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: 3: Vergleichender Überblick zu den Untersuchungen kultivierter Flechtenbildner

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: 11.07.2025

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

Kapitel III

Vergleichender Überblick zu den Untersuchungen kultivierter Flechtenbildner

A. Nährstoffansprüche der Flechtenbildner

1. Nährstoffansprüche der untersuchten Flechtenpilze

Es besteht die Möglichkeit, die untersuchten Flechtenpilze zu gruppieren nach den « Flechtenfamilien », aus deren Vertreter sie isoliert wurden. Weil aber solche Familien nicht natürliche, sondern künstliche Gruppen darstellen, vergleichen wir die Flechtenpilze der verschiedenen Gattungen unvoreingenommen unter sich und miteinander (Tab. 88 und 89).

a) Baeomycomyces : Die Nährstoffansprüche der untersuchten Pilze sind sehr ähnlich. Für beide ist die Kombination Zucker- und Stickstoffnahrung in Form von Malzagar viel günstiger als Stickstoffnahrung allein (in Form von Pepton) oder Zuckernahrung allein (in Form von Glukose). Auf Glukoseagar wachsen die Pilze nur wenig besser als auf Knopagar ohne weitere organische Zusätze, wobei die Kulturen von *B. byssoidis* auf Glukoseagar aber doppelt so hoch sind. *Baeomycomyces* vermag also dem reinen Agar gut Nährstoffe zu entziehen. Auffallend unterscheiden sich die beiden Stämme in ihrem Wachstum auf Malzagar; *B. byssoidis* wächst um einen Viertel besser als *B. roseus* (bei Beobachtung der verschiedenen Höhen). Man kann also die beiden Stämme in Kultur gut voneinander unterscheiden, obschon im ganzen ihre Nährstoffansprüche ähnlich sind.

b) Cladoniomyces : Mit einer Ausnahme wachsen alle 12 Stämme am besten auf Malzagar. Um einen Drittel geringer bis halb so gut ist das Wachstum auf Peptonagar, also ohne Zuckernahrung. Weiter nimmt die Wuchsfähigkeit um etwa die Hälfte ab auf Glukoseagar und Knopagar. Glukoseagar allein vermag das Wachstum von *Cladoniomyces* kaum zu fördern, und dem Agar kann er nur mühsam Nährstoffe entziehen.

Die drei *Cladoniomyces digitatae*-Stämme sind wohl miteinander identisch. Ein vor kurzem kultivierter Stamm von *C. cocciferae f. pleu-*

Tab. 88 Wachstum der untersuchten Flechtenpilze nach 180 Tagen in Abhängigkeit vom Nährboden.

Untersuchter Flechtenpilzstamm	Nährboden							
	Malz		Pepton		Glukose		1/3 Knop	
	Durchmesser	Höhe	Durchmesser	Höhe	Durchmesser	Höhe	Durchmesser	Höhe
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Baeomycomyces byssoid. 27	22,6	5	12,0	5	10,4	4	10,8	1,5
B. rosei 52	18,6	2	12,5	2,5	10,2	2	12,1	2
Cladoniomyces digit. 18	17,0	5	6,2	2	3,7	2	3,0	1,5
C. digitatae 30	16,8	4,5	6,7	1,5	4,2	1,5	2,5	1
C. digitatae 67	17,3	5	5,9	2	3,8	2	2,7	2
C. squamosae 34	12,2	5	7,8	2	2,6	1,5	4,1	1
C. pyxidatae f. chlor. 15	15,1	4,5	5,4	2	3,8	2	3,0	2
C. pyxidatae f. chlor. 20	16,2	5	8,2	2,5	6,0	3	4,6	1,5
C. pyxidatae f. chlor. 37	9,4	3	10,2	3,5	5,1	2	3,6	2
C. pyxidatae f. chlor. 39	13,1	5	5,2	2	2,8	2	2,4	1,5
C. pyxidatae f. chlor. 41	12,6	3,5	6,2	3	4,7	2	3,6	1,5
C. fimbriatae v. apolept. f. ochrochlorae 12	10,4	3	5,8	5	4,0	2,5	3,3	2
C. fimb. v. ap. f. och. 32	14,8	5,5	7,5	2	4,8	1,5	5,0	1
C. fimb. v. ap. f. och. 35	12,6	6	7,5	2	2,8	2	2,9	1,5
Stereocaulomyces paschalis 26	11,2	4,5	8,6	2,5	9,1	3	10,3	2,5
Physciomyces pulv. 63	7,9	4	1,7	1	4,2	4	1,0	1
Anaptychiomyces cil. 71	9,2	5	—*)	—*)	4,3	3	1,8	1
Xanthoriomyces par. 43	6,2	3	1,8	1	5,6	4,5	1,0	1
X. parietinae 59	5,6	4	2,1	1	3,2	2	1,0	1
X. parietinae 60	7,1	3,5	2,3	1	3,4	1,5	1,0	1
Caloplacomyces mur. 44	7,2	3	3,3	2	4,8	3	3,9	2
C. murorum 66	4,8	2	3,1	2	6,3	3	5,2	2
C. cerinae 61	8,5	5	7,9	2	4,2	1,5	4,5	1,5
C. elegantis 65	4,9	3	3,0	1,5	3,2	2	3,2	1
Icmadophilomyces er. 17	9,3	4	5,2	2	4,0	2	4,8	1,5
Candelariellomyces vitellinae 46	7,8	2	6,9	1,5	3,7	3	3,6	1,5

*) Bedeutet verunglückt.

Tab. 89 Wachstum der untersuchten Flechtenbildner in Abhängigkeit vom Nährboden. Die Basiszahl bedeutet die Anzahl Stämme bzw. Klone mit bestem (= Exponent I), zweitbestem (= Exponent II) usw. Wachstum

Flechtenbildner	Malz	Pepton	Pepton-Glukose	Glukose	⅓ Knop
Baeomycomyces	2^{I}	2^{II}	—	2^{IV}	2^{III}
Cladoniomyces	11^{I}; 1^{II}	1^{I}; 11^{II}	—	9^{III}; 3^{IV}	3^{III}; 9^{IV}
Stereocaulomyces	1^{I}	1^{IV}	—	1^{III}	1^{II}
Physciomyces	1^{I}	1^{III}	—	1^{II}	1^{IV}
Xanthoriomyces	3^{I}	3^{III}	—	3^{II}	3^{IV}
Caloplacomyces	3^{I}; 1^{III}	1^{II}; 3^{IV}	—	1^{I}; 2^{II}; 1^{IV}	1^{II}; 3^{III}
Icmadophilomyces	1^{I}	1^{II}	—	1^{IV}	1^{III}
Candelariellomyces	1^{I}	1^{II}	—	1^{III}	1^{IV}
Cystoccoccus aus *Cladonia* . .	1^{I}; 9^{II}; 6^{III}	—	15^{I}; 1^{III}	7^{II}; 9^{III}	—
Cystococcus aus *Xanthoria* . .	5^{II}; 1^{III}	4^{IV}; —	6^{I}	1^{II}; 5^{III}	—
Cystococcus aus *Caloplaca* . .	1^{I}; 1^{II}	2^{IV}	1^{I}; 1^{II}	2^{III}	—
Cystococcus, alle 24 Klone . .	2^{I}; 15^{II}; 7^{III}	6^{IV}; —	22^{I}; 1^{II}; 1^{III}	8^{II}; 16^{III}	—

rotae unterscheidet sich von diesen. Alle rotfrüchtigen Stämme zeigen zwar viel Ähnlichkeit mit den übrigen *Cladoniomyceten,* bilden aber innerhalb der Gattung auch in Kultur eine Sondergruppe durch ihre Substratverfärbung und durch die Abscheidung schwefelgelber Farbstoffe.

c) Xanthoriomyces: Die drei Stämme wachsen auf Malzagar am besten und verfärben ihn in alten Kulturen mit den Farben 141, 156, 157, 161. Glukose allein nährt jedoch den Pilz auf Agar besser als Pepton allein. Das ist auffallend, weil die Flechte *Xanthoria* in der Natur gerne an stickstoffreichen Orten wächst. Agar ohne organischen Zusatz regt den Pilz nicht zum Wachstum an.

d) Caloplacomyces: Aus den vier untersuchten Stämmen sind die Nährstoffansprüche von *Caloplacomyces* noch nicht klar ersichtlich; es bedarf weiterer Versuche. Wie bei *Xanthoriomyces* tritt aber auch hier die Neigung hervor zum besten Wachstum auf Malzagar und zum zweitbesten Wachstum auf Glukoseagar. Glukose allein nährt mit Ausnahme von *Caloplacomyces cerinae* diese Pilze besser als Pepton allein. Wie bei *Xanthoria* ist das auffallend, da sich auch die Flechte *Caloplaca* in der Natur vorzüglich an stickstoffreichen Stellen finden.

Zusammenfassender Vergleich der Nährstoffansprüche der untersuchten Flechtenpilzgattungen

Eine erste Gruppe von Flechtenpilzen zeigt auf Malzagar das beste Wachstum und bei den geprüften Nährböden das zweitbeste auf Peptonagar. Hierzu gehören *Baeomycomyces, Cladoniomyces, Icmadophilomyces* und *Candelariellomyces.* In Vorversuchen waren diese Pilze auch schlecht gewachsen auf Agar mit Saccharose, Maltose, Laktose, Fruktose oder Mannose. Da die Flechten *Baeomyces, Cladonia* und *Icmadophila* in der Natur auf anscheinend stickstoffarmen Unterlagen wachsen, können wir das Verhalten ihrer Pilze noch nicht deuten.

Die Verhältnisse für *Candelariella* liegen klar. Diese Flechte findet man in der Natur an stickstoffreichen Stellen sehr häufig, z. B. auf Steinen, wo sich oft Vögel hinsetzen. So machte mich in der Gegend von Uppsala Herr Prof. Dr. E. Du Rietz darauf aufmerksam, wie die Spitzen von Felsen und Steinen auf offenem Felde fast immer mit *Candelariella* bewachsen sind. Als Krustenflechte ist sie in enger Verbindung mit dem Substrat, und so erklären unsere Versuche das Auftreten der Flechte an diesen bestimmten Standorten. *Candelariellomyces* bedarf in der Natur wie in Kultur reichlicher Stickstoffnahrung; daher wächst der Pilz auf Peptonagar fast gleich gut wie auf Malzagar und daher die Standortsgebundenheit von *Candelariella.*

Eine zweite Gruppe von Flechtenpilzen wächst ebenfalls auf Malzagar am besten, weist jedoch das zweitbeste Wachstum auf bei Glukoseagar. Zu dieser Gruppe gehört *Physciomyces, (Anaptychiomyces?), Xanthoriomyces* und *Caloplacomyces*. Gleich *Candelariella* wachsen diese Flechten in der Natur an stickstoffreichen Standorten. Es ist deshalb eigenartig, dass nicht auch ihre Pilze in Kultur Stickstoffnahrung bevorzugen. Möglicherweise können die Pilze die vorhandene Stickstoffnahrung nur dann verwenden, wenn gleichzeitig auch genügend Zucker als Nahrung zur Verfügung steht. Innerhalb der Flechte ist das dank der Assimilation der Algen der Fall.

Bei einer dritten Gruppe von Flechtenpilzen lässt sich die Wachstumsfähigkeit der kultivierten Pilze durch Änderung des Nährbodens nicht wesentlich ändern. Obschon ich mit diesen Eigenschaften nur einen Flechtenpilz, *Stereocaulomyces,* fand, verdient die Erscheinung Interesse. *Stereocaulomyces* zeigte auf Knopagar ein ansehnliches Wachstum. Er vermag also dem reinen Agar Stoffe zu entziehen und sich zunutze zu machen. Fügen wir diesem Nährboden nur Pepton zu, so führt dies zu einer Vergiftung des Pilzes und seine Wachstumsfähigkeit nimmt ab; in geringerem Masse trifft dies auch für Glukose zu. Malzagar, eine Vereinigung von Pepton- und Zuckernahrung, steigert die Wachstumskraft des Pilzes nur wenig. Diese Gleichgültigkeit gegenüber guten oder schlechten Nährböden dürfte eine Eigenart sein, die man im Zusammenhang mit der stammesgeschichtlichen Entwicklung solcher Flechtenpilze, ausgehend von rascherwachsenden bis zu den heute vorhandenen lichenisierten Formen erklären muss. Nur dank der Lichenisierung und der damit verbundenen Vorteile konnten sich die Flechtenpilze trotz ihres langsamen Wachstums bis heute halten.

2. *Nährstoffansprüche der untersuchten Flechtenalgen*

In den untersuchten Flechten fanden sich drei Algentypen. Weil jedoch von *Coccomyxa* und *Chlorella* zu wenige vergleichbare Klone zur Verfügung standen, verzichtete ich bei den Vertretern dieser Gattungen auf die Durchführung von Nährstoffversuchen und bearbeitete nur die *Cystococcus*algen.

Unter *Cystococcus* Nägeli ist die gleiche Alge verstanden wie von Treboux (1912), Chodat (1913), Petersen (1915), Warén (1920), Jaag (1929) und Raths (1938), weil Schwendener (1869, Tab. III, 25) als erster die von seinem Lehrer Naegeli beschriebene Alge, die er wohl in Originalpräparaten sah, auch in Flechten fand. Die Klone sind im folgenden nach den Flechten geordnet, aus denen sie stammen (Tab. 90 und 89).

Tab. 90 Wachstum der untersuchten *Cystococcusalgen* nach 120 Tagen in Abhängigkeit vom Nährboden.

Cystococcus Klon	Isoliert aus Flechte	Nährboden							
		Malz		Pepton		Pepton-Glukose		Glukose	
		Durchmesser	Höhe	Durchmesser	Höhe	Durchmesser	Höhe	Durchmesser	Höhe
		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
18 e.	*Cladonia digit.*	9,2	4,5	—	—	12,8	7,5	7,2	3,5
30 b.	*C. digitata*	9,6	5	—	—	17,4	6	9,7	5
31 a.	*C. digitata*	12,3	4,5	—	—	19,0	4,5	6,5	3,5
34 a.	*C. squamosa*	12,6	4	—	—	14,1	5	10,9	3
11 a.	*C. pyxidata f. chl.*	14,5	2	—	—	23,4	7	17,5	4
15 g.	*C. pyx. f. chloroph.*	10,5	5	—	—	17,5	8	11,7	6
16 a.	*C. pyx. f. chloroph.*	17,3	3	—	—	13,3	5	16,5	6
21 a.	*C. pyx. f. chloroph.*	14,1	3	—	—	14,6	4,5	13,8	5
37 a.	*C. pyx. f. chloroph.*	12,6	5	—	—	20,1	7	12,1	6
39 a.	*C. pyx. f. chloroph.*	10,4	3	—	—	15,6	8,5	12,3	6
41 a.	*C. pyx. f. chloroph.*	12,0	3,5	—	—	16,3	5	14,2	5
42 a.	*C. pyx. f. chloroph.*	8,0	5,5	—	—	12,1	6,5	6,6	3,5
12 a.	*C. fim. v. ap. f. och.*	8,7	5	—	—	12,6	7	8,3	4
32 a.	*C. fim. v. ap. f. och.*	7,5	4	—	—	10,8	6	8,1	5
33 a.	*C. fim. v. ap. f. och.*	9,2	5	—	—	15,1	7,5	7,3	4
35 a.	*C. fim. v. ap. f. och.*	10,8	4,5	—	—	15,5	6,5	7,5	4,5
59 a.	*Xanthoria pariet.*	14,6	3	3,4	0,5	21,1	6	9,0	3,5
73 b.	*Xanthoria pariet.*	13,2	3	—	—	17,5	6	13,6	3
60 a.	*Xanthoria pariet.*	13,2	3	4,1	0,5	23,3	5,5	10,8	3,5
43 a.	*Xanthoria pariet.*	12,8	2	4,3	0,5	15,2	3	11,1	3
55 a.	*Xanthoria pariet.*	15,2	2,5	5,1	0,5	23,2	5	11,9	3
56 a.	*Xanthoria pariet.*	14,0	3,5	—	—	20,1	5,5	13,0	4,5
44 a.	*Caloplaca murorum*	13,2	2	4,1	3	12,2	3	10,4	2,5
61 a.	*Caloplaca cerina*	16,4	3,5	4,4	0,5	17,6	7	10,2	5,5

a) Cystococcus aus *Cladonia:* Mit einer Ausnahme wachsen die 16 *Cystococcus*klone am besten auf Pepton-Glukoseagar. Malzagar ist als Nährboden etwas günstiger als Glukoseagar; in unseren Versuchen war möglicherweise die günstigste Malzkonzentration nicht erreicht. Aus dem Vergleich des Wachstums auf Pepton-Glukoseagar und Glukoseagar erkennt man, dass diese Algen den nötigen Stickstoff leichter organischen Verbindungen entnehmen (Pepton) als anorganischen (Nitrate der Knopschen Nährlösung). Auf Peptonagar erfolgte ebensowenig wie auf Knopagar ein messbares Wachstum. Die Alge ist ohne genügend Zuckernahrung ausserstande, organische Stickstoffnahrung zu verwerten.

b) Cystococcus aus *Xanthoria:* Sämtliche 6 Klone wachsen am besten auf Pepton-Glukoseagar, am zweitbesten mit einer Ausnahme auf Malzagar. Auch diese Klone würden wohl höhere Malzkonzentrationen bevorzugen. Auf Knopagar ist das Wachstum unmessbar gering, dagegen fördert Pepton die Vermehrung der Algen in allerdings geringem Masse. Es bleibt noch zu prüfen, ob die Belichtung für die Verwertung von Pepton bei Zuckermangel einen Einfluss ausübt. Es ist wahrscheinlich, denn nach den Tabellen 90 und 89 verarbeiten diese Algen die organischen Stickstoffverbindungen nur bei genügendem Vorhandensein von Zucker merklich. Im Lichte bilden sie aber selbst Zucker.

c) Cystococcus aus *Caloplaca:* Obschon nur die Zahlen zweier untersuchter Klone vorliegen, scheinen sich die für *Cystococcus* aus *Xanthoria* gemachten Bemerkungen zu bestätigen. Auch diese Algen lieben organische Stickstoffnahrung in Verbindung mit Zucker, wachsen aber auch auf Zuckernährböden nur mit Nitratstickstoff gut. Organische Stickstoffnahrung bietet auch ohne Zuckerzusatz einen allerdings geringen Vorteil gegenüber anorganischer.

Zusammenfassender Vergleich der Nährstoffansprüche der untersuchten Gruppen von Cystococcusklonen

Wie aus den Tabellen 90 und 89 ersichtlich ist, wachsen sämtliche untersuchten *Cystococcus*klone am besten auf Nährböden, in denen organische Stickstoffnahrung und Zucker vereinigt sind beim Vorhandensein von Mineralsalzen. Für fast alle Klone ist reichliche Pepton- und Zuckerzugabe günstig (Pepton-Glukoseagar mit 1 % Pepton und 2 % Glukose).

Von den drei genannten Gruppen lassen sich die Algen zusammenfassen, die mit Parietin bildenden Pilzen leben in den Flechten *Xanthoria* und *Caloplaca*. Die 26 *Cystococcus*klone aus *Cladonia* wachsen auf Knopagar gleich schlecht, auch wenn man ihnen Pepton zur Verfügung stellt. Von den *Cystococcus*klonen aus *Xanthoria* und *Caloplaca*

wachsen 6 von 8 auf Knopagar mit Pepton besser als ohne. Über die daraus sich ergebenden Schlüsse vgl. den folgenden Abschnitt (3).

Die *Cystococcus*algen aus *Xanthoria* und aus *Caloplaca* lassen sich in keiner Weise gruppenartig voneinander trennen. Das beweisen die Untersuchungen an den Algen von *Xanthoria* 43 und von *Caloplaca* 44. Wie in Kap. II, B, 24 und 25 angegeben, wuchsen beide Flechten auf dem gleichen Stein, wobei *Xanthoria parietina* die *Caloplaca murorum* sogar teilweise überwucherte. Wie sehr es interessierte, ob die beiden Flechten dieselben Algen enthalten, so liessen die Ergebnisse der Temperatur- und Nährstoffversuche mit den beiden Algen (Kap. II, B, 24 und 25) keine sicheren Schlüsse zu. Die Versuche wurden deshalb mit denjenigen Nährböden wiederholt, auf denen die Algen sich am meisten unterschieden, bei den Temperaturen, die die grössten Abweichungen ergeben hatten. Die mittleren Zahlen der Ergebnisse der Versuchsreihen mit je 10 Kulturen beider Klone finden wir auf Tabelle 91. Ergänzend und vergleichend sind dazu einige Bemerkungen nötig.

Tab. 91 Vergleich zwischen zwei *Cystococcus*algen aus *Xanthoria parietina* (Flechte 43) und aus *Caloplaca murorum* (Flechte 44). Wachstum nach 180 Tagen bei den unterschiedlichsten Nährböden und Temperaturen

Temperatur	Nährboden	Klon 43 d				Klon 44 c			
		Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe	Farbe	Durchmesser	Mittlerer Fehler	Höhe	Farbe
° C		mm	±	mm		mm	±	mm	
6°	Pepton-Glukose	9,9	0,41	3	372	6,2	0,21	3	401
9°	Pepton-Glukose	12,0	0,37	3,5	356	8,4	0,18	3	371
12°	Malz . . .	13,2	0,26	2	371	12,8	0,25	2	371
	Glukose . .	9,1	0,22	3	421	9,0	0,17	2,5	421
21°	Malz . . .	15,2	0,46	3	421	13,2	0,34	4	371
	Pepton-Glukose	14,5	0,24	4,5	351	10,5	0,46	3	366

Bei 6° wachsen die Kolonien von 43 d grobtraubig, undeutlich gefeldert. Klon 44 c bildet halbkugelige Kolonien mit einzelnen rundlichen Auswüchsen. Weitere Unterschiede ausser rundlicheren Formen sind geringeres Wachstum und dunklere Farbe als 43 d (Tafel 4, Abb. 1). Gegen

die Mitte hin zeigen die Kolonien von 43 d bei 9° auch Farbe 351, die Kolonien von 44 c auch Farbe 366. Bei beiden Klonen finden wir annähernd gleiche traubige Kolonieformen. Unterschiedlich sind sie in Höhe und Grösse und in der Farbe, die bei 43 d heller ist (Tafel 4, Abb. 2).

Bei 12° sind die Kolonien in Höhe, Grösse und Aussehen zum Verwechseln ähnlich. Erst nach genauem Beobachten erkennt man Formunterschiede : bei 43 d ist auf Malzagar die Oberfläche fast völlig glatt, schildförmig; bei 44 c findet sich eine Andeutung von radialer Faltung, wobei am Rand kleine Auswüchse auftreten. Auch auf Glukoseagar sind die Unterschiede gering. Beide Klone haben in der Koloniemitte kugelige Auswüchse von der Farbe 366; diese Auswüchse sind bei 44 c sichtlich kleiner (Tafel 4, Abb. 3).

Bei 21° sind die Kolonien von 43 d flach, zeigen geringere Höhe und grösseren Durchmesser als 44 c (cf. Tab. 91) und deutliche, radiale Faltung. Die Kolonien von 44 c sind rundlich mit 2—3 mm breiten Auswüchsen am Rand (Tafel 4, Abb. 4).

Wir sehen somit, dass der *Cystococcus*klon aus *Xanthoria* und der *Cystococcus*klon aus *Caloplaca* untereinander sehr ähnlich sind. Sorgfältige Spezifizitätsversuche lassen jedoch sichere Unterschiede herausschälen.

Die Zellgrösse ist unter dem Mikroskop bei beiden Klonen ähnlich; da wir keine variationsstatistischen Messungen durchführten, verzichteten wir auf eine Benennung der beiden Algen. Nach ihrem Verhalten in Kultur müsste man sie zweifellos zur gleichen Art rechnen, wobei sie als Unterarten voneinander zu trennen wären. Die Alge von *Xanthoria parietina* 43 ist sehr nahe verwandt mit der Alge von *Caloplaca murorum* 44; eine Abgrenzung in *Xanthoria*algen und *Caloplaca*algen ist also unberechtigt, weil die *Xanthoria*alge 43 mit der *Caloplaca*alge 44 näher verwandt ist als mit andern *Xanthoria*algen.

3. Vergleich der Nährstoffansprüche der untersuchten Flechtenbildner

Die Beziehungen der Nährstoffansprüche der beiden Flechtenbildner in der Natur wären leicht verständlich, wenn sich in Kultur nachweisen liesse, dass sie sich in dieser Hinsicht ergänzten. Unsere Versuche zeigen jedoch das Gegenteil. Die untersuchten 25 Flechtenpilzstämme wachsen mit zwei Ausnahmen auf einem Nährboden, in dem organische Stickstoffverbindungen und Zucker vereinigt sind, besser als auf einem blossen Agarboden mit Mineralsalzen, oder mit Mineralsalzen und Zucker oder mit Mineralsalzen und organischen Stickstoffverbindungen. Auf den für Flechtenpilze günstigsten Nährböden wachsen auch sämtliche 24 untersuchten *Cystococcus*klone am besten (Tab. 89).

Anders liegen die Verhältnisse innerhalb der natürlichen Flechte. Flechtenpilz und Flechtenalge wachsen hier nicht unter optimalen Bedingungen (vgl. Kap. I, A, 4 d; Soredien auf Malzagar). Wie erwähnt, kann man bei den nicht durch Pilze und Bakterien verunreinigten Soredienklümpchen das Verhalten beider Flechtenbildner gut beobachten. Sie trennen sich, was einer Entlichenisierung gleichkommt (nach Gäumann mündlich). Durch die günstigen Lebensbedingungen wächst die Soredie nicht zu einer Flechte aus; vielmehr nährt sich der Flechtenpilz nicht mehr von der Flechtenalge, sondern vom leichter zugänglichen Substrat, und die dadurch freiwerdende Flechtenalge vermehrt sich unter den für sie ebenfalls günstigen Verhältnissen rascher. Flechten kommen also nur vor, weil die Flechtenpilze dann nicht unter den günstigsten Lebensbedingungen leben. Die Flechtenpilze wachsen ja, wie die Versuche zeigen, innerhalb der Flechte viel langsamer als unter günstigen Kulturbedingungen.

Die in ihren Nährstoffansprüchen untersuchten Flechtenpilze lassen 3 Gruppen erkennen. In der ersten Gruppe wachsen *Baeomycomyces*, *Cladoniomyces* und *Icmadophilomyces* in der Natur an ganz ähnlichen Standorten; sie bilden Flechten auf faulendem Holz in Wäldern. Der Stictaurin bildende *Candelariellomyces* nimmt eine Sonderstellung ein; die Zusammenhänge zwischen den Eigenschaften des Pilzes in Kultur und dem Standort in Form der Flechte wurden in Kap. III, A, 1 beachtet.

Zur zweiten Gruppe gehören nach den Nährstoffansprüchen in Kultur die untersuchten Vertreter der Gattungen *Physciomyces*, *Anaptychiomyces*, *Xanthoriomyces* und *Caloplacomyces*. Es kann kein Zufall sein, dass bei dieser Gruppierung wie oben diejenigen Pilze zusammengefasst sind, deren Flechten gleiche Standorte in der Natur haben; die Flechten *Physcia*, *Anaptychia*, *Xanthoria* und *Caloplaca* findet man leicht auf denselben Bäumen.

Der Vertreter der dritten Gruppe, *Stereocaulomyces*, kommt als Flechte auf mineralreichen, trockenen Böden vor. Nur an diesen Orten, wo sonst kaum Pflanzen gedeihen, vermochte sich dieser in Kultur auf allen Nährböden ungefähr gleichwachsende Pilz zu halten.

Somit verlaufen die Nährstoffansprüche der Flechtenpilze in Kultur parallel zum Standort der Flechtenpilze in Flechtenform : Flechtenpilze mit gleichen natürlichen Standorten haben in Kultur ähnliche Nährstoffansprüche.

Analoge Überlegungen drängen sich bei den untersuchten Flechtenalgen auf. Diese *Cystococcus*klone liessen sich in zwei Gruppen zusammenfassen, den *Cladonia*algen und den *Xanthoria-Caloplaca*algen. Bezeichnenderweise wachsen die *Xanthoria-Caloplaca*algen auf Pepton-

agar ohne Zuckerzusatz besser als die *Cladonia*algen: die Flechten *Xanthoria* und *Caloplaca* wachsen auch in Natur an Stellen mit viel organischen Stickstoffverbindungen. Demnach ist die eine Gruppe, nämlich die *Cladonia*algen, gebunden an Standorte auf faulendem Holz im Wald; die andere Gruppe, die *Xanthoria-Caloplaca*algen, vermag nur auf Bäumen und Steinen usw. zu gedeihen, die reichlich organische Stickstoffverbindungen bieten. Dem Phanerogamen-Ökologen ist die Standortsabhängigkeit für das Vorkommen vieler Pflanzen und Pflanzengruppen eine Selbstverständlichkeit. Eine solche Standortsabhängigkeit ist auch innerhalb von Algengattungen anzunehmen.

Eine zweite Möglichkeit der Gruppenbildung innerhalb der Gattung *Cystococcus* besteht in der engen Spezialisierung des Flechtenpilzes auf die Flechtenalge; z. B. könnten dann dem *Cladoniomyces* nur ganz bestimmte *Cystococcus*algen als Wirtspflanzen dienen, eben die *Cladonia*algen. Dadurch wäre der Flechtenpilz auf bestimmte Standorte angewiesen.

Jaag (1929) fand ebenfalls innerhalb der Gattung *Cystococcus* zwei Gruppen von Algen, die *Cladonia*algen und die *Parmelia*algen. Der Verfasser spricht von einer « spécificité générique » und meint damit die zweitgenannte Möglichkeit der Gruppenbildung. Das Wort « générique » bezieht sich dann auf den Flechtenpilz, nicht auf die Flechte. Indessen ist diese Spezialisierung von Flechtenpilzen auf ganz bestimmte Algengruppen nicht sicher. Auch die Standortsansprüche der Algen können schuld sein daran, dass eine an gewisse Standorte gebundene Flechtenpilzgattung nur mit ganz bestimmten *Cystococcus*algen zusammen in der Natur Flechten bildet. Wenn *Cladoniomyces* in der Synthese mit *Cladonia*algen und z. B. mit *Parmelia*algen, oder wenn er regelmässig nur mit *Cladonia*algen eine Flechte bildet, erst dann ist diese Frage entschieden.

B. Temperaturansprüche der Flechtenbildner

1. Temperaturansprüche der untersuchten Flechtenpilze (Tab. 92)

a) Baeomycomyces: Von 0—18°, d. h. bis zur günstigsten Wachstumstemperatur, ist der Kurvenverlauf für *B. byssoidis* und *B. rosei* gleich. Scharf unterscheiden sich die beiden Stämme in ihrem Verhalten bei 21°. *Baeomycomyces rosei* wächst bei dieser Temperatur etwas besser als bei 15°, während *B. byssoidis* sein Wachstum fast ganz einstellt (Tafel 3, Abb. 1).

b) Cladoniomyces: Von den 16 untersuchten Stämmen wachsen 12 am besten bei 18°; die übrigen 4 Stämme haben ein nur um 3° höheres, bzw. tieferes Wachstumsoptimum. Ein kultivierter *Cladoniomyces* aus

Tab. 92 Die günstigsten Wachstumstemperaturen der untersuchten Flechtenpilze. Die Zahlen bezeichnen den Pilzstamm

Untersuchte Pilze	Temperatur C°		
	15°	18°	21°
Baeomycomyces			
byssoidis	—	27.	—
rosei	—	52.	—
Untersuchte Stämme zusammen	—	2	—
Cladoniomyces			
digitatae	—	18. 67. 30. 87.	—
rangiferinae	—	92.	—
squamosae	—	—	34.
pyxidatae f. chlorophaeae .	15.	20. 37. 39. 41.	—
fimbriatae v. apoleptae f. ochrochlorae	—	12. 32.	35.
fimbriatae v. simplicis f. minoris	88.	—	—
botrytis	—	105.	—
Untersuchte Stämme zusammen	2	12	2
Stereocaulomyces			
paschalis	26.	—	—
Untersuchte Stämme zusammen	1	—	—
Physciomyces			
pulverulentae	63.	—	—
Untersuchte Stämme zusammen	1	—	—
Anaptychiomyces			
ciliaris	—	71.	—
Untersuchte Stämme zusammen	—	1	—
Xanthoriomyces			
parietinae	—	—	59. 60. 43.
Untersuchte Stämme zusammen	—	—	3
Caloplacomyces			
murorum	—	66.	44.
cerinae	—	—	54. 61.
elegantis	—	65.	—
Untersuchte Stämme zusammen	—	2	3
Icmadophilomyces			
ericetorum	—	—	17.
Untersuchte Stämme zusammen	—	—	1
Candelariellomyces			
vitellinae	—	46.	—
Untersuchte Stämme zusammen	—	1	—

Korsika konnte leider für diese Zusammenstellung nicht mehr untersucht werden. Da sich jedoch ein Pilz aus Schweden *(C. botrytis)* und 15 Pilze aus verschiedenen schweizerischen Höhenlagen darunter befinden, darf man annehmen, dass das Wachstum von *Cladoniomyces* am günstigsten ist in einem Temperaturbereich von 15—21°. Wie *Cladoniomyces* mit *Cystococcus*algen zusammen eine einheitliche, an ihren Podetien leichtkenntliche Gruppe von Flechten bildet und wie sich die Nährstoffansprüche und das Aussehen der Kulturformen gleichen, so sind die untersuchten Pilze auch in ihren Temperaturansprüchen ähnlich.

c) Stereocaulomyces : Diesem Pilz kam eine Sonderstellung zu unter den Flechtenpilzen infolge seiner Gleichgültigkeit gegenüber verschiedenen Agarnährböden. Diesen Platz nimmt er auch bezüglich der Temperaturansprüche ein, denn man vermag seine Wachstumsfähigkeit durch Verändern der Temperatur nur wenig zu verschieben.

d) Physciomyces-Anaptychiomyces : Wiewohl diese beiden Pilze eine voneinander verschiedene günstigste Wachstumstemperatur haben, darf man sie zusammenfassen. Schon seit langem wurden diese beiden Pilze auf Grund ihrer Fruchtkörper in lichenisiertem Zustand als verwandt bezeichnet. Aber auch die Nährstoffansprüche und das Aussehen der Kulturen sind ähnlich. Nun gab der Temperaturversuch für beide Pilze fast gleich verlaufende, eigentümliche Kurven, die sich von den Kurven aller andern bisher untersuchten Flechtenpilze auffallend abheben. Kennzeichnend ist der breite optimale Wachstumsbereich zwischen 9° und 21°. Innerhalb dieser Temperaturspanne wachsen die beiden Pilze fast gleich gut. Es bleibt zu prüfen, ob diese eigenartige Temperaturabhängigkeit des Wachstums für alle *Physciomycetaceen* zutrifft.

e) Xanthoriomyces-Caloplacomyces: Wegen ihres lichenisierten Vorkommens auf gleichen Standorten in der Natur, der ähnlichen Nährstoffansprüche und dem fast gleichen Aussehen in Kultur, und wegen der gemeinsamen Fähigkeit, Parietin zu bilden, liegt es nahe, die beiden Pilze zusammen zu besprechen. Ihre Temperaturansprüche rechtfertigen dies. Beide wachsen am besten bei 18—21°. Temperaturen bis 24° können noch günstig sein, doch haben die Pilze anfänglich Schwierigkeiten, indem das Impfstück Gefahr läuft, abzusterben, bevor es auf dem neuen Nährboden auswächst.

Es fragt sich, ob es nicht richtiger wäre, die beiden Pilzgattungen zu vereinen. Ihre Ähnlichkeit in den Kulturversuchen spricht dafür. Auch in lichenisiertem Zustand sind die Pilze nicht immer leicht zu trennen. So lässt sich *Xanthoria lobulata* (Floerk.) B. de Lesd. nur mit Mühe von *Caloplaca* unterscheiden. Es dürfte besonders aufschlussreich

sein, ihren Pilz zu züchten und mit verschiedenen *Caloplacomyceten* zu vergleichen.

f) Icmadophilomyces-Candelariellomyces: Zahlbruckner (1926) stellt die Flechten dieser beiden Pilzgattungen in die Gruppe *Lecanoraceae*. Biologisch weisen die beiden Pilze mancherlei Unterschiede auf. Am auffälligsten ist für *Candelariellomyces* die Stictaurinbildung, während bei *Icmadophilomyces* kein Auftreten von Flechtenstoffen beobachtet wurde. Das Aussehen der Kulturen beider Pilze ist ebenfalls sehr verschieden. *Icmadophilomyces* sieht auf allen Nährböden ähnlich aus; *Candelariellomyces* verändert seine Form und Farbe in Abhängigkeit vom Nährboden.

Die Temperaturansprüche der beiden Pilze lassen keine Übereinstimmung erkennen. Die günstigste Wachstumstemperatur liegt für *Candelariellomyces* um 3° höher, und der Verlauf der beiden Kurven zeigt wenig Ähnlichkeit. Die Gruppe der *Lecanoromycetaceen* ist vielleicht aufzuspalten.

Zusammenfassender Vergleich der Temperaturansprüche der untersuchten Flechtenpilze

Genaue Temperaturversuche mit Flechtenpilzen fehlten, und man war sich über die günstigsten Wachstumstemperaturen der Flechtenpilze im unklaren. Unsere Versuche können diese Frage erst für einige Gruppen entscheiden.

Bei 27° oder bei einer um wenig höheren Temperatur stellen alle untersuchten 31 Stämme ihr Wachstum ein und sterben auf den feuchten Agarböden ab. Am besten wachsen sie bei Temperaturen von 21 bis 15°. Doch zeigen die meisten Pilze auch bei 12—9° noch ein ansehnliches Wachstum bis hinunter zu tieferen Temperaturen.

2. *Temperaturansprüche der untersuchten Flechtenalgen (Tab. 93)*

a) Chlorella aus *Baeomyces* und *Icmadophila:* Beide Algen gedeihen bei 24° noch auffallend gut und unterscheiden sich in ihrer günstigsten Wachstumstemperatur nur wenig; sie wachsen bei 18—21° am besten. Die Klone haben auch im Aussehen ihrer Kolonien viel Ähnlichkeit.

b) Coccomyxa aus *Baeomyces* und *Icmadophila:* Der Klon aus *Baeomyces* stirbt schon bei 24°; die *Icmadophila*alge vermehrt sich noch bei 27°. Entsprechend liegt auch ihre günstigste Wachstumstemperatur um 3° höher. Wie die Temperaturansprüche der beiden Algen verschieden sind, unterscheidet man sie leicht auch an ihrer Form. Die Zellen der *Icmadophila*alge sind länglich, schlank; die Zellen der *Baeomyces-*

Tab. 93 Die günstigsten Wachstumstemperaturen der untersuchten Flechtenalgen. Die Zahlen bezeichnen den Algenklon.

Untersuchte Algen	Temperatur C°				
	12°	15°	18°	21°	24°
Chlorella aus					
Baeomyces roseus	—	—	52 a.	—	—
Icmadophila ericetorum . . .	—	—	—	14 L.	—
Untersuchte Klone zusammen .	—	—	1	1	—
Coccomyxa aus					
Baeomyces byssoides	—	—	80 a.	—	—
Icmadophila ericetorum . . .	—	—	—	17 c. 22 a. 25 a.	—
Untersuchte Klone zusammen .	—	—	1	3	—
Cystococcus aus					
Cladonia digitata	—	—	30 b. 31 a. 87 a.	18 e.	—
Cl. rangiferina	—	—	92 d.	—	—
Cl. squamosa	—	—	—	34 a.	—
Cl. pyxidata f. chlorophaea . .	—	—	15 g. 37 a. 39 a. 40 a. 41 a.	21 a. 42 a. 11 a.	16 a.
Cl. fimbriata v. apolepta f. ochrochlora	—	—	12 a. 32 a. 33 a. 35 a. 36 a.	—	—
Cl. fimbriata v. simplex f. minor	88 a.	—	—	—	—
Stereocaulon paschale	—	—	26 m.	—	—
Physcia pulverulenta	—	58 a.	—	—	—
Xanthoria parietina	59 a. 73 b. 55 a.	60 a. 43 a. 56 a.	—	—	—
Caloplaca murorum	—	44 a.	—	—	—
C. cerina	—	54 a.	61 a.	—	—
Candelariella vitellina	—	46 a.	—	—	—
Untersuchte Klone zusammen .	4	7	16	5	1

alge rundlich, oval. Jedenfalls gehören die beiden Algen zu verschiedenen Gruppen innerhalb der Gattung *Coccomyxa.*

c) Cystococcus aus *Cladonia :* Von den untersuchten 21 Klonen wachsen 19 am besten bei 18—21°. Klon 88 a scheint durch sein tieferes Wachstumsoptimum eine Ausnahme zu bilden; weil er aber bei 21° noch sehr gut wächst, dürfte hier irgendein Versuchsfehler mitspielen. Die günstigste Wachstumstemperatur liegt also für alle untersuchten *Cladonia*algen nahe bei 20°, d. h. etwas höher als Zimmertemperatur.

Die einzigen Temperaturversuche, die bisher für die Flechtenalgen von *Cladonia* vorliegen, stammen von J a a g (1929 und 1929 a). Der Verfasser fand (1929 a, S. 151) : « Die hohen Temperaturen von 29° und 23° verhinderten jegliche Entwicklung sämtlicher Gonidienarten : bei 5° dagegen vermehrten sich alle Arten ohne Ausnahme und ergaben die vollkommensten Kulturen, die ich je erhielt. » ... « So zeigt sich unzweideutig, dass die Gonidien der untersuchten Flechten sich in relativ tiefen Temperaturen am ausgiebigsten vermehren. » 1929 (S. 122) lesen wir : « Les gonidies que nous avons étudiées sont aussi susceptibles d'un très beau développement à des températures relativement basses; faut-il dès lors penser que ce résultat pourrait s'appliquer à toutes les catégories de lichens ? » Tab. 93 verneint diese Frage.

Nachdem die Ergebnisse von J a a g von den meinen stark abweichen, ist dies weniger auf den Umstand zurückzuführen, dass der Verfasser für seine Versuche nur 4 Klone von *Cladonia*algen verwendete, als auf die Tatsache, dass er in seinen Versuchsserien nur die extremen Temperaturen von 1°, 5°, 23° und 29° berücksichtigen konnte (1929, S. 80 f.). Die Temperaturen mit dem günstigsten Wachstum fielen weg. Bei 24° zeigten die meisten meiner Klone ein erhebliches Wachstum, einer sogar optimales.

d) Cystococcus aus *Stereocaulon :* Dieser Klon weicht von den andern *Cystococcus*algen ab durch sein ungewohnt rasches Wachstum bei den optimalen Temperaturen, besonders bei 12—24°.

e) Cystococcus aus *Physcia, Xanthoria, Caloplaca* und *Candelariella:* Für diese Gruppe von Flechtenalgen liegt das günstigste Wachstum bei rund 6° tieferen Temperaturen als für die *Cladonia*algen, also bei 12—15°. Im übrigen zeigen sich bei diesen Algen in ihrem Verhalten bei den verschiedenen Temperaturen Unterschiede. *Caloplaca*algen und *Xanthoria*algen können gleich wie in ihren Nährstoffansprüchen auch in ihren Temperaturansprüchen fast vollständig übereinstimmen. So ist der Klon 43 a (aus *Xanthoria parietina)* in seinen Temperaturansprüchen dem Klon 44 a (aus *Caloplaca murorum)* ähnlicher als allen geprüften *Xanthoria*algen.

Der *Cystococcus* aus *Candelariella* fiel auf wegen seines niedrigen Temperaturmaximums. Schon bei 21° stirbt die Alge ab und wächst bei 18° nur mühsam. Der *Cystococcus* aus *Physcia* zeigte neben den *Xanthoria*algen keine Besonderheiten.

Zusammenfassender Vergleich der Temperaturansprüche der untersuchten Flechtenalgen

Als günstigster Temperaturbereich für das Wachstum der 39 untersuchten Klone von Flechtenalgen gelten Temperaturen von 12—21°. Die obere Wachstumsgrenze lag bei 24—30°.

3. Vergleich der Temperaturansprüche der untersuchten Flechtenbildner (Tab. 94)

Um zu wissen, in welcher Weise das Wachstum einer Flechte von der Temperatur abhängig ist, genügt es nicht, die Temperaturabhängigkeit für das Wachstum des einen Flechtenbildners zu kennen. Wie bei *Xanthoria* und *Caloplaca* deutlich wird, kann man so leicht auf falsche Schlüsse verfallen. Deshalb wurden bei allen analysierten Flechten womöglich der Flechtenpilz und die Flechtenalge auf die Abhängigkeit des Wachstums von der Temperatur untersucht.

a) Baeomyces : In beiden untersuchten Flechten haben Flechtenpilz und Flechtenalge genau die gleiche optimale Temperatur. Auch der Kurvenverlauf deckt sich bei beiden Flechten für die Flechtenbildner. Diese Übereinstimmung geht soweit, dass der Pilz mit dem höheren Wachstumsmaximum in der Natur zusammen mit der Alge mit dem höheren Wachstumsmaximum eine Flechte bildete. *Baeomycomyces byssoidis* mit der niedrigeren maximalen Wachstumstemperatur lebte mit einer *Coccomyxa* mit übereinstimmender maximaler Wachstumstemperatur in einer Flechte.

Baeomycomyces hat somit den Vorteil, dass auch die Wirtsalge sich rascher vermehrt, wenn die Temperatur für sein Wachstum günstig ist. So ist keine Gefahr vorhanden, dass *Baeomycomyces* seine Wirtspflanze erdrückt und sich die Nahrungsquelle abschneidet.

Wenn Flechtenpilz und Flechtenalge gleiche Temperaturansprüche haben, ist ihr Zusammenleben am leichtesten verständlich. Dann kann ein einmal erreichtes Gleichgewicht zwischen Flechtenpilz und Wirtspflanze bei allen Temperaturen erhalten bleiben. Falls jedoch bei irgendeiner Temperatur der eine Flechtenbildner erheblich besser wächst, dann muss die Flechte auseinanderfallen; entweder erwürgt der Flechtenpilz die Wirtsalge, oder die Wirtsalge befreit sich durch rascheres Wachstum aus dem Flechtenverband und wird freilebend.

Tab. 94 Vergleich der günstigsten Wachstumstemperaturen der untersuchten Flechtenpilze mit den günstigsten Wachstumstemperaturen ihrer Algen. Die Zahlen mit Buchstaben bezeichnen die Algenklone; die eingeklammerten Zahlen sind die Temperaturoptima der Pilze

Untersuchter Flechtenpilzstamm	Das Temperaturoptimum der Algen ist gegenüber dem Temperaturoptimum der Pilze						
	um C° tiefer			gleich	um C° höher		
	9°	6°	3°	—	3°	6°	9°
Baeomycomyces byssoid. 27	—	—	—	80 a (18°)	—	—	—
B. rosei 52	—	—	—	52 a (18°)	—	—	—
Cladoniomyces digit. 18	—	—	—	—	18 e (18°)	—	—
C. digitatae 30	—	—	—	30 a (18°); 31 a	—	—	—
C. digitatae 87	—	—	—	87 a (18°)	—	—	—
C. rangiferinae 92	—	—	—	92 d (18°)	—	—	—
C. squamosae 34	—	—	—	34 a (21°)	—	—	—
C. pyxydatae f. chlor. 15	—	—	—	—	15 g	—	16 a (15°)
C. pyxydatae f. chlor. 20	—	—	—	—	21 a (18°)	—	—
C. pyxydatae f. chlor. 37	—	—	—	37 a (18°)	—	—	—
C. pyxydatae f. chlor. 39	—	—	—	39 a (18°); 40 a	—	—	—
C. pyxydatae f. chlor. 41	—	—	—	41 a (18°)	42 a	—	—
C. fimbriatae v. apoleptae f. ochrochlorae 12	—	—	—	12 a (18°)	—	—	—
C. fim. v. ap. f. och. 32	—	—	—	32 a (18°); 33 a	—	—	—
C. fim. v. ap. f. och. 35	—	—	35 a (21°); 36 a	—	—	—	—
C. fimbriatae v. simplicis f. minoris 88	—	—	88 a (15°)	—	—	—	—
Stereocaulomyces pasc. 26	—	—	—	—	26 m (15°)	—	—
Physciomyces pulver. 63	—	—	—	58 a (15°)	—	—	—
Xanthoriomyces par. 43	55 a	43 a (21°); 56 a	—	—	—	—	—
X. parietinae 59	59 a (21°); 73 b	—	—	—	—	—	—
X. parietinae 60	—	60 a (21°)	—	—	—	—	—
Caloplacomyces muror. 44	—	44 a (21°)	—	—	—	—	—
C. cerinae 54	—	54 a (21°)	—	—	—	—	—
C. cerinae 61	—	—	61 a (21°)	—	—	—	—
Icmadophilomyces ericetorum 17	—	—	—	17c (21°); 22a; 25a; 14L	—	—	—
Candelariellomyces vitellinae 46	—	—	46 a (18°)	—	—	—	—

Die Tatsache, dass viele Flechtenpilze weder zu nicht lichenisierten noch zu anderen lichenisierten Pilzen nahe Verwandtschaft zeigen, führt zur Auffassung, dass die Natur unter den Flechtenpilzen eine strenge Auswahl getroffen hat und nur diejenigen sich bis heute fortpflanzen liess, die dank besonderer Eigenschaften gegen Feinde und Konkurrenten trotzen konnten. So vermochten sich die wenigen heute noch lebenden *Baeomycomyces*arten nebst anderem wegen ihren mit den Wirtsalgen übereinstimmenden Temperaturansprüchen zu halten, während ihre nächsten, noch nicht lichenisierten Verwandten aus irgendwelchen Gründen ausstarben, vielleicht weil sie keine als Wirtspflanzen geeigneten Algen mit passenden Temperaturansprüchen fanden.

b) Cladonia : Da für diese Gruppe die Ergebnisse der Temperaturversuche mit den Flechtenbildnern von 14 analysierten Flechten vorliegen, ergibt sich ein guter Überblick, obschon einzelne Flechten in den Temperaturansprüchen ihrer Flechtenbildner vom « Normalfall » abweichen. Dieser gewöhnliche, für 9 Flechten (inklusive Flechte 41) zutreffende Fall zeigt das Übereinstimmen der günstigsten Wachstumstemperatur des Flechtenpilzes mit derjenigen der Flechtenalge (Tab. 94). Auch in den 5 übrigen Fällen sind die günstigsten Wachstumstemperaturen der Flechtenalgen gegenüber denen der Flechtenpilze nur um 3° höher oder tiefer, und die Kurven verlaufen bei beiden Flechtenbildnern ähnlich.

Für alle untersuchten *Cladoniomyces*arten und *Cladonia*algen liegt das günstigste Wachstum im Temperaturbereich von 12—23°. Falls genügend Feuchtigkeit vorhanden ist, wachsen somit die analysierten *Cladonia*flechten bei diesen Temperaturen am besten. Wenn man vermutet hat, dass ein Grund für die ausgiebige Verbreitung der Flechten in den nordischen Ländern in den Temperaturansprüchen der Flechtenbildner liege, so sprechen unsere Versuche dagegen. Auch unser *Cladoniomyces botrytis* aus der Gegend von Uppsala wächst ja am besten bei 18°. Gute Beobachtungen in der Natur auswertend, erkennt E. Fries (1831, S. LXXXII) die Bedeutung der Feuchtigkeitsverhältnisse: «Humiditati aëris, nec frigori, et aliarum stirpium defectui debetur insignior Lichenum vegetatio alpina, rore saepe contigue laetificata. » Zu viel Feuchtigkeit bevorteilt rascherwachsende Pilze und Algen vor den Flechtenpilzen und Flechtenalgen, und zu wenig Feuchtigkeit verunmöglicht selbst die Flechtenbildung.

c) Stereocaulon : Bei Temperaturen von 12—24° ist die Alge in ihrem Wachstum dem Flechtenpilz weit überlegen. Wahrscheinlich kann aber die Alge diesen Vorteil in der Flechte nie lange ausnützen, weil die Flechte in der Regel nur bei tieferen Temperaturen längere Zeit be-

feuchtet ist. Es ist im Versuch zu prüfen, ob das Gleichgewicht zwischen Flechtenpilz und Flechtenalge gestört wird, wenn man die Flechte längere Zeit befeuchtet bei 18° aufbewahrt; die Alge müsste dann durch ihr rascheres Wachstum den Pilz überwuchern und aus der Flechte heraustreten.

d) Physcia : Bei der analysierten Flechte haben Flechtenpilz und Flechtenalge die gleiche günstigste Wachstumstemperatur.

e) Xanthoria und *Caloplaca :* Die Algen dieser Flechten haben für ihr Wachstum ein um 3—9° (hauptsächlich 6°) tieferes Temperaturoptimum als die Pilze. Nachdem 6 Flechten dieser Gruppe von verschiedenen Standorten untersucht sind, scheint die gemachte Beobachtung eine Eigentümlichkeit der beiden Flechten zu sein. Wie mit aller Deutlichkeit aus den einzelnen Temperaturkurven der Flechtenbildner hervorgeht, können diese Flechten (mit Ausnahme vielleicht der Flechte 61) bei 21° nicht normal wachsen. Alle ihre Pilze wachsen bei dieser Temperatur am günstigsten, die Flechtenalgen sehr schlecht. Bewahren wir also eine *Xanthoria*flechte während längerer Zeit unter natürlichen Bedingungen befeuchtet bei 21° auf, dann muss nach den Versuchen im Flechtengebilde eine Störung eintreten. Das Algenwachstum ist gegenüber dem Pilzwachstum zu gering, so dass der Pilz den Algenbestand gefährdet. Dieser Versuch dürfte nicht nur hinsichtlich der Biologie der Flechten, sondern auch für Synthesen aufschlussreich sein.

f) Icmadophila : Bei *Icmadophila* stimmen die Temperaturansprüche sämtlicher Flechtenalgen mit den Temperaturansprüchen des Flechtenpilzes überein, in ihrem Temperaturoptimum wie im ganzen Kurvenverlauf. Wir fanden bisher keine andere Flechte, bei der die günstigste Wachstumstemperatur beider Flechtenbildner so hoch, nämlich bei 21°, lag. Da *Icmadophilomyces* sehr langsam wächst, scheint es besonders wichtig, dass seine Temperaturansprüche mit denen der Wirtsalge gut übereinstimmen; sonst ist eine Flechtenbildung unwahrscheinlich.

g) Candelariella : Hinsichtlich der Temperaturansprüche der beiden Flechtenbildner gehört *Candelariella* in die Gruppe der Flechten *Xanthoria-Caloplaca.* Auch hier liegt nicht nur das Wachstumsoptimum des Pilzes höher als bei der Alge, sondern der Pilz vermag bei um 6° höheren Temperaturen noch zu wachsen. Wenn man die untersuchte *Candelariella* unter natürlichen Bedingungen für längere Zeit zu einer Temperatur von 21° brächte, müsste ebenfalls eine Zerstörung des Flechtengebildes auftreten, weil die Alge sich nicht mehr vermehren kann, wogegen der Pilz noch kräftig wächst und die Algen abtöten würde.

Man kann sich fragen, warum Flechten, deren Flechtenbildner bei gewissen Temperaturen erheblich verschieden schnell wachsen, in der Natur nicht auseinanderfallen. Es ist anzunehmen, dass solche Flechten bei diesen Temperaturen nie längere Zeit befeuchtet sind. Nur wenn genügend Feuchtigkeit vorhanden ist, vermögen die Flechtenbildner zu wachsen. Bei Temperaturen über 18° sind aber die Flechten *Xanthoria, Caloplaca* und *Candelariella* in unsern Gegenden nie längere Zeit befeuchtet. Die Regenfälle haben meistens tiefere Temperaturen, und bis die Sonne die Temperatur auf 21° erhöht hat, sind diese Flechten infolge ihrer extremen Standorte auf Steinen, Mauern und Baumstämmen bereits ausgetrocknet, wodurch ein Wachstum ausgeschlossen ist. Bis aber durch rascheres Wachstum des einen Flechtenbildners das Gleichgewicht in der Flechte gestört wird, muss die Flechte nicht nur einige Stunden, sondern einige Tage befeuchtet sein, weil ja das Wachstum des betreffenden Flechtenbildners immer noch langsam ist. Die Flechten *Xanthoria, Caloplaca* und *Candelariella* sind somit an einen Standort gebunden, der ihnen nicht nur günstige Nahrungsbedingungen, sondern auch ein für sie günstiges Zusammenspiel von Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnissen bietet.

Zusammenfassender Vergleich der Temperaturansprüche der untersuchten Flechtenbildner

Bezüglich der Temperaturansprüche der Flechtenbildner sehen wir bei den untersuchten Flechten zwei Gruppen. Für die erste Gruppe, umfassend die Flechten *Xanthoria, Caloplaca* und *Candelariella,* wurde auf den Zusammenhang zwischen Temperaturansprüchen und Standort hingewiesen. Auch bei der zweiten Gruppe, zu der die Flechten *Baeomyces, Cladonia* und *Icmadophila* gehören, scheinen solche Zusammenhänge zu bestehen. Bei ihnen stimmen die Temperaturansprüche von Flechtenpilz und Flechtenalge gut, zum Teil sogar sehr genau überein. Die drei Flechten haben in der Natur ähnliche Standorte; sie kommen im Wald vor, auf einem Boden, der längere Zeit nass bleibt, wenn er einmal richtig befeuchtet wurde. Wenn also im Sommer ein 15° warmer Regen fällt und die Lufttemperatur im Walde sich auf 21° erhöht, dann sind diese Flechten bald auf die gleiche Temperatur erwärmt und bleiben feucht. Ihr Gleichgewicht erleidet jedoch keine Störung, weil die Temperaturansprüche für Flechtenpilz und Flechtenalge gleich sind.