*Cystococus* (Klon 44 a) nach 90 Tagen		
	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe
° C	mm	±	mm	mm	±	mm
0	2,2	0,15	2	0,8	—	0,5
3	7,7	0,41	3	2,0	0,15	1
6	10,0	0,35	3	2,0	0,11	1
9	10,7	0,38	3,5	3,1	0,15	2
12	10,8	0,33	4	4,9	0,19	2,5
15	11,5	0,49	4	6,9	0,29	3,5
18	11,4	0,27	5	5,2	0,23	3
21	12,2	0,32	5	2,5	0,20	1,5
24	10,5	0,34	3,5	tot	—	—
27	tot	—	—	—	—	—

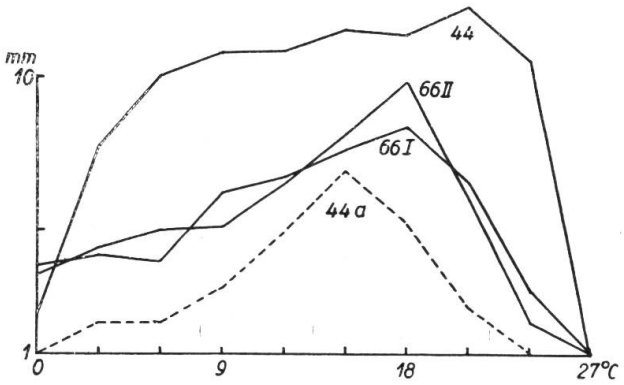

Abb. 24
Einfluss der Temperatur auf das Wachstum bei :
Caloplacomyces murorum (Hoffm.) (Stamm 44) nach 100 Tagen und (Stamm 66) Versuch I nach 150 Tagen, Versuch II nach 160 Tagen, *Cystococcus* (Klon 44 a) aus *Caloplaca murorum* nach 90 Tagen.

Bei allen Temperaturen bildete dieser *Caloplacomyces* Parietin, am meisten aber bei 21°.

c_2) Der Flechtenalge : Auf Malzagar (Tab. 74 und Tafel 4, Abb. 5) sind die Kulturen flach, in der Mitte heller als am Rand; auf Pepton-Glukoseagar rundlich, traubenartig mit Auswüchsen von der Farbe 297, ebenso auf Glukoseagar. Die traubige Form scheint also von der Glukosenahrung herzurühren. Auf Peptonagar ist die Kolonie nur in die Breite gewachsen und überzieht in dünnster Schicht den Agar.

Tab. 74 *Cystococcus* (Klon 44 a) aus *Caloplaca murorum*
Wachstum nach 120 Tagen in Abhängigkeit vom Nährboden

Nährboden	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe	Farbe
	mm	±	mm	
Malz	13,2	0,44	2	291
Pepton	4,1	0,23	3	371
Pepton-Glukose .	12,2	0,49	3	371
Glukose	10,4	0,26	2,5	371

Bei allen Temperaturen (Tab. 73 und Abb. 24) weisen die Kolonien einheitlich halbkugelige Formen auf; die Farbe gleicht 386.

d) Vergleich der Temperaturansprüche der beiden Flechtenbildner (Abb. 24).

Das Wachstumsoptimum der Alge liegt um 6° tiefer als das des Pilzes, ihr Maximum um 3° tiefer. Zwischen den weiten Temperaturgrenzen von 6—24° ist das Wachstum des Pilzes sehr lebhaft. Nur in der mittleren Zone dieses Temperaturbereiches, bei 12—18°, vermag die Alge mit ihrem Wachstum Schritt zu halten. Die Flechte müsste also nach unseren Versuchen bei Temperaturen von 12—18° am besten gedeihen.

*26. **Caloplaca murorum** (Hoffm.) Th. Fr. (Flechte 66)*

a) Herkunft der untersuchten Flechte.

Die Flechte sammelte ich südöstlich der Ibergeregg (bei Schwyz) auf Holzbrettern. Beim Flechtenpilz handelt es sich um den in einer früheren Arbeit verwendeten Stamm, für den die Fähigkeit nachgewiesen ist, in Reinkultur Parietin zu bilden (Thomas, 1936).

b) Reinkultur des Flechtenpilzes.

Reinkulturen des Pilzes wurden aus Askosporen erhalten nach der Petrischalenmethode. Die Flechtenalge besitze ich nicht in Kultur.

c) Nahrungs- und Temperaturansprüche des Flechtenpilzes.

Der Nährstoffversuch bedarf der Nachprüfung (Tab. 75). Der mittlere Fehler ist zu hoch, und es scheint wenig wahrscheinlich, dass der

Pilz auf Malzagar schlechter wächst als auf Knopagar. Die Kulturen auf Malzagar sind von bräunlichem Luftmyzel überdeckt (Farbe 211); auf den anderen Nährböden tritt nur spärliches Luftmyzel auf. Malz- und Glukosesubstrate werden verfärbt gegen Farbe 191.

Tab. 75 *Caloplacomyces murorum* (Hoffm.) (Stamm 66)
Wachstum nach 180 Tagen in Abhängigkeit vom Nährboden

Nährboden	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe	Farbe
	mm	±	mm	
Malz	4,8	0,49	2	191
Pepton	3,1	0,47	2	176
Glukose	6,3	0,45	3	193
⅓ Knop	5,2	0,32	2	126

Weil beim ersten Versuch die Schwankungen in den Kulturgrössen bei den einzelnen Temperaturen sehr gross waren, was in den hohen mittleren Fehlern zum Ausdruck kommt, suchte ich in einem zweiten Versuch einheitlichere Kulturen zu erhalten durch sorgfältigstes Impfen (Tab. 76 und Abb. 24). Der Erfolg trat nur teilweise ein; bei 21° z. B. ist der mittlere Fehler noch sehr hoch. Die Wachstumsoptima beider Versuche stimmen jedoch überein, wie auch der Kurvenverlauf im ganzen.

Tab. 76 Einfluss der Temperatur auf das Wachstum von *Caloplacomyces murorum* (Hoffm.) (Stamm 66)

Temperatur	1. Versuch, nach 150 Tagen			2. Versuch, nach 160 Tagen		
	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe
° C	mm	±	mm	mm	±	mm
0	3,9	0,31	2	3,6	0,29	2
3	4,2	0,27	2	4,4	0,28	2
6	4,0	0,36	2	5,0	0,23	2
9	6,2	0,43	3	5,1	0,28	2,5
12	6,7	0,32	3,5	6,5	0,27	3,5
15	7,6	0,35	3,5	8,1	0,24	4
18	8,3	0,38	4	9,8	0,31	4
21	6,5	0,41	4	6,0	0,58	4
24	3,0	0,23	3	2,0	0,12	2,5
27	tot	—	—	tot	—	—

Die Farbe der Kulturen bleibt unter 12° hell mit orangefarbigen Tönen bis gegen 181; oberhalb von 12° treten eher bräunliche Färbungen auf, so 191, 192, 193. Luftmyzel bildet sich bei allen Temperaturen, am meisten bei tiefen bis zu 0°, wo es hell bis weiss gefärbt ist. Bei den optimalen Temperaturen wird der Agar braun verfärbt.

*27. **Caloplaca cerina** (Ehrh.) A. Zahlbr. (Flechte 54)*

a) Herkunft der untersuchten Flechte.

Dicht neben einer *Xanthoria parietina* (Nr. 55) fand ich die vorliegende Flechte auf dem Holz eines Zaunes in Wangs (540 m ü. M.). Das Material versprach interessant zu sein hinsichtlich des Vergleichs der Wirtsalgen mit denen der benachbarten *Xanthoria.*

b) Reinkultur der beiden Flechtenbildner.

b_1) Des Flechtenpilzes : Aus den Askosporen einzelner Apothezien nach der Petrischalenmethode.

b_2) Der Flechtenalge : Von 20 aus zerriebenen Apothezien in Reagensgläser übertragenen Zellen wuchsen 4 untereinander gleich aussehende Reinkulturen.

c) Nahrungs- und Temperaturansprüche der beiden Flechtenbildner.

c_1) Des Flechtenpilzes : Der Nährstoffversuch fehlt für Pilz und Alge. Bei keiner Temperatur (Tab. 77 und Abb. 25) ist Luftmyzel vorhanden, und die Kulturen zeigen überall würmchenartige Formen. Bei 0° sind sie hell und haben annähernd die Farbe 199 und 203, bei 3—9°

Tab. 77 Einfluss der Temperatur auf das Wachstum der Komponenten von *Caloplaca cerina*

Temperatur	*Caloplacomyces cerinae* (Ehrh.) (Stamm 54) nach 160 Tagen			*Cystococcus* (Klon 54 a) nach 100 Tagen		
	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe
° C	mm	±	mm	mm	±	mm
0	2,9	0,13	1,5	0,5	—	0,5
3	6,0	0,11	2	0,5	—	0,5
6	7,3	0,27	2,5	6,6	0,54	3
9	7,2	0,22	3	11,3	0,53	4
12	7,9	0,43	3	11,3	0,89	5,5
15	9,5	0,67	3,5	14,3	0,36	4
18	10,8	0,29	4	13,8	1,13	1,5
21	11,6	0,15	4,5	8,9	1,18	1,5
24	1,4	0,12	1	tot	—	—
27	tot	—	—	—	—	—

dagegen 132—134, bei 12° 134, 176 und 199. Bei einigen Kulturen von 3—12°, besonders von 6—9°, fallen 0,5 mm grosse Pünktchen auf mit der Farbe 76. Unter dem Mikroskop erkennt man, dass es tote, kristallinische Teile sind, d. h. also vom Pilz ausgeschiedene Stoffe (Pilzstoffe). Wegen der geringen Materialmenge gelang mir noch keine eingehende Untersuchung; es ist nicht klar, ob der Stoff mit einem bekannten Flechtenstoff identisch ist. Sicher handelt es sich nicht um Parietin.

Bei 15—18° erkennt man die Farben 199 und 203, bei 21° Farbe 200 und wie auch bei 15° an einigen Stellen 116.

c_2) Der Flechtenalge : Die Kolonien bei 6° (Tab. 77 und Abb. 25) erscheinen in den Farben 277 und 358, bei 9—15° mit 277 und 276, bei 18° mit 297, ebenso bei 21°, nur dass der Rand dort teilweise heller ist (358).

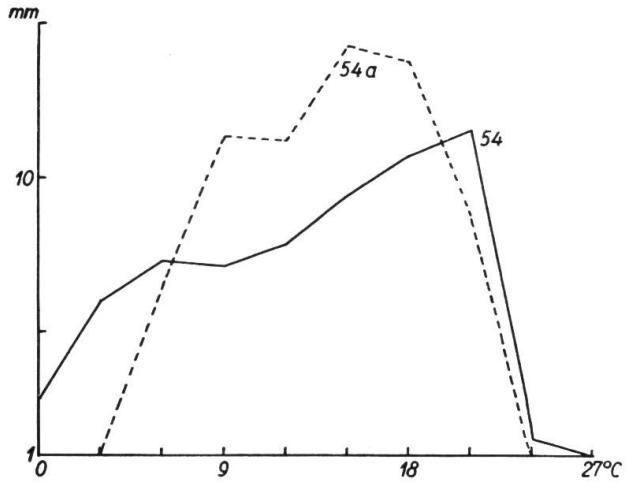

Abb. 25
Einfluss der Temperatur auf das Wachstum bei :
Caloplacomyces cerinae (Ehrh.) (Stamm 54) nach 160 Tagen,
Cystococcus (Klon 54 a) aus *Caloplaca cerina* nach 100 Tagen.

d) Vergleich der Temperaturansprüche der beiden Flechtenbildner (Abb. 25).

Das Wachstumsoptimum des Pilzes liegt um 6°, das Maximum um 3° höher als bei der Alge. Ferner scheint der Pilz bei Temperaturen von 0—6° gegenüber der Alge bevorteilt. Wir haben also hier einen Fall, wo der Pilz bei den extremen Temperaturen besser wächst als die Alge, die Alge jedoch bei mittleren Temperaturen (9—18°) besser als der Pilz.

28. *Caloplaca cerina (Ehrh.) A. Zahlbr. (Flechte 61)*

a) Herkunft der untersuchten Flechte.

Bei Gontenbach (460 m ü. M.) fand ich dicht neben *Xanthoria parietina* Nr. 59, ebenfalls auf Buchenrinde, die kleinen Apothezien von *Caloplaca cerina*. Um zu erfahren, ob die Wirtspflanzen beider Pilze und ob die beiden Pilze selbst verschieden seien, kultivierte ich Pilz und Alge.

b) Reinkultur der beiden Flechtenbildner.

b_1) Des Flechtenpilzes : Sorgfältig wurden einige Apothezien von der Rinde losgelöst und nach der Petrischalenmethode Sporen auf Agar schleudern gelassen. Zwischen Bakterienkolonien herausstechend gelang es, Pilzreinkulturen abzuimpfen.

b_2) Der Flechtenalge : Nach dem äusserlichen Abwaschen von etwa anhaftenden Epiphyten mit sterilem Wasser zerdrückte ich ein Apothezium zu einem Brei, so die Wirtspflanze befreiend. 20 in Reagensgläser übertragene Einzelzellen ergaben 8 Reinkulturen. Beim Grösserwachsen der Kolonien war schon makroskopisch leicht zu beobachten, dass 3 Kolonien unter sich gleich waren, aber verschieden von den 5 einheitlichen andern. In mikroskopischer Betrachtung erwiesen sich die ersten 3 Klone als *Cystococcus*algen, die letzteren 5 als *Chlorella*.

Innerhalb desselben Pilzfruchtkörpers zweierlei Algen eingeschlossen zu finden, war so überraschend, dass ich vorerst vermutete, die eine Alge — am ehesten die *Chlorella* — sei blosser Epiphyt. Erst eine spätere Beobachtung (vgl. Kap. IV, B) öffnet die Möglichkeit, dass der *Caloplacomyces cerinae* sich gleichzeitig zweier Wirtspflanzen als Nahrungslieferanten bedienen kann. Die gleichzeitige Untersuchung eines *Chlorella*klons (61 d) unterblieb.

c) Nahrungs- und Temperaturansprüche der beiden Flechtenbildner.

c_1) Des Flechtenpilzes : Im Nährstoffversuch (Tab. 78) wächst der Pilz auf Pepton- und Knopagar vorzugsweise in den Agar; im allgemeinen ist dies bei Flechtenpilzen nach bisherigen Erfahrungen ein Zeichen schlechter Ernährung. Dass der Pilz auf Glukose schlechter wuchs als auf Knopagar, scheint eine Störung in diesem Versuch.

Tab. 78 *Caloplacomyces cerinae* (Ehrh.) (Stamm 61)
Wachstum nach 180 Tagen in Abhängigkeit vom Nährboden

Nährboden	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe	Farbe
	mm	±	mm	
Malz	8,5	0,49	5	193
Pepton	7,9	0,32	2	189
Glukose	4,2	0,36	1,5	190
⅓ Knop	4,5	0,47	1,5	174

Bei 0—15° erscheinen die Kolonien hell mit frischen Farben : 189, 184, 199 (Tab. 79 und Abb. 26). Bei 18—21° fallen violette Farbtöne auf : 131 und heller. Die Kulturform ist körnig, unregelmässig, porös, deshalb mit der Impfnadel leicht zerdrückbar.

Tab. 79 Einfluss der Temperatur auf das Wachstum der Komponenten von *Caloplaca cerina*

Temperatur	*Caloplacomyces cerinae* (Ehrh.) (Stamm 61) nach 100 Tagen			*Cystococcus* (Klon 61 a) nach 100 Tagen		
	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe
° C	mm	±	mm	mm	±	mm
0	1,0	—	1	1,0	—	1
3	1,8	0,23	1,5	1,1	0,14	1
6	3,1	0,25	2	2,0	0,17	1,5
9	3,7	0,21	3	5,5	0,36	4,5
12	4,8	0,17	4	9,9	0,37	5
15	5,2	0,29	5,5	10,6	0,26	5
18	5,5	0,20	5,5	11,6	0,54	6
21	6,6	0,28	5,5	9,8	0,29	4,5
24	1,8	0,17	2	tot	—	—
27	tot	—	—	—	—	—

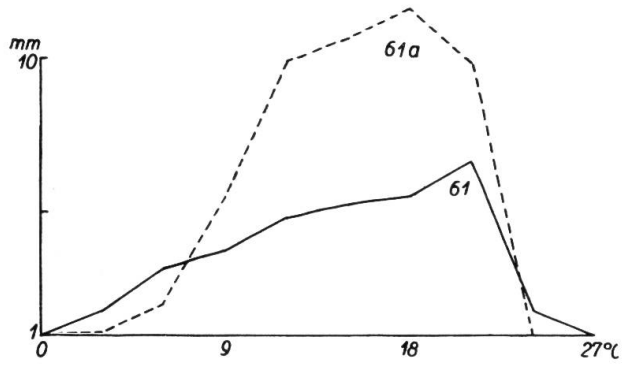

Abb. 26
Einfluss der Temperatur auf das Wachstum bei:
Caloplacomyces cerinae (Ehrh.) (Stamm 61) nach 100 Tagen, *Cystococcus* (Klon 61 a) aus *Caloplaca cerina* nach 100 Tagen.

c_2) Der Flechtenalge: Tab. 80 ergänzend, sehen wir auf Malzagar den Rand der Kolonien unmittelbar auf dem Agar heller als Farbe 276; die Oberfläche ist unregelmässig. Auf Pepton-Glukoseagar und auf Glu-

Tab. 80 *Cystococcus* (Klon 61 a) aus *Caloplaca cerina*
Wachstum nach 120 Tagen in Abhängigkeit vom Nährboden

Nährboden	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe	Farbe
	mm	±	mm	
Malz	16,1	0,56	3,5	276
Pepton	4,4	0,10	0,5	277
Pepton-Glukose .	17,6	0,44	7	301
Glukose	10,2	0,31	5,5	301

koseagar erhebt sich die Kolonie am Rand fast gleich hoch wie in der Mitte. Die Oberfläche nimmt eine unregelmässige, krause Gestalt an, teilweise mit bis 2 mm breiten Radialfalten.

Bei 0—6° (Tab. 79 und Abb. 26) finden wir Farbe 357, von 9° an aufwärts die Farbe 386, bei allen Temperaturen ausserdem Farbe 371. Die Form der Kolonien ist unabhängig von der Temperatur massig, gekräuselt.

d) Vergleich der Temperaturansprüche der beiden Flechtenbildner (Abb. 26).

Die optimale Wachstumstemperatur des Pilzes liegt um 3° höher als die der Alge, die maximale knapp um 3° höher. Der Temperaturzwischenraum des günstigsten Wachstums deckt sich aber für Pilz und Alge und liegt bei 9—22°.

*29. **Caloplaca elegans** (Link.) Th. Fr. (Flechte 65)*

a) Herkunft der untersuchten Flechte.

Oberhalb des Dorfes Blatten im Kanton Wallis (1600 m ü. M.) sammelte ich diese Flechte auf Urgestein.

b) Reinkultur der beiden Flechtenbildner.

b_1) Des Flechtenpilzes : Nach der Petrischalenmethode wurde auch dieser *Caloplacomyces* reinkultiviert.

b_2) Der Flechtenalge : Die Kultur der Flechtenalge misslang; einen zweiten Versuch unternahm ich nicht.

c) Nahrungs- und Temperaturansprüche des Flechtenpilzes.

Caloplacomyces elegantis ist derjenige Flechtenpilz, für den zum erstenmal der Nachweis gelang, dass er in Reinkultur ohne Zugabe von Algen den Flechtenstoff Parietin hervorzubringen vermag (Thomas, 1936). Das Ergebnis des Nährstoffversuches versprach also besonders interessant zu werden (Tab. 81). Parietin liess sich mit Leichtigkeit nachweisen bei Kulturen auf Malzagar, Peptonagar (auffällig), Glukoseagar; nur in Spuren aber auf Knopagar, wo die Parietinreaktion nur

Tab. 81 *Caloplacomyces elegantis* Link. (Stamm 65)
Wachstum nach 180 Tagen in Abhängigkeit vom Nährboden

Nährboden	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe	Farbe
	mm	±	mm	
Malz	4,9	0,45	3	170
Pepton	3,0	0,21	1,5	182
Glukose	3,2	0,41	2	174
⅓ Knop	3,2	0,28	1	185

unter dem Mikroskop zu beobachten war. Es besteht die Möglichkeit, dass diese geringen Parietinspuren von den Impfstücken aus Malzagarnährböden stammen, oder dass bei dem geringen Pilzwachstum der Malzgehalt des Impfstückes zur neuen Parietinbildung genügte. Die endgültige Abklärung dieser Verhältnisse verlangt weitere Versuche. Lässt man Askosporen von *Caloplacomyces* auf pepton- und zuckerhaltige, peptonhaltige, zuckerhaltige und auf mineralische Agarnährböden ausschleudern und sich entwickeln, dann kann über die Abhängigkeit der Parietinbildung von Nährböden kein Zweifel mehr bestehen.

Wenn in unserem Versuch der Peptonnährboden sich als besonders günstig erwies für Parietinbildung, so stimmt dies mit den Verhältnissen in der Natur überein. Parietinbildende Flechten erzeugen diesen Flechtenstoff besonders reichlich an Standorten mit viel Stickstoffverbindungen (z. B. Felsen mit Vogelexkrementen).

Schwierigkeiten bereitete das Ermitteln der Temperaturansprüche von *Caloplacomyces elegantis* (Tab. 82 und Abb. 27). Im ersten Versuch war von 0—9° geringe Parietinbildung nachweisbar. Diese Kulturen zeigten Farbe 182 und heller oder mehr gelblich. Mit Zunahme der Temperatur wurde die Parietinbildung reichlicher, die Farbe der Kulturen dunkler orange, bei 12° 181. Bei 15° erschien etwas weissliches Luftmyzel. Sehr unregelmässig war das Wachstum bei 24°, was aus dem grossen mittleren Fehler hervorgeht. Die Extreme der Kulturdurchmesser bewegten sich hier zwischen 3 und 8 mm, was zur Wiederholung des Versuches zwang.

Tab. 82 Einfluss der Temperatur auf das Wachstum von *Caloplacomyces elegantis* (Link.) (Stamm 65)

Temperatur	1. Versuch nach 140 Tagen		2. Versuch nach 80 Tagen		3. Versuch nach 110 Tagen	
	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Durchmesser	Mittlerer Fehler
° C	mm	±	mm	±	mm	±
0	2,3	0,12	1,0	—	1,0	—
3	3,1	0,16	1,0	—	1,6	0,24
6	3,8	0,13	1,5	0,18	2,2	0,23
9	4,7	0,17	2,4	0,21	3,4	0,47
12	4,4	0,19	2,5	0,37	3,5	0,34
15	5,3	0,24	3,1	0,26	4,3	0,39
18	4,6	0,39	3,9	0,38	4,8	0,39
21	4,0	0,28	3,7	—	2,6	0,40
24	4,7	0,87	2,0	—	2,4	0,32
27	tot	—	tot	—	tot	—

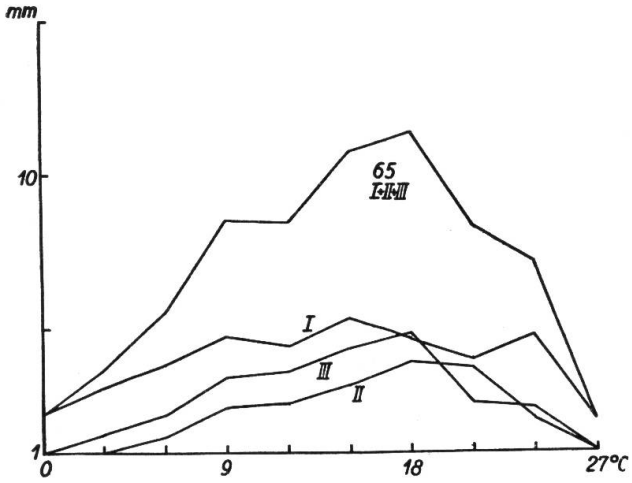

Abb. 27
Einfluss der Temperatur auf das Wachstum bei:
Caloplacomyces elegantis (Link.) (Stamm 65), Versuch I nach 140 Tagen, Versuch II nach 80 Tagen, Versuch III nach 110 Tagen und Additionskurve der drei Versuche.

Im zweiten Versuch bildete sich schon bei 9° etwas Luftmyzel; im übrigen bestätigten sich die Angaben. Die Kulturhöhe stieg auch jetzt nicht über 3,5 mm. Bei 21° sind jedoch nur 3 Kulturen gewachsen, bei 24° nur 4, weshalb ich auf die Berechnung des mittleren Fehlers verzichtete.

Erst der dritte Versuch beseitigte die letzten Unklarheiten über das Wuchsvermögen bei höheren Temperaturen. Es ist eine Eigenart von *Caloplacomyces*, dass die Impfstücke bei höheren Temperaturen nur schwer anwachsen.

30. ***Icmadophila ericetorum*** *(L.) A. Zahlbr. (Flechten 14, 17, 22, 25, 28)*

a) Herkunft der untersuchten Flechten.

Die Flechte 17 sammelte ich ob Steinen auf zirka 600 m ü. M. als Überzug faulenden Holzes, die Flechte 22 im gleichen Walde etwa 50 m höher gelegen. Flechte 14 brachte Frl. Dr. H. Raths von der Wengernalp (1900 m ü. M.); Flechte 25 fand ich bei Celerina (1800 m ü. M.) und Flechte 28 am Rinderweidhorn (zirka 1300 m ü. M.).

b) Reinkultur der beiden Flechtenbildner.

b_1) Des Flechtenpilzes: *Icmadophilomyces* schleuderte reichlich Askosporen, die fast frei waren von mitgerissenen Bakterien. Dagegen beobachtete ich nach einiger Zeit bei den nach der Petrischalenmethode auf Agar geschleuderten Sporen einzelne grüne Algenkolonien. Es waren sehr schlanke *Coccomyxa*algen; wie sich später herausstellte, sind sie identisch mit den Flechtenalgen. Die meisten Askosporen waren allerdings frei von solchen Algen, weshalb ich leicht Pilzreinkulturen erhielt. Auch für einen Flechtenpilz wuchs *Icmadophilomyces* sehr langsam.

Bei *Icmadophila* reissen also in einzelnen Fällen die ausgeschleuderten Pilzsporen Flechtenalgen mit sich. Für diese Flechte ist die Erscheinung zwar neu; sie ist jedoch bekannt von *Endocarpon pusillum*.

Stahl (1877) hat auf Apothezienschnitten erstmals innerhalb des Hymeniums kleinere Algen gefunden als die eigentlichen Flechtenalgen und nannte sie Hymenialgonidien. Nach Stahl reissen die ausgeschleuderten Askosporen bei den genannten Flechten regelmässig Hymenialalgen mit sich. Anfänge für einen ähnlichen Mechanismus müssen bei *Icmadophila* vorhanden sein.

b_2) Der Flechtenalge : Von den Algen jeder Flechte wurden Einzellkulturen angelegt. Von je 20 Zellen wuchsen 5—12 Reinkulturen, die unter sich gleich aussahen. Bei diesen kleinen, schlanken Zellen handelt es sich um eine von Jaag (1933) beschriebene *Coccomyxa*alge, die *Coccomyxa icmadophilae*. Zu prüfen, wie weitgehend unsere Klone mit den Stämmen von Jaag übereinstimmen, geht über den Rahmen dieser Arbeit hinaus. Ein Klon, wir bezeichnen ihn mit 14 L, weicht von diesen Algen in jeder Beziehung ab. Es handelt sich um einen Vertreter der Gattung *Chlorella*. Ob auch diese Alge als Flechtenalge zu bezeichnen ist, kann nur der Syntheseversuch entscheiden.

c) Nahrungs- und Temperaturansprüche der beiden Flechtenbildner.

c_1) Des Flechtenpilzes : Obschon *Icmadophilomyces* der Pilz einer Krustenflechte ist, wächst er auf allen Nährböden langsam (Tab. 83). Malzagar als Substrat verfärbt er zu Farbe 202. Der Rand der Kulturen erscheint oft in Farbe 196 und dunkler. Luftmyzel tritt nirgends auf.

Tab. 83 *Icmadophilomyces ericetorum* (L.) (Stamm 17)
Wachstum nach 180 Tagen in Abhängigkeit vom Nährboden

Nährboden	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe	Farbe
	mm	±	mm	
Malz	9,3	0,57	4	211
Pepton	5,2	0,35	2	200
Glukose	4,0	0,41	2	200
⅓ Knop	4,8	0,58	1,5	200

Unabhängig von der Temperatur (Tab. 84 und Abb. 28) gilt als Farbe der Kulturen orange 199 und 200. Die Kulturhöhe ist unregelmässig, ebenso die knöllchenartige Form. *Icmadophilomyces* hat das niedrige Temperaturmaximum von 21° (bzw. wenig mehr). Nur um 3° tiefer liegt das Wachstumsoptimum. Die Wachstumskurve fällt deshalb nach rechts steil ab. Die Wachstumsfähigkeit des Pilzes gehört zu den geringsten, die wir kennen. All dies sind typische Eigenschaften eines Flechtenpilzes.

Tab. 84 Einfluss der Temperatur auf das Wachstum der Komponenten von *Icmadophila ericetorum*

Temperatur	*Icmadophilomyces ericetorum* (L.) (Stamm 17) nach 120 Tagen			*Chlorella* (Klon 14 L) nach 90 Tagen		
	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe
° C	mm	±	mm	mm	±	mm
0	1	—	1	0,5	—	0,5
3	1	—	1,5	1,2	0,10	1
6	1,5	0,11	2	2,1	0,09	1
9	1,7	0,10	3	3,0	0,29	1,5
12	2,1	0,15	4	3,4	0,25	1,5
15	2,8	0,19	4	4,2	0,29	2
18	3,6	0,23	8	5,1	0,26	2
21	4,9	0,22	5,5	5,4	0,35	2
24	tot	—	—	5,0	0,31	2
27	—	—	—	tot	—	—

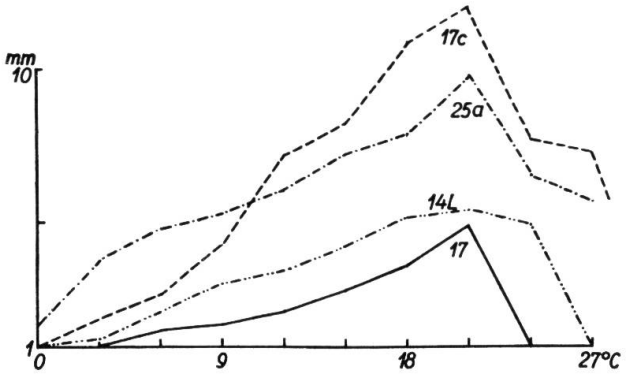

Abb. 28
Einfluss der Temperatur auf das Wachstum bei:
Icmadophilomyces ericetorum (L.) (Stamm 17) nach 120 Tagen,
Chlorella (Klon 14 L) aus *Icmadophila ericetorum* nach 90 Tagen,
Coccomyxa icmadophilae (Klone 17 c und 25 a) nach 130 Tagen.

c_2) Der Flechtenalge: Mit *Coccomyxa icmadophilae* hat schon Jaag (1933) Temperaturversuche gemacht, doch sind die Zahlen für unsere Zwecke zu wenig ausführlich. Immerhin überrascht, dass Jaag sogar bei 36° ein Algenwachstum beobachtete (1933, S. 114). Unsere beiden untersuchten Stämme (Tab. 85 und Abb. 28) starben bei 30°, ebenso Stamm 22 a in einem hier nicht aufgeführten Versuch.

Bei allen Temperaturen zerfliessen die Kolonien auf dem Agar und haben das Aussehen eines glänzenden Öltropfens. Ihre Farbe bestimmte ich mit 297, doch sind die Kolonien bei 15—24° in der Mitte stets heller, oder es treten hellere Flecken auf. Der Klon 25 a, der in der Natur in einem Gebiet mit tieferer Jahrestemperatur lebte (Fundort 1900 m ü. M.), wuchs im Versuch bei tieferen Temperaturen besser als 17 c. Ob dieser

Tab. 85 Einfluss der Temperatur auf das Wachstum von *Coccomyxa icmadophilae* nach 130 Tagen

Temperatur	Klon 17 c			Klon 25 a		
	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe
° C	mm	±	mm	mm	±	mm
0	1,0	—	1	1,7	0,09	1
3	1,9	0,12	1	3,8	0,13	1
6	2,7	0.18	1	4,8	0,23	1,5
9	4,3	0,15	1,5	5,3	0,24	2
12	7,1	0,34	2	6,0	0,22	2
15	8,2	0,37	2	7,2	0,38	2
18	10,9	0,36	2	7,8	0,37	2
21	12,0	0,42	2	9,8	0,35	2
24	7,7	0,29	2	6,5	0,29	1,5
27	7,3	0,28	1,5	5,7	0,31	1,5
30	tot	—	—	tot	—	—

Unterschied von Schwankungen des Versuchs herrührt, oder ob es sich um zwei in dieser Hinsicht streng verschiedene Algenrassen handelt, müsste man noch eingehender prüfen.

Der *Chlorella*klon (Tab. 84 und Abb. 28) stellt andere Temperaturansprüche als die beiden *Coccomyxa*klone. Das Wachstumsoptimum befindet sich zwar auch bei 21°, das Maximum jedoch unter 27°. Die Koloniefarbe ist unter 15° 297, über 15° 357 und 368; bei diesen Temperaturen ist die Form würmchenartig mit glänzender Oberfläche.

d) Vergleich der Temperaturansprüche der beiden Flechtenbildner (Abb. 28).

Die Wachstumsfähigkeit steigt bei Flechtenpilz und Flechtenalge vom Nullpunkt an zuerst langsam, dann rascher bis zum Optimum bei 21°. Bei einer um 3° höheren Temperatur vermag der *Icmadophilomyces* nicht mehr zu wachsen, und auch die *Chlorella*alge hat bald ihre Grenze erreicht. Bei weiterer Temperaturerhöhung um 3° wächst *Coccomyxa icmadophilae* noch so gut wie bei 12°.

Wir sehen somit, dass zwar Flechtenpilz und Flechtenalgen die gleiche optimale Wachstumstemperatur haben, dass aber bei höheren Temperaturen die Algen gegenüber dem Pilz im Vorteil sind. Wenn in der Natur so hohe Temperaturen auftreten (über 21°), ist die Flechte meistens ausgetrocknet und ein Wachstum beider Flechtenbildner ohnehin ausgeschlossen.

Tab. 86 *Candelariellomyces vitellinae* (Ehrh.) (Stamm 46)
Wachstum nach 180 Tagen in Abhängigkeit vom Nährboden

Nährboden	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe	Farbe
	mm	±	mm	
Malz	7,8	0,22	2	212
Pepton	6,9	0,28	1,5	255
Glukose	3,7	0,47	3	694
⅓ Knop	3,6	0,41	1,5	680

31. ***Candelariella vitellina*** *(Ehrh.) Müll. Arg. (Flechte 46)*

a) Herkunft der untersuchten Flechte.

Am gleichen Standort wie *Xanthoria* Nr. 43, also südöstlich der Ibergeregg (Schwyz) fand ich diese schwefelgelbe Flechte in einer Höhe von 1500 m ü. M. auf Sandstein. Die Frage, ob der Pilz auch in Reinkultur den gelben Farbstoff hervorbringe, war zur Analyse der Flechte verlockend; ebenso die Frage, ob diese Alge von den Flechtenalgen der denselben Stein bewachsenden Flechten verschieden sei (*Caloplaca* Nr. 44; *Xanthoria* Nr. 43; *Cyphelium* Nr. 48/49, nicht beschrieben, und *Physcia* Nr. 50, nicht beschrieben).

b) Reinkultur der beiden Flechtenbildner.

b_1) Des Flechtenpilzes : Mit wenig Schwierigkeit kultivierte ich den Pilz nach der Petrischalenmethode aus Askosporen.

b_2) Der Flechtenalge : Die Alge erwies sich als schwer kultivierbar. Von 20 in Reagensgläser übertragenen Zellen gediehen nur 4 zu Reinkulturen, die ausserdem nur langsam an Grösse zunahmen. Der Temperaturversuch gab die Erklärung für dieses bei *Cystococcus* ungewohnt schlechte Wachstum.

c) Nahrungs- und Temperaturansprüche der beiden Flechtenbildner.

c_1) Des Flechtenpilzes : Auf den vier Nährböden verhielt sich der Pilz sehr verschieden (Tab. 86). Ausser Farbe 212 nahm er auf Malzagar die etwas dunklere Farbe 211 an und die etwas hellere 213; mit den gleichen Farben war das Substrat verfärbt, wobei an der Agaroberfläche stellenweise kristallinische Ausscheidungen eines gelben Stoffes auffielen. In Kap. IV, D, 2 beweisen wir, dass es sich dabei um den auch in der natürlichen Flechte gebildeten Stoff Stictaurin handelt. Der Pilz allein vermag also den bisher nur in Flechten gefundenen « Flechtenstoff » zu bilden.

Diese Stictaurinbildung fehlte bei den drei andern Nährböden vollständig, was an den Farben und unter dem Mikroskop zu erkennen ist (Tab. 86).

Als Impfmaterial für den Temperaturversuch (Tab. 87 und Abb. 29) kamen, wie beim Nährstoffversuch, durchwegs junge, kurz vorher aus Sporen gewonnene Myzelstücke zur Verwendung, die alle noch nicht begonnen hatten, Stictaurin zu bilden. So war es möglich, die Abhängigkeit von der Temperatur für die Fähigkeit der Stictaurinbildung zu prüfen. Bei der ersten Ablesung nach 11 Wochen weist keine Kultur unter 15° die Bildung des Flechtenstoffes von Auge sichtbar auf. Als Farbe der Kulturen gilt annähernd 184. Bei 15° sind zu dieser Zeit zwei Kulturen in der Mitte kräftig orange, zwei Kulturen erst wenig gefärbt und sechs Kulturen zeigen wie diejenigen bei den tieferen Temperaturen Farbe 184. Bei 18—24° sind alle Kulturen durch die Stictaurinbildung gelb gefärbt, besonders in der Mitte. Bei 21° hat sich um 4 Kulturen herum sogar auf dem Agar in einem Abstand bis zu 2,5 mm Stictaurin abgeschieden. Die Temperatur optimaler Stictaurinbildung ist deutlich höher als die des optimalen Wachstums.

Tab. 87 Einfluss der Temperatur auf das Wachstum der Komponenten von *Candelariella vitellina*

Temperatur	*Candelariellomyces vitellinae* (Ehrh.) (Stamm 46)				*Cystococcus* (Klon 46 a) nach 110 Tagen		
	nach 70 Tagen		nach 110 Tagen				
	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe
° C	mm	±	mm	±	mm	±	mm
0	1,2	0,12	1,6	0,11	0,5	—	0,5
3	1,6	0,10	2,5	0,14	0,7	0,10	0,5
6	1,9	0,16	3,0	0,17	1,9	0,10	1
9	2,3	0,21	4,2	0,27	3,3	0,32	1,5
12	3,2	0,19	6,1	0,23	4,2	0,35	2,5
15	3,8	0,17	6,7	0,22	6,1	0,45	3,5
18	4,8	0,19	7,8	0,31	2,0	0,28	1,5
21	4,5	0,27	5,9	0,29	tot	—	—
24	2,5	0,24	4,8	0,21	—	—	—
27	tot	—	—	—	—	—	—

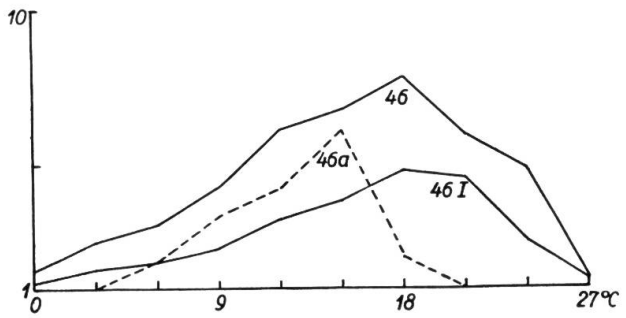

Abb. 29
Einfluss der Temperatur auf das Wachstum bei:
Candelariellomyces vitellinae (Ehrh.) (Stamm 46) nach 70 Tagen (46 I) und nach 110 Tagen (46),
Cystococcus (Klon 46 a) aus *Candelariella vitellina* nach 110 Tagen.

Bei der zweiten Ablesung nach weiteren 6 Wochen haben sich die Verhältnisse unwesentlich geändert. Von 0—12° sind die Kulturen weiss bis rosa (184); in der Mitte bildete sich flaumig weisses Luftmyzel. Die Kulturhöhe beträgt bei 6—9° 1,5 mm mit 0,5 mm langem Luftmyzel, bei 12° 2 mm mit 1,5 mm langem Luftmyzel. Bei 15° haben alle Kulturen Stictaurin gebildet, in 2 Kolben so reichlich, dass es sich auf der Agaroberfläche abschied. Auch das spärliche Luftmyzel ist gelb.

Um jede Kultur von 18° ist auf dem Agar stellenweise Stictaurin abgeschieden. Der Pilz bildet wenig Luftmyzel, und dieses ist, wie der ganze Pilzkörper, über und über mit gelben Kriställchen besetzt. Nur ganz wenige Stellen von frisch herausgewachsenem Myzel sind frei von Stictaurin; die Kulturhöhe erreicht 3 mm. Flacher sind die Kulturen bei 21° : 2 mm, teilweise nur 1 mm, und vollständig überdeckt mit Stictaurin, das sich auch rings um jede Kultur auf dem Agar ausgeschieden findet bis zu einer Entfernung von 1,5 mm. Bei 24° erscheinen ebenfalls alle Kulturen gelb; 4 von 10 haben auf dem Agar Stictaurin abgeschieden; frisch ausgewachsene Myzelteile sind weiss. Die Kulturhöhe überschreitet nie 1,5 mm. Bei 27° bleiben die Kulturen während den ersten Wochen am Leben, gehen dann aber zugrunde.

Zusammenfassend erkennen wir bei 18° das beste Wachstum des Pilzes. Unterhalb von 18° ist das vertikale Wachstum ausgeprägt, wodurch also bei gleichem Durchmesser die grössere Pilzmasse entsteht als oberhalb von 18°; hier wächst der Pilz mehr in die Breite.

Stictaurinbildung erfolgt bei 15—24°. Bei 18° und bei 21° bildet der *Candelariellomyces* wohl annähernd gleichviel Stictaurin, aber das Verhältnis von Stictaurin zu gewachsenem Pilz ist bei 21° grösser, weil die Pilzmasse dort wesentlich kleiner ist. Das Ergebnis der ersten Ablesung bestätigend erkennen wir : die günstigste Temperatur für die Stictaurinbildung liegt um zirka 3° höher als die günstigste Temperatur für das Wachstum.

c_2) Der Flechtenalge : Dieser Temperaturversuch (Tab. 87 und Abb. 29) liess verstehen, wieso die Alge bei Zimmertemperatur so schwierig zu kultivieren war : die Temperaturen sind zu hoch. Es wäre interessant zu erfahren, ob sich in derselben Flechte bei tiefer gelegenen Fundorten Algen finden mit höherem Wachtsumsoptimum und -maximum. Die Flechte kommt auch in der Gegend von Zürich häufig vor (410 m ü. M.).

Bei allen Temperaturen sehen sich Farbe und Form der Kolonien ähnlich. Die Farbe bestimmte ich mit 371; die Kolonieform ist unregelmässig.

d) Vergleich der Temperaturansprüche der beiden Flechtenbildner (Abb. 29).

Das Wachtumsoptimum des Pilzes liegt um 3°, das Wachtumsmaximum um 6° höher als das der Alge. Der Pilz ist bei allen Temperaturen oberhalb von 18° der Alge gegenüber im Vorteil. In der Natur dürfte er diesen Vorteil kaum ausnützen können, weil die Flechte nur auf Steinen gedeiht; Steine sind aber in unserer Gegend bei Temperaturen über 18° meist nur kurze Zeit feucht. Sie trocknen nach sommerlichen Regenfällen rasch und lassen den Flechtenbildnern keine Zeit zum Wachsen.

32. *Einige weitere kultivierte Flechtenpilze*

Ausser den beschriebenen Flechtenpilzen wurde eine weitere Anzahl kultiviert ohne eine Bearbeitung; da es wissenswert ist, dass sie auf Malzagar wachsen, zählen wir sie kurz auf :

Cypheliomyces (Th. Fr.) spec., Stamm 49, von der Ibergeregg.
Allarthoniomyces patellulatae (Nyl.), Stamm 124, aus Uppsala.
Roccellomyces fuciformis (DC.), Stamm 137, Griscione, Korsika, keine Reinkultur.
Catillariomyces Ehrhartianae (Ach.), Stamm 124, Uppsala.
Cladoniomyces cocciferae f. pleurotae (Floerk.), Stamm 89, ob Wangs.
Cl. furcatae f. pinnatae (Wain.), Stamm 90, ob Wangs.
Cl. fimbriatae (L.), s. str., Stamm 91, ob Wangs.
Ramalinomyces fraxineae (Ach.), Stamm 106, Uppsala.
Phlyctidomyces agelaeae (Ach.), Stamm 128, Uppsala.
Usneomyces floridae (L.), Stamm 70, ob Wangs.
Caloplacomyces ferrugineae (Huds.), Stamm 104, Uppsala.
Caloplacomyces pyraceae (Ach.), Stamm 107, Uppsala.
Caloplacomyces aurantiacae (Lghtf.), Stamm 108, Uppsala.
X. fallacis (Hepp), Stamm 99, Uppsala.
Buelliomyces punctiformis (Hoffm.), Stamm 121, Uppsala.
Cetrariomyces islandicae (L.), Stamm 120, Uppsala.

Trotz vieler Versuche mit verschiedenen *Peltigeromyces*-Arten gelang es mir ebensowenig wie Werner (1927), einen Stamm dieser Gattung zu kultivieren. Die Sporen keimen in Nährlösung; auf Agar gehen sie zugrunde.