

Die Flechtengattung *Arthrorhaphis* (Arthrorhaphidaceae, Ascomycotina) in Europa und Grönland

von

W. Obermayer

Institut für Botanik, A-8010 Graz, Holteigasse 6

Mit 9 Abbildungen, 2 Tabellen und 2 Karten

Obermayer, W. (1994): Die Flechtengattung *Arthrorhaphis* (Arthrorhaphidaceae, Ascomycotina) in Europa und Grönland. - Nova Hedwigia 58: 275-333.

Zusammenfassung: Die Arten der Gattung *Arthrorhaphis* Th. Fr. werden für Europa und Grönland revidiert. Es werden fünf auf Artniveau stehende Sippen anerkannt: *Arthrorhaphis alpina* (Schaerer) R. Santesson in D. Hawksworth, P. James & Coppins, *A. citrinella* (Acharius) Poelt, *A. grisea* Th. Fries, *A. muddii* W. Obermayer und *A. vacillans* Th. Fries & Almquist ex Th. Fries. *Arthrorhaphis fuscureagens* (Vainio) Poelt wird mit *A. grisea* synonymisiert, *Arthrorhaphis muddii* W. Obermayer (bisher häufig als *A. fuscureagens* bestimmt) wird als eine auf *Dibaeis baeomyces* (Syn.: *Baeomyces roseus*) wachsende Sippe neu beschrieben. Von *Arthrorhaphis alpina*, *A. citrinella* und *A. grisea* werden Lectotypen ausgewählt. — Das Auftreten von Calcium-Oxalat-Kristallen in der Medulla erweist sich als ein wichtiges diagnostisches Differentialmerkmal, das auch sterile Lager von *Arthrorhaphis alpina* und *A. vacillans* (mit Kristallen) gegen *A. citrinella*-Thalli (ohne Medullarkristalle) abgrenzen läßt. — Der Befall der Wirtsalgen durch *Arthrorhaphis*-Hyphen verursacht bei den Algen (zum Teil) einerseits eine rege Autosporendifferenzierung, andererseits (vermutlich) einen auffälligen Gestaltswandel des Photobionten, der durch die Ausbildung deutlicher Gallerthüllen gekennzeichnet ist. — Erstmals werden umfangreichere pH-Messungen des Substrats für die gelblagerigen Sippen der Gattung *Arthrorhaphis* durchgeführt. Der stark acidophilen *A. citrinella* stehen *A. alpina* (über mäßig Kalk-beeinflußtem Substrat) und *A. vacillans* (über deutlich kalkhaltigem Substrat) gegenüber. In der Reihenfolge der drei letztgenannten Arten geht mit der kontinuierlichen Abnahme der Bodenacidität sowohl eine Sporenverkürzung und schließlich Septenzahlverringerung, als auch ein vermehrter Einbau von Ca-Oxalat-Kristallen in die Medulla einher.

Summary: The taxa of the genus *Arthrorhaphis* Th. Fr. in Europe and Greenland are revised. Five species are recognized: *Arthrorhaphis alpina* (Schaerer) R. Santesson in D. Hawksworth, P. James & Coppins, *A. citrinella* (Acharius) Poelt, *A. grisea* Th. Fries, *A. muddii* W. Obermayer und *A. vacillans* Th. Fries & Almquist ex Th. Fries. *Arthrorhaphis fuscureagens* (Vainio) Poelt is regarded as synonym of *A. grisea*. *A. muddii* W. Obermayer (previously often identified as *A. fuscureagens*) living in *Dibaeis baeomyces* (Syn.: *Baeomyces roseus*), is described as new. Lectotypes for *Arthrorhaphis alpina*, *A. citrinella* and *A. grisea* are designated. — The occurrence of Ca-oxalate-crystals in the medulla proved to be an important character of diagnostic value to separate even sterile thalli of *A. alpina* and *A. vacillans* (both with crystals) from *A. citrinella* (without medullary crystals). — The attack of host-algae by the hyphae of *Arthrorhaphis* often causes the production of autospores and probably a striking change in algal morphology, characterized by the development of a gelatinous coat. — Extensive pH-measurements of the substrate for the yellow species of *Arthrorhaphis* have been made for the first time. Most acidophilous is *A. citrinella*, followed by *A. alpina* (on somehow Ca-influenced substrates) and *A. vacillans* (on calcareous substrates). This gradual correlation with soil acidity is also connected with a tendency towards shorter spores, a reduction of the number of septa and the production of Ca-oxalate-crystals in the medulla.

0029-5035/94/0058-0275 \$14.75

© 1994 J. Cramer in der Gebrüder Borntraeger
Verlagsbuchhandlung, D-14129 Berlin · D-70176 Stuttgart

1. Einleitung

Im Zusammenhang mit Untersuchungen an *Arthrorhaphis*-Aufsammlungen von Herrn Prof. J. Poelt (Graz) sowie Frau Dr. S. Miede und Herrn Dr. G. Miede (Göttingen) aus dem Himalaya-Gebiet hat sich die Notwendigkeit herauskristallisiert, die bisher bekannten Sippen innerhalb der Gattung zuerst einmal für Europa und die arktischen Gebiete klar zu definieren, um dann in einer weiteren Arbeit die zahlreichen Belege u.a. aus Mittel- und Südamerika, aus Neuseeland und Tasmanien, aus Afrika, Japan und Hawaii sowie aus dem Himalaya und dem Karakorum eingehenderen Studien zuführen zu können. Zugleich soll als Ergebnis der umfangreichen Literaturrecherchen ein Überblick über wichtige, die Gattung *Arthrorhaphis* betreffende Zitate geboten werden.

Die vorliegende Arbeit ist ein Versuch, eine Reihe offener Fragen zu klären, die u.a. im Zusammenhang mit Artabgrenzung, den ökologischen Ansprüchen der Sippen und deren geographische Verbreitung, sowie der Wirtswahl und der Wirt-Parasit-Beziehung stehen.

2. Material und Methode

Im Rahmen der vorgelegten Studie wurden ca. 530 europäische bzw. grönländische Belege aus folgenden öffentlichen und privaten Herbarien bearbeitet: B (36), Berger (6), BM (34), BRA (50), E (18), G (17), GZU (145), H (24), H-ACH (1), Hafellner (12), Hofmann (14), M (102), Mayrhofer (13), Obermayer (35), TSB (7), TUR-V (3), Türk (1), UPS (12), van den Boom (6).

Die Untersuchungen erfolgten mittels einer Stereolupe der Marke Wild M3B und eines Stereomikroskops der Marke Zeiss Axioskop mit Polarisations- und Differentialinterferenzkontrast-Einrichtung. Fruchtkörper- und Sporenanalysen wurden zuerst in Leitungswasser und anschließend häufig unter Zugabe von Salpetersäure (HNO_3) durchgeführt. Die Verwendung dieser Säure, die eine für die Gattung *Arthrorhaphis* typische und auffällige Farbveränderung des Epihymenialpigments in ein leuchtendes Moosgrün bis Smaragdgrün hervorruft, bringt noch zwei zusätzliche Vorteile mit sich. Zum einen können die zu messenden Sporen leichter aus dem Auscus gequetscht werden, ohne sofort zu brechen, zum anderen grenzen sich auch sehr frühe Entwicklungsstadien von Sporen viel deutlicher vom Restplasma ab als sie dies in Leitungswasser tun. Vor allem bei Proben mit gehemmter oder teilweise fehlgeschlagener Sporengenesse können gerade solche Stadien von wichtigem diagnostischem Wert sein. Zur Identifizierung der Calcium-Oxalat-Kristalle wurde Schwefelsäure (Bildung von Gipsnadeln) verwendet.

Die dünnstschichtchromatographischen Analysen erfolgen nach den standardisierten Methodikvorschlägen u.a. von Culberson & Ammann (1979), White & James (1985), bzw. Elix, Johnston & Parker (1987). Folgende Fließmittel kamen zur Anwendung: A (180 ml Toluol, 45 ml Dioxan, 5 ml Eisessig), B' (140 ml Hexan, 72 ml Methyl-tert. Butyl-Äther, 18 ml Ameisensäure), C (200 ml Toluol, 30 ml Eisessig). Die Tetransäure Epanorin läßt sich nur im Lösungsmittel B' eindeutig von der Rhizocarpsäure trennen. Zur Identifizierung dieses Nebeninhaltsstoffes (und des unbekanntes Pigments A1) wurde fallweise nur die Platte B' mit größeren Mengen an Acetonextrakt beschickt.

Für die Messung des Substrat-pH-Wertes stand ein Messgerät der Marke WTW pH 95 in Verwendung. Es wurden ca. 0,2-0,3 g Substrat in einer Epruvette mit ca. 1 ml aqua dest. vermischt und 24 Stunden stehen gelassen. Dieses Verhältnis von Substrat und destilliertem Wasser entspricht dem für Bodenuntersuchungen geforderten Verhältnis von 1:2,5-1:5 (vgl. Blum & al. 1986: 41). Die Bodenteilchen wurden möglichst knapp unterhalb der Flechtenkruste unter der Stereolupe abpräpariert. Die Ergebnisse einiger weniger, sehr alter, mit Leim festgeklebter Proben mußten aus der Meßwerttabelle herausgenommen werden, da die Meßwerte (? aufgrund von Klebstoff-bedingten Ionenverschiebungen?) extrem in den sauren Bereich verschoben waren. Bei frischem Material führen Substrat-Verunreinigungen mit Tischlerleim eher zu einem Anstieg des pH-Wertes.

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1. Morphologie und Anatomie

Das Lager:

Innerhalb der Gattung *Arthrorhaphis* lassen sich grob zwei Typen von "Lager" unterscheiden: 1. Eindeutige Befallsstadien auf einem Wirtslager. 2. Eigenlager ohne offensichtlichen Wirtsbefall. - Bei noch deutlich erkennbarem parasitischem Befall ist die Lagerstruktur natürlich stark vom Wirtsthallus geprägt. Während im Falle von *A. muddii* kaum eine Thallusveränderung von *Dibaeis baeomyces* zu bemerken ist, läßt sich bei *A. grisea* eine deutliche Befallsgrenze ("Prothallus") mit einer anschließenden, sukzessiven Wirtslagerveränderung (*Baeomyces rufus*) feststellen, die schließlich zu einem Ablösen der befallenen Bereiche vom Substrat führen kann. Gelblagerige *Arthrorhaphis*-Sippen zeigen meist eine viel weniger deutliche Befallsgrenze auf den Wirtsthalli. Hier sind die braungrauen *Baeomyces rufus*-Lager in Richtung Befallsherd durch die beginnende Einlagerung von Rhizocarpsäure zunehmend (grünlich)-gelb verfärbt. Die in fortgeschrittenen Entwicklungsstadien (bedingt durch die Einlagerung von Ca-Oxalat-Kristallen) relativ großen, bullaten Areolen von *A. alpina* und *A. vacillans* lassen einen *Baeomyces*-Thallus als Ausgangslager kaum mehr vermuten. Auf eine deutliche Thallusveränderung (hervorgehoben durch die Einlagerung von Calciumoxalat-Exkreten) bei *Baeomyces rufus* weist schon Schade (1967) hin: "... sind die alten Lagerteile von *Baeomyces rufus* dicker und zeigen zahlreiche, fast halbkugelig hervortretende Höcker." Über kalkhaltigem Substrat wachsende *B. rufus*-Lager scheinen sich also ähnlich bullat zu entwickeln wie dies für *A. alpina/vacillans* Lager typisch ist.

Vollständig sorediös aufgelöste *citrinella*- und *alpina*-Thalli scheinen sich, weitgehend unabhängig von der Wirtspflanze, auch selbst vegetativ mittels ihrer Soredien ausbreiten zu können. Sterile, sorediöse Lager können anhand unterschiedlicher Gestalt der Soredien identifiziert werden. Bei stärkster Lupenvergrößerung lassen (unbeschädigte) *alpina*-Soredien meist eine samtige Oberfläche erkennen, die durch relativ lange (20-25 μm) "ausgeblühte" Rhizocarpsäurekristalle zustande kommt (vgl. Abb. 8a). Die Gestalt der Soredien erscheint häufig regelmäßig rundlich bis eiförmig ("Samtkügelchen"). *Arthrorhaphis citrinella*-Soredien, deren grobe Oberflächen immer eine Gliederung in weitere Untereinheiten andeuten (von Tønsberg 1992: 34 als Consoredien bezeichnet), bilden viel kürzere (10-15 μm) und weniger dicht stehende Kristalle (vgl. Abb. 8b). (Zur genaueren Thallusmorphologie vgl. unter den einzelnen Arten).

Die Algen:

Ein Lagerschnitt durch einen relativ frisch mit *Arthrorhaphis citrinella* befallenen, kompakten Thallus von (zumindest randlich noch erkennbarem) *Baeomyces rufus* zeigt eine vorerst verwirrende Vielfalt an Algengrößen und -typen (vgl. Abb. 8d). Neben den offensichtlich "hauseigenen", schleimhüllenlosen Algen von *B. rufus* (*Elliptochloris bilobata*, Oocystaceae) mit Durchmessern zwischen 6 μm (in Rinden-

bereich) und 9-13 μm (im Markbereich) findet man Nester und Gänge von Algen mit (unterschiedlich) stark entwickelten Schleimhüllen. Bei näherer Betrachtung der Apothecien-Basis von *A. citrinella* erkennt man, daß diese Gänge durch die vom Apothecien-Grund wurzelartig ins Lager ziehenden, ca. 1,5-2 μm breiten Hyphen aufgebaut werden. Vorwiegend entlang dieser Hyphenkanäle lagern randlich größere, mit einer mehrschichtigen Gallerte umgebene Algen mit schwach grünlichem Inhalt (vgl. Abb. 7b), im Zentrum sieht man eingestreute Nester mit sehr kleinen (um 4 μm), rundlichen oder länglichen farblosen Zellen und daneben Haufen von kleinstlumigen Gebilden (2 μm lang, unter 1 μm breit), die teilweise ebenso in Schleim gebettet sind. Letztere Zellen erinnern (zumal sie offenbar in kugeligen Mutterzellen entstehen) an Blaualgen-Endosporen (vgl. van den Hoek 1978: 32; Abb. 8s). Schließlich kann, abgesehen von normalen Zellteilungsstadien, bei den großen grünen, gallertfreien Algenzellen auch Auto- oder/und Aplanosporenbildung beobachtet werden (vgl. Abb. 8d, rechts oben). Diese (fallweise in eine Gallertmasse eingebetteten) frei werdenden Diasporen sind länglich-ellipsoid und etwa 4-7 \times 2-3 μm groß. Schon Flotow (1845: 81) erkannte die oben geschilderten Verhältnisse wenn er schreibt: "Die Gonidien gelbgrün, zerfallen leicht in ihren zelligen Inhalt, dessen einzelne Zellchen etwas oval oder rundlich-oval sind" und schließt daraus, daß "Aus solchen zerfallenen Gonidien ... die formae pulveraceae dieser Species" bestünden, also die Soredienbildung darauf zu begründen sei.

Den Mycobiont umspinnen die schleimhüllenlosen Algenzellen mit relativ breiten, kurzelligen Hyphen, ohne die Zellwand augenscheinlich zu penetrieren (bei Tobler (1908: 143) erstmals dargestellt) (vgl. Abb. 8c).

Auch weitgehend sorediös aufgelöste Lager von *A. citrinella* sind immer mit einem das Substrat überziehenden, dunkelolivgrünen, "glänzenden Schleim" aus dickgallertwandigen (Grün!-)Algenzellen gekoppelt, der bei etwas kompakteren Verhältnissen die Soredienbereiche scheinbar netzig gliedert, d.h. stellenweise von der Lagerbasis and die Oberfläche zieht. Direkt auf Gestein bildet dieser Algentyp bisweilen die einzigen sichtbaren Thalli mit flacher, oder körnig-"isidiöser", glänzender Oberfläche.

Abpräparierte *A. citrinella*-Soredien geben in Lactophenol-Baumwollblau (nach Behandlung mit Aceton) folgendes Bild: Neben einigen wenigen, 10-15 μm messenden, mit einem großen Öltropfen ausgefüllten, fahlgelben Algen, die kaum Pilzkontakt zeigen und auch völlig fehlen können, ist der überwiegendere Teil 6-8 μm groß, von sehr kurzen aber breiten Hyphenzellen (3-4 μm) des Mycobionten dichtest umwoben und scheint in sehr reger Teilung zu stehen. Kleine Aggregate von farblosen, gallertwandigen Zellen (kugelig, 3-4 μm und kleiner oder länglich, 2-3 \times 1 μm und kleiner) sind vereinzelt untergestreut.

Die Apothecien, die nicht selten isoliert vom eigentlichen Lager auch direkt auf abgestorbenen Pflanzenresten aufsitzen können, beherbergen in ihren zum Lager ziehenden, dunklen Kanälen aus Hyphensträngen immer die oben beschriebenen, eigentümlichen, in Gallerte eingeschlossenen Zellkonglomerate.

Untersuchungen an Thallusschnitten in unmittelbarer Nähe von *A. grisea*-Apothecien (und Primordien) zeigten kugelförmige Gallerthaufen (vielleicht in Gallerte ge-

bettete Autosporen?), die auf oder knapp unter der Thallusoberfläche gebildet und dann offensichtlich durch die oberste Begrenzung des Wirtslagers gepreßt werden (vgl. Abb. 7e, f, g). Diese Gebilde enthalten kleine, mehr oder weniger ellipsoide, gallertwandige Zellen in lockeren Aggregaten. Häufig sind auch einige, relativ schmale Hyphen zu erkennen, die vom eigentlichen Lager in diese Gallertkugeln hineinragen und hier frei endigen (vgl. Abb. 7f, Pfeil).

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß beim Photobionten aller *Arthrorhaphis*-Arten möglicherweise ähnliche Verhältnisse vorzuliegen scheinen, wie sie bereits von Tschermak-Woess (1953) bei *Thrombium epigaeum* beschrieben worden sind, für dessen "Gonidien ... ein auffallender Formwechsel charakteristisch ist". Ein und dieselbe Alge kann demnach sowohl ohne Schleimhülle (in engem Kontakt mit dem Pilz) als auch unter Bildung einer Gallertschicht (sich dem Pilz "davonteilend") existieren. Unter bestimmten Voraussetzungen (hier infolge des Befalls durch einen zweiten Ascomyceten) werden die Wirtsalgen offenbar dazu veranlaßt, Auto- oder/und Aplanosporen zu produzieren, die anschließend frei werden und sich entweder mit Schleimhüllen umgeben (vielleicht um sich gegen einen erneuten Pilzbefall zu wehren) oder, vom Pilz "eingefangen", sich rege teilen und so zur Soredienbildung beitragen. Für den *Baeomyces rufus*-Algenpartner (*Elliptochloris bilobata*) werden übrigens im Falle einer sehr losen Lichenisierung (z.B. bei *Prototellenella corrosa*) gleichfalls Schleimhüllen angegeben (vgl. Tschermak-Woess 1985: 116, Abb. 2) und Gärtner (1992: 332) charakterisiert die Gattung *Elliptochloris* u.a. auch durch das Vermögen, sowohl Auto- als auch Aplanosporen bilden zu können.

Schon Migula (1931: 72) weist auf die Besonderheit des *Arthrorhaphis*-Photobionten hin, indem er ihn zu Gattung *Trentepohlia* gehörig eingestuft und ihn somit in derselben, zugegebenermaßen künstlichen Grünalgen-Ordnung (Ulotrichales) vermutet, wie Tschermak-Woess (1952: 215) ihre *Leptosira thrombii*. Sicher ist, daß die untersuchten Photobionten der verschiedenen *Arthrorhaphis*-Wirte aus der Ordnung der Chlorococcales (*Coccomyxa*-Arten bei *Dibaeis baeomyces* und *Baeomyces placophyllus* (vgl. Tschermak-Woess 1988: 48) bzw. *Elliptochloris* bei *B. rufus*) nach dem Kontakt mit *Arthrorhaphis*-Hyphen sowohl unbewegliche Sporenstadien als auch mehrschichtige Gallertscheiden ausbilden können. Erst exakte algologische Kulturversuche werden allerdings klären, ob die vorher angestellten Vermutungen bezüglich des Formwandels zutreffen, oder ob zwei oder mehrere Algenarten (inkl. Cyanobakterien) am Aufbau des Lagers beteiligt sind.

Ascocarpien, Asci, Sporen:

Die Ascocarpien bestehen aus anfänglich sich kugelig aus dem Lager erhebenden Fruchtkörpern mit bald bräunlich bis schwärzlich-grün gefärbtem Stroma, in das fallweise ein nicht unbeträchtlicher Anteil an Algenzellen eingewoben ist. Gerade junge Entwicklungsstadien lassen sowohl im Fruchtkörperbereich, als auch tief ins Subhymenium eingeschoben, meist noch lebende Algen erkennen. Den massivsten Einbau (oder besser: zufälligen Einschub) grüner Photobiontenzellen zeigen *A. grisea*-Fruchtkörper, die auf *Baeomyces placophyllus*-Thalli aufsitzen. Hier wird

bisweilen geradezu das gesamte Hypothecium von Algenzellen durchsetzt, die entweder noch lebhaft grün sind oder fahlgelb und dann durch einen, das gesamte Zellumen ausfüllenden Öltropfen aufgebläht erscheinen. (Die Inspersion des Hymeniums könnte man sich aus dem Zerfall dieser großen Öltropfen in kleinste Tröpfchen erklären). Die vorerst kugelig geschlossenen Fruchtkörper enthalten anfänglich allseitig vom Rand ins Zentrum ziehende, mäßig verzweigte und anastomosierende Paraphysoide. Bald entsteht allerdings eine Höhlung, in der die (wohl sekundär eingeschobenen) Hyphen jetzt frei endigen. Bei weit geöffneten Ascocarprien besitzen die im Hymenialbereich weitgehend unverzweigten Füllfäden (ohne jegliche Anastomosen) reinen Paraphysen-Charakter (gabelige Verzweigungen treten lediglich im Epihymenialbereich auf). Nach dem Herauslösen des Epihymenialpigments läßt sich erkennen, daß die Paraphysen die Asci in ihrer Länge weit überragen. Die Endzellen sind nicht vergrößert.

Das Epihymenium fällt durch seine für die ganze Gattung charakteristische Farbgebung (von schmutzig dunkelgrünlichbraun über leuchtend grün bis hin zu schwarzgrün) auf, die bei Zugabe von HNO_3 ins Moos- bis Smaragdgrün wechselt (vgl. unter 'Chemie'). Das farblose Hymenium ist unterschiedlich stark mit farblosen Öltröpfchen unterschiedlicher Größe durchsetzt, die bei HNO_3 -Behandlung kurzzeitig ihre Farbe nach Lila wechseln.

Die Asci sind relativ schlank, clavat, mit (im ausgereiften Zustand) sehr dünner Endotunika, die nur im Apikalbereich etwas verdickt ist und hier eine leichte Einbuchtung ("chambre oculaire") erkennen läßt. Dieser Apikalapparat zeigt unter Zugabe von JJK keine Färbung, lediglich plasmatische Innenbereiche der Asci können sich schwach bräunlich tönen. Die Endotunika junger Schläuche ist an ein oder zwei Stellen offenbar ringförmig in den Ascusinnenraum vorgezogen (vgl. Abb. 5f, Pfeil). Am Fuße der Asci ist häufig noch eine mehr oder weniger deutliche Ausackung (teilweise sogar ein hornartiger Auswuchs) festzustellen, Rudiment also, die auf eine Hakenbildung in diesem Bereich hinweisen. Durch leichten Druck mechanisch zum Bersten gebrachte Asci lassen immer einen fingerhutförmig abgeworfenen oberen Anteil erkennen mit nach außen umgebogenen Rändern, die an Verhältnisse erinnern, wie sie z.B. bei Lutrell (1973: 137, Fig. 1.D) dargestellt sind.

Die Sporen sind entweder länglich und an beiden Enden sich gleichförmig verjüngend (bei *A. vacillans* und teilweise bei *A. alpina*) oder (sehr) lang gestreckt und dann deutlich asymmetrisch verdickt, mit der breitesten Stelle (im Auscus liegend) mehr oder weniger weit nach apikal verschoben und einem schweiförmig ausgezogenen Ende (immer bei *A. citrinella*, *A. muddii*, *A. grisea* und häufig bei *A. alpina*). Mehrfachseptierung, Farblosigkeit und das Fehlen von Schleimhüllen sind weitere Charakteristika. Die Zahl der Sporen scheint wohl generell acht zu sein, Reduktionen bis zu einer einzigen entwickelten Spore, die dann gemessen am Durchschnitt deutlich vergrößert ist, können auftreten (vgl. Abb. 6h). Bei *A. citrinella*, *A. muddii* und *A. grisea* liegen die Sporen einstöckig (d.h. weitgehend auf gleicher Höhe) in den Schläuchen, dies auch dann, wenn sie (in Ausnahmefällen) sehr kurz sind (30-40 μm). Schon Laurer (1835: 111, Tab. 31) und noch deutlicher Massalongo (1853b, Tab. XXIII, fig. 155) hatten solche Stadien, bei denen die Sporen (wohl auch bei totem Material) nur einen Teil der zur Verfügung stehenden Ascuslänge ausnützen,

vortrefflich abgebildet. Bei *A. vacillans* und bei *A. alpina* sind sie immer (bei letztgenannter zumeist) mehrstöckig angeordnet, wie dies z.B. bereits von Lynge (1928, Plate II, Fig. 10) für *A. vacillans* gezeichnet wurde.

Pycnidien und Pycnosporen (bzw. Conidiomata/Conidien) wurden nicht beobachtet.

3.2. Chemie

Im Zuge der Originalbeschreibung und -analyse verschiedener Flechtenstoffe gelang es schon Zopf (1895: 117) die Rhizocarpsäure nicht nur aus zwei *Rhizocarpon*-Arten und aus *Pleopsidium flavum* zu isolieren, sondern auch aus "*Rhaphiospora flavovirescens*". Gleichzeitig merkte er auch an, daß die zusammen mit F. Arnold im Arlberggebiet gesammelte Flechte "... entschieden reicher an Rhizocarpsäure ..." sei als die beiden vorher genannten Lichenen. Zopf's Angaben wurden später z.B. von Hesse (1912), Brieger (1923) und Thies (1932) bestätigt. Neuere chemische Untersuchungen mit Rhizocarpsäurenachweis aus Sippen der Gattung *Arthrorhaphis* stammen u.a. von Culberson & Culberson (1970: 12), Huneck & Follman (1972: 55), Galloway (1985: 21) und Galloway & Bartlett (1986: 394, 395).

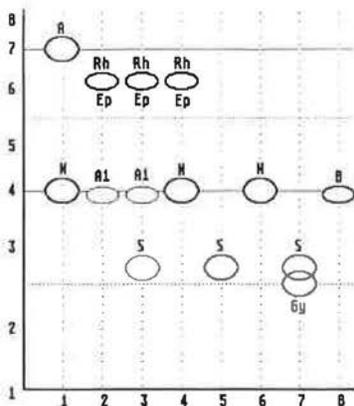
Ein zusätzliches Pulvinsäure-Derivat, nämlich Epanorin, wird erstmals von Santesson (1969: 12) für *Arthrorhaphis citrinella* angeführt. Zu den genannten Tetransäuren gesellt sich nach Kümmerling (1991: 99) schließlich noch Atranorin in Spuren.

Die Ergebnisse der vorliegenden TLC-Studien weisen neben Rhizocarpsäure und Epanorin ein drittes, unbekanntes Pigment (vermutlich ebenso ein Pulvinsäure-Abkömmling) als Nebeninhaltsstoff aller gelben *Arthrorhaphis* Arten aus: (Pigment A1 - im Tageslicht vor dem Sprühen (bei starker Konzentration) gelb; nach dem Sprühen mit Schwefelsäure im langwelligen UV-Licht dunkelrot; RF-Klassen: A(3-)/4/B'2-3/C5) (vgl. Abb. 1).

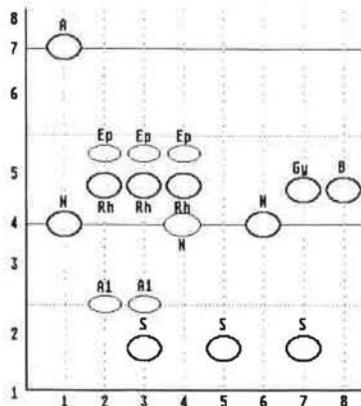
Ob das sporadisch und immer nur in Spuren auftretende Atranorin von *Arthrorhaphis* synthetisiert wird oder stoffliche Reste des ehemaligen Wirtes sind, läßt sich nicht mit letzter Sicherheit feststellen, zumal Atranorin zumindest fallweise in *Baeomyces rufus* zu finden ist (vgl. Christensen 1990: 470). Für die Eigensynthese allerdings spricht, daß dieses Para-Depsid auch aus völlig sorediösen *Arthrorhaphis*-Thalli isoliert werden konnte (also "weitab" von der anfänglichen Wirt-Parasit-Zweiheit), ohne jegliche Spuren vom Hauptinhaltsstoff des potentiellen Wirtes.

Alle anderen nachgewiesenen Flechtenstoffe stammen wohl ausschließlich von der jeweils (anfänglich) besiedelten Wirtsflechte (vgl. Tab. I). Kann man die Baeomycensäure, die Stictinsäure (inkl. Constictin- und Cryptostictinsäure) und die Norstictinsäure zumeist eindeutig als chemische Bestandteile von *Dibaeis baeomyces* bzw. *Baeomyces rufus* s.l. (und *B. placophyllus*) zuordnen, läßt die Gyrophorsäure (bzw. die Kombination mit Stictinsäure) eine andere Krustenflechte (vielleicht eine *Trapeliopsis*- oder *Pertusaria*-Art) als Wirtsorganismus vermuten (vgl. Kapitel "Die Wirtsflechten").

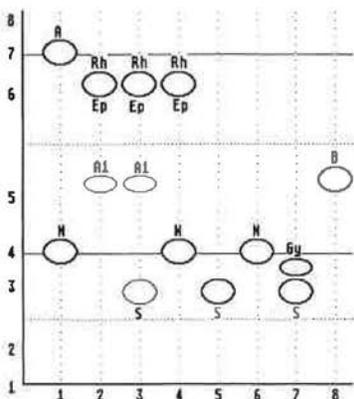
Chromatogramm Laufmittel A



Chromatogramm Laufmittel B'



Chromatogramm Laufmittel C



- A Atranorin (auf Bahn 2,3,4 fallweise in Spuren; nicht gezeichnet)
 - A1 unbekanntes Pigment
 - B Baeomycessäure (vom Wirt)
 - Ep Epanorin
 - Gy Gyrophorsäure (vom Wirt)
 - N Norstictinsäure (vom Wirt)
 - Rh Rhizocarpsäure
 - S Stictinsäure (Constrictins. u. Cryptostictins. weggelassen) (vom Wirt)
- 1 Kontrollbahn (*Clad. symphyocarpa*)
 2,3 *Arthrorhaphis citrinella* I,
A. alpina, *A. vacillans*
 4 *A. citrinella* II
 5 *A. grisea* I
 6 *A. grisea* II
 7 *A. grisea* III
 8 *A. muddii*

Abb. 1. Musterschromatogramme

Tabelle 1. Inhaltsstoffe der Gattung *Arthrorhaphis* (inklusive jener des Wirtes). CaOx = Calcium-Oxalat (in der Medulla); Rhz = Rhizocarpsäure; Epn = Epanorin; A1 = unbekanntes Pigment; Atr = Atranorin; Stc = Stictinsäure (inkl. Constrictinsäure und Cryptostictinsäure); NST = Norstictinsäure; Gyr = Gyrophorsäure; Bae = Baeomycessäure; ++ = Hauptinhaltsstoffe; (+) = Stoff in sehr geringer Konzentration, aber immer vorhanden; +- = Stoff (in geringer Konzentration) vorhanden oder fehlend.

aus der Wirtspflanze

| | CaOx | Rhz | Epn | A1 | Atr | Stc | NSt | Gyr | Bae |
|-----------------------------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| <i>Arthrorhaphis citrinella</i> I | | ++ | + | (*) | +- | +- | | | |
| II | | ++ | | | | | ++ | | |
| <i>A. alpina</i> | ++ | ++ | + | (+) | +- | +- | | | |
| <i>A. vacillans</i> | ++ | ++ | + | (*) | +- | +- | | | |
| <i>A. grisea</i> I | | | | | | ++ | +- | | |
| II | | | | | | | ++ | | |
| III | | | | | | ++ | | ++ | |
| <i>A. muddii</i> | | | | | | | | | ++ |

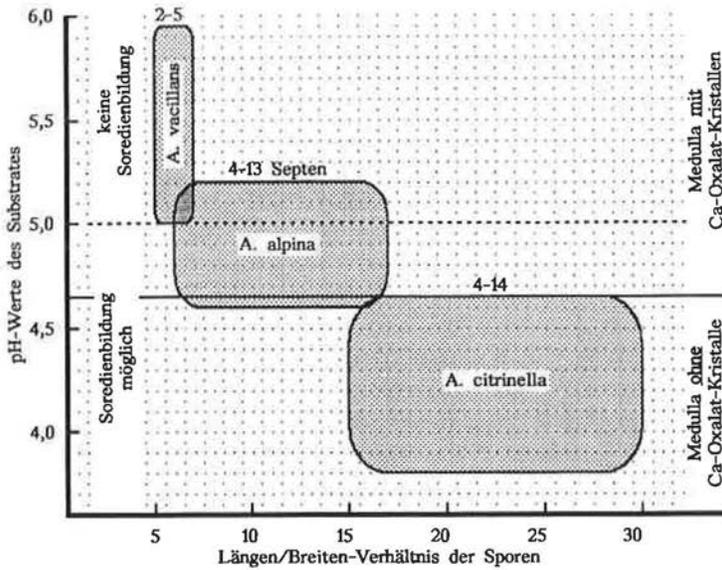


Abb. 2. Zusammenhänge zwischen pH-Wert des Bewuchssubstrates einerseits und der Sporenmorphologie bzw. der Ablagerung von Ca-Oxalat-Kristallen in der Medulla andererseits bei gelblagerigen *Arthrorhaphis* Sippen.

Epihymenialpigment: Ein nicht kristallisiertes Pigment, das sowohl das Epihymenium als auch das Excipulum olivgrün färbt (mit unterschiedlicher Farbintensivität: von bräunlichgrün über leuchtend moos- oder smaragdgrün bis zu schwarzgrün) ähnelt im Hinblick auf sein Farbverhalten bei Behandlung mit Säuren oder Laugen dem "Aspiciliagrün" von Bachmann (1890: 20). Salpetersäure(HNO_3)-Zugabe führt immer zu einer deutlichen Farbintensivierung (Bräunlich-grün verstärkt ins Moosgrün, schwärzlich-grüne Bereiche erstrahlen in einem leuchtenden Smaragdgrün) wobei sich auch eine absaugbare "schmierige" Lösung bildet. Eine Zufuhr von Kalilauge (KOH) oder Natriumhypochlorid liefert bräunlich-gelbe Farbtöne und erneute HNO_3 -Gabe läßt das Pigment wieder nach Grün umschlagen. In einem "handout" mit der Überschrift: "Pigments not soluble in acetone" anlässlich des Vortrages von Coppins (1987: 487) in Berlin wird das Aspiciliagrün erstmals für das Excipulum von *Arthrorhaphis grisea* angegeben. (Nichtkristallisierte Epihymenialpigmente haben sich wegen ihrer Unlöslichkeit in herkömmlichen Lösungsmitteln bisher erfolgreich einer chemischen Struktur-Analyse widersetzt.)

Medullarkristalle: Zur Identifizierung der Calcium-Oxalat-Kristalle in der Medulla (von *A. alpina* und *A. vacillans*) genügen zumeist Lagerschnitte, die unter der Stereolupe durchgeführt werden. Dieses Stoffwechselendprodukt tritt häufig als deutlich abgegrenzte, weiße (bei miteingelagerten Rhizocarpsäure-Kristallen gelbliche) Masse unter den äußersten Lagerschichten zutage (vgl. Abb. 4c). Im Einzelfall (v. a.

bei sorediösen Lagern) ist es aber auch notwendig, Thallusschnitte unter dem Mikroskop zu untersuchen. Zu diesem Zwecke wird das Lösungsmittel Aceton mehrmals unter dem Deckglas durchgezogen wobei sich allfällige Rhizocarpsäure-Kristalle sofort auflösen. Bleiben trotzdem Kristallhaufen in der Medulla übrig, die im polarisierten Licht stark aufleuchten, liegt kristallines Ca-Oxalat vor, dessen unregelmäßig tafelförmige Kristalle häufig zu kugeligen Aggregaten zusammentreten und sich mittels Zugabe von Schwefelsäure durch die Bildung von dünnen, länglichen Gipskristallen nachweisen lassen (vgl. Schade & Seitz 1970: 123, Abb. 3).

Verwechslungen mit Arten anderer Gattungen: Bei fruchtendem Material kann eine Verwechslung von Rhizocarpsäure-produzierenden Arten der Gattung *Arthrorhaphis* mit gelb gefärbten Sippen anderer Genera (wie zu Beginn des 19. Jh. z.B. mit *Epilichen scabrosus* oder *Catolechia wahlenbergii*) aufgrund der gravierenden Sporenunterschiede kaum passieren. Beim parasitischen *Epilichen scabrosus* scheinen Rhizocarpsäure-Synthese und Entwicklung der (zumindest auf *Baeomyces placophyllus* häufig konzentrisch stehenden) Fruchtkörper weitgehend parallel zu laufen, so daß sterile, gelb gefärbte Befallsstellen auf *Baeomyces*-Arten wohl immer auf *Arthrorhaphis*-Attacken zurückzuführen sind. Die sehr großareolige, hochbullate (nicht immer fertile) *Catolechia wahlenbergii* könnte (zumindest auf der Nordhalbkugel) bestenfalls mit *A. alpina/vacillans*-Lagern verwechselt werden, ihre Medulla ist aber immer frei von Ca-Oxalat-Kristallen. Sterile, sorediöse, als *Arthrorhaphis citrinella* (bzw. *A. alpina*) bestimmte Proben haben sich in einigen Fällen als zu *Chrysothrix chlorina* gehörig herausgestellt. Durch den unterschiedlichen Flechtstoffgehalt kann man die genannten Sippen jedoch leicht trennen. Der einfachste Nachweis gelingt schon mit Lactophenol-Baumwollblau (oder einem Gemisch aus Glycerin und Eisessig, 1:3), wobei man den auf einem Objektträger mit Aceton extrahierten Hauptinhaltsstoff mit einem der genannten Reagentien versetzt und schwach erhitzt. Die in *Arthrorhaphis*-Arten vorkommende Rhizocarpsäure bildet relativ langgestreckte, rechteckige Einzelkristalle, mit einem aufgesetzten, stumpfwinkeligen Dreieck, die Vulpinsäurekristalle aus *Chrysothrix chlorina* sind quadratisch, bis breit rechteckig und bisweilen im Bildungsstadium an zwei gegenüberliegenden Seiten etwas nach innen gezogen (vgl. Abb. 4d, e). Die Nachweisreaktion in Lactophenol-Baumwollblau ist so empfindlich, daß ein einziges größeres Soredium von *A. citrinella* ausreicht, um (nach einiger Zeit auch ohne Erwärmung) mehrere typische Rhizocarpsäure-Kristalle zu erzeugen.

3.3. Ökologie und Verbreitung

3.3.3. Die Wirtsflechten

Die fünf hier behandelten *Arthrorhaphis* Sippen wählen als Wirtspflanze entweder Vertreter der Gattung *Baeomyces* s.str. oder den jüngst in die Gattung *Dibaeis* rückgeführten (vgl. Gierl & Kalb 1993) und im Artepitheton geänderten *Dibaeis baeomyces* (Syn.: *Baeomyces roseus*) (vgl. Rambold, Triebel & Hertel 1993: 231).

Von *Arthrorhaphis alpina*, *A. citrinella*, *A. grisea* und *A. vacillans* konnten parasitische (Anfangs-)Stadien auf Sippen des Genus *Baeomyces* s.str. beobachtet werden.

Es drängt sich daher die Frage auf, ob die beträchtliche Merkmalsdivergenz innerhalb der genannten Sippen nicht wenigstens z.T. durch die morphologische und chemische Vielgestaltigkeit der Gattung *Baeomyces* begründet sei. Leider ist aber die Taxonomie von *Baeomyces* - dessen Verbreitungsschwerpunkt wohl außerhalb der Holarktis liegt - nicht einmal in Europa befriedigend geklärt. So schwanken die Angaben über die Zahl der zu *Baeomyces* s.str. gehörigen Arten (ohne *Dibaeis baeomyces*) von drei (*Baeomyces placophyllus*, *B. rufus* (inkl. *B. calianthus*) und *B. carneus* (inkl. *B. caprinus* und *B. fuscorufescens*) bei Santesson (1984: 55) über fünf Arten (zusätzlich mit *B. fuscorufescens* und *B. callianthus*) bei Clauzade & Roux (1985: 197) bis zu acht Spezies (zusätzlich mit *B. caprinus*, *B. speciosus* und *B. caesioprui-nosus*) nach dem Sippenschlüssel von Poelt (1969: 128-130). Die genannten Sippen lassen sich je nach ihrem Hauptinhaltsstoff chemisch in zwei Gruppen gliedern: 1. mit Stictinsäure (*B. rufus* (inkl. *B. callianthus*, *B. caesioprui-nosus*, *B. speciosus*) und *B. placophyllus*); 2. mit Norstictsäure (*B. carneus* (inkl. *B. caprinus* und *B. fus-corufescens*)). (Anm.: Nach Christensen & Alstrup (1990: 470) soll auch bei *B. rufus* (äußerst selten) Norstictsäure an Stelle von Stictinsäure zu finden sein.)

A. alpina, *A. citrinella*, *A. grisea* und *A. vacillans* wählen fast ausschließlich den Stictinsäure-haltigen *Baeomyces rufus* als Wirt. Eindeutige Befallbilder gelblageriger Arten auf *B. placophyllus* konnten nicht beobachtet werden, wengleich manche, durch den Befall von *Epilichen scabrosus* geschwächte Lager randlich bisweilen von *A. citrinella* angegriffen scheinen. Nur sehr vereinzelt sind *A. grisea*-Frucht-körper auf *Baeomyces placophyllus* zu finden.

Bei den chemischen Analysen gelang es nur aus zwei Proben, dem Typus von *Bacidia flavovirescens* var. *detrita* Vain. aus Finnland und einem weiteren Beleg (*A. grisea*) aus Schweden die Norstictsäure als Hauptinhaltsstoff (bei der erstgenannten Probe neben Rhizocarpsäure) zu isolieren. Hier mag als Wirt wohl *Baeomyces carneus* s.l. verdächtigt werden. Vainio (1922: 223) führt bei der Beschreibung des genannten Typus keine Flechte als besiedeltes Substrat an, wohl aber für *Bacidia flavovirescens* var. *grisea*, bei der er grundsätzlich für alle untersuchten finnischen Exemplare in der Verbreitungsangabe "Supra thallum *Baeomyces carnei* Floerke (KOH rubescentem)" vermerkt.

Obwohl *Dibaeis baeomyces* (Syn.: *Baeomyces roseus*) (mit Baeomycessäure) in den Alpen v.a. an und über der Waldgrenze vielfach häufig und manchmal sogar (klein-räumig) flächendeckend (vorwiegend steril) anzutreffen ist und geradezu als Kulturfolger an Wanderwegen gelten kann, wird diese Art offensichtlich äußerst selten als Wirtsflechte gewählt. Es erwies sich der mehrfach auf *Arthrorhaphis citrinella*-Belegen als Wirt vermerkte *Dibaeis baeomyces* (z.B. Vezda, Lich. sel. exs. 685) bei näherem Hinsehen immer nur als Begleiter und nicht als besiedeltes Substrat. Der trügerische Eindruck entsteht offensichtlich durch die häufig unübersichtliche Verzahnung von *Dibaeis baeomyces* und *Baeomyces rufus*-Lagern, wobei immer nur letztere durch die vom Parasiten synthetisierte Rhizocarpsäure gelb verfärbt sind. Die Durchmischung geht sogar so weit, daß sich bei einigen Belegen inmitten der sorediösen *A. citrinella*-Lager die charakteristischen, kuppelförmigen, Schizidien-ähnlichen Auswüchse des offensichtlich recht wuchskräftigen *Dibaeis baeomyces* erheben. Sorgfältig abpräparierte *citrinella*-Krusten fördern im TLC dann aber doch

immer bestenfalls Spuren von Stictinsäure (von *B. rufus*), niemals aber die Baeomycessäure von *Dibaeis baeomyces* zutage. Die wenigen bekannten Fälle von parasitischen *Arthrorhaphis*-Stadien (*A. muddii*) auf *D. baeomyces* lassen keine chemische Veränderung des Wirtsthallus (und damit keine Rhizocarpsäure-Synthese) erkennen.

Bei schlecht erhaltenen, sterilen Wirtslagern läßt sich die Frage, ob *Baeomyces rufus* s.l. oder *Dibaeis baeomyces* vorliegt, relativ rasch anhand von Thallusschnitten klären, deren Färbeverhalten unter dem Mikroskop nach Zugabe von Paraphenylen-diamin (P) charakteristisch ist. *Dibaeis baeomyces* liefert eine auffallend gelbe (bis gelborange) Lösung, beim Stictinsäure-haltigen *Baeomyces rufus* färbt sich der Thallus orange-rot, ohne Bildung einer absaugbaren Farblösung.

Ein etwas überraschendes Ergebnis bei den TLC-Analysen zeigten zwei Proben aus Schweden (Magnusson 11245 sub *Bacidia fuscoreagens*; Santesson 27094 sub *Arthrorhaphis grisea*; beide UPS), bei denen sich neben Stictinsäure als Hauptinhaltsstoff noch beträchtliche Mengen an Gyrophorsäure dazugesellten. Wenn ein kleinst-räumiges Durchdringen unterschiedlicher Flechtenarten (z.B. *Baeomyces rufus* und erdbewohnende *Trapeliopsis*- oder *Pertusaria*-Arten) auszuschließen ist, muß man aus dem gleichzeitigen Auftreten der beiden Flechtenstoffe folgern, daß (äußerst selten) auch Pflanzen (mit der genannten Stoffkombination) außerhalb der Gattung *Baeomyces* von *Arthrorhaphis* als Wirtsorganismen gewählt werden können. Tatsächlich wurde dies auch mehrfach von verschiedenen Autoren angenommen (z.B. Stein 1879: 330, *Gongylia sabuletorum* "... verwesende Cladonienblättchen u. dgl. überziehend ..."; Minks 1893: 87, *Rhaphiospora flavovirescens* "... *Cladonia pyxidata* und andere Cladonien ..."; Lettau 1944: 82, *Bacidia flavovirescens* "... wahrscheinlich manchmal auch auf Lagerschuppen kleiner Caldonien ..."; Lyngé 1928: 125, *Bacidia anziana* "... perhaps on *Dermatocarpon cinereum*."). Wegen des Vorliegens von lediglich zwei (nicht selbst im Gelände studierter) Herbarproben soll von der Beschreibung einer neuen Sippe Abstand genommen werden.

Parasit, Parasymbiont oder Flechte?

Auf den Streit, ob die *Arthrorhaphis*-Sippen als selbständige Flechten, als Flechtenparasiten oder als Parasymbionten ("Nebensymbiose" im Sinne von Zopf 1897: 90) einzustufen seien, verweist vor allem Tobler (1911: 407), der es für möglich hält, daß z.B. *Arthrorhaphis citrinella* im Laufe seiner Entwicklung alle drei Stadien (gelegentlich) durchmacht. Zuvor hatte Rehm (1890: 338) die genannte Art als reinen Parasiten betrachtet und ihn in seine neue Gattung *Mycobacidia* gestellt. Schon im Anhang desselben Werkes (Rehm 1890: 1259) möchte er allerdings "... *Mycobacidia* und *Mycobilimbia* nicht als wirkliche Gattungen, sondern nur als algenlose Abteilungen ... von *Bacidia* und *Bilimbia* ..." festgehalten wissen. Keissler (1930: 177) schließt *Arthrorhaphis grisea* (sub *Mycobacidia arenicola*) und *A. citrinella* (sub *M. flavovirescens*) von den Flechtenparasiten wieder aus und betrachtet beide Sippen als lediglich über (und nicht in) *Baeomyces*-Arten wachsende Flechten.

Über eine zumindest anfängliche Bindung an Vertreter der Gattungen *Baeomyces*

bzw. *Dibaeis* besteht allerdings kein Zweifel. Der Befall durch einen zweiten Mycobionten verursacht (ausgenommen bei *A. muddii*) ein Absterben der Wirtshyphen, was durch eine mehr oder weniger deutliche Befallsgrenze dokumentiert wird. So werden z.B. im Falle von *A. grisea* sogar Podetienstiele und Apothecien von *B. rufus* durch die Fruchtkörper des Parasiten invadiert und zerstört. Die Algen werden allerdings übernommen, offenbar verändert und bilden gemeinsam mit dem *Arthrorhaphis*-Pilz einen neuen Thallus, der bisher nur bei gelblagerigen Sippen (nach Rhizocarpsäure-Einlagerung) als eigenes Lager bezeichnet wurde.

Zu klären bleibt, ob *Arthrorhaphis*-Sippen nach Sporenausbreitung freilebende Algen auch selbst 'aufnehmen' können (ohne sich jeglicher Wirtsalgen zu "bedienen"), um de novo Thalli zu bilden, oder ob sich (insbesondere sorediöse) *Arthrorhaphis*-Lager immer auf ehemals befallene Wirtslager zurückführen lassen.

3.3.2. Substrat

Obwohl in einschlägiger Literatur doch vereinzelt Zitate zu finden sind, die Hinweise auf kalkhaltige Unterlagen geben (Krempelhuber 1861: 207; Arnold 1873: 500), wurden von verschiedenen Autoren immer wieder sämtliche Sippen der Gattung *Arthrorhaphis* auf oder über rein silikatischem Substrat vermutet (z.B. Poelt 1969: 126; "... locker auf kalkfreiem Gestein ...", Poelt (1974: 626); "... on non-calcareous substrates" oder zuletzt Purvis (1992: 95); "... restricted to acidic substrata ...". Dies mag für *A. citrinella*, *A. grisea* und *A. muddii* gelten, nicht aber für *A. alpina* und schon gar nicht für *A. vacillans*. Eigene Aufsammlungen letztgenannter Arten von Rohböden über Marmor bzw. Kalkschiefer und die Liste der Begleitflechten und -moose zahlreicher Herbarbelege (*Ochrolechia upsaliensis*, *Caloplaca ammiospila*, *C. tirolensis*, *Megaspora verrucosa* - *Campylopus schimperi*, *Distichum capillaceum*, *Meesia uliginosa*) ließen vermuten, daß wenigstens für letztgenannte Sippen ein deutlich Ca-Ionen-beeinflußtes (und damit weit weniger saures) Substrat zu erwarten war. pH-Messungen der Bodenpartikel knapp unter der Flechtenkruste bestätigten diese Annahme (vgl. Tab. II).

Die Ablagerung von Ca-Oxalat-Kristallen in den Medullen von *Arthrorhaphis alpina* und *A. vacillans* bedeutet offenbar eine Stoffwechsel-Reaktion der Flechten auf eine Ca-Ionene-Konzentration im Substrat, die einen bestimmten Grenzwert (ca. pH 4,7) überschritten hat.

Arthrorhaphis citrinella und *A. grisea* besiedeln Unterlagen mit pH-Werten zwischen ca. 3,8 und 4,6, gefolgt von *A. alpina* (ca. 4,6 und 5,2) und schließlich *A. vacillans* (ca. 5,0-5,8). Auf eine Messung der wenigen vorliegenden Proben von *A. muddii* wurde zu Schonung des Materials verzichtet, die Werte dürften aber im Bereich der *citrinella/grisea*-Meßergebnisse liegen. Die Wasserstoffionenkonzentration des Substrats kann je nach dessen Tiefe schwanken. So zeigt sich z.B. bei ein und demselben *A. citrinella*-Beleg (Obermayer 2540) 8 bis 12 mm unter dem Flechtenlager ein sichtlich niedrigerer pH-Wert (3,80) als 2 bis 4 mm unter dem Thallus (3,98). Für solche Fälle könnte unter anderem das Einwehen von Kalkstaub verantwortlich gemacht werden. Umgekehrt kann wohl eine nur wenige Millimeter tiefe, oberfläch-

Tabelle II. Substrat-pH-Werte für Arten der Gattung *Arthrorhaphis* (1-10 mm unter dem Lager (Ö. = Österreich).

| Art | pH-Wert | Herkunft, Sammler (Herbar) |
|-----------------------------|---------|---|
| <i>A. grisea</i> | 3,80 | Österreich., Steiermark, HAFELLNER 9177 (GZU) |
| <i>A. citrinella</i> | 3,80 | Ö., Steiermark, OBERMAYER 2540 (Obermayer) (8-12 mm unter Lager) |
| <i>A. citrinella</i> | 3,82 | Großbritannien, JAMES s.n. (BM) |
| <i>A. citrinella</i> | 3,98 | Ö., Steiermark, OBERMAYER 2540 (Obermayer) (2-4 mm unter Lager) |
| <i>A. citrinella</i> | 4,01 | Ö., Vorarlberg, MAYRHOFER 6501 (GZU) |
| <i>A. citrinella</i> | 4,01 | Italien (Südtirol), FEUERER s.n. (M) |
| <i>A. citrinella</i> | 4,22 | Schweden, SANTESSON 27018 (UPS) |
| <i>A. citrinella</i> | 4,32 | Ö., Steiermark, OBERMAYER 2239 (Obermayer) |
| <i>A. citrinella</i> | 4,35 | Ö., Tirol, OBERMAYER 2306 |
| <i>A. citrinella</i> | 4,35 | Deutschland, ARNOLD s.n. (H) |
| <i>A. citrinella</i> | 4,38 | Grönland, HANSEN 213 (GZU) |
| <i>A. citrinella</i> | 4,46 | Ö., Tirol, HERTEL 25237 (M) |
| <i>A. citrinella</i> | 4,63 | Ö., Steiermark, SUANJAK s.n. (GZU) |
| <i>A. alpina</i> | 4,64 | Ö., Salzburg, POELT, MAYRHOFER & TÜRK (GZU) |
| <i>A. alpina</i> | 4,69 | Schweden, J. POELT s.n. (GZU) |
| <i>A. alpina</i> | 4,72 | Schweden, leg SANTESSON 23989 (UPS) |
| <i>A. alpina</i> | 4,81 | Ö., Kärnten, WALTHER 340 (GZU) |
| <i>A. alpina</i> | 4,84 | Ö., Salzburg, POELT, MAYRHOFER & TÜRK (GZU) |
| <i>A. alpina</i> | 4,85 | Schweiz, POELT 5670 (GZU) |
| <i>A. alpina</i> | 4,86 | Ö., Steiermark, SUANJAK s.n. (GZU) |
| <i>A. vacillans</i> | 4,96 | W-Grönland, POELT & ULLRICH (GZU) |
| <i>A. alp. v. "jungens"</i> | 5,00 | Nepal, MIEHE 8771 (GZU) |
| <i>A. alpina</i> | 5,02 | W-Grönland, POELT & ULLRICH s.n. (GZU) |
| <i>A. vacillans</i> | 5,03 | Ö., Tirol, ARNOLD s.n. (M) |
| <i>A. alpina</i> | 5,09 | Ö., Tirol, HAFELLNER (23405) & MAGNES (GZU) |
| <i>A. alpina</i> | 5,21 | Schweiz, POELT 6686 (GZU) |
| <i>A. alp. v. "jungens"</i> | 5,24 | Nepal, MIEHE 10677 (GZU) |
| <i>A. vacillans</i> | 5,26 | Ö., Steiermark, OBERMAYER 2233 (Obermayer) |
| <i>A. alp. v. "jungens"</i> | 5,38 | Nepal, POELT N86-L779 (GZU) |
| <i>A. vacillans</i> | 5,50 | Ö., Tirol, KALB 1906 (Kalb) |
| <i>A. alp. v. "jungens"</i> | 5,60 | Venezuela, KALB 22939 (Kalb) |
| <i>A. vacillans</i> | 5,76 | Ö., Tirol, POELT s.n. (GZU) |
| <i>A. vacillans</i> | 5,78 | Ö., Kärnten, PETUTSCHNIG s.n. (GZU) |
| <i>A. vacillans</i> | 5,79 | Ö., Tirol, POELT 287 (GZU) |
| <i>A. vacillans</i> | 5,94 | Ö., Steiermark, OBERMAYER 2235 (Obermayer) |

liche Versauerung (z.B. durch Auswaschen) die Wasserstoffionenkonzentration knapp unter der Flechtenkruste beträchtlich gegenüber tieferen Schichten verringern.

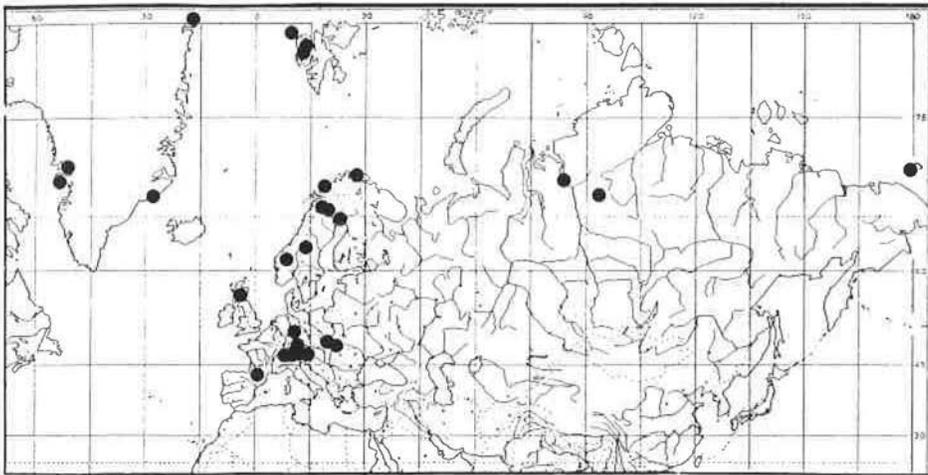
Die einzigen, dem Verf. bekannten Boden-pH-Angaben für *Arthrorhaphis*-Belege finden sich bei Elvebakk (1984: 308). Für *A. alpina* werden dort pH-Werte von Böden über Sandstein zwischen 5,5 und 6,5 angegeben. Der Unterschied zu den hier gemessenen (niedrigeren) Werten mag wohl auch darin liegen, daß bei den Bodenproben umfangreichere (und damit tiefere) Schichten zur Messung gelangt sein dürften.

Bevorzugte Unterlage ist erdig-feinsandiges Bodensubstrat bzw. die darauf aufliegenden Pflanzenreste. *A. grisea* ist aber auch nicht allzu selten (seinem Wirt folgend) direkt auf Gestein zu finden, wo die Lager nach erfolgreicher Wirts-Attacke

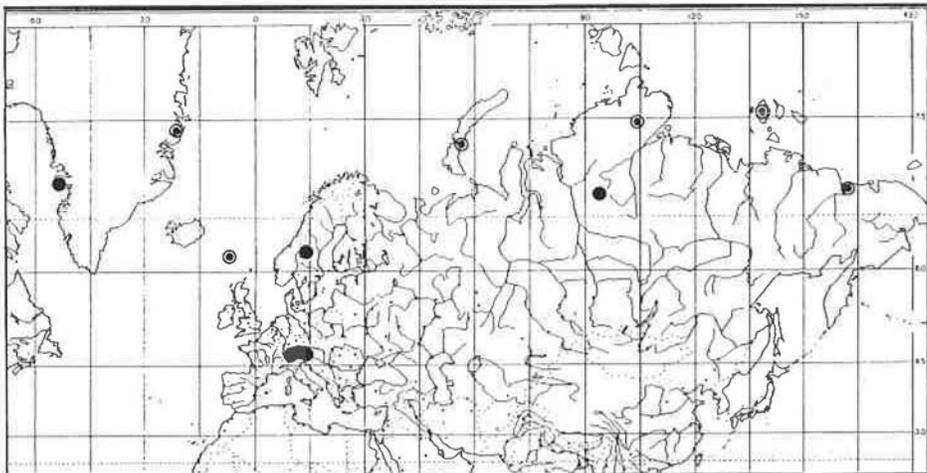
sich schließlich von ihrer Unterlage lösen und abfallen. Epilithische *citrinella*-Lager sind häufig mit (meist fädigen) Blaualgen vergesellschaftet. Nur ausnahmsweise werden Borke oder Holz besiedelt.

3.3.3. Verbreitung

Über das weltweite (bipolar-oreophytische) Vorkommen der Gattung *Arthrorhaphis* soll an anderer Stelle berichtet werden. Die geographische Verbreitung der einzelnen *Arthrorhaphis*-Sippen im Untersuchungsgebiet ist unter den einzelnen Arten nachzulesen (vgl. auch Karte 2).



Karte 1. *Arthrorhaphis alpina* - untersuchte Belege aus Europa, Grönland und Sibirien



Karte 2. *Arthrorhaphis vacillans* - bisher bekannte Gesamtverbreitung
 ● untersuchte Belege ● Literaturangaben

3.4. Bemerkungen zur Geschichte der Gattung *Arthrorhaphis* und zur Stellung im System

Im Jahre 1793 betritt unter dem Namen *Lichen flavovirescens* Dickson (1793: 13) erstmals ein Vertreter der Gattung *Arthrorhaphis* die Publikationsbühne, gerät aber leider in die Homonymie des früher veröffentlichten *Lichen flavovirescens* Wulfen (1787: 122) (= *Caloplaca flavovirescens*). Zwei Jahre später definiert Acharius (1795: 135) v.a. wegen des gelb(-grünen), sorediösen Lagers und der schwarzen Fruchtkörper seinen *Lichen citrinellus* und begründet damit den ältesten gültigen Artnamen für die heutige *Arthrorhaphis citrinella*. Aufgrund einer Reihe von Merkmalseigentümlichkeiten wurde die genannte Art bis herauf zu Zahlbruckners Zeiten nicht weniger als 14 unterschiedlichen Gattungen zugeteilt (*Lichen*, *Lecidea*, *Trachylia*, *Patellaria*, *Catolechia*, *Skolekites*, *Rhaphiospora*, *Bacidia*, *Arthrorhaphis*, *Secoliga*, *Lecanactis*, *Mycobacidia*, *Pragmopora* und *Scoliciosporum*). Für die Rhizocarpsäure-freie (nicht gelb gefärbte) *A. grisea* mußten zusätzlich *Gongylia*, *Sagedia*, *Lahmia* und *Parathalle* als Gattungsnamen herhalten (vgl. auch unter den Synonym-Listen der einzelnen Arten).

In Anwendung des formalistischen Systems von Zahlbruckner waren die *Arthrorhaphis*-Sippen (jetzt schon in Kenntnis der Kongenerität gelber und Rhizocarpsäure-freier, also nicht-gelber Arten) wegen der schwarzen, apothecioiden Fruchtkörper mit lecideiner Berandung und der langen, mehrfachseptierten, farblosen Sporen über viele Jahre bei *Bacidia* untergebracht. Erst Poelt (1969: 126) erkannte, daß zu den Lecideaceae (zu deren Familie damals *Bacidia* gerechnet wurde) unter anderem aufgrund der nicht blauen Jodreaktion des Hymeniums oder der spärlich verzweigten, nur im grünlichen Epihymenialbereich verklebten Paraphysen keinerlei Verwandtschaft bestand und ließ die Thore Fries'sche Gattung *Arthrorhaphis* wiedererstehen. (Der Gattungsname wurde jüngst (Jørgensen & Santesson 1993: 881) zur Konservierung gegenüber *Rhaphiospora* vorgeschlagen; vgl. unter 4. Die Gattung). Wenig später sah sich der Autor veranlaßt, wegen der auffälligen, morphologisch-anatomischen Merkmalskombinationen (neben den bisher genannten Charakteristika waren noch die nich amyloiden Asci mit wenig verdicktem Apex auffällig) das Genus *Arthrorhaphis* vorerst ad interim Poelt (1974: 626) und bald darauf definitiv (Poelt & Hafellner (1976: 220) in eine eigene Familie, die Arthrorhaphidaceae Poelt & Hafellner zu stellen. Von Eriksson & Hawksworth (1990: 127) wird diese Familie schließlich gemeinsam mit den Patellariaceae und den Phillipsiellaceae in der wenige Jahre zuvor neu begründeten Ordnung der Patellariales (vgl. Eriksson & Hawksworth 1986: 181) untergebracht.

Schon um die Jahrhundertwende hat man Sippen der Gattung *Arthrorhaphis* als Glieder der Patellariaceae (allerdings in anders definierten Umgrenzungen) erkannt. So führt z.B. Rehm (1890: 338, 343) *A. citrinella* (sub *Mycobacidia flavovirescens*) und *A. grisea* (sub *Lahmia fueistingii*) in der Abteilung Eupatellariaea und auch Clements (1909: 174) stellt seine neue Gattung *Parathalle* (mit *P. fueistingii* = *A. grisea*) in die genannte Familie.

Tatsächlich lassen sich bei einem Vergleich von *Arthrorhaphis* mit der Typusart der Gattung *Patellaria*, *P. atrata* einige gemeinsame Merkmale erkennen: schwarze,

apothecioiden Fruchtkörper; sehr dunkle Epiphymeniumspigmentierung; zumindest im Epihymenium verzweigte Paraphysen; fissitunicate, clavate Asci mit JJK negativem Tholus, dieser mit mehr oder weniger deutlicher 'chambre oculaire'; mehrfach querseptierte Sporen ohne Schleimhülle.

Eine deutliche Zäsur ist allerdings (abgesehen von der Bindung an einen Algenpartner) aufgrund folgender Eigentümlichkeiten gegeben: Das Epihymenialpigment färbt sich nach Zugabe von HNO_3 auffällig grün-blau (purpur bei *Patellaria*); die Paraphysen sind bei *Arthrorhaphis* apikal nicht verdickt, die Ascuswände färben sich mit Kongorot nur schwach lila (deutlich rot bei *Paellaria*); der fissitunicate Öffnungsmechanismus der Asci scheint funktionell (vielleicht durch die viel dünnere Endotunica) verlorengegangen, eingeschränkt oder zumindest abgewandelt zu sein; der Ascus dürfte sich nicht durch apikales Aufreißen der Ectotunica öffnen (wie dies für *Patellaria* in Bellemere, Malherbe & Hafellner (1986: 119, fig. A-D) dargestellt ist), sondern möglicherweise durch Absprengen der Exotunica an einer präformierten, ringförmigen Bruchstelle etwa in halber Ascushöhe.

Bezüglich Bau und Öffnungsweise der Asci und Gestalt der Paraphysen erscheint *Arthrorhaphis* eher an die Gattung *Lahmia* angenähert. Das Genus wurde von Eriksson (1986: 357) nicht nur in eine neue Familie (Lahmiaceae), sondern auch gleich in eine neue Ordnung (Lahmiales) gestellt. Eriksson (1986: 352) schreibt über die Ascus-Öffnungsweise bei *Lahmia kunzei*: "Morphologically the ascus is bitunicate, but it may have lost the fissitunicate function." Gleiches scheint für *Arthrorhaphis* zu gelten.

Die Frage, ob *Arthrorhaphis* irgendwo bei *Patellaria* oder bei *Lahmia* (deren Verwandtschaft nach Meinung der Verf. wohl nicht so entfernt scheint, wie dies die taxonomischen Zuordnungen vermuten lassen) unterzubringen sei, sollte erst nach umfangreicheren Vergleichsstudien näher diskutiert werden.

4. Die Gattung

Arthrorhaphis Th. Fries (1860: 203)

nom. cons. prop. (Jørgensen & Santesson 1993: 881)

Typus generis: *Arthrorhaphis flavovirescens* (A. Massalongo) Th. Fries (vgl. Jørgensen & Santesson 1993: 881).

Synonyme: *Raphiospora* Massalongo (1853a: 11) - (*Gongylia* Koerber (1855: 351); jüngst allerdings mit *Baeomyces rufus* synonymisiert; vgl. unten) - *Mycobacidia* Rehm (1890: 337) - *Parathalle* Clements (1909: 70,174) - *Bacidia* subg. *Arthrorhaphis* (Th. Fries) Vainio (1922: 220).

Nomenklatorische Anmerkungen zum Gattungsnamen:

Der älteste Gattungsname für die hier unter *Arthrorhaphis* behandelten Sippen wäre *R(h)aphiospora* Massalongo (1853a: 11). Sieben Jahre nach Massalongo's Beschrei-

bung verweist allerdings Thore Fries (1860: 203) das Massalongo-Genus in die Homonymie der Pilzgattung *Rhaphidospora* Fr. und begründet deshalb seine neue Gattung *Arthrorhaphis*. Diese Vorgangsweise erscheint nach Jørgensen & Santesson (1993: 881) nicht gerechtfertigt. Die Autoren wollen aber den in der Lichenologie gut eingeführten Namen *Arthrorhaphis* aufrecht erhalten und schlagen ihn zur Konservierung gegenüber *Rhaphidospora* vor. Nun wurde aber bereits im Jahre 1855 von Koerber (1855: 351) die neue Gattung *Gongylia* errichtet, deren Typusart *G. glareosa* - auch nach Meinung des Autors (Koerber 1865: 384) - mit *Sagedia sabuletorum* (vgl. unter *Arthrorhaphis grisea*) unter anderem wegen des smaragdgrünen Amphitheciums identisch ist, wonach eigentlich *Gongylia* gegenüber *Arthrorhaphis* (erst 1860 von Th. Fries aufgestellt) Priorität haben müßte. Hawksworth & al. (1980: 13) ziehen die Gattung *Gongylia* allerdings mit dem Argument ein, daß die Art zusammen mit ihrem Wirt (*Baeomyces*) beschrieben worden sei und daher nicht befriedigend typifiziert werden könne. Diese Begründung darf heute nicht mehr gelten, so daß der Gattungsname auf *Gongylia* geändert werden müßte. Angesichts dieses Problems lectotypifizieren jüngst Jørgensen & Santesson (1993: 882) die Typusart von *Gongylia* (*G. glareosa*) auf dem Thallus von *Baeomyces rufus*. (Zu dieser, nach Meinung des Verf. zwar formal erlaubten, aber sachlich zu diskutierenden Vorgangsweise vgl. unter *Arthrorhaphis grisea*: 1. Anmerkung).

(Anm.: Sowohl im zweiten Wortteil des Gattungsnamens *Arthrorhaphis* als auch im ersten Wortteil von *Rhaphidospora* fehlt bei verschiedenen Autoren häufig das H nach dem R).

Icones:

Dickson (1793, Tab. VIII, fig. 9), *A. citrinella*, Habitus - Acharius (1795, Tab. V, fig. 5), *A. citrinella*, - Smith & Sowerby (1807, tab. 1877), *A. citrinella* - Laurer (1835: 111, tab. 31), *A. citrinella*, Habitus, Asci, Sporen - Flotow (1845: 81), *A. citrinella*, Asci, Sporen, Algen - Norman (1852, tab. II, fig. 15c), *A. citrinella*, Spore - Massalongo (1853b, XXIII, fig. 155), *A. citrinella*, Asci, Sporen - Mudd (1861, fig. 70), *A. citrinella*, Sporen - Stizenberger (1863, Taf. 1, fig. 1), *A. citrinella*, Sporen - Lindau (1923: 19, Fig. 13), *A. grisea*, Spore - Lynge (1928, plate 2, fig. 10, 11), *A. vacillans*, Ascus, Sporen - Swinscow (1961: 243, fig. 1), *A. grisea*, Apothecienschnitt, Ascus, Sporen - Hertel (1973: 481), *A. "vacillans"*, Asci, Sporen - Poelt & Hafellner (1976: 216, Abb. 1), *A. vacillans*, Apothecienschnitt, Paraphysen, Ascus, Sporen - Poelt & Hafellner (1976: 218, Abb. 3), *A. grisea*, Apothecienschnitt, Paraphysen, Ascus, Sporen - Hansen & Fosaa (1985: 153, fig. 3), *A. citrinella*, Habitusfoto - Galloway & Bartlett (1986: 396, fig. 2; 397, fig. 3), *A. citrinella* s.l., Habitusfoto - Wirth (1987: 55, Abb. oben links), *A. citrinella*, Habitusfoto - John (1990: 17, Abb. oben rechts), *A. citrinella*, Habitusfoto - Foucard (1990, fig. 23), *A. citrinella*, Habitusfoto - Dobson (1992: 56), *A. alpina* (sub *A. citrinella*), Habitusfoto, Ascus, Sporen, Paraphysen.

5. Schlüssel für europäische und grönländische *Arthrorhaphis*-Arten

- 1 Lager deutlich gelb oder gelbgrün..... 4
- 1* (Fremd-)Lager ohne Gelbfärbung (nur fertil bestimmbar)..... 2
- 2 Fruchtkörper auf *Cladonia*-Schuppen (*Arthrorhaphis aeruginosa* R. Santesson & Tønberg) oder auf Thallus und Apothecien der Gattung *Melanelia* (*A. olivacea* R. Santesson & Tønberg): jüngst neubeschriebene, nicht näher behandelte Sippen
- 2 Fruchtkörper auf Krustenflechten..... 3
- 3 Fruchtkörper auf *Dibaeis baeomyces* (mit Baeomycessäure), Lagerschnitt in Pd mit austretender gelber Lösung, Epihymenium oberseits bräunlich, darunter grün, mit Öltröpfchen inspergiert, Hymenium weitgehend öltropfenfrei, Apothecien bald flach ausgebreitet, Sporen durchwegs mit 12-15 Septen, Sporenbreite 3-4,5 μm ; bisher nur aus Großbritannien und den Alpen bekannt *A. muddii*
- 3* Fruchtkörper auf *Baeomyces*-Sippen mit Stictin und/oder Norstictinsäure (*B. rufus* s.l. und *B. placophyllus*); Lagerschnitt in Pd ohne austretende gelbe Lösung, orange-Färbung im Lager), bräunliches Epihymenium und Hymenium mit Öltröpfchen inspergiert, Apothecien anfangs häufig kreiselförmig hochgezogen, Sporenbreite 2,5-3,5 μm ; holarktisch verbreitet *A. grisea*
- 4 Lager steril..... 5
- 4* Lager mit Fruchtkörpern und gut entwickelten Sporen..... 9
- 5 Lager (wenigstens teilweise) aus kompakten Areolen mit geschlossener Oberfläche..... 6
- 5* Lagerareolen entweder kraterförmig aufgebrochen oder Thallus (zumindest teilweise) sorediös.. 7
- 6 Areolen mit deutlich abgesetzter, weißer bis schwach gelblicher Medulla aus Ca-Oxalat-Kristallen (in Aceton unlöslich); über wenig bis deutlich Kalk(-Staub) beeinflusstem Substrat
→ *A. alpina* s.l.
(inkl. *A. vacillans*)
- 6* Areolen ohne weiße Medullarkristalle, etwaige (Rhizocarpsäure-)Kristalle in Aceton rasch löslich), flach ans Substrat angepreßt oder (selten) hochgewölbt und dann z.T. innen hohl; über sehr saurem Substrat
→ *A. citrinella*
- 7 Lager basal mit weißen Ca-Oxalat-Kristallen; Thallus aus Soredien, die durch ausgeblühte Rhizocarpsäure-Kristalle samtig und gleichmäßig rundlich erscheinen oder aus kraterförmig aufgebrochenen Areolen; Substrat (wenig) Ca-beeinflußt
→ *A. alpina*
- 7* Lager ohne weißliche Kristall-Basis, Soredien nicht samtig; über sehr saurem Substrat..... 8
- 8 Soredien in Lactophenol-Baumwollblau mit (in Aufsicht) annähernd quadratischen Kristallen; Lager im langwelligen UV-Licht schwach dunkelrot, K+ goldgelb (Vulpinsäure)
→ *Chrysothrix chlorina*
- 8* Soredien in Lactophenol-Baumwollblau mit Kristallen aus (in Aufsicht) langen Rechtecken mit einem aufgesetzten, stumpfwinkeligen Dreieck; Lager im langwelligen UV-Licht orangerot (Rhizocarpsäure)
→ *A. citrinella*
- 9 Sporen in der Mehrzahl 16-23 \times 3 μm ; häufig mit 3(-4) (selten 5) Septen, Lager aus kompakten, niemals sorediösen Areolen; Medulla aus Ca-Oxalat-Kristallen — über deutlich Ca-beeinflußtem Substrat (Marmor, Kalkschiefer etc.); arktisch alpin verbreitet *A. vacillans*
- 9* Sporen deutlich länger, mit überwiegend mehr als 4 Septen..... 10
- 10 Lager mit Ca-Oxalat-Kristallen in der Medulla (entweder kompakte Areolen mit deutlich abgesetzter weißer (bis gelblicher) Medulla oder kraterförmig aufgebrochen oder mit samtigen Soredien und dann zumindest an der Basis mit Kristallen); Sporen meist relativ kurz und dicklich (20-)25-45(-60) \times 3-4,5 μm ; meist mehrstöckig im Ascus, nicht selten aberrant, in Länge, Breite und Septierungsgrad oft stark schwankend - über Ca-beeinflußtem Substrat; holarktisch verbreitet
A. alpina
- 10* Lager ohne Ca-Oxalat-Medulla; entweder flache, kompakte (Frühstadien über Wirtslager) bis hochgewölbte Areolen oder Thallus weitgehend sorediös aufgelöst; Sporen lang und schmal ((40)-)55-80(>100) \times 2,5-3,5 μm , einstöckig im Ascus - über sehr saurem Substrat; holarktisch verbreitet
A. citrinella

6. Die Arten

Die vollständigen Literaturzitate zu den Synonymen sind der Literaturliste zu entnehmen. Nomenklatorische und taxonomische Synonyme sind gemeinsam chronologisch geordnet und werden in ihrer originalen (mitunter falschen) Schreibweise wiedergegeben; gesehene Typen werden genau zitiert.

Arthrorhaphis alpina (Schaerer) R. Santesson in Hawksworth P. James & Coppins (1980: 13)

Basionym: *Lecidea flavo-virescens* β *alpina* Schaerer (1833: 162).

Typus: Schaerer, Lichenes Helvetici Exsiccati 532, sub *Lecidea flavo-virescens* var. *alpina*. Ad terram summarum Alpium; (am Karton steht: "Männlifluh 23. Sept. 1829") (G - Lectotypus (siehe Abb. 9aA) hiemit ausgewählt); TLC: Rhizocarpsäure, Epanorin, Pigment A1), gesehene Isotypen in BRA, G, GZU, M.

Synonyme (*Patellaria flavo-virescens* (Dicks.) Wallroth α *tersa* Wallroth (1831: 359) vielleicht zu *A. alpina* s.l. und/oder *Epilichen scabrosus*?) - *Lecidea flavovirescens* β *alpina* Schaerer (1833: 162) - *Catolechia flavovirescens* β *alpina* (Schaerer) Flotow (1849: 135) - *Lecidea citrinella* var. *alpina* (Schaerer) Nylander (1857: 127) - *Rhaphiospora flavovirescens* β *alpina* (Schaerer) Krempelhuber (1861: 207) - *Secoliga flavo-virescens* (Dicks.) Stizenberger (1863: 11; p.p. *alpina* s.l. (Hinweis auf weißes Mark), p.p. *citrinella* (Sporenlängen) - *Lecidea citrinella* f. *subecrustacea* Nylander in Norrlin (1873: 341) - *Rhaphiospora flavovirescens* f. *alpina* (Schaerer) Arnold (1881: 140) - *Bacidia citrinella* var. *alpina* (Schaerer) Boistel (1903: 185) - *Mycobacidia citrinella* var. *alpina* (Schaerer) Magnus (1905: 354) - *Bacidia flavovirescens* var. *alpina* (Schaerer) Olivier (1911: 207) - *Bacidia alpina* (Schaerer) Vainio (1922: 224) - *Bacidia alpina* var. *subecrustacea* (Nyl.) Vainio (1922: 225); Vainio hat offenbar auch die Typus-Aufsammlung von Norrlin (Finnland, Outnastunturi) für seine genaue Beschreibung herangezogen, in der die Ascus- und Sporenlängen (70 μ m/40-54 μ m) und die Sporenform ("... apice inferiore sensim attenuato, at non tenuissime caudato-elongatae.") wohl für eine Zuordnung zu *A. alpina* sprechen - *Bacidia citrinella* spp. *alpina* (Schaerer) Laundon (1962:63) - *Arthrorhaphis citrinella* var. *alpina* (Schaerer) Poelt (1969: 126).

Gesehene Exsiccate: Anzi, Lich. ex. Italiae 262 (B, M) sub *Bacidia flavo-virescens* - Arnold, Lich. Monacenses exs. 358 (H, M) sub *Rhaphiospora flavovirescens* - Hampe, Veg. cell. germ. sept. Hercynia 63 (BM, M) sub *Lecidea citrinella* - Hansen, Lich. Groenlandici exs. 342 (B, GZU, H, M) sub *A. citrinella* - Schaerer, Lich. Helv. exs. 532 (BRA, G (p.p.), GZU, M) sub *Lecidea flavo-virescens* var. *alpina*.

Nicht zu *A. alpina* gehörende Exsiccate: Pisut, Lich. Slovakiae exs. 205 (M) sub *Arthrorhaphis citrinella* var. *alpina*) zu *A. citrinella* - Räsänen, Lich. Fenniae exs. 819 (M) (sub *Bacidia alpina*) steriles, sorediöses Lager ohne Ca-Oxalat-Medulla, vermutlich zu *A. citrinella* - Räsänen & Hakulinen, Lichenotheca Fennica 1197 (B, M) (sub *Bacidia alpina*) zu *A. citrinella* - Schaerer, Lich. Helv. exs. 532 (p.p. G) (sub *Lecidea flavo-virescens* var. *alpina*) 2 Belege zu *A. citrinella*.

Beschreibung:

Lager grünlich-gelb bis gelb, entweder aus kompakten, randlich deutlich begrenzten Areolen (mit rauher Oberfläche) die stark hochgewölbt sein können und dann nicht selten an der Spitze aufbrechen (oder abgefressen werden?) und einen Krater hinterlassen oder Lager teilweise (bis völlig) sorediös aufgelöst, mit (aufgrund ausgeblühter Rhizocarpsäure) samtig erscheinenden Soredien. Bei kompakten Lagern erkennt man eine deutlich abgesetzte weiße, bis gelbliche Medulla aus Ca-Oxalat-Kristallen, aufgebrochenen Areolen scheinen diese Kristalle auszufallen und sind wie bei den sorediösen Thalli nur mehr an der Basis erkennbar. Apothecien schwarz, häufig mit deutlichem, relativ dünnem Rand, Scheibe bald flach ausgebreitet. Epihymenium grünlich-(schwarz) bis (seltener) braungrün, HNO₃ smaragdgrün (seltener moosgrün), Asci 70-110 µm, Sporen (20-)25-45(-60) × 3-4,5(-5) µm mit (4-)6-9(-14) Septen, sehr variabel in Länge und Gestalt, nicht selten aberrant (mit "Auswüchsen"), basales Ende nur kurz geschwänzt, z.T. sogar apikal und basal sich nahezu gleich verjüngend, meist mehrstöckig im Ascus. - Chemie: Rhizocarpsäure, Epanorin, Pigment A1 und Atranorin (bisweilen in Spuren) durch Eigensynthese; Stictinsäure (-Syndrom) vom Wirt.

Der Lectotypus besitzt ein schollig zusammenhängendes oder in Einzelareolen aufgelöstes Lager (0,5-1,5 mm), das auf Pflanzenresten (durchwurzelt Feinerde) oder direkt über Erde wächst; Lagerfarbe gelb (bis grünlich), bei oberflächlich abgeriebenen (?oder abgefressenen) Areolen leuchtet die Ca-Oxalat-Medulla weiß heraus. Areolenoberfläche selten glatt, meist aufgerauht erscheinend. Apothecien zwischen den Areolen der z.T. sogar ohne umgebendes Lager auf Pflanzenresten; anfangs kugelig mit sternförmig aufreißender Mündung, später flach ausgebreitet, Rand relativ deutlich abgesetzt, um 0,1 mm, Scheibe ziemlich glatt, nicht gefaltet. Epihymenium olivbraun, Excipulum insgesamt ca. 125 µm, äußerer Anteil braun(grün)schwarz, 50-60 µm, innen heller. Hymenium ca. 120 µm. Asci 80-100 µm, Sporen 35-45 × 3,5-5 µm, 6-9 (sehr selten 12) Septen, 2 stark aberrante Sporen gefunden, eine mit einem basalen Haken, eine mit einer stark aufgeblasener Zelle im Mittelabschnitt (siehe Abb. 6f), Sporen deutlich mehrstöckig im Ascus.

Ökologie und Verbreitung:

Arthrorhaphis alpina kann fallweise in ihrem parasitischen Anfangsstadium auf *Baeomyces rufus* gefunden werden, viel häufiger tritt sie allerdings als 'autonome' Flechte in Erscheinung. Sie ist sowohl in den Alpen als auch in Schottland, Skandinavien und Grönland über geeignetem (d.h. wenig bis mäßig Kalk-beeinflußtem) Substrat (pH 4,6-5,2) nicht allzu selten und wurde auch in der Hohen Tatra, im Vihorlat und den Pyrenäen gesammelt. Gilbert & al. (1988: 224) nennen mit *Megaspora verrucosa*, *Caloplaca stillicidiorum*, *C. ammiospila*, *Thelopsis melathelia* oder diversen *Mycobilimbia*-Arten die typischen calciphilen Begleitflechten von *A. alpina* s.l. Die Art scheint im Alpenraum stärker auf höhere Lagen beschränkt zu sein als *A. citrinella*, steigt aber auch in Mitteleuropa mancherorts (unter entsprechenden Bedingungen) bis in tiefe Lagen herunter, und ist auch außerhalb der Alpen anzutreffen (z.B. Deutschland, Bayern, Brennborg bei Regensburg, 1200' (= ca. 400 m!); Sachsen-Anhalt, Harz, "ad mont. Blankenburgenses" (unter 1000 m); an

beiden Fundorten mit halbwegs typischem *alpina*-Erscheinungsbild: zwar völlig in (samtige) Soredien aufgelöst, aber mit deutlicher Ca-Oxalat-Medulla und charakteristischen Sporen).

Einer einzigen Fundmeldung für die Britischen Inseln Laundon (1962: 63) - folgte in den Jahren 1963 bis 1966 die Ablage einiger weiterer (schottischer) *A. alpina*-Belege vom Ben Alder, Ben Lawers (vgl. auch Gilbert & al. 1988: 209), Glen-Clova, Caenlochan Glen, Glen Shee und Mull im Herbarium BM. Sämtliche Exemplare sind allerdings steril, so daß auch ein Vorkommen von *A. vacillans* (mit weitgehend gleichem Lager) nicht auszuschließen ist. Gilbert & Coppins (1992: 156) reklamieren *A. citrinella* für Caenlochan Glen, der drittichtigsten Stelle für calciphile, montane Flechten in Großbritannien. Ein von P.W. James (s.n.) im Jahre 1963 aus dieser Gegend gesammelter und als *A. citrinella* bestimmter, steriler Beleg in BM repräsentiert aber mit Sicherheit *A. alpina* s.l.

Viele Grönland-betreffende Angaben von *Arthrorhaphis citrinella* dürften sich auf *A. alpina* beziehen, wie dies schon Lyngé (1937: 87) andeutet, der die Art auch als "... in vielen Teilen Grönlands verbreitet ..." einschätzt. Auch der von Fries (1867a: 38) sub *Arthrorhaphis flavovirescens* für Spitzbergen genannte (sterile) Beleg (in UPS), sowie die von Hertel & Ullrich 1976: 435 bzw. Hertel 1977: 359 angegebene *A. citrinella* (in M) aus Spitzbergen und Amsterdamöya (einer kleine vorgelagerten Insel) stellen mit Sicherheit (sterile) *A. alpina* s.l. Proben dar. Pro parte zu *A. vacillans* ("... 13,3-15,2 × 3,0-3,8 µm ...") und pp. zu *Arthrorhaphis alpina* ("... 30,4-53,2 × 3,2-3,8 µm ...") gehört die von Piin & Trass (1971: 164) angegebene *Bacidia alpina* aus der Taymyr-Tundra in Sibirien. Für eine richtige Bestimmung von *Arthrorhaphis alpina* aus Nord-Alaska sprechen die von Thomson (1979: 94) gemachten sporenanatomischen Aufzeichnungen und das Substrat (Kalkböden). Weil entweder jegliche Merkmalsangaben fehlen oder sterile Pflanzen vorliegen, lassen sich folgende Fundmeldungen nicht sicher zuordnen: Nordland Inseln (= Severnaya Zemlya) (Andreev 1983: 141) (sub. *Arthrorhaphis citrinella* var. *alpina*); Nordmeer-Insel Jan Mayen (Lyngé 1939: 24); Ost-Grönland (Dahl & al. 1937: 26); Island (Kristinsson 1974: 28); NE-Kanada (Baffin Island und Kuujjuaq) (Thomson & Weber 1992: 394). Die fälschlichen Berichte aus Neuseeland (Galloway & Bartlett 1986: 394) werden bei Obermayer (in präp.) diskutiert.

Diskussion:

Arthrorhaphis alpina zeichnet sich aus durch das gelb gefärbte Lager, das Auftreten von Ca-Oxalat-Kristallen in der Medulla und durch (zumindest teilweise) relativ kurze und breite (nicht selten aberrante) Sporen mit überwiegend mehr als 4 Septen, die (meist) mehrstöckig im Ascus liegen.

Schon im Schaerer-Exsiccata finden sich neben dem kompakten Lager (Lectotypus) auch Belege mit deutlichen Übergängen zu sorediösen Stadien mit basal gut erkennbarer, weißer Medulla, bis hin zu Formen, bei denen die Ca-Oxalat-Basis fast zu fehlen scheint. Die Soredien nehmen dann (in nicht abgeriebenem Zustand) - bedingt durch die oberflächlich ausgeblühten Rhizocarpsäurekristalle - bei starker Lupenvergrößerung ein samtiges Aussehen an und erscheinen regelmäßig rundlich,

zwei Merkmale, die die *alpina*-Soredien meist deutlich von *citrinella*-Soredien trennen (vgl. unter 3.1). Auch die Sporen zeichnen sich durch stark unterschiedliche Morphologie aus. Nicht nur die Länge und der Septierungsgrad schwanken beträchtlich, es scheint auch eine vermehrte Tendenz zu aberranten Formen vorzuliegen. So treten nicht selten Sporen mit eigenartigen Auswüchsen an einem Ende auf (vgl. Abb. 6f, m), die dem Verf. von Sporen anderer Gattungen bisher nicht bekannt waren. Bisweilen findet man auch bezüglich der Lage der Sporen unterschiedlich organisierte Asci: Die Mehrzahl der Schläuche enthalten relativ kurze und breite Sporen ((20-)25-40 × 3,5-4 µm), die mehrstöckig angeordnet sind, wobei im Apikalabschnitt eher die kürzeren, weniger septierten zu liegen kommen (vgl. Abb. 5d). Daneben stehen im selben Fruchtkörper aber auch Asci mit annähernd *citrinella*-Ascus-ähnlichem Innenleben, wobei die Sporen auch Längen bis über 60 µm erreichen können und nahezu einstöckig gepackt liegen. Äußerst selten treten neben den bisher beschriebenen Verhältnissen im selben Fruchtkörper auch Asci mit sehr kurzen, aber abnormal breiten Sporen (5-6 µm) mit nur 3-5 Septen auf (vgl. Abb. 6k). Interessanterweise scheinen die genannten Polymorphismen nichts mit einem momentanen Platzangebot während der Genese zu tun zu haben, da schon bei halbreifen Asci mit gerade beginnender Sporendifferenzierung dieselben, eben geschilderten Unterschiede auszumachen sind. Wie diese starke morphologische Diversität zu deuten ist, läßt sich hier nicht klären, doch sollen zwei Denkmöglichkeiten angeboten werden: Zum einen kann sowohl Bastardisierung als auch Chimärenbildung nicht absolut ausgeschlossen werden, zum anderen darf man bei Annahme einer Rhizocarpsäure-produzierenden *Arthrorhaphis*-Gesamtart davon ausgehen, Typen vorzufinden, die an der *alpina/citrinella* Schwelle liegen - in einem für die Ausprägung von Merkmalen der einen oder anderen Art gerade ökologisch ungünstigen Bereich (vgl. unten).

Nicht zuletzt die bisher unscharfe Trennung von *A. alpina* und *A. citrinella* waren mit ein Anlaß zur näheren Beschäftigung mit der Gattung *Arthrorhaphis*. Gerade im mitteleuropäischen Raum, aber auch in Fennoskandien hat es über lange Zeit offensichtlich sehr divergierende Vorstellungen bezüglich der Abgrenzungsmerkmale zwischen beiden Arten gegeben, was sich u.a. in einem wechselvollen Auf und Ab der taxonomischen Rangstufen bei *A. alpina* von "nicht abgrenzbar" über Form, Varietät und Unterart bis herauf zur selbständigen Art widerspiegelt. Und so zeigt sich, daß das Kapitel der Einstufung von *A. alpina* in unterschiedliche taxonomische Kategorien sich ähnlich wechselvoll präsentiert wie die Geschichte der generischen Zuordnung aller Sippen der Gattung *Arthrorhaphis* (siehe Einleitung): Schaerer (1833: 162) beschreibt *Lecidea flavovirescens* β *alpina* als Varietät und behält diesen taxonomischen Rang später auch bei (Schaerer 1850: 125). Auch Krempelhuber (1861: 207) führt die Sippe als Varietät, während z.B. Stizenberger (1863: 12) keine "... Unterschiede zwischen dem Typus und der var. β *alpina* Schaerer's ... so wenig wie Koerber, Mudd und Hepp" anerkennt und Koerber (1865: 237) anführt, daß die Art zu *Rhaphiospora flavovirescens* (= *A. citrinella*) gehöre "... als eine unwesentliche, durch den festeren alpinischen Erdboden bedingte Form mit mehr zusammenhängenden, im Umfange fast gelappten Thallusschollen". Zweifel am Vorliegen einer "guten" Art hegt auch F. Arnold, der *A. alpina* vorerst noch als Varietät einstuft (Arnold 1873: 500), später aber taucht sie lediglich als 'forma alpina' wieder

auf (Arnold 1881: 140). Norrlin (1873: 341), Vainio (1883: 24), Harmand (1899: 99) und A.L. Smith (1911: 164) billigen dem Taxon '*alpina*' wieder Varietätsrang zu.

Es ist Vainio (1922: 24) der die jetzt unkombinierte "*Bacidia alpina*" erstmals in den Artrang erhebt. Zahlbruckner (1926: 173) übernimmt diese Betrachtungsweise ebenso wie Lynge (1928: 125; 1937: 87). Erst Poelt (1961: 173) "degradiert" die Sippe wieder zur Varietät. Wenig später meint Laudon (1962: 63) sie als Unterart (subspecies) einstufen zu müssen. Während Poelt & Vezda (1977: 126) erneut ihren Vorbehalt an einer klaren Trennung der genannten Sippen ausdrücken und sie innerhalb einer Gesamtart als Varietäten führen, glaubt Santesson (in Hawksworth & al. 1980: 13) schließlich doch an das Vorliegen selbständiger Arten. Diese Ansicht wird auch von Galloway & Bartlett 1986 (für südhemisphaerische Sippen) übernommen.

Beim Herausarbeiten von Merkmalen zur Unterscheidung der Taxa '*alpina*' und '*citrinella*' wurde von zahlreichen Autoren das Auftreten oder Fehlen von Soredien (wie sich herausstellte zu Unrecht) als wichtigstes Differentialmerkmal erachtet. So schreiben zuletzt z.B. Galloway & Bartlett (1986: 393) "... we now maintain sorediate, and non-sorediate taxa as separate species under the names *A. citrinella* and *A. alpina* respectively".

So überbewertet die Ausprägung des Merkmalpaares "sorediös/nicht-sorediös" wurde, so wenig Aufmerksamkeit maß man bisher der Beschaffenheit der Medulla bei. Ihre Farbe ist meist (wenn überhaupt) eher beiläufig bemerkt worden, ohne ihr taxonomische Bedeutung zuzugestehen. Nur Flotow (1845: 80) diagnostiziert bei *Lecidea flavovirescens* "... crusta ... virescenti-flava intus concolore". Laurer (1835: 111) gibt an "... eine der *Lecidea citrinella* täuschend ähnliche Flechte auf den Kärnther Alpen ..." gefunden zu haben, "... die nur in allen Theilen größer sei und eine innen weiße Kruste zeige", und Stizenberger (1863: 11) spricht von Schollen "... welche innen weiß sind ...". Beide Autoren hatten offenbar die von Schaerer beschriebene *A. alpina* (oder die im sterilen Zustand kaum abtrennbare *A. vacillans*) vor sich, in deren Originaldiagnosen allerdings für dieses auffällige Merkmal kein Hinweis zu finden ist, mit Ausnahme einer möglichen Andeutung bei Fries & Almqvist in Fries (1867b: 107), in der die Autoren bei der Beschreibung von *A. vacillans* meinen, das Lager sei "... citrino l. passim pallescente". Lynge (1928: 125) geht bei der Analyse von *Bacidia anziana* (= *A. vacillans*) auf die Farbe der Medulla nicht ein, erst in der Diagnose der neuen Art *A. summorum* B. de Lesdain (1933: 109) findet sich das Merkmal "Thallus ... intus albae ..." wieder. Die zutreffendste Beschreibung des Lagerbaus bei *alpina/vacillans* liefert schließlich Lynge (1940: 50), wenn er schreibt: "In the sterile plants I cannot distinguish between this species (*A. vacillans*) and *B. alpina*, but habitually the material looks uniform. ... In extreme cases it is quite denudated, leaving white, crateriform depressions, in the middle, surrounded by a citrine margine, the remains of the original thallus".

Neuere Arbeiten über die Gattung *Arthrorhaphis* lassen eine Auseinandersetzung mit der Beschaffenheit der Medulla wieder missen. So wird z.B. im Sippenschlüssel der alpinen Formen von *Bacidia citrinella* von Poelt (1961: 173, 174) bei der Trennung von *A. citrinella/alpina* auf abweichende Thallusmorphologie ('bullat bis sorediös/körnig bis warzig sorediös') und divergierende Sporenlängen ('bis 60 µm/bis 80 µm') eingegangen, ein Hinweis auf Medulla-Unterschiede fehlt völlig.

Wie aus dem Sippenschlüssel hervorgeht, ist gerade die Präsenz einer Ca-Oxalat-Kristall-Medulla ein Merkmal ersten Ranges, um *A. alpina* und *A. citrinella* abzugrenzen, und so scheinen die gelblagerigen Sippen deutlich voneinander getrennt zu sein: *Arthrorhaphis citrinella* ohne Ca-Oxalat-Kristalle in der Medulla und langen, schmalen Sporen; *A. alpina* und *A. vacillans* mit weißen Kristallen im Mark und ihrerseits wieder durch die Sporenlängen (meist über 25 μm /um 20 μm) und Septenzahl (über 4/hauptsächlich 3(-4)) unterschieden. Tatsächlich ließ sich auch ein Gutteil des untersuchten Materials mit diesen Kriterien klaglos zuordnen. Die trotzdem aufgetretenen Bestimmungsschwierigkeiten sollen an dieser Stelle näher diskutiert werden.

1. *Arthrorhaphis alpina* "am Übergang" zu *A. citrinella*?: Hierunter können jene Sippen verstanden werden, bei denen das Lager völlig in (samtige) Soredien aufgelöst ist, an deren Basis sich keine oder nur undeutliche Reste einer Ca-Oxalat-Medulla ausmachen lassen und zusätzlich die Sporen zumeist über 50 μm Länge erreichen und nur mehr selten mehrstöckig im Ascus liegen. Diese Merkmalskombination leitet (vorwiegend in tieferen Lagen) von *A. alpina* zu *A. citrinella* über (vgl. Arnold, Lich. Monac. exs. 358 sowie Hampe, Veg. cell. germ. sept. Hercynia 63)). Im genannten Arnold-Exsiccat konnten nur sehr wenige, schlecht entwickelte Apothecien untersucht werden. Interessant scheint auch, daß hier die Asci ziemlich kurz sind (60-85 μm) und nicht selten nur eine einzige Spore beherbergen (vgl. Abb. 6h, j).

2. *Arthrorhaphis alpina* "am Übergang" zu *A. vacillans*?: Sporenlängen zwischen 15 und 23 μm und eine Septenzahl von zumeist 3(-4) kennzeichnen *A. vacillans*. In den Alpen und im arktischen Raum zeigen sich kaum Belege mit Übergängen zu *A. alpina*, wenngleich es bei *vacillans*-Sporen auch immer wieder "Ausreißer" mit bis zu 28 μm Länge und 7 Septen und bei *alpina*-Sporen "Kümmerlinge" unterhalb der 20 μm Grenze geben mag. Aber schon in den himalayischen wie auch den venezolanischen Hochgebirgen liegen weniger klare Verhältnisse vor: Die Sporen erreichen Längen zwischen 16 und 30 μm und haben entweder mehr als 3 Septen oder 3-septierte Sporen sind wenigstens deutlich länger als 20 μm . Diese Sippe soll an anderer Stelle (Obermayer in präp.) genauer definiert werden.

Zusammenfassend erscheint es nach Meinung des Verf. auch nicht ausgeschlossen, daß die Gattung *Arthrorhaphis* eine äußerst polymorphe Gesamtart darstellt (mit einem sehr breiten ökologischen Möglichkeitsbereich aber mit nur wenigen "Verwirklichungsspitzen"), die sehr unterschiedlich ausgeprägte Ökotypen hervorzubringen im Stande ist. Vergleicht man z.B. *A. vacillans*, *A. alpina* und *A. citrinella*, erkennt man eine deutliche Korrelation zwischen der Sporenlänge (bzw. dem Längen/Breiten-Verhältnis) und dem pH-Wert des Bodens (vgl. Tab. 2 und Abb. 2). Gleichzeitig scheint auch die Stärke der Ca-Oxalat-Medulla (wohl ein Stoffwechsel-Endprodukt als Reaktion auf den Ca-Gehalt des Bodens) mit zunehmender Acidität des Substrates abzunehmen.

An dieser Stelle sei es erlaubt, auch bei Sippen ander Gattungszugehörigkeit in vielen der einzig aufgrund (\pm geringfügig) abweichender Sporenlängen bzw. -septierung beschriebenen "Arten" lediglich Substrat-pH-abhängige, ökologische Formen zu vermuten. Die Merkmalsstabilität der hier aufgezeigten Arten unter un-

terschiedlichen ökologischen Bedingungen kann letztlich nur im Kulturversuch geklärt werden. Vorerst erscheint es aber aus Gründen der Zweckmäßigkeit sinnvoller, die vorliegenden Sippen nach dem vorgeschlagenen Konzept zu kategorisieren.

Gesehene Belege:

DEUTSCHLAND, **Bayern**, Mittelfranken, Sandblock des braunen Jura der Ludwigshöhe bei Weissenburg, Sandstein, 1866-05-27, Arnold (M) - Oberbayern, Kalkboden der Frauenalpe ober dem Schachen bei (Garmisch)Parten Kirchen, 1874-08, Arnold (M) - München, auf sandiglehmigem Boden einer Böschung am Waldsaum zwischen Schöngesing und Grafrath, 1894-05-03, Arnold (H, M), Arnold Lich. Monacenses exs. 358 - Oberpfalz, Brennberg bei Regensburg auf Granit, 1200', Sendtner (M) - Schwaben, Allgäuer Alpen, Kreuzeck, 7340', Sendtner (M) - Allgäuer Alpen, Vorderer Kalk-Schrofen an der Mädelegaben, 6700', 1849-07-10, Sendtner (M) - auf Erde in dem Hornstein-Massiv am Laufbacher Eck, 2179 m, 1952-07-21, Poelt (M) - Obermädele Alpen im Algäu, (M) - **Sachsen-Anhalt**, Harz, ad mont. Blankenburgenses, Kieselerde, 1846, Hampe (BM, M), Hampe, Veg. cell germ. sept. Hercynia 63, — **FRANKREICH**, Pyreneens, sur la rochers granitiques de la reg. alp. parmi les mousses. 'Forêt de Lesponne, H. tes Pyr., 1860'', Port de Venasque, 1865 (M), Dufour, Lich. Pyreneens 94 — **GROSSBRITANNIEN**, **Schottland**, Westerness, Ben Alder, Coire Cheap, on epidiorite outcrops, 3000', 1966-08, Walkinshaw (BM) - Ben Alder, on mica schist rock, 3000', 1964, Walkinshaw (BM) - East Perth, Glen Shee, summit of limestone cliffs, 2050', 1964-05-22, James (BM) - Forfar, Caenlochan, Glen, on limestone soil, 2100', 1964-05-15, James (BM) - Forfar, Glen Clova, on epidiorite, 2000', 1965-06-23, James (BM) - Mid Ebudes, Mull, Gribun, Creag a'Ghail, 500', 1965-06-26, James (BM) - Mid Perth, Ben Lawers, on mica schist rock near summit, 3850', 1963-07-29, James (BM) — **ITALIEN**, Lombardei, ad rupes graniticas et terram in montibus et alpinis prov. Sondriensis, (B, M), Anzi, Lich. exs. Italiae 262 - Südtirol, Porphyer der Eislöcher bei Eppan, Bozen, 1872-08, Arnold (M) — **NORWEGEN**, Finnmark orient., Mekelven, T.M. Fries (M) - Oppland, Dovre, Geteryggen, Erde 1869-08-01, Th.M. Fries (H) - Norwegen, Troms, Tromsø, Norman (B) — **ÖSTERREICH**, **Kärnten**, Reifleckgruppe, S-Abhang vom Säuleck, GF 9045/2, 3050 m, offene Bodenstelle, 1988-08-09, Walther (340) (GZU) - Schober-Gruppe, Kammer Scharte zw. dem hintersten Gößnitztal und dem hintersten Gradental, GF 9042/2, 2930 m, 1988-07-09, Hafellner & Walther (GZU) - Sadnig/Goldberggruppe, Gegend des Schobertörl, 1949-08, Poelt (M) - **Salzburg**, Hohe Tauern, Glocknergruppe, Erde über der Krefelder Hütte, 2400 m, 1963-08-23, Doppelbauer (11404) (M) - Kapruner Tal, Schmiedingerkees oberhalb der Krefelder Hütte, 2700 m, auf Erde über Kalkschiefer, 1973-09-07, Kalb (213) (Kalb) - Krefelder Hütte über dem Kapruner Tal, 2750 m, 1963-08-23, Hertel (745a) (M) - Lungau, Radstädter Tauern, Aufstieg vom Großbeck zum Speiereck W von Mauterndorf, über dem Großbeck, 2100 m, Kalkschiefer und unter dem Gipfel des Speierecks, 2380 m, Mergelkalke, 1981-07-22, Poelt, Mayrhofer & Türk (GZU) - **Steiermark**, Koralpe, W Schwanberg, Gregormichlalm, Weiden, 1240 m, 1988-09-02, Suanjak-Traidl (GZU) - Niedere Tauern, Wölzer Tauern, Hochgrößen, NE Seitengipfel, im Gratbereich, alpiner Rohboden über Serpentin, GF 8551/2, 2050 m, 1989-07-22, Hafellner (26269) (Hafellner) - Hohenwart auf der Nordflanke SE ober dem Eiskar, Marmor-Blockhalde, GF 8651/3, 2200 m, 1991-07-23, Hafellner (28341) & Obermayer (GZU; zusammen mit *A. vacillans*) und S-Grat des Schönfeldspitz, GF 8651/3, Marmorboden, 2100 m, 1991-06-23, Hafellner (28320) & Obermayer (GZU) und Gratbereich von der Schönfeldspitze nach NE, Windkante, 2100 m, über Marmor, 1991-07-23, Obermayer (2232) & Hafellner (Obermayer) - **Tirol**, Gneisboden der Bergschneide ober dem Brenner, 1872-08, Arnold (M) - Kitzbühler Alpen, Weg zum Kl. Rettenstein, GF 8640, 2100 m, und Kl. Rettenstein, 2212 m, 1987-08, Hofmann (1235, 1349) (Hofmann) - Samnaun-Gruppe, 3 km W Serfaus, Furgler Joch zum Furgler, ca. 3000 m, GF 8929/3, 3000 m, Erde, 1991-09-02, Obermayer (2260) (Obermayer) und Grat zwischen dem Furgler Joch und dem Gipfel, MTB 89-29, 2900 m, 1991-09-02, Hafellner (23309) (GZU) - Osttirol, Venediger-Gruppe, kurz SE unter der Essener-Rostocker-Hütte, GF 939/2, über Ca-halt. Schiefer, 2100 m, 1989-09-09, Hafellner (23375) (Hafellner) - Tauern, Nussingkogel, Gipfelregion, 2990 m, 1988-08-30, Türk (8941) (M) - Weg zwischen Löbentörl und Innerem Knorkogel GF 8840, 2800 m, 1988-08-31, Hofmann (3432, 3542) (Hofmann) - Tuxer Alpen, Geier S ober der Wattener Lizum, Ostgrad, kurz unter dem Gipfel, offene Horizontalfläche über Kalkschiefer, MTB 8834/4, 1992-07-07, leg. Hafellner (23405) & Magnes (GZU) — **RUSSELAND**, Jenisej flumen, Guv. Jenisejsk, Tolstoi nos, lat. bor. 70°10', 1876-08-18, Brenner (H) — **SCHWEDEN**, Lycksele Lappmark, par. Tarna (= Tornio). Mortsbäcken 1924-07-19, A.H. Magnusson (H) - par Tärner Björkfors, near Mortsbäcken, 425 m, 1924-07-19, A.H. Magnusson (UPS) - Härjedalen,

Tännäs parish, Mt. Mittakläppen, on the steep eastern slope, regio alpina, 1200 m, 1970-09-02, Santesson (22604) (UPS) - Torne Lappmark, Nordhänge des Laktatjokka beiderseits des Raikenjira südlich der Kopparsen, -950 m, 1972-08-18, Mathey (72-80) (B) - The Tornetråk Area, Mt. Laktatjokka, eastern slope, 950 m, 1971-08-10, Santesson (23989) (UPS) - Umgebung von Abisko, Laktatjokka, über Kopparsen, Poelt (GZU) - Juckasjärvi, Vnattasreit, 1200 m, 1936-08-25, Santesson (UPS) — SCHWEIZ, ad terram summarum Alpium, (BRA, G, GZU, M), Schaerer, Lich. Helv. exs 532 - Berner Oberland, Gipfelgrat des Niesen, Nordhänge, 2300 m, über Kalkboden, 1955-07-16, Poelt (B55/80) (M) - Bernhard, 1855, Ed. Börsziere (G) - Graubünden, auf dem Churer Joch nach dem Gûrgaletsch, Prof. Theobald (M) - bei Lenz (= Lenzer Heide), (M) - Samnaun-Gruppe, Nordseitige Rasentreppen der Kalkschieferücken NNE der Heidelberger Hütte, Val Fenga, 2240 m, Kalkschiefer, 1967-08-05, Poelt (5670) (GZU, Hafellner 776) - St. Gallen, St. Galler Oberland, Brodkamm S über Unterterzten, nordseitig, 2000 m, direkt auf Kieselkalk, 1968-09-14, Poelt (6379) (GZU) - Wallis, Aletschwald ob Brig, Moränen des Aletschgletschers, 1900 m, 1968-09-12, Poelt (6686) (GZU) — SLOWAKEI, Hohe Tatra, Velka Svistovka NW von Tatranska Lomnica, NE-exponierte Steilhänge am Pod Svistovkou, 2020 m, 1991-09-10, Mayrhofer (101506) & Kyselova (GZU) - Vyhorlat, Sninsky kamen, 1929, Nadvornik (BRA) — SPITZBERGEN, Lovensberg, 1861, Melmgren (UPS) - Kongsfjord-Gebiet, Brögger-Halbinsel, NE oberhalb des Austre Bröggerbreen, zw. Zeppelinfjellet u. Lundryggens, S ober d. Joch, 490 m, 1975-07-29, Hertel (16957) & Ullrich (M) - Woodfjorden, Bockfjorden, NW Abhänge des Sverrefjellet, 79°15'N, 13°19'E, 300 m, Erdauflage über Lavafelsen, 1979-07-22, Hafellner (5191) (GZU) - NW-Spitzbergen, Amsterdamöya, Abbruchkante des Hochplateaus zum SW-Kap der Insel (79°45'16''N, 10°40'E), in breiter Felsritze, 270 m, 1975-07-16, Hertel (16047) & Ullrich (M) — GRÖNLAND, N-Grönland, Station Nord (81°36'N, 16°39'W) together with *Stereocaulon rivulorum* and *Peltigera rufescens*, Erde, 1988-07-27, Hansen (B, GZU, H, M), Lich. Groenlandici exs. 342 - W-Grönland, Disko, Umgebung von Godhavn, Basaltplateau kurz NE der Arktischen Stadion Godhavn, -100 m, 1982-07-28, Poelt & Ullrich (GZU) - Gem. Umanak, Scheideck NE über Marmorilik, Kalkkuppen, 900 m, 1983-08-08, Poelt & Ullrich (GZU) — RUSSLAND, Siberia, Putorana Plateau, S. extremity of Aian Lake, 69°00'N, 94°14'E, 500-600 m, sparse *Larix* forest, in rocks on sandy soil, 1984-09-15, Zhurbenko (8456) (M) — U.S.A., Wyoming, Carbon, Co., Snowy Range, ca. 1,5 miles SW of Medicine Bow Peak, 3540 m, 1974-07-17, Sushan (sl-10,041) (BM), p.p. *A. alpina* s.l. (steril), p.p. *A. citrinella* — KANADA, Northwest Territories, Mackenzie District, Coppermine, 1962-08-08, Thomson & Larsen (H).

Arthrorhaphis citrinella (Ach.) Poelt (1969: 126)

Basionym: *Lichen citrinellus* Acharius (1795: 135).

Typus: A. Suecia (H-ACH Nr. 262 - Lectotypus (siehe Abb. 9cA) hiermit ausgewählt).

Synonyme: *Lichen flavo-virescens* Dickson (1793: 13 non Wulfen (1787: 122 = *Caloplaca flavovirescens* (Wulfen) Dalla Torre & Sarnth.) - *Lichen citrinellus* Acharius (1795: 135) - *Lecidea citrinella* (Ach.) Acharius (1803: 47) - ('*Lecidea*' *flavo-virescens* (Dicks.) sensu Floerke (1815: 5) vielleicht zu *Epilichen scabrosus* oder *A. alpina* s.l.?) - (*Trachylia flavovirescens* (Dicks.) sensu Fries, E. (1822: 252) wahrscheinlich zu *Epilichen scabrosus* ("Apothecia ... immarginata ...")) - *Patellaria citrinella* (Ach.) Duby (1830: 649) - *Patellaria flavo-virescens* (Dicks.) Wallr. β *mesogonimica* Wallroth (1831: 359) - *Lecidea flavo-virescens* (Dicks.) Schaerer α *vulgaris* Schaerer (1833: 162) - *Catolechia flavovirescens* (Dicks.) Flotow (1849: 135) - *Lecidea flavo-virescens* (Dicks.) Schaerer α *citrinella* Schaerer (1850: 124) - *Skolekites citrinellus* (Ach.) Norman (1852: 235) - *Raphiospora flavo-virescens* (Dicks.) Massalongo (1853a: 12) - *Bacidia flavo-virescens* (Dicks.) Anzi (1860: 71) - *Arthrorhaphis flavo-virescens* (Dicks.) Th. Fries (1860: 203) - *Raphiospora flavovirescens* α *citrinella* (Ach.) Krempelhuber (1861: 207) - *Secoliga flavo-virescens* (Dicks.) Stizenber-

ger (1863: 11) (p.p. *alpina*; siehe *A. alpina*-Synonyme) - *Bacidia citrinella* (Ach.) Branth Deichmann & Rostrup (1869: 235) - *Mycobacidia flavovirescens* (Dicks.) Rehm (1890: 338) - *Lecanactis citrinella* (Ach.) Olivier (1900: 43) - *Mycobacidia citrinella* (Ach.) Dalla Torre & Sarnthein (1902: 601) - *Pragmopora flavovirescens* (Dicks.) Schroeter (1908: 128) - *Lecidea flavovirescens* (Dicks.) Vainio (1909: 102) - *Scoliosporum flavovirescens* (Dicks.) Jatta (1911: 660) - *Bacidia flavovirescens* var. *detrita* Vainio (1922: 223); Typus: Finlandia. Tavastia borealis, Pihlajavesi, Ad terram. 1871, E. Wainio, (TUR-V, 20972 - Lectotypus hiermit ausgewählt; TLC: Norstictsäure, Rhizocarpsäuresäure) - *Arthrorhaphis citrinella* var. *citrinella* (Ach.) Poelt in Poelt & Vezda (1977: 20).

Gesehene Exsiccate: Claudel & Harmand, Lich. Gall. exs. 393; sub *Lecidea (Raphiospora) flavovirescens* (B, H) - Floerke, Deutsche Lichenen 83; sub *L. citrinella* (M) - Fries, Lich. Sueciae exs. 214; sub *L. citrinella* (M) - Harmand, Lich. in Lotharingia 1168 (M) - Jaap, Fungi sel. exs. 209 (M) sub *Mycobacidia citrinella* - Koerber, Lich. sel. Germ. 139 (B, M) sub *Raphiospora flavovirescens* - Koerber, Lich. sel. Germ. 407 p.p. (M, Beleg aus zwei Einzelstücken; ein Stück mit deutlich gelben Areolen, das andere mit grauem Lager mit sehr vereinzelt schwach gelblichen Bereichen) sub *Lahmia fuistingii* - Krawiec, Lichenotheca Polonica 163 (B, BM, H, M) sub *Bacidia flavovirescens* - Leighton, Lich. Britannici exs. 303 (M) sub *L. citrinella* - Novak, Lich. Poloniae Meridionalis exs. 141 (GZU) sub *Bacidia citrinella* - Pisut, Lich. Slovaciae exs. 205 (M) sub *Arthrorhaphis citrinella* var. *alpina* - Poelt, Plantae Graecenses, Lich. 516 (GZU) - Schaerer, Lich. Helv. exs. 532 (p.p. in G) sub *Lecidea flavo-virescens* β *alpina* - Rabenhorst, Lich. europaei exs. 410 (M), 311(B, M) sub *Raphiospora flavovirescens* - Räsänen, Lich. Fenniae exs. 819 (M) sub *Bacidia alpina* - Räsänen & Hakulinen, Lichenotheca Fennica 1197 (B, M) sub *Bacidia alpina* - Schaerer, Lich. Helv. exs. 204 (G, GZU, M) sub *Lecidea flavovirescens* α *vulgaris* - Vezda, Lich. sel. exs. 685 (B, GZU, H).

Nicht zu *A. citrinella* gehörende Exsiccate: Anzi, Lich. Exs. Italiae 262 (B, M) (sub *Bacidia flavo-virescens*) zu *Arthrorhaphis alpina* - Arnold, Lich. Monacenses exs. 358 (H, M) (sub *Raphiospora flavovirescens*) zu *A. alpina* - Hampe, Veg. cell. germ. sept. Hercynia 62 (M) (sub *Lecidea flavovirescens*) zu *Epilichen scabrosus* - Hampe, Veg. cell. germ. sept. Hercynia 63 (BM, M) (sub *Lecidea citrinella*) zu *A. alpina* - Hansen, Lich. Groenlandici exs. 342 (M, B, GZU, H) (sub *A. citrinella*) zu *A. alpina*.

Beschreibung:

Lagerfarbe gelb bis gelb-grünlich, Lageroberfläche sehr unterschiedlich gestaltet, von glatt über körnig aufgebrochen bis hin zu völlig sorediösen Stadien: Frühe Infekte (auf *Baeomyces rufus*) fahlgelb mit relativ glatter Areolenoberfläche (in diesem Stadium an exponierten Stellen nicht selten verharrend), später aber mehr und mehr sorediös aufgelöst. Das Lager wird besonders bei Formen über alpinem Rohboden bisweilen von oliv-braun-grün glänzenden Algenpartien (mit dicken Schleimhüllen) durchzogen, die von der Basis der gelben Lagerbereiche nach oben ziehen und die Oberfläche netzartig gliedern. Nicht sorediöse Areolen können sich hochwölben und im Inneren einen Hohlraum bilden. Fruchtkörper bei frühen Befallssta-

dien aus der Lageroberfläche des Wirtes kugelig hervorbrechend, später meist randlich oder sogar außerhalb der gelben Lagerbezirke sitzend. Apothecien schwarz, Rand relativ dick, bei jungen Fruchtkörpern deutlich hervortretend, später Apothecienscheibe oft hochgewölbt und Rand undeutlich. Scheibe und Rand ziemlich rauh oder gefurcht. Epihymenium olivbraun-grün bis (selten) schwärzlich-grün, HNO₃ moosgrün bis (selten) smaragdgrün. Hymenium farblos, mit Öltröpfchen. Hypothecium farblos bis bräunlich-grün. Excipulum bräunlich-grün bis (ganz außen) schwärzlich, 50-60 µm, Paraphysen wenig verzweigt, 1-1,5 µm, Asci (90)100-140 × 12 µm, keulig-zylindrisch. Sporen (40-)50-95(-110) × 2,5-3,5(-4) µm, (5-)7-9(-16) Septen, basales Ende lang geschwänzt, apikales Ende relativ kurz auslaufend, einstäckig im Ascus.

Chemie: Rhizocarpsäure, Epanorin, Pigment A1 und Atranorin (bisweilen in Spuren) durch Eigensynthese; Stictinsäure(-Syndrom) oder Norstictinsäure vom Wirt.

Ökologie und Verbreitung:

Arthrorhaphis citrinella kann sowohl in ihrem parasitischen, kompaktlagerigen Primärstadium über *Baeomyces rufus* s.l. als auch im völlig sorediösen, 'autonomen' Sekundärstadium angetroffen werden. Sie darf als acidophilste gelblagerige Sippe des Genus gelten und siedelt (über stark saurem Untergrund; pH 3,8-4,6) auf Moosen und Pflanzenresten oder direkt über Feinerde. Bisweilen findet man die Art - ihrem Wirt (*Baeomyces rufus*) folgend - auch auf sauren Gesteinen in Assoziation mit fädigen Blaualgen oder auf Holz (bei Lettau 1912: 127 als f. *lignicola*). Kurioserweise wird aus Polen von Faltynowicz & Tobolewski (1989: 457) auch ein Fund auf Leder angegeben. Die mehrfachen Angaben von *Baeomyces placophyllus* als Wirt müssen angezweifelt werden (vgl. unten).

Die weltweit verbreitete Gattung *Arthrorhaphis* erreicht mit ihrer Typusart *A. citrinella* im Untersuchungsgebiet ihre stärkste geographische Ausdehnung. Ihr Areal erstreckt sich über das gesamte europäische Festland und schließt Inseln wie Korsika, Madeira, Großbritannien, Island, Spitzbergen, Grönland bzw. die Färöer Inseln mit ein. Für Grönland kann diese Sippe wohl als eher selten gelten. Sie wird dort offenbar durch *A. alpina* s.l. (inkl. *A. vacillans*) ersetzt. Schon Lynge (1937: 87) hegte die Vermutung, daß viele der *citrinella*-Angaben für *A. alpina* stünden, wie dies z.B. auch für Lich. Grönl. exs. 342 (sub *A. citrinella*) zutrifft oder für den nordwestlichsten Grönland-Fund (Hansen 1989: 382) aufgrund mehrerer angegebener, calciphiler Begleitarten wahrscheinlich ist. Gleiches mag auch für Funde aus Svalbard (mit Spitzbergen) gelten (vgl. unter *A. alpina*). Neuere Fundmeldungen von den Britischen Inseln kann man etwa bei Pentecost (1987: 138) oder Giavarini (1990: 372) nachlesen.

A. citrinella dürfte bis vor einigen Jahrzehnten auch in den tieferen Lagen Europas (an Weganrissen) häufiger gewesen sein, bis wohl die Auswirkungen der Luftverschmutzung sie dort eher zu einer Seltenheit werden ließen. Andeutungen hierfür finden sich z.B. bei Faltynowicz & al. (1991: 27), die die von Ohlert (1870) für die Danziger Bucht angegebene *A. citrinella* nicht wiederbelegen konnten oder bei Faltynowicz & Tobolewski (1989: 456, Fig. 5), in deren Verbreitungskarte von *A. citri-*

nella für Polen einige Fundpunkte angeführt sind, die ausschließlich vor 1900 datieren. Für den nordasiatischen Raum finden sich Fundmeldungen z.B. bei Andreev (1982: 117) (Halbinsel Jamal), Makarova (1983: 150) (Halbinsel Tschuktschen), Makararova & Perfiljeva (1984: 160) (Yakutsk), Andreev (1984a: 140) (Kolyma-Gebiet), Andreev (1984b: 134) (Halbinsel Jamal) und Makarova (1986: 179) (Halbinsel Tschuktschen). Bemerkenswert ist auch ein jüngst erstmal für Sizilien gemachter Fund von *A. citrinella* an den SE-Abhängen des Ätna (van den Boom 1992: 101).

Neuere *A. citrinella/alpina*-Fundmeldungen (fehlende anatomische Angaben machen eine korrekte "ferndiagnostische" Zuordnung unmöglich) aus dem nordamerikanischen Raum stammen z.B. aus Alaska (Moser & al. 1979; Talbot & al. 1992: 24), Alberta (John 1989: 108), Baffin Island und Prince Patrick Island (Thomson 1990: 405), New Brunswick (Gowan & Brodo 1988: 309), New Mexico (Egan 1972: 11), Northwest Territories (Thomson 1970: 157) und Washington (Thomson 1969: 15).

Diskussion:

Die Art ist gekennzeichnet durch ihre gelbe Lagerfarbe (Rhizocarpsäure), das Fehlen von Ca-Oxalat-Kristallen in der Medulla, die dickrandigen Apothecien und die relativ langen und dünnen Sporen (mit mehr als 4 Septen), die einstöckig im Ascus liegen.

Zur Abgrenzung gegen *A. alpina*, *A. grisea* und *A. muddii* vgl. dort. In hochmontanen bis alpinen Gebieten der Alpen findet man an flachen, exponierten Stellen bisweilen großflächige (gelbe) Infekte auf *Baeomyces rufus*, die durch offensichtlich entweder gehemmte oder ganz unterbliebene Soredienbildung ausgezeichnet sind. Je geschützter die Lage (z.B. unter Überhängen), umso eher scheinen sich die Lager sorediös aufzulösen.

In deutlich ozeanisch beeinflussten Regionen wie Madeira, Korsika, Portugal, Schweden und Großbritannien findet sich eine Sippe (*f. atlantica* ined.) mit grobsorediösem Lager und auffallend langen Sporen (75-110 µm), die häufig noch lebende Moose überzieht. Ähnliche Morphotypen fanden sich aber auch im Schwarzwald oder im Bayerischen Wald.

Der hier ausgewählte und mit *A. citrinella* synonymisierte Typus-Beleg von *Bacidia flavo-virescens* var. *detrita* entspricht einem ziemlich frühen Entwicklungsstadium von *A. citrinella* mit (zumindest teilweise) doch schon deutlich gelb gefärbtem Lager. Nur die Wirtswahl (offenbar eine Norstictsäure-produzierende *Baeomyces*-Sippe) scheint auffällig (vgl. Chemie).

Eindeutig parasitische Anfangs-Stadien im Inneren von gesunden *Baeomyces placophyllus*-Lagern konnten nicht beobachtet werden. Bisweilen scheint ein im Zentrum durch *Epilichen scabrosus* befallener Thallus randlich von *Arthrorhaphis citrinella* nachträglich attackiert.

Gesehene Belege

BELGIEN, Prov. Liege, Hautes Fagnes, Warche-valley, E of Beverce, 400 m, Moos u. Pflanzenreste, 1987-07, A. Aptroot (19438) (B) — DEUTSCHLAND, **Baden Württemberg**, bei Schönen, in Felsritzen, -800 m, 1914-06-28, G. Lettau (B) - Schwarzwald, Feldberg, beim Turme, 1900-07, Lösch (B) - Schwarzwald, Murgtal unterhalb Wickartsmühle, 1911-09-10, G. Lettau (B) - Schwarzwald, Zell - Himmelsbachtal, auf ziemlich feuchtem Urgesteinsfels (Ritze), 1916-08-12, G. Lettau (B) - unweit Zastlerhütte am Feldberg, auf bemoosten Gneisfels, 1200 m, 1903-06-02, G. Lettau (B) - Feldberg, 1866-12, Millardet (M) - Oberwald, 1835-08-17, Stizenberger 345, (M) - **Bayern**, Mittelfranken, Keuperfels im Föhrenwalde bei Tennenlohe, Elangen, Kiesel-Erde (rötlich), 1865-06,08, Arnold (M) - Niederbayern, Böhmerwald, zwischen Oberfrauenau und Hirschbach, 750 m, Erdanriß, 1973-04-28, K. Kalb (2097) (Kalb) - Bayerisch Böhmischer Wald, Tannenreich Plenter Mischwald kurz NW Grainet, Kreis Wolfstein, 700 m, 1971-08, Poelt (10388) (GZU) - Bayerischer Wald, Hänge "im Großen Berg", rechts des Regens E Teisnach, Überhang in einem Block, 460 m, direkt auf Pegmatit, 1979-12-30, F. Schuhwerk (1479) (M) - Landkreis Regen, Theresenthal an B11, kurz N von Zwiesel, lichtoffener Weganriß, 600 m, saure Erde, 1990-09-29, K. & A. Kalb (22940) (Kalb) - Oberfranken, Sandsteinfelsen auf dem Buchstein bei Bayreuth, 1861-05, Arnold - Oberfranken/Unterfranken/Oberpfalz, Schutzengel im Feldensteiner Forste bei Plech; Neuhaus, Sandstein, (mehrere Aufsammlungen zwischen 1863 und 1886), Arnold (M) - Schwaben, Allgäu, Pfronten, 1897-05-14, J. Rueß (M) - Allgäuer Alpen, Himmelhorn, zw. Höfats u. Hochvogel, kalkhaltiger Boden, 2100 m, 1963-09-16, H. Hertel (647) (M) - **Berlin**, an sandigen Grabenrändern im grunewaldischen Forste bei Berlin etc., Floerke (M), Floerke, Deutsche Lichenen 83 - **Erfurt**, Thüringen, am Rosenkopf unweit der Schmücke, auf *Sphyridium byssoides*, 875 m, 1906-07-24, O. Jaap (M), Otto Jaap, Fungi sel. exs. 209 - Hessen, Kreis Werra-Meißner, MTB 4725, Hoher Meißner, Kalbe, ostexp. Basaltblockfeld, 700, 1987-09-19, H. Sipman (1988) (B) - **Mecklenburg**, um Schwerin in Mecklenburg, Wüstnei (B, M), Rabenhorst, Lich. europaei exs. 411 - **Niedersachsen**, Harz, Billsteinchaussee bei Hannode, 1909-07-15, Zschacke (H) - Harz, Hannode, Billstein Chaussee, in Ritzen der Schiefer, 1909-07-14, Zschacke (2180) (B) - Mauern bei Neuhaus im Solling, 1883-05, K. Beckhaus (H) - **Nordrhein-Westfalen**, Münster, Sandige Wallhecke hinter Mauritz, F. Wilms (H) - Sachsen, Flora von Dresten, an der Langebrütscher Straße, 1824, (M) - **Thüringen**, 875 m, 1906-07-24, O. Jaap (B) - Thüringer Wald, Höhe W oberhalb Heubach bei Masserberg auf dürrum Heideboden, 1915-08-09, G. Lettau (B) - Schobsergrund oberhalb Gehren, an Holz eines Baumstumpfes, 1909-07-23, G. Lettau (B) - Schortetal bei Ilmenau, auf erdbedeckten Felsen, 550 m, 1909-05-07, G. Lettau (B) - Sturmheide bei Ilmenau, auf Porphyrboden am Wegrand, 1910-03, G. Lettau (B) — FINNLAND, Lapponia enontekiensis, Enontekiö, SE-Luossunibba, ad terram muscosam, 1000 m, 1956-08-06, A.J. Huuskonen (B, M), Lichenotheca Fennica 1197 - *Ostrobotnia borealis*, Kemi, Kivalot, Keskikipenikka, ad saxa diabasica subumbrosa muscosaque, 1942-08-22, Veli Räsänen (M), Lich. Fenniae exs. 819 - *Tavastia australis*, Luhanka, Justinsalo, Mäkelä. Hietikko kalliolla, 1873, E. Wainio (TUR-V 20973, sub *Bacidia flavovirescens* var. *detrita*) - *Tavastia borealis*, Pihlajavesi, ad terram, 1871, E. Wainio (TUR-V 20972, sub *Bacidia flavovirescens* var. *detrita*) - Ks. Kuusamo, Saapunki, 0,3 km N of Puroniemi, 270 m, 22.6.1976, T. Ahti (31534) (Hafellner) — FRANKREICH, Pyrenees-Atland, 46 km SE of Pau, 4,2 km ENE of ST. Engrace, Col de St. Gracie, Serre de Benou, 3°26.7'W, 47°47.2'N, 1350 m, 1992-08-04, v.d. Boom (12626) (v.d. Boom) - Bretagne, bei Le Huelgoat, 1954-07-18, V.J. Grummann (B) - Saint Leonard des bois, rochers frais, 1906, E. Monguillon (B) - Vogesen, ad rupe umbrosas et muscos, Docelles (Vosgeses), roter Sandstein, J. Harmand (B, H), Claudel & Harmand, Lich. Gall. exs. 393 - Vogesen, ad terram in monte Hohneck, Feinerde, Dr. Mougot (ex Herb. Nylander) (H) - Dept. Cantal, Auvergne, Monts du Cantal, Puy Mary, am Steig vom Pas de Peyrol zum Gipfel, NW-exponierte Andesitblöcke, 1680 m, Pflanzenreste, 1980-07-30, A. Bellemere & Hafellner (9422) (GZU) - Lothringen, Rochers siliceux. Tres rare., 1890, Harmand (M), Harmand, Lich. in Lotharingia 1168 - Saint Leonard des Bois, rocher mumides, 1906, E. Monguillon (H) - Korsika, Distr. Bocagnano, Col de Tartavello, 850 m, Moos über Felsen, 1969-07-07, Y. Rondon & A. Vezda (GZU) - Vizzanova, Monte d'Oro, 1650 m, Granit, 1968-08-07, K. Kalb (1021) (Kalb) — GROSSBRITANNIEN, **England**, Buttlemerere, 1933-08, W. Watson (BM) - Cornwall, 1100', 1929-11-06, McKnowly (BM) - **Scotland**, Hooker (G) - Ardlui, 1929-08, W. Watson (BM) - Clova, 1930-07, D.A.J. (BM) - Dumfries, Sanquhar, Mennock, 1976-04-23, P.W. James (BM) - Fannich, W of Loch Li, schist rocks, 1965-07-08, U. Dunan (BM) - Near the falls of Lochay, Killin, 1879-07, Joshua (M) - S. Aberdeen, Braemar, Creag Chionich, 1964-05-15, P.W. James (BM) - V.C. 87, West Pertshire, Aberfoyle, the Trossachs (Nat. grid 27/49.06(-7), 56°13'N, 4°26'W, hilly deciduous woodland, Moose und Pflanzenreste, 1978-09-22, O. Vitikainen (9636) & B.J. Coppins (H) - West Argyll, Ben Nevis, 3600',

1964, D. Watkinshaw (BM) - West Argyll, Ben Nevis, 3800', 1964, P.W. James (BM) - West Sutherland (V.C.108), 3 km ENE of Lochinver, on a rocky mountain slope, 50 m, 1969-07-14, Santesson (UPS) - **Wales**, Brecon, Crai, Pflanzenreste, 1929-08, W. Watson (BM) - Llangollen, North Wales, Leighton, Lich. Britannici exs. 303, (BM, M) - Pembrokehire, Mynydd Prescelly, 1200', 1958-04-08, P.W. James (326) (BM) - Snowdon summit, 1085 m, 1924-08, W. Watson (BM) - Gwynedd, 5,5 km NW of Beddgelert, 0,7 km W of hyd-Ddu, along road B4418 to Peygroes, 240 m, 1991-07-19, v.d. Boom (11542) (v.d. Boom) — **ITALIEN**, **Friaul**, Alpi Carniche, M. Chiadin, 1900 m, 1983-1-13, Nimis (3790) (TSB) - Piz di Mede, 1850 m, 1986-08-09, Nimis (7709) (TSB) - M. Crostis, 2000 m, 1983-09-05, Nimis (3492) (TSB) - M. Novarza, 1850 m, 1984-09-11, Nimis (4450) (TSB) - in cima al M.te Paularo, 2040 m, 1990-09-28, Castello & Tretiach (TSB) - M.te Paularo, 1950 m, Tretiach (TSB) - distr. Ligosullo, in monte M. Paulare, 1900 m, 1990-09-29, A. Vezda (BRA) - M. Tiarfin presso Casera Razzo, 1981-07, Nimis (2475) (TSB) - **Südtirol**, Sarntaler Alpen, Penser Joch, E der Paßhöhe, GF 9134/4, 2200 m, 1977-10-09, T. Feuerer (M) - **Sizilien**, 20 km N of Catania, SE slope of Etna, SWS of Giarre, road Zafferana-Rif Sapienza 4 km W of Zafferana, volcanic rocks, 15°05'E/37°38'N, 1000 m, 1990-08-11, v.d. Boom (10680) (v.d. Boom) — **NORWEGEN**, Finmark orient., Mekelven, T.M. Fries (M) - Norwegen, Sogn og Fjordane, Gem. Vik, nahe dem See Malsetvatnet E der Straße von Vinje nach Vikøyri, Bergtundra, 1000 m, 1984-08-21, Hafellner (12704) & A. Ochsenhofer (GZU) - Sogn og Fjordane, Sogn turisthytte, 1500 m, 1956-07-18, A.H. Magnusson (M) - Troms, Tromsø, Norman (B) - Finnmark, Aldcok, 1857, Th.M. Fries (B) - Oppland, Øystre Slidre, N. of Bygdin, Valdresflaya, between the highway and Rasletjern, 1400 m, 1985-08-09, O. Vitikainen (11545) (H) - Oppland, 105 km of Oslo NW of Gjøvik, Snertingsdal, 700 m, 1988-08-02, P. v.d. Boom (7513) (v.d. Boom). — **ÖSTERREICH** (ausgewählte Belege), **Burgenland**, Bez. Oberwart, Wegböschung am Wanderweg zwischen Sulzriegel und Neustift bei Schlaining, 430 m, 1980-03-30, Poelt (GZU) - **Kärnten**, Koralpe, Schäferkreuz W Hühnerstütze, GF 9155/4, 1800 m, 1991-06-21, M Grube (GZU) - Nationalpark Hohe Tauern, Ankogelgruppe, Hänge E vom Hannover Haus gegen die Grauleitenspitze GF 8945/ 3, 2800 m, 1989-07-29, Türk & Hafellner (GZU) - Tauerntal NW von Mallnitz, Weg Jamnigalm - Hagenerhütte, GF 8944/4, 2200 m, 1989-07-28, Türk & Hafellner (24255) (GZU) - Goldberggruppe, NE Abhänge des Astromspitz GF 9044/1, 2640 m, 1988-09-28, M. Walther (682) (GZU) - Tauerntal NW von Mallnitz, im Bereich des Tauernbaches, Jamnighütte, GF 8944/4, 1750 m, 1989-07-27, Türk & Hafellner (28410) (GZU) - Hochalmgruppe, N-Abhänge d. Schwarzen Schneid, GF 8946/3, 2640 m, 1988-09-10, G. Steindl & Walther (831) (GZU) - Kreuzeck-Gruppe, Gipfel der Hochtristen, 2500 m, 1978-07-14, Poelt (GZU) - Reißbeck-Gruppe, S-Abhang vom Säuleck, GF 9045/2, 3050 m, 1988-08-09, Walther (340) (GZU) - Schobergruppe, Straßboden, GF 9143, 2330 m, 1990-08-11, Türk (M) - Gradental, E ober dem Steig von d. Ad. Noßberger Hütte zur Klammer Scharte, GF 9042/2, 2560 m, 1988-07-08, Hafellner & Walther (GZU) - Fleckenkopf gegen Egger Weisen, NW von Döllach, GF 9043/1, 2100 m, 1988-04-21, Hafellner (20554) & Walther (GZU) - Straßkopf, E-Abhänge knapp unter dem Gipfel, GF 9143/1, 2380 m, 1988-09-23, M. Walther (1039) (GZU) - Nockberge, Aufstieg von der Erlacherhütte zur Zunderwand, GF 9148/1, 1900 m, 1990-07-10, Petutschnig (GZU) - **Sadnig**/Goldberggruppe, Gegend des Schobertörl, 1949-08, Poelt (M) - **Saualpe**, W von Wolfsberg, am Grat zw. dem Ladinger Spitz und dem Speikkogel, W ober der Wolfsberger Hütte, 1880 m, 1984-10-13, Hafellner (11701) (GZU) - **Oberösterreich**, Donautal, Schlögener Schlinge, Kleiner Steiner Felsen, MTB 7549, 520 m, 1991-06-26, Berger (4407) (Berger) - **Sauwald**, Kopfung, Pratztrum, ostexp. Forstweg, MTB 7549, 695 m, 1990-10-17, Berger (3521) (Berger) - St. Ägidi, Steinbruch an der Bundesstraße bei der Abzweigung nach Stadl, 550 m, 1991-03-23, Berger (4213) (Berger) - **Salzburg**, Hohe Tauern, Glocknergruppe, Kapruner Tal, Schmiedingerkees oberhalb der Krefelder Hütte, 2300 m, 1973-09-07, K. Kalb (1556) (Kalb) - Hafner Gruppe, Lungau, Murtal, Rotgülden, Aufstieg vom Unteren zum Oberen Rotgülden-See, 2000 m, 1981-07-23, Poelt, Mayrhofer & Türk (GZU) - **Schladminger Tauern**, Lessachtal, Hasenhöhe ober dem Oberen Landschitzsee an der Landesgrenze zur Steiermark, 2430 m, 1991-09-18, Mayrhofer (10146) & M. Koch (GZU) - **Steiermark**, Niedere Tauern, Rottenmanner Tauern, Aufstieg zum Großen Bösenstein, Hauseck, 1960m, 1990-09-28, Mayrhofer (9797) (GZU) - **Schladminger Tauern**, Preber, ca. 12 km NNE Tamsweg, Prebergraben, E-Abhang, des Roteck, im Moarkar, -2200 m, 1992-08-29, Obermayer (2555) (GZU) - Anstieg vom Hauser Kaibling auf den Höchstein, Anstieg zur Kaiblinglochscharte, 2200 m, 1977-10-08, Hafellner (2927, 2928) & E. Wind (Hafellner) - **Etrachsee**, 1400 m, 1989-05-27, E. & M. Suanjak (GZU) - **Kleinsölkatal** S. Gröbming, Gipfelpyramide des Spatecks, 2250 m, 1984-08-03, Mayrhofer (4307) & Ch. Scheuer (GZU) - mehrfach im Sonntagskar oberhalb der Preinthalter Hütte, 1955-07, Poelt (M) - **Preuneggatal**, am Weg von der Ursprungalm zur Ignaz-Mattis-Hütte am Giglachsee, 1980 m, 1991-08-18, Poelt (GZU) - **Untertal** S Schladming, Stein-

riesental, Steig von der Gollinghütte zum Klafferkessel, 2200 m, 1980-09-28, Mayrhofer (Mayrhofer) - Seckauer Tauern, Schönebentörl zw. Kl. Reichart und Hochreichart, 2000 m, 1976-10-10, Hafellner (1646) (GZU) - Talschluß NW des Ingeringsees, N von Knittelfeld, 1200 m, 1977-06-03, Hafellner (2164) (GZU) - Gamskögel im hintersten Triebental, am W-Grat, MTB 8653/1, 2300 m, 1991-03-24, Hafellner (23353) (GZU) - Wölzer Tauern, Hänge am Grat zwischen Karlspitze und Schreinl östlich über Donnerswald, 2000 m, 1972-07, Poelt (11347) (GZU) - Hohenwart-Massiv, unterster Teil des Eiskars, GF 8651/3, 1900 m, 1991-07-23, Obermayer & Hafellner (Obermayer) - im Sattel zw. Talkenschrein und Schober Spitze N der Neunkirchner Hütte, GF 8750/4, 2240 m, 1988-05-23, Hafellner (20981, 20987) (GZU) - Planneralpe, am Steig vom Plannerknot zur Plannerseekarpite, GF 8551, 2000 m, 1985-07-23, Hafellner (13829) (GZU) - Hänge am Grat zw. Karlspitze und Schreinl, 2000 m, 1972-07, Poelt (Hafellner) - Hochrettelstein, 2220 m, 1984-08-11, Ch. Scheuer (GZU) - Steirisches Randgebirge, Ameringkogel-Massiv E von Obdach, nahe Weissensteinhütte, Waldgrenze, GF 8954/2, 1800 m, 1990-07-28, Obermayer & Hafellner (Obermayer 2236) - Hochwechsel, NE-seitig abbrechende Felsköpfe SE des Hochwechsel-Gipfels, 1650 m, 1989-09-08, Poelt (GZU) - Gleinalpe, Gebiet der Hochalpe, Abhänge zum Großen Gößgraben, unterm Hienkasattel, 1250 m, 1989-05-02, M. Suanjak (GZU) - Abhänge der Mugel gegen Nicklasdorf, Karnerhöhe, 1100 m, 1978-09-01, Hafellner (4128) (GZU) - Korralpe, 10 km W Schwanberg, Weg Jägerwirt-Schwanberger Brendel Hütte, GF 9256/1, 1500 m, 1991-08-07, Obermayer (Obermayer) - Weinebene, nahe der Grillitsch-Hütte, Kammbereich, 1900 m, 1990-07, Obermayer (2214 bis 2225) & S. Sitzwohl (Obermayer) - Seetaler Alpen Kreiskogel-Gipfelbereich und E-exp. Abbrüche GF 8953/1, 2300 m, 1987-09-13 und 1990-08-04, Obermayer (531, 534, 2540) (GZU) - **Tirol**, Brenner, Gneisboden oben auf dem Kraxentrog ober dem Vennethale, 1871-08, Arnold (M) - Hochpillberg, "Schwarzwald", 1500 m, 1990-03-18, P. Hofmann (Hofmann) - Osttirol, Karnische Alpen, Hegetkofel SW von Obertilliach, N-exp. Hänge knapp unter dem Gipfel, GF 9341/1, 2400 m, 1989-09-08, Hafellner (28758) & A. Hafellner (GZU) - Ötztaler Alpen, Hochsölden, Weg zum Schwarzensee unter dem Rothkögl, 2600 m, 1952-07-27, Schröppel (GZU) - Oberstes Kaunertal, Hänge S des Gepatschhauses, Weg zur Rauhekopfhütte, 2200 m, 1972-09-05, Poelt (GZU) - Ötztal, Leierstal, oberhalb Umhausen, oberhalb Erlanger Hütte, 2580 m, 1967-09-14, K. Kalb (1022, 1025) (Kalb) - Obergurgel, Gurgler Heide, 2200 m, 1987-09, P. Hofmann (Hofmann) - Platztal, GF 9029, Umgebung der Platztalpe gegen den Rauhen Kopf, 2300 m, mit *Epilichen scabrosus*, 1991-09-04, Poelt (GZU) - Samnaun-Gruppe, 3 km W Serfaus, Furgler Joch zum Furgler, ca. 3000 m, GF 8929/3, 3000 m, 1991-09-02, Obermayer (2262) (Obermayer) - Silvretta-Gruppe, Jamtal, oberhalb der Jamtalhütte, grober Blockschutt unterhalb des Steinmannli, GF 9127/1, 2300 m, 1983-08-13, H. Hertel (25237) (M) - Stubai Alpen, Glimmerboden zwischen Kühleith und den Finsterthaler Seen, 1885-07, Arnold (M) - Tuxer Voralpen, Weerberg/Innerst, Weg zur Weidener Hütte GF 8736, 1800 m, 1990-03-22, P. Hofmann & Türk (Hofmann) - Weg zwischen Löbbentörl und Innerem Knorrkogel, GF 8840, 2800 m, 1988-08-31, P. Hofmann (Hofmann) - Verwall-Gruppe, auf Detritus über der Friedrichshafener Hütte im Verwall über Mathon, 2250 m, 1969-04-04, F. Schuhwerk (268) (M) - **Vorarlberg**, Rätikon, Montafon, Gargellental, Schafberg, Gargellner Köpfe, 2400 m, 1986-07-30, M. & Mayrhofer (10107) (GZU) - Montafon, Aufstieg vom Grüneck zum Golmer Joch, 2100 m, 1986-07-11, Mayrhofer (6501), Türk & G. Grabherr (GZU) - WSW von Schruns, Gipfelbereich des Golmer Joches, -2124 m, 1986-07-27, A. Vezda (B, BRA) - Silvretta-Gruppe, Groß-Vermont-Tal bei Partenen, 1200 m, 1907-07-09, G. Lettau (B) - Verwall-Gruppe, S von Klösterle, äußerer Teil des Nenzigasstaes, 1350 m, 1986-07-26, M. & Mayrhofer (7013) (GZU) — POLEN, Kampinoski Park Noarodowy, Pocięcha, ad terram arenosam humidamque inter muscos, 1962-10, J. Zielinska (H) - Montes Bieszczady Zachodnie, Puszcza Bukowa. Ad terram humosam ad viam inter montes Dział et Jawornik, 690 m, 1956-08-12, Z. Tobolewski (B, BM, H, M), Lichenotheca Polonica 163 - Polish Western Beskids, Beskid Zywiecki Mountains, Jalowiec, Range, Klekociny Pass (distr. Sucha Beskidzka), 910 m, 1974-08-08, J. Nowak (GZU), Lich. Poloniae Meridionalis Exs. 141 - Sudeten, ad terram glareosam sterilem "im Aupathale" in Sudetis, Koerber (B, M), Koerber, Lich. sel. Germanica 139 - Schlesien, ad aggeres argillaceos prope Poppelau Silesiae superioris, C. Stein (M), Koerber, Lich. sel. Germ. 407 - Schlesien, Popelau, Feinsand, 1873-04-15, B. Stein (M) - Polen/Tschechien, Riesengebirge, kleiner Teich, auf Andreaeapolder, 1864-06-20 (M) — PORTUGAL, Serra da Estrela, 1000 m, 1963-08-02, Th. Schauer (M) — RUMÄNIEN, Montium Kudsiriensis, in cap. alp. "V-lui Petru", 2000 m, 1912-07-26, Föriss (2074) (H) — SCHWEDEN, Fries (M), Fries, Lich. Sueciae exs. 214 - Nerike, Askersund, 1869, Hellbom (B, H, M) - Torne Lappmark, Låklätjäkko, 1951-08, Poelt (M) - Värmland, Ekshärad, N of Berga on soil, 1962, Sundell (Hafellner) - Bohuslän, par. Norum, St. Askerön, 1953-07-19, A.H. Magnusson (23952) (M) - Bohuslän, Lysekil commune, Skäftö par., Islandsberg, 50 m, 1992-08-29, Hafellner (30507) (GZU) -

Härjedalen, Tännäs parish, Ramundberget, c. 0,5 km S of the hotel 700 m, 1976-07-19, Santesson (27018) (BRA, UPS) - Västerbotten, Umea, Tavelsjön, Mt. Tavelsjöberget, the NE-slope, ca. 25 km NNW of Umea, 1973-05-10, Santesson (24280) (UPS) — SCHWEIZ, Ad sylvorum oras (prope Röthenbach, 1835), Schaerer (G, 5 Belege, GZU, 2 Belege), Schaerer, Lich. Helv. exs. 204 - Ad terram summarum Alpium, Schaerer (G, 2 Belege sub var. *alpina*), Schaerer, Lich. Helv. exs. 532 - Luzern, Rigi 1853-06, Hepp (G) - Tessin, Adula Alpen, Val Cadlim, Aufstieg von der Capanna Cadlimo zum Gipfel des Piz Curnera, 2700 m, 1984-08-31, Mayrhofer (4457) (GZU) - Wallis, Val d'Herens, S of Evolene, W of Arolla, 2050 m, 1990-07-23, v.d. Boom (9812) (v.d. Boom) - Val de Moiry, N of Lac de Moiry, 2100 m, 1990-07-24, v.d. Boom (9905) (v.d. Boom) - Berner Alpen, Grimsel, Grimselpaßhöhe, unterste E-exponierte Abhänge des Sidelhorns W Totensee, 200 m, 1979-08-25, Mayrhofer (3363) (GZU) - Rieder-alp, Mossfluh, SE-slope, 2270 m, 1982-08-31, Hyvönen (923) (H) — SLOWAKEI, Carpati, Tatra Magna, iugum montium Liptovske hole, in monte Baranec, 1900 m, 1963-05-15, Vezda (B, H, G, GZU), Vezda, Lich sel. exs. 685 - montes Liptovske hole, Nizna Magura, 1800 m, 1965-08, Vezda (BRA) - in valle "Mlynica", 1800 m, 1963-07, A. Vezda (BRA) - montes Cervene vrchy, in alpe Kasprový, 1900 m, 5-1958, Vezda (00782) (M) - in convalle Batizovska dolina, 2000 m, 1958-08, Vezda (BRA) - Zapadne Tetry, in iugo montis Baranec, 2100 m, 1979-08-30, Pisut (BRA) - Podbankse-Ticha dolina, 1974-07-11, E. Lisicka (BRA) - inter saltum Pysne sedlo et montem Blyst, 1850 m, 1978-06-14, Lisicka (BRA) - Belanske Tetry, Zdiarska Vidla, Kiernence, 1850 m, 1955-07-23, Nadvornik (BRA) - Liptovske Tetry, ad terram graniticam in decl. orient. montis Rastoka, 1650 m, 1971-05-13, Pisut (M, BRA), Lich. Slovakiae exs. 205 - Vysoke Tetry, Furkota, supra lacum Nizne Wahlenbergovo pleso, 2300 m, 1987-07-15, E. Lisicka (6886a) (BRA) - prope lacum Dolne Wahlenbergovo pleso in valle Furkotska dolina, 2000 m, 1983-08-25, Pisut & Lisicka (BRA) - vallis Mengusovska dolina, sub lacum Velke Hincovo pleso, 1958 m, 1978-10-13, Lisicka (BRA) - in decl. occid. montis Tupa, 1910-2030 m, 1978-10-12, Lisicka (BRA) - in decl. merid. montis Hrubo, 2000 m, 1963-09-03, Pisut (BRA) - in decl. occid. montis Kricau, 2470 m, 1963-09-04, Pisut (BRA) - in lapidoso mobili in convalle Ticha dolina, 1200 m, 1979-08-28, E. Lisicka (BRA) - in cacumine montis Zamky, 2012 m, 1964-08-01, Pisut (BRA) - Velka Svistovka, 1800-2000 m, 1957, Nadvornik (BRA) - Nizke Tetry, in decl. sept. montis Derese, 1980 m, 1966-08-08, Pisut (BRA) - in dorso montis Kotliska, 1900 m, 1969-09-05, Jeslik (268) (BRA) - in monte Beniska supra transitum Certovica dictum, 1400 m, 1985-08-27, Farkas & Vezda (B, BRA) - in iugo montis Latiborska, 1620 m, 1966-08-01, Pisut (BRA) - Hohe Tatra, Velka Svistovka NW von Tatranska Lomnica, NE-exponierte Steilhänge am Pod Svistovkou, -2020 m, 1991-09-10, Mayrhofer (10150) & Z. Kyselova (GZU) - Zadna dolina, Sediello unter dem Maly Ladovy stit, 2390 m, 1991-09-11, Mayrhofer (10155), Kyselova & Timpe (GZU) - Mala Fatra, in iugo montis Stoh, 1550 m, 1973-09-18, Pisut (BRA) - Montes Polana, in valle rivi Slatinka supra pagum Hrinova secus viam Podkrivan-Brezno, 750 m, 1979-05-27, Vezda (BRA) - Pohronsky Inovec, prope pag. Mala Lehota loco Kamenne more dicto, 600 m, 1988-07-27, Pisut (BRA) — SLOWENIEN, Pohorje, Gipfelplateau des Crni vrh, SW Ribnica na Pohorju, 1540 m, 1991-06-18, Mayrhofer (9944, 10047), Batic & Pusswald (GZU) — SPANIEN, Prov. Oviedo, Asturias, Puerto de Leitariegos, ober der Laguna arbas, Gneisblockwerk, 1650 m, 1980-09-06, Hafellner (10146) (GZU) — SPITZBERGEN, Woodfjorden, Bocksfjorden, Fred Olson Fjellet, SW des Smörtstabben, 79°25'N, 13°01'E, 980 m, 1979-07-21, Hafellner (5425) (GZU) - Woodfjorden, Bocksfjorden, nördlichste Ausläufer des Fred Olson Fjellet, 79°25'N, 12°59'E, 400 m, 1979-07-19, Hafellner (53-56) (GZU). — TSCHECHIEN, Böhmen, auf nackter Erde in Felsspalten, an Hohlwegen bei Reichenberg in Böhmen, Siegmund jun. (M), Rabenhorst, Lich. europaei 410 - Sudeti occid., Krkonose, in monte Snezka, 1350 m (BRA) - Mähren, Jeseniky, in monte Keprnik, 1350 m, 1972-05-07, Vezda (BRA) - Moravia merid., distr. Telc, inter pagum Rasna et piscinam Velky, 660 m, 1981-05-14, Liska — UKRAINE, "Rossia Subcarpatica", Goverla (= Hoverla), 2040 m, 1930, Nadvornik (BRA) - Yasinya "Jasina", Turkul, 1750 m, 1930, Nadvornik (BRA) - Chorna hora, m. Turkul, 1935 m, 1930, Nadvornik (BRA). — MADEIRA, an der Straße von Santa auf die Hochfläche Paul da Serra, Pico dos Bodes, 1 km E d. Abzweigung nach Prazeres, 32°47'N/17°09'30'', 1280 m, 1990-02-17, J. & A. Hafellner (27473) (Hafellner) - ca. 3,5 km W Poiso unter der Straße auf den Pico Areiro, N-Hänge N Achada Grande, 32°43'N/16°55'W, Vulkanit, N-exp. Abbrüche, 1500 m, 1990-02-15, J. & A. Hafellner (27530) (GZU) - Pico Areiro, markante Felsrippe NE des Gipfels, 32°44'N/16°55'20'W, N-exp. Abbrüche, 1800 m, 1990-02-22, J. & A. Hafellner (27430) (GZU). — GRÖNLAND, 66°04'N, 37°02'W, Pflanzenreste, 1970-07-18, Hansen (1427) (GZU) - Södalen, loc. 25 (68°12'N, 31°23'W), 1971-07-23, Hansen (213) (GZU) — U.S.A., Idaho, near Murry, ID., 2800 ft., 1984-06-07, Rosentreter (3550) (GZU) — KANADA, British Columbia, Wells Gray Provincial Park, Battle Mtn., the highest peak, 1961-07-23, Ahti (14759) (H).

Arthrorhaphis muddii W. Obermayer spec. nov.

Fungus in thallo lichenis *Dibaeis baeomyces* parasitans, colorem thalli hospitis haud mutans. Ascomata nigra, 300-500 μm in diam., primum globosa erumpentiaque, demum plana atque superficialia. Excipulum extus fuscoatrum (15-25 μm), intus versus pallescens, viridi-brunneum (20-35 μm). Epihymenium ca. 25 μm altum, in superficie brunneolum, infra viride maculis brunneis, corporibus oleosis numerosis inspersum. Hymenium incoloratum, vix inspersum, ca. 150 μm altum. Hypothecium incoloratum ad pallidissime brunneum. Algae interdum in hypothecio et in parte basali excipuli dispositae. Paraphyses ca. 1,5 μm latae, apicibus haud inflatis, solum in epihymenio ramificantes, cellulis (12-)14-18 μm longis. Asci clavati, 90-130 \times 12 μm . Ascosporae octonae, fasciculatae, ascum complentes, (55-)65-95 \times 3,5-4,5(-5) μm , 10- ad 15-septatae; non longicaudatae (ut in *A. citrinella*). - Anal. chem.: Thallus infectus solum acidum Baeomyceticum continens.

(Die neue Art soll nach dem britischen Lichenologen William Mudd (1830-1879) benannt sein, der auf einem Etikett eines (spärlich erhaltenen) Beleges (in E) schreibt: "Lecidea new spec. parasitic on *Baeomyces roseus* Guisbro' Moore Cleveland W. Mudd 1855").

Typus: (British Isles), Flora of Cardigan (vc 46) Llanfan: on river gravels in flood plain of River Istwyth on thallus of *Baeomyces roseus*, 19.III.1987, coll. R.G. Woods, Grid 22/709.719 (Holotypus in E; siehe Abb. 9fA); Paratypus: British Isles, Cardigan: Istwyth heavy metal-rich V.C. 46 shingle gravels alt. 75 m Grid. Ref: 22/leg. O.W. Purvis & R.G. Woods, 14.2.1988, 23363 (Paratypus in BM).

Gesehene Exsiccate: Leighton, Lich. Britannici exs. 372 (sub *Lecidea citrinella* var. *arenicola*) p.p. (M, E); Beleg in H zu *A. grisea*.

Beschreibung:

Fruchtkörper auf *Dibaeis baeomyces*-Lager, z.T. auch auf den Schizidien-ähnlichen Aufwölbungen (stärkste *Baeomyces*-Säure-Produktion) und sogar auf den Podetien-Stielen des Wirtes. Wirtslager stellenweise mit glänzendem Überzug (aus Algenzellen mit sehr dicker Gallerthülle); Ascocarprien schwarz, 300-500 μm , kugelig hervorbrechend, bald flach ausgebreitet, Rand relativ schmal, z.T. glänzend, Excipulum außen (15-25 μm) dunkelbraun(schwarz), nach innen zu (20-35 μm) grünlichbraun; Epihymenium um 25 μm ganz außen bräunlich darunter grün mit braunen Flecken, sehr stark mit Öltröpfchen inspergiert; Hymenium farblos, kaum mit Öltröpfchen durchsetzt, ca. 150 μm ; Hypothecium farblos bis (sehr schwach) gebräunt; Algen vereinzelt ins Hypothecium und in die basaleren Teile des Excipulums eingebaut; Paraphysen um 1,5 μm , relativ deutlich sichtbar, im Hymenialbereich (bis 85 μm) unverzweigt, im Epihymenium gabelig verzweigt, Septenabstand (bei Fruchtkörper-zentralen Paraphysen (12-)14-18 μm ; Asci keulig, 90-130 \times 12 μm , junge Stadien bisweilen an der Spitze mit deutlicher chambre oculaire; 8 Sporen (55-)65-90 \times 3,5-4,5(-5) μm , mit 10-15 Septen (auch relativ kurze Sporen schon mit über 10 Septen, basales Ende nicht sehr lange auslaufend), einstäckig in den Asci und diese fast zur Gänze (bis in den Ascus-Fuß) ausfüllend. - Chemie: keine über den Wirts-Chemismus (*Baeomyces*-Säure) hinausgehenden Stoffe nachgewiesen.

Ökologie und Verbreitung:

Arthrorhaphis muddii wächst offenbar "commensalisch" auf *Dibaeis baeomyces*, ohne den Wirt allzu deutlich zu verändern oder (den Pilzpartner des Wirtes) abzutöten. Zumindest am Südostrand der Alpen konnte die Art trotz zahlreicher untersuchter *Dibaeis baeomyces*-Bestände nicht nachgewiesen werden, so daß die unten angeführten Belege aus Salzburg die bisher einzigen Nachweise aus den Alpen darstellen. Das Vorliegen mehrerer Belege aus Schottland, England und Wales läßt ein Vorkommen von *A. muddii* auch für Fennoskandien erwarten.

Diskussion:

Arthrorhaphis muddii ist gekennzeichnet durch die spezifische Wirtswahl (*Dibaeis baeomyces*), durch das Fehlen selbst synthetisierter Flechtenstoffe (keine Gelbfärbung des befallenen Lagers durch Tetransäuren), die Beschränkung der Inspersion auf gefärbte Epihymenialbereiche und durch die relativ breiten Sporen mit auffällig konstant hoher Septenzahl (zwischen 10 und 16; häufig 13-15).

Die rasch weit geöffneten Fruchtkörper zeigen häufig (zumindest am Randwulst) einen mehr oder weniger deutlichen Glanz, die Epihymenialfärbung ist (wenigstens im unteren Bereich) smaragdgrün. Bemerkenswert ist auch daß die (sehr dichte) Inspersion mit Öltröpfchen weitgehen auf den gefärbten Epihymenial- und den inneren Excipulumbereich beschränkt bleibt, die anschließenden Hymenial- und Subhymenialschichten sind kaum inspersioniert. Eine ähnliche Konzentration der Öltröpfchen auf das Epihymenium allein läßt sich bei allen anderen Sippen der Gattung *Arthrorhaphis* nicht erkennen. Neben dem hohen Septierungsgrad ist auch noch die relativ große Breite der Sporen (um 4 μm) auffällig. Im Excipulum konnte keine zweite, dunkler gefärbte Zone mit feinerer Textur (wie dies bei *A. grisea* häufig zu beobachten ist) festgestellt werden.

Die Belege aus den Alpen unterscheiden sich von jenen aus Großbritannien durch einen stärkeren Glanz der Fruchtkörperscheiben und durch eine auffällig dünne Berandung. In allen anderen angeführten Merkmalen herrscht weitgehende Übereinstimmung.

Eine chemische Überprüfung des Typusmaterials von *A. fuscoreagens*, die nach Vainio (1922: 226) auf *Dibaeis baeomyces* wachsen soll, ergab Stictinsäure als Hauptinhaltsstoff des Wirtes, der abgesehen von seinem Chemismus nichts mehr von seiner Identität preisgab (weißlich-graue Kruste über Moosen). *Dibaeis baeomyces* scheidet also als Wirt aus und wird übrigens auch in der Originalbeschreibung von Vainio (1883: 16) nicht genannt. Der einzig diagnostische Unterschied, der sich auch in der Namensgebung niederschlägt, scheint die Tatsache "... Ascii jodo vinose rubent vel alii fulvescunt, paecedente caerulescentia ulla ..." zu sein, also ein braunes Verfärben des Ascusraumes, ein Vorgang der bei überalterten Schläuchen häufig zu beobachten ist. Auch die bei Magnusson (1952: 142) im Sippenschlüssel genannten Merkmale "... Exc. green, K + violet ..." treffen für das Typusmaterial nicht zu, vielmehr läßt sich im schwarzbraunen Excipulums- und Epihymenialbereich nach Zugabe von KOH (wie übrigens bei allen anderen *Arthrorhaphis*-Sippen auch eine hellbraune, absaugbare Lösung erkennen. Einzig die ungewöhnlich weit geöff-

neten Ascocarpien sind für den Typus charakteristisch, der hier aber in *Arthrorhaphis grisea* eingeschlossen werden soll.

Hauptgrund für die Beschreibung einer neuen Sippe war ihr ökologisches Verhalten. Wie bei der Besprechung der Wirtsflechten schon angedeutet, stehen sowohl *Arthrorhaphis grisea* als auch *A. citrinella* immer große Bestände an *Dibaeis baeomyces* als potentieller Wirt zur Verfügung. Trotzdem wird - zumindest nach eigenen umfangreichen Beobachtung aus den Ostalpen - immer nur (der oft kaum mehr abzugrenzende) *Baeomyces rufus* s.l. attackiert. Im Falle von *A. citrinella* können die Lager des Wirtes (*B. rufus*) völlig im Rhizocarpsäuregelb von *Arthrorhaphis* aufgegangen sein, so daß das ursprüngliche Mosaik von *Dibaeis baeomyces* und *Baeomyces rufus* einem weißlich gelben Muster - gebildet aus den Thalli von *Dibaeis baeomyces* und *Arthrorhaphis citrinella* - gewichen ist und somit ein parasitischer Befall von *A. citrinella* auf *Dibaeis baeomyces* vorgetäuscht wird.

Beim Vorliegen zweier gleich häufiger und weitgehend an gleiche Bedingungen angepaßter und daher am selben Standort gemeinsam vorkommender, potentieller Wirtsorganismen erscheint es unwahrscheinlich, daß ein Parasit, der die genetische Potenz besitzt, beide Sippen zu besiedeln, sich immer nur den eine aussucht und nicht ebenso den anderen attackiert. Daher fällt es dem Verf. leichter, eine neue Sippe aufgrund der Besiedelung unterschiedlicher Wirtsflechten zu definieren, als lediglich äußerst breitspektrige, morphologische Merkmale einer Neubeschreibung zugrunde zu legen. (Die jüngst durchgeführte Rückführung von *Baeomyces roseus* in die Gattung *Dibaeis* (vgl. Gierl & Kalb 1993) mag die Eigenständigkeit der neuen Sippe noch unterstreichen). Ein Beleg des Leighton-Exsiccates (Leighton, Lich. Britannici exs. 372 in E) läßt neben dem befallenen Lager von *Dibaeis baeomyces* auch einen offensichtlich nicht parasitierten Thallus von *Baeomyces rufus* erkennen, was einen weiteren Hinweis auf die Wirtsspezifität (und damit Eigenständigkeit) der neuen Sippe liefert.

Saccardo & Saccardo (1906: 183) notieren *Baeomyces rufus* und *Dibaeis baeomyces* als Wirtsflechten von *Arthrorhaphis grisea* (sub *Mycobacidia arenicola*), wobei im zweiten Fall wohl *A. muddii* vorlag.

Gesehene Belege:

GROSSBRITANNIEN, **Schottland**, Easternness, Cairngorm mountains, Cairn Gorm, south side of summit, on soil and mosses, 3900', 1968-08-02, P.W. James (BM) - 18 km SE of Ullapool, Beinn Dearg, 3250 ft, 1984-06-25, B.J. Coppins (10511) & al. (E) - Highland, 17 km ESE of Ullapool, Seana Bhragh, 2800 ft, 1984-06-23, B.J. Coppins (10467) (E) - **England**, Herefordshire, Wapley Hill, parasitic on *Baeomyces roseus*; Leighton, Lich. Britannici exs. 372 (M, E) - Cleveland, Guisbro' Moore, parasitic on *Baeomyces roseus*, 1855, W. Mudd (E) - **Wales**, Cardigan, Llanfan, on river gravels in flood plain of River Ystwyth, on thallus of *Baeomyces roseus*, 1987-03-19, R.G. Woods (E) - Cardigan, Ystwyth heavy metal-rich, shingle gravels, 75 m, auf *B. roseus*, 1988-02-14, O.W. Purvis & R.G. Woods (BM) — ÖSTERREICH, **Salzburg**, Obertauern, Schladminger Tauern, Hundsfeld, 2100 m, über *B. roseus*, 1981-09-06, Vezda (Kalb 17206, BRA) - Schladminger Tauern, Lungau, in valle Weisspriachtal, inter Kühbarnalm et Kühbarnhütte, 1230-1300 m, 1981-09-08, Vezda (BRA).

Arthrorhaphis grisea Th. Fries (1860: 203)

ad errore sub *Rh. grisea* n. sp. (siehe 2. Anmerkung)

Typus: Finnmark: Varanger, Aldcok. 10.IX.1857 Th. M. Fries (auf dem Karton in der Kapsel steht: "*Bacidia flavovir. var. grisea*") (UPS, (L-23099) 62401 - Lectotypus (siehe Abb. 9bA) hiermit ausgewählt). Der Typusbeleg besteht aus zahlreichen aufgeklebten Einzelstücken, die auch *Epilichen scabrosus* (direkt neben *A. grisea*) zeigen. TLC: Stictinsäure-Syndrom.

Synonyme (siehe auch Swinscow 1961: 243): (*Verrucaria epigaea* Ach. β *sabuletorum* Fries (1831: 432); vgl. unten, 1. Anmerkung) - (*Sagedia sabuletorum* (Fr.) Massalongo (1855a: 25); vgl. unten, 1. Anmerkung) - (*Gongylia glareosa* Koerber (1855: 352); vgl. unten, 1. Anmerkung) - *Lecidea citrinella* f. *macra* Nylander (1857: 390) - *Rhaphiospora grisea* Th. Fries (1860: 204; siehe 2. Anmerkung) - *Rhaphiospora arenicola* (Nyl.) Mudd (1861: 186) - *Lecidea citrinella* var. *arenicola* Nylander apud Mudd (1861: 187) - *Secoliga flavo-virescens* (Dicks.) Stitzenb. f. *arenicola* (Nyl.) Stitzenberger (1863: 13) - *Rhaphiospora flavovirescens* var. *arenicola* (Nyl.) Arnold (1863: 601) - *Lahmia fuistingii* Koerber (1865: 464) (bei Santesson (1984: 36) fälschlich als vermutliches Synonym von *A. alpina* angeführt) - *Lecidea arenicola* (Nyl.) Leighton (1871: 356) - *Lecidea citrinella* var. *ecrustacea* Nylander in Norrlin (1873: 341) - *Lecidea citrinella* f. *arenicola* Nylander in Norrlin (1876: 36) - (*Gongylia sabuletorum* (Fr.) B. Stein (1879: 330); vgl. unten, 1. Anmerkung) - *Lecidea fuscoreagens* Vainio (1883: 16) Typus: Finlandia. Lapponia kemensis, Sodankylä, Pyhäntunturi. Supra muscos. 1878, E. Wainio (TUR-V, 20388 - Lectotypus (siehe Abb. 9eA) hiermit festgelegt). TLC: Stictinsäure-Syndrom - *Lecidea flavovirescens* f. *macra* (Nyl.) Harmand (1899: 99) - *Bacidia citrinella* f. *macra* (Nyl.) Boistel (1903: 185) - *Bacidia arenicola* (Nyl.) Olivier (1905: 214) - *Mycobacidia arenicola* (Nyl.) Saccardo & D. Saccardo (1906: 183) - *Parathalle fueistingii* (Koerber) Clements (1909: 70) - *Lecanactis citrinella* var. *nana* ("Nyl.") Olivier (1911: 207); Olivier hat offenbar "nana" mit "macra" (= mager) verwechselt - *Gongylia viridis* A.L. Smith (1911: 42) - *Bacidia flavovirescens* var. *arenicola* (Nyl.) A.L. Smith (1911: 165) - *Bacidia flavovirescens* var. *grisea* (Th. Fries) Vainio (1922: 223) - *Bacidia fuscoreagens* (Vainio) Vainio (1922: 226) - *Bacidia flavovirescens* f. *macra* (Nyl.) A. Zahlbruckner (1926: 196) - *Arthrorhaphis citrinella* f. *arenicola* (Nyl.) Poelt (1969: 127) ined. - *Arthrorhaphis fuscireagens* (Vain.) Poelt (1969: 127).

1. Anmerkung: Im Jahre 1855 wurde sowohl *Gongylia glareosa* Koerber (1855: 351) beschrieben als auch *Verrucaria epigaea* β *sabuletorum* Fries (1831: 432) zu *Sagedia sabuletorum* Massalongo (1855a: 25) umkombiniert bzw. in den Artrang erhoben. Für Massalongo's "Frammenti Lichenographici" wird bei Stafleu & Cowan (1981: 353) kein genaues Publikationsdatum angegeben, der Autor datiert allerdings seinen Aufsatz mit '5 Gennajo 1855' und verweist bereits im "Symmicta" (Massalongo 1855b: 98) (publiziert zwischen Februar und April 1855) auf seine Umkombination. Außerdem werden die "Frammenti Lichenographici" schon mit Abgabedatum 28. Juni 1855 in der "Flora" rezensiert (fide Stafleu & Cowan 1981: 353). Da Koerber's "Systema Lichenum Germaniae" erst zwischen Oktober und Dezember 1855 publiziert wurde, kann man also davon ausgehen, daß "*sabuletorum*" (im Artrang) um einige Monate älter ist als "*glareosa*". Nach Swinscow (1961: 234) ist der Fries'sche

Typus von *Verrucaria epigaea* β *sabuletorum* verlorengegangen. Massalongo hatte offenbar den Original-Beleg bei seiner Umkombination vorliegen (Ausrufungszeichen hinter der Angabe des Synonyms). Im selben Jahr liefert er in seiner "Symmicta" dann eine genaue Diagnose (mit Fruchtkörper- und Sporenanalyse) nach, aus der Koerber (1865: 384) seine *Gongylia glareosa* wiedererkennt. Aufgrund der genannten Tatsachen soll hier der Ansicht von Swinscow (1961: 244) gefolgt werden, trotz fehlenden Typusmaterials dem Artepitheton "*sabuletorum*" gegenüber "*glareosa*" den Vorzug zu geben und die hier unter *Arthrorhaphis grisea* behandelte Sippe müßte *A. sabuletorum* (Fr.) heißen. - Nun können aber mit den jüngst durchgeführten Typifizierungen von *Gongylia sabuletorum* (Santesson 1993: 21) und *Gongylia glareosa* (Jørgensen & Santesson 1993: 882) jeweils auf dem Thallus von *Baeomyces rufus* beide Namen nicht mehr mit *Arthrorhaphis grisea* in Zusammenhang gebracht werden sondern gelten fortan als Synonyme von *Baeomyces rufus*.

Der Verf. kann nur mit Unbehagen diesen Vorgangsweisen folgen: Wenn, wie im Falle von *Arthrorhaphis grisea* der Mycobionten einen anderen Flechtenthallus (*Baeomyces rufus*) befällt, der Pilzpartner des Wirtes innerhalb einer deutlich erkennbaren Befallsgrenze abgetötet wird, aber die Algen der Wirtsflechte offenbar vom "Parasiten" übernommen werden, kann in diesem Stadium wohl kaum noch vom Lager des Wirtes (wie bei den Typifizierungen getan) gesprochen werden. Produziert aber der "parasitierende" Pilzpartner (wie bei *Arthrorhaphis citrinella* oder *A. alpina*) im Verein mit den "gestohlenen" Algen einen farblich auffälligen Flechtstoff (z.B. gelbe Rhizocarpsäure), käme keiner auf die Idee, den jetzt andersfärbigen Thallus mit dem Wirtslager zu typifizieren. Es wäre also eleganter gewesen, *Arthrorhaphis* auch gegenüber *Gongylia* zu konservieren und "*sabuletorum*" als ältestes Artepitheton (siehe oben) anstelle von "*grisea*" zu verwenden.

2. Anmerkung: Im Jahre 1860 begründet Th. Fries die neue Gattung *Arthrorhaphis*, weil seiner Meinung nach der bis dahin verwendete Name *R(h)aphiospora* von Massalongo ein Homonym einer Pilzgattung sei (vgl. unter 4. Die Gattung). Der Autor akzeptiert auch seine eigene Gattung *Arthrorhaphis*, indem er *Rhaphiospora flavovirescens* (Dicks.) Massalongo zu *Arthrorhaphis flavovirescens* (Dicks.) Th. Fries (auf Seite 203) umkombiniert. Eine Seite weiter beschreibt er seine neue Art mit dem Epitheton "*grisea*", führt aber - vermutlich irrtümlich - *Rh.* (also den vorher verworfenen Namen *Rhaphiospora*) als Gattungsnamen an.

Gesehene Exsiccate: Arnold, Lich. exs. 261 (B, H, M) sub *Rhaphiospora flavovirescens* var. *arenicola* - Arnold, Lich. exs. 261b (M) sub *Rhaphiospora flavovirescens* var. *arenicola* - Koerber, Lich. sel. Germ. 407 (M) (sub *Lahmia fuistingii*) in der Kapsel befinden sich 2 Belege (*A. grisea* und *A. citrinella*), die auf Kartons verschiedener Stärke aufgeklebt sind und daher wahrscheinlich erst nachträglich zusammengeworfen wurden - Leighton, Lich. Britannici exs. 372 p.p. (H) sub *Lecidea citrinella* var. *arenicola* (siehe auch unter *A. muddii*) - Vezda, Lich. sel. exs. 2450 (GZU, M).

Nicht zu *A. grisea* gehörende Exsiccate: Leighton, Lich. Britannici exs. 372 p.p. (M, E) (sub *Lecidea citrinella* var. *arenicola*) zu *A. muddii*.

Beschreibung:

Lager: Das ursprünglich weißlich-graue Lager von *Baeomyces rufus* färbt sich direkt an der Befallsgrenze dunkelgrau (teilweise mit einem leichten Farbton ins Lila) und weiter in Richtung Infektionszentrum großflächig grünlich-grau. Das Wirtslager ist oft mit einer (auch im trockenen Zustand) glänzenden, durchscheinenden Algenschicht überzogen, die auch auf das bloße Substrat übergreift. Bei Proben auf Gestein löst sich das Lager schließlich im Zentrum vom Substrat und fällt blättrig ab. (Sowohl aus dem Steirischen Randgebirge (Poelt, s.n., 1991-05-13, in GZU) als auch von den Britischen Inseln (B.J. Coppins 10895, in E) existieren Belege mit identischen Befallsbildern). Die Fruchtkörper sind anfangs kugelig geschlossen und schon relativ früh durch eine eingezogene Basis vom Lager getrennt. Später wachsen sie (noch immer weitgehend geschlossenen oder gerade im Begriff aufzureißen) nicht selten kreiselförmig hoch. Ältere Fruchtkörper präsentieren sich aber auch mit weit ausgebreiteter, flacher Scheibe. Excipulum außen dunkelbraun(grün) ca. 25 μm , anschließend ein hellerer Bereich (ca. 20 μm) und häufig ganz innen mit einer zweiten, wieder stärker bräunlich(grün) gefärbten, feiner texturierten Zone (um 12 μm) (vgl. Abb. 4b, Pfeile); Epihymenium mit bräunlich-moosgrünen Farbtönen; Hymenium farblos, mit Öltröpfchen; Paraphysen bis 2 μm breit, Einzelzellen um 12 μm lang; Asci 100-130 \times 12 μm ; Sporen (50-)60-90(-100) \times 2,5-4(4,5) μm , mit 7-9(-13) Septen, einstäckig im Ascus. - Chemie: keine, über den Wirts-Chemismus (Stictinsäure-Syndrom oder Norstictsäure) hinausgehenden Stoffe nachgewiesen.

Ökologie und Verbreitung:

Die obligat parasitische *Arthrorhaphis grisea* wählt als Wirtspflanze hauptsächlich *Baeomyces rufus* s.l., nur vereinzelt konnten befallene Lagerloben von *B. placophyllus* beobachtet werden (vgl. unten).

Die zumindest in Teilen der silikatischen Ostalpen (v.a. Steirisches Randgebirge) durchaus als häufig zu bezeichnende Art schein außerhalb der Alpen (mit Ausnahme von Großbritannien) eher eine Rarität darzustellen, könnte aber auch übersehen worden sein. Jüngst wird die Art z.B. aus dem ukrainischen Karpatenanteil angegeben (Hawksworth 1992: 99). In den Alpen zählen nach Ausweis der Fundortangaben die montane und untere subalpine Stufe als bevorzugter Höhenbereich.

Für Nordamerika wird die Art erstmals von Bird & al. (1981: 1251) (sub *Lahmia fueistingii*) angegeben.

Diskussion:

Arthrorhaphis grisea ist gekennzeichnet durch die Wirtswahl (*Baeomyces rufus* s.l. und sehr selten *B. placophyllus*) das Fehlen von Rhizocarpsäure im (Fremd)Lager, die häufig (zumindest anfangs) kreiselförmigen Apothecien, die Inspersion des gesamten Hymeniums und die, in schon relativ jungen (perithecienartig aussehenden) Fruchtkörpern ausdifferenzierten, relativ langen Sporen. In späteren Entwicklungsstadien können die Apothecien aber auch flach ausgebreitet sein und einen relativ dünnen, abgesetzten Rand aufweisen. Dieser scheinbare Dimorphismus hat in der Vergangenheit dazu geführt, daß z.B. im Gattungsschlüssel von Stein (1879: 28, 29)

ein und dieselbe Art sowohl bei den "kernfrüchtigen Flechten" (mit Perithezien) unter *Gongylia sabuletorum* aufscheint als auch bei den "scheibenfrüchtigen Flechten" (mit Apothecien) unter *Lahmia fueistingii* zu finden ist. Koerber, der sowohl für die Beschreibung von *Gongylia glareosa* (Koerber 1855: 351) als auch für jene von *Lahmia fueistingii* (Koerber 1865: 464) verantwortlich zeichnet, hat sich aber auch durch den offensichtlichen (noch erkennbaren) Parasitismus der zweitgenannten Art auf *Baeomyces placophyllus* zur Neubeschreibung hinreißen lassen. Aus diesem Grund sind die Sippen von *Arthrorhaphis* im selben Aufsatz sowohl in Koerbers "Parerga Lichenologica" (*Rhaphiospora*, *Gongylia* und *Lahmia*) als auch in der Cohn'schen "Kryptogamen-Flora von Schlesien" (*Arthrorhaphis*, *Lahmia* und *Gongylia*) in drei verschiedenen Gattungen untergebracht (vgl. unten).

Bezüglich der wenigen vorliegenden *Arthrorhaphis*-Proben, die eindeutig *B. placophyllus* attackieren, sollten noch einige Dinge angemerkt werden: Viele Asci sind häufig "leer" (ein Stadium bei dem die "chambre oculaire" sehr deutlich ausgeprägt ist) oder die Sporen sind nur sehr schlecht entwickelt, jedoch (meist) zu 8 im Schlauch und nicht zu je vier wie dies bei Koerber (1865: 465) zu lesen ist. Weiters zeigt sich hier das bei weitem tiefste Eindringen von noch lebenden Algen in den Fruchtkörperboden (als durchgehende Algenschicht bis an die Basis des Hymeniums und sogar an der Excipulum-Innenseite hochziehend). Sollte diese Sippe verselbstständigt werden müßte sie wohl *Arthrorhaphis fueistingii* (Koerber) heißen.

Ein relativ häufig zu beobachtendes und auffälliges Merkmal von *A. grisea* ist das Auftreten eines "Sockels", d.h. eines zusätzlichen Ringwulstes an der Basis der Fruchtkörper. Diese Gebilde läßt sich wohl mit einem erneuten "Durchstoßen" bei überalterten oder fraßgeschädigten Apothecien erklären, also mit einer nachträglichen Neubildung von Exzipulargeflecht innerhalb des ursprünglichen Exzipulums. Tatsächlich ist bei Fruchtkörperschnitten im inneren, helleren Exzipularbereich häufig eine zweite, wieder stärker braunfarbene Schichte zu erkennen (siehe Abb. 4b, Pfeile) (auch beim Typus von *A. grisea* deutlich zu sehen). Die Fruchtkörper-Regeneration aus schon bestehenden Apothecien scheint (obwohl vereinzelt auch bei anderen *Arthrorhaphis*-Sippen beobachtet) für *A. grisea* geradezu charakteristisch zu sein.

Der Pilz bildet auf *Baeomyces rufus* schon sehr bald - nahe der Grenze zur Wirtspflanze - seine typischen Fruchtkörper, *A. citrinella* hingegen entwickelt an derselben Stelle bestenfalls Fruchtkörper-Primordien, die (fast) immer schon auf gelblichem Lager aufsitzen. Die (zumindest auf saxicolen Proben) deutlich ausgeprägte Befallsgrenze zwischen *A. grisea* und *Baeomyces*, sowie eine Loslösung des Lagers vom Substrat, konnte bei *A. citrinella* nicht beobachtet werden. Selten kann es auch vorkommen, daß bei so gut wie nicht vorhandenem Wirtslager die gelben Lagerareolen von *A. citrinella* großteils fehlen; solche Belege wurden bisher immer fälschlich als *A. grisea* bestimmt. Ob *Arthrorhaphis grisea* als eine, den Wirt sehr rasch attackierende (noch?), keine Rhizocarpsäure-produzierende Vorstufe von *A. citrinella* anzusehen ist, läßt sich nicht eindeutig entscheiden. Da aber auch ein Nebeneinander von *A. grisea* und *A. citrinella* zu beobachten war, soll hier mit gutem Grund von 2 verschiedenen Sippen gesprochen werden, wobei eine flechtenstofffreie, sekundäre Ableitung von gelblagerigen Sippen eher wahrscheinlich ist. (Zur Abgrenzung gegen *Arthrorhaphis muddii* vgl. dort.)

Gesehene Belege:

DEUTSCHLAND, **Baden Württemberg**, Heidelberg, roter Sandstein, 1879, Zschacke (B) - **Bayern**, an einer niedrigen Sandsteinwand des Schutzengelsteinbruchs im Veldensteiner Forste bei Plech, 1863-06, Arnold (B, H, M), Arnold, Lich. exs 261 und Arnold, Lich. exs. 261b (M) - Bayerisch-Böhmischer Wald, Mischwald, Ränder einer Waldstraße kurz oberhalb Hochstein bei Grainet, Kreis Wolfstein, 1000 m, 1971-08-25, Poelt (M) - Bayerisch-Böhmischer Wald, Umgebung von Grainet, Kreis Wolfstein, auf Blöcken am Rande einer Waldstraße oberhalb Hochstein, 1000 m, Bodenstein, 1971-09-08, Poelt (10462) (GZU, M) - Nördl. Frankenalb, Veldensteiner Forst zwischen Plech und Fischstein, Quarzsand, 1968-03-31, Kalb (Kalb 6082) - Oberpfalz, Oberpfälzer Wald, Wegabstich an einer Waldstraße nahe dem Wildpark südlich Eslarn, 1970-09-02, Poelt (GZU) - **Thüringen**, Thüringer Wald, Schobsergrund oberhalb Gehren, an Holz eines Baumstumpfes, 1909-07-23, Lettau (B) — GROSSBRITANNIEN, **England**, Durham, Upper Teesdale, 1965-07-25, James (BM) - Hantshire, Burley Rocks, 1964, A.E. Wade (BM) - North Wilts Marlborough, Savernake Forest, 19169-02, James (BM) - parasitic on *Baeomyces roseus*, Wapley Hill, Herfordshire (H), Leighton, Lich. Britannici exs. 372 (siehe auch unter *A. muddii*) - Guisbro' Moor, W. Mudd (M) - West Sussex, Bedham, 1971-03-31, Coppins & Rose (E) - Durham, Great Wood, Eggleston, River Tees, 1970-01-31, Coppins (E) - Durham, Widdybank Fall, 1969-08-16, Coppins (E) - NW-Yorkshire, Bank Wood, Croydale, 1969-08-25, Coppins (E) - Cumbria (= Cumberland), Wythburn, SW-side of Thirlmere, by Hyrrop Tarn, 350 m, 1981-07-09, Coppins (8543) (E) - North Yorkshire, 10 km W of Ripon, High Ray Carr, 1977-06-13, Earland-Bennett (E) - **Schottland**, Ben Lawers, earth and mosses in mica schist crevisis, 3700', 1960-09, Swinscow (BM) - Easternness, Cairngorm mountains, Cairn Gorm, south side of summit, 3900', 1968-08-02, James (BM) - Edinburgh, Corstorphine Hill, 1974-03-03, Coppins (E) - Mid-Perth, Killin, Bein Heagsarnich, 800 m, 1978-07-06, Coppins (E) - South Northumberland, South Tyne valley, wood by Barhaugh Burn, 245 m, 1979-07-30, Coppins (4358) & Gilbert (E) - Peebles, Dawyck Arboretum, 230 m, 1980-05-10, Coppins (4812) (E) - Angus, Cealochan Glen (W-side), Brudhach Mor, -1000 m, *Baeomyces placophyllus*, 1989-08-08, Coppins (13410) & Gilbert (E); das *Baeomyces*-Lager ist auch von *Thelocarpon epilobum* befallen - Kirkcudbright, Laurieston Forest, Kinickwood, 150 m, *Baeomyces rufus*, 1985-04-03, Coppins (10895) (E) - **Wales**, Caernafonshire, Llanberis Pass, *Baeomyces rufus*, 1964-07-23, James (BM) - Radnor, E-end of Craigh-y-bwch, Claerven Valley, Llansamttfraed, *Baeomyces placophyllus*, 1986-03-23, Woods (E) — **ÖSTERREICH**, **Burgenland**, Bez. Oberwart, Wegböschung zwischen Sulzriegel und Neustift, 430 m, 1980-03-30, Poelt (GZU) - **Kärnten**, Nationalpark Nockberge, Weg von der Erlacherhütte zur Zunderwand, GF 9148/1, 1800 m, 1990-07-10, Poelt, Obermayer & Petutschnig (GZU) - **Oberösterreich**, Sauwald, Kl. Keßlbachtal, Einfahrt von Dorf, MTB 7548, -540 m, Gneis, 1991-09-21, Berger (Berger 4554) - Kopfung, Pratztrum, MTB 7548, 690 m, 1990-10-02, Berger (Berger 3530) - Münzkirchen, Schottergrube am Grünberg, MTB 7547, 540 m, 1990-12-25, Berger (Berger 4026) - Vichtenstein, an der Straße nach St. Ägidi, Perlgneis, Aufschluß unter der Teufelsmauer, MTB 7448, 620 m, 1991-10-08, Berger (Obermayer 2268) - **Salzburg**, Pinzgau, Neukirchen am Großvenediger, 200 m oberhalb Gasthof Buasen, 1020 m, auf Schiefer MTB 8739, 1993-02-12, Türk (15186) (Türk) - **Steiermark**, Hochschwabgruppe, Polster N von Präbichl, N unter dem Gipfel, am Steigrand, 1850 m, 1981-05-31, Hafellner (9177) (GZU) - Niedere Tauern, Wölzer Tauern, Planneralpe, schwach geneigte N-exponierte Hänge ober dem UNI-Sportheim (GF 8551), 1620 m, 1985-07-21, Hafellner (Hafellner 13897) - Rottenmanner Tauern, im Stubenbachgraben am Weg von Liesingen zur Hochreicharthütte, 1100 m, Bodenstein, 1975-09-04, Hafellner (3924) (GZU) - Schladminger Tauern, am Etrachsee, 1400 m, 1989-05-27, E. & M. Suanjak-Traidl (GZU) - Seetaler Alpen, Winterleittal, Abhänge des Oberen Schlaferkogels, 2200 m, 1988-07-16, Mayrhofer (7641) (GZU). - W-Abhang des Kreiskogels, Weg zur Grottscher-Alm, GF 8953/1, 1650 m, 1987-09-13, Obermayer (534b) (GZU) - Steirisches Randgebirge, Gleinalpe, Abhänge der Mugel gegen Niklasdorf, 970 m, 1974-04-08, Hafellner (Hafellner 549) - Koralpe, Bez. Deutschlandsberg, Feistritzgraben S unterhalb Untersoboth, 500-550 m, 1993-03-19, J. Poelt (GZU) - 10 km W Schwanberg, Weg Jägerwirt zur Schwanberger Brendel Hütte, GF 9256/1, 1500 m, Bodenstein, 1991-08-07, Obermayer (Obermayer 2238, 2243) - SE-Hang der Handalpe W über Deutschlandsberg, große Gneisfelsen, 1800 m, 1983-05-01, Poelt (GZU) - Felsen und Blöcke im Bergwald am Weg von der Hahnshofhütte am Straußkogel entlang zum Aiblwirt, 1100 m, Bodenstein, 1990-07-19, Poelt (GZU) - SE Abhänge des Kumpfkogels N von Glashütten, 1300 m, 1976-05-23, Hafellner (1371) (GZU) - Straßböschung und nordseitiger Wald kurz W Laaken, S. Soboth, Bezirk Deutschlandsberg, 1000 m, 1988-09-22, Poelt (GZU) - W Gams ob Frauental, kurz unterhalb Gh. Grandlwirt, Hohlweg, 850 m, 1990-04-10, M. Suanjak (GZU) - Wegabstich nahe der Stoffhütte, südlich der Hebalpe, auf *Baeomyces rufus*, getrennt neben *A. citrinella*, 1977-06-27, Poelt (GZU) - Kaltenbrunner Wald W

ober dem GH Klugveitl, ca. 11 km WNW Stainz, 1972-09-24, Poelt (11767) (GZU, Hafellner 773) - Teigitschgraben, 10 km S Voirtsberg, 1991-05-13, Poelt (GZU) - Wechsel, Wegrand östlich unterhalb des Niederwechsels, 1500 m, 1989-09-03, Poelt (GZU) - Tirol, Tuxer Voralpen, Weeberg/Innerst, Weg zur Weidener Hütte GF 8736, 1350 m, auf Holz, 1990-03-22, Hofmann & Türk (Hofmann 5344, 5346) - Weg zwischen Außerwernberg und Müllau, GF 8636, 890 m, Phyllit, 1989-03-28, Hofmann (Hofmann 4577) — SCHWEDEN, Västergötland, Partille, Svenskeby as., 130 m, 1944-10-21, A.H. Magnusson (H) - Västergötland par. Roda, Mölnlycke, 1928-10-05, Magnusson (11245) (UPS); mit Stictinsäure und Gyrophorsäure - Härjedalen, Storsjö parish 2 km E of Messlingen, onnaked soil by a small road in the birch forest, 700 m, 1976-08-03, Santesson (27094) (UPS); mit Stictinsäure und Gyrophorsäure. — SLOWAKEI, Carpati, montes Tatra Minor ad latera merid. montis Dumbier, -1850 m, 1985-06-01, E. Farkas & A. Vezda (B) - Tatra Minor, Predajna, in valle rivi Biela voda loco Halier dicto, 800 m, 08-1972, Vezda (BRA) — TSCHECHIEN, Moravia septentrionalis, montes Sudetes orientales, indeclivitate montis "Praded", 1450 m, ad terram in vossis viae, 1969-05-01, Vezda (GZU, M), Vezda, Lich. sel. exs. 2450.

Arthrorhaphis vacillans Th. Fries & Almquist ex Th. Fries (1867b: 107)

Typus: Härjedalen: Tännäs par., Mittåkläppen (Mt. Stora Mittågläppen). On naked soil. S. Almquist (UPS (L-23097) 62399 - Lectotypus (siehe Abb. 9dA) hiermit ausgewählt). Ein Revisionszettel von Dr. K. v. Keissler weist die Art als *Arthrorhaphis flavo-virescens* aus und Du Rietz (1925) bestimmte den Beleg als *Bacidia alpina*; TLC: Rhizocarpsäure.

Synonyme: *Bacidia vacillans* (Th. Fries) Rostrup (1870) - *Bacidia (Arthrorhaphis) anziana* Lynge (1928: 125) - *Arthrorhaphis anziana* (Lynge) Poelt (1969: 126).

(Anmerkung: Merkwürdigerweise scheint das Artepitheton "vacillans" im "Catalogus lichenum universalis" von Zahlbruckner in keinem der Bände auf und auch bei Lamb (1963) sind keine Hinweise zu finden.)

Literaturangaben:

Th. Fries (1867b: 107), Schweden, Härjedalen - Rostrup (1870), Färöer Inseln - Branth Deichmann (1901), Färöer Inseln - Lynge (1928: 125), Novaya Zemlya - Lynge (1940: 49), NO-Grönland, nahe Daneborg. - Lettau (1944: 82), Schweiz, St. Gallen (sub *Bacidia alpina*). - Poelt (1961: 174), Österreich, Zillertaler Alpen; Tuxer Voralpen; Stubai Alpen; Ötztaler Alpen; Deutschland, Berchtesgadener Alpen. (alle Belege in M, überprüft) - Piin & Trass (1971: 154), Sibirien, Taymyr-Tundra (sub *Bacidia alpina* p.p. zu *A. vacillans*; vgl. unter *A. alpina*) - Alstrup (1979: 156) W-Grönland, Disko Island - Andreev (1984a: 140), Ost-Sibirien, Kolyma-Mündungsgebiet, nahe Ambarchik - Hansen & Poelt (1987: 70), W.-Grönland, Disko Island. - Jegorova & al. (1991: 92, 108), Ost-Sibirien, O. Kotel'nyy (Neusibirische Inseln) (sub *Bacidia anziana*) und Kolyma-Mündungsgebiet (O. Subharnyy) (sub *Arthrorhaphis anziana*).

Beschreibung:

Lager anfangs grünlichgelb erst später intensiver gelb, z.T. auch fast weißlich (entweder "ausgebleichte" Rindenbereiche mit sehr spärlicher Rhizocarpsäureeinlagerung oder bei abgeriebener Lagerrinde durch die zutage getretene, weiße Medulla), aus flach ausgebreiteten bis wenig hochgewölbten Schollen, nie sorediös; Apothecien schon sehr früh verflacht, bis 1,5 mm im Durchmesser, oft zu Gruppen "zu-

sammengeflossen", Rand relativ dünn und glatt, Scheibe meist ziemlich glatt, Excipulum außen braunschwarz, innen blaugrünlich, Epihymenium grünschwarz bis braunschwarz, in HNO₃ smaragdgrün, Hymenium farblos mit Öltröpfchen, Paraphysen fädig, spärlich verzweigt, ca. 1,5 µm breit; Asci 60-100 µm lang, 12 µm breit, Sporen zu 8, meist mit 3(-4) selten bis 5 Septen, (14-)16-22(-25) × 3-3,5(-4) µm. - Chemie: Rhizocarpsäure, Epanorin, Pigment A1 und Atranorin (bisweilen in Spuren) durch Eigensynthese; Stictinsäure(-Syndrom) von der Wirtsflechte.

Ökologie und Verbreitung:

Arthrorhaphis vacillans ist ähnlich wie *A. alpina* nur selten als (anfänglicher) Parasit auf *Baeomyces rufus* zu beobachten. Schon bald wird durch die im Mark abgelagerten Ca-Oxalat-Kristalle das Lager morphologisch verändert und ergibt im Verein mit der (grünlich-)gelben Thallusfärbung den Charakter eines 'autonomen' Lagers.

Eigene Geländebeobachtungen in den Ostalpen zeigten, daß diese am stärksten kalkholde (oder -tolerante?) *Arthrorhaphis*-Sippe (über Kalkschiefer oder Marmor; pH (5-)5,2-5,9) an ziemlich flachen, exponierten Stellen zu finden ist, während die z.T. gemeinsam vorkommende *A. alpina* (z.B. Hafellner 28341 in GZU; Santesson 22604 in UPS) eher geschütztere Bereiche, wie z.B. die Fußfläche von Rasennarben bevorzugt. Die Verbreitungskarte (Karte 2) zeigt eine typische arktisch alpine Disjunktion, wobei die Pflanze (im Gegensatz zu *A. alpina*) in den Alpen nur bis knapp unter 2000 m heruntersteigt.

Arthrorhaphis vacillans ist unter den Rhizocarpsäure-produzierenden Arten der bei weitem seltenste Vertreter und wurde bisher (außerhalb von Mitteleuropa) in wenigen Exemplaren in Grönland, auf den Färöer Inseln, in Schweden, Novaya Semlya und im ostsibirischen Kolyma-Gebiet gefunden. Auf den lichenologisch gut durchforschten Britischen Inseln (vgl. Purvis 1992: 96) scheint *A. vacillans* - wie schon von Laundon (1962: 63) richtig bemerkt - interessanterweise (zumindest in fertilen Exemplaren) überhaupt zu fehlen (siehe auch unter *A. alpina*). Für den skandinavischen Raum liegen Angaben lediglich aus Härdjedalen in Schweden vor (vgl. Santesson 1984: 36; Foucard 1990: 64), wo auch der 'locus classicus' liegt. Fast hat es den Anschein, als bildete der Alpenraum, und hier wieder ganz besonders die Ostalpen einen Verbreitungsschwerpunkt. Ein Gutteil der untersuchten Belege stammt aus Österreich (Tirol, Salzburg, Kärnten, Steiermark). Zusätzlich konnten jeweils nur Einzelproben aus der Schweiz, Deutschland, Schweden, Grönland und Rußland (Sibirien) bestätigt oder revidiert werden.

Die bisher bekannte (weltweite) Verbreitung von *Arthrorhaphis vacillans* s.str. ist auf Karte 2 dargestellt. Bei den Verbreitungsangaben flossen wegen der charakteristischen, kurzen, meist 4-zelligen Sporen auch Literaturangaben ohne Bedenken mit ein (siehe oben). Daher werden auch die Fundmeldungen aus den Färöer Inseln von Rostrup (1870) bzw. Branth Deichmann (1901), deren Artzuordnung von Hansen & Fosaa (1985: 152) angezweifelt werden, hier aufgenommen. Die bei Poelt (1961: 174) zu *Bacidia anziana* gestellten Belege von Arnold (1873: 500; 1874: 261) entsprechen bezüglich der Sporenmerkmale jedoch der Beschreibung von *Arthrorhaphis alpina*.

Arthrorhaphis vacillans dürfte bisher weder in Kanada noch in den U.S.A. gefunden worden sein (vgl. Egan 1987: 84, 85).

Diskussion:

Arthrorhaphis vacillans ist leicht kenntlich an der fahlgelben (bis grünlichgelben) bisweilen fast weißlichen Thallusfarbe, dem niemals sorediösen Lager mit gut entwickelter Ca-Oxalat-Medulla, den relativ dünnrandigen und ziemlich glatten Fruchtkörpern und vor allem an den meist 3-(selten bis 5-)septierten, kurzen Sporen. Sterile Lager lassen sich von nicht sorediösen *A. alpina*-Thalli kaum trennen. Lediglich die Areolenoberfläche vermittelt bei *A. vacillans* einen glatteren, geschlosseneren Eindruck und die ausgebleichtere Gelbfärbung deutet auf eine geringere Rhizocarpsäure-Einlagerung hin. Zur Abgrenzung fertiler Proben gegen *A. alpina* vergleiche dort.

Gesehene Belege:

DEUTSCHLAND, Bayern, in alp. Berchtesgad., Berger (M) — ÖSTERREICH, Kärnten, Nockberge, Schiestelscharte, alpiner Rasen über Intermediärgestein GF 9148/1, Ca-Boden, 1990-08-28, Petutschnig (GZU) - Karlwand-Gipfelplateau, GF 9148/1, 2120 m, Erdboden über Karbonat, 1990-07-05, Petutschnig (GZU) - Plateau oberhalb der Zunderwand, GF 9148/1, Erdboden über Karbonat, 1990-07-05, Petutschnig (GZU) - Salzburg, Radstädter Tauern, Lungau, Aufstieg vom Großeck zum Speiereck W von Mauterndorf, unter dem Gipfel des Speierecks, 2380 m, Mergelkalke, 1981-07-22, Poelt, Mayrhofer & Türk (GZU) - Großarlal, Tappenkar unter dem Haselloch, 2200 m, 1982-07-21, Mayrhofer (Mayrhofer 1640) - Steiermark, Ennstaler Alpen, Sparafeld SE von Admont, 2240 m, 1990-08-23, Mayrhofer & Kantvilas (9796) (GZU) - Niedere Tauern, Wölzer Tauern, Hohenwart auf der Nordflanke SE ober dem Eiskar, Marmor-Blockhalde, GF 8651/3, 2200 m, Rohboden über Marmor, 1991-07-23, Hafellner (28341) & Obermayer (GZU, zusammen mit *A. alpina*, Obermayer 2233) - Hohenwart-Masiv, S-Grat des Schönfeldspitz, GF 8651/3, Marmorboden, 2100 m, Erde über Marmor, 1991-07-23, Hafellner & Obermayer (Obermayer 2234) - Tirol, Stubai Alpen, Gschnitztal, Serleskamm oberhalb des Padasterjoch-Hauses, 2430 m, auf Erde über Kalkschiefer, 1973-09-13, Kalb (Kalb 1906) - Kühthei, Glimmerboden ober der Einsattelung östlich ober dem Plendelsee, 1877-08, Arnold (M) - Brenner, Gneisboden der Bergschneide ober dem wilden See, 8000', 1872-08, Arnold (M) - Gneisboden auf dem Kraxentrag, Brenner, 1871-08, Arnold (M) - Tuxer Voralpen, alpine Matten N unterhalb des Geiersattels, in der Wattener Lizum, 1961-07-16, Poelt (GZU, Hafellner 775, M) - Matrei, auf dem Blaser ober der Waldrast, 6500', Kalkboden, 1876-08, Arnold (M) - Stubai Alpen, Gschnitztal, Aufstieg von Naturfreundehaus zu Kluppe-Scharte, 2428 m, Kalkschiefer, 1973-09-13, Poelt (GZU) — SCHWEDEN, Härjedalen, Tännäs parish, Mt. Mittaklappen, on the steepeastern slope, regio alpina, 1200 m, 1970-09-02, Santesson (22604) (UPS) — SCHWEIZ, St. Gallen, Golmen nahe Amden, 1500 m, 1907, Bachmann (B). — GRÖNLAND, W. Grönland, Disko, Umgebung von Godhavn, Sinigfik, etwa 25 km ENE von Godhavn, strandnahe Felsen, Poelt & Ullrich, 1982-08-02, (GZU). — RUSSLAND, Siberia Putorana Plateau, S. extremity of Aian Lake, 69°00'N, 94°15'E, 1000-1100 m, alpine belt, mountain tundra on a slope, 1984-08-24, Zhurbenko (8457) (M).

Dank

Dank gebührt v.a. Herrn Univ-Prof. Dr. Josef Poelt, der die Bearbeitung der Gattung *Arthrorhaphis* überhaupt erst angeregt bzw. in die Wege geleitet hat und sowohl wertvolle Zeit als auch umfangreiche Erfahrung bei zahlreichen Diskussionen einbrachte. Weiters sei Herrn Univ-Doz. Dr. J. Hafellner nicht nur dafür gedankt, aus seinem schier unerschöpflichen Flechten-Bibliotheks-Reservoir sachbezogene Literatur "ausgraben" zu dürfen, sondern auch für zahlreiche Tips zur Bewältigung vielfältiger nomenklatorischer Probleme. Neben den Kuratoren der Herbarien von B, BM, BRA, E, G, H, M, TSB, TUR-V und UPS möchte ich auch Herrn Dr. H. Mayrhofer, Dr. P. Hofman, Dr. F. Berger, P. van den Boom

und Prof. R. Türk für die Ausleihe von Material aus deren Privatherbarien danken. Für die Bestimmung einiger Begleitmoose zeichnet dankenswerterweise Herr Heribert Köckinger verantwortlich. Ein Danke auch an Herrn Dr. Ch. Scheurer für die Erstellung der lateinischen Diagnose.

7. Literatur

- ACHARIUS, E. (1795): Nya och mindre kaenda Svenska Lafarter beskrifne; (Fortsættning). - Kongl. vetenskaps academiens nya handlingar för månaderne Julius, Augustus, September, år 1795. Stockholm.
- ACHARIUS, E. (1803): Methodus qua omnes detectos lichenes secundum organa carpomorpha ad genera, species et varietates redigere atque observationibus illustrare tentavit. - Stockholmiae.
- ALSTRUP, V. (1979): Notes on selected Greenlandic lichens. - Botanisk tidskrift **74**: 155-163.
- ANDREEV, M.P. (1982): De lichenibus Tundrarum arcticarum in fluxu superiore Fl. Tambej (paeninsula Jamal) inventis. - Novitates Systematicae Plantarum non Vascularium **19**: 111-117.
- ANDREEV, M.P. (1983): De lichenibus e terra boreali notula. - Novitates Systematicae Plantarum non Vascularium **20**: 139-141.
- ANDREEV, M.P. (1984a): De compositio taxorum lichenoflorae planitiei elatae Anjuzensis Notula. - Novitates Systematicae Plantarum non Vascularium **21**: 136-140.
- ANDREEV, M.P. (1984b): Lichenes paeninsulae Jamal. - Novitates Systematicae Plantarum non Vascularium **21**: 127-135.
- ANZI, M. (1860): Catalogus Lichenum quos in Provincia Sondriensi et circa novum-comum collegit et in ordinem systematicum digessit. - Novi-Comi.
- ARNOLD, F. (1863): Die Lichenen des fränkischen Jura. - Flora **46**: 588-604.
- ARNOLD, F. (1873): Lichenologische Ausflüge in Tirol XI. Die Serlosgruppe. - Verhandlungen der kaiserlich-königlichen zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien **XXIII**: 485-522.
- ARNOLD, F. (1874): Lichenologische Ausflüge in Tirol XIII. Der Brenner. - Verhandlungen der kaiserlich-königlichen zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien **XXIV**: 231-284.
- ARNOLD, F. (1881): Lichenologische Ausflüge in Tirol XXI. A. Berichtigungen und Nachträge. B. Verzeichnis der Tiroler Lichenen. - Verhandlungen der kaiserlich-königlichen zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien **XXX**: 95-154.
- BACHMANN, E. (1890): Ueber nichtkrystallisirte Flechtenfarbstoffe, ein Beitrag zu Chemie und Anatomie der Flechten. - Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik **21**: 1-61.
- BELLEMER, A., M.C. MALHERBE & J. HAFELLNER (1986): Les asques bituniqués du *Lecanidion atratum* (Hedw.) Rabenh. (= *Patellaria atrata* (Hedw.) Fr.) (Lecanidiaceae): Étude ultrastructurale de la paroi au cours développement et a la déhiscence. - Cryptogamie, Mycologie **7**(2): 113-147.
- BIRD, Ch.D., J.W. THOMSON, A.H. MARSH, G.W. SCOTTER & P.Y. WONG (1981): Lichens from the area drained by the Peel and Mackenzie rivers, Yukon and Northwest Territories, Canada. II. Microlichens. - Canadian Journal of Botany **59**: 1231-1252.
- BLUM, W.E.H., O.H. DANNEBERG, G. GLATZEL, H. GRALL, W. KILIAN, F. MUTSCH & D. STÖHR (1986): Waldbodenuntersuchung. Geländeaufnahme. Probennahme. Analyse. Empfehlungen zur Vereinheitlichung der Vorgangsweise in Österreich. - Mitteilungen der Österreichischen Bodenkundlichen Gesellschaft **31**: 1-95.
- BOISTEL, A. (1903): Nouvelle flore des lichens. 2. Partie (partie scientifique). Servant a la détermination de toutes les espèces variétés & formes signalées en France. Avec leurs caractères microscopiques et leurs réactions chimiques. - Suite à la Nouvelle flore de MM.G. Bonnier et de Layens **IV.2**: 1-352.
- BOOM van den, P.P.G. (1992). Contribution to the lichen flora of Sicily (Italy). - Cryptogamie Bryologie Lichénologie **13**(2): 93-109.

- BRANTH DEICHMANN, J.S. & E. ROSTRUP (1869): Lichenes Daniae eller Danmarks Laver. - Botanisk tidsskrift **III**: 127-284.
- BRANTH DEICHMANN, J.S. (1901): Lichens. - Botany of the Faroes **1**: 317-338.
- BRIEGER, (1923): Synthetische Versuche auf dem Gebiete der Flechtenstoffe und ihrer Bausteine. In: ABERHALDEN, E. [ed.], Handbuch der biochemischen Arbeitsmethoden, Abteilung 1: Chemische Methoden, Teil **10**. - Berlin.
- BOULY DE LESDAIN, M. (1933): Lichens du Mexique recueillis par les Frères G. Arsène et Amable Saint-Pierre. Troisième Supplément - Annales de Cryptogamie Exotique **VI**(2): 99-133.
- CHRISTENSEN, S.N. & V. ALSTRUP (1990): Chemical and morphological variation in *Baeomyces rufus*, including *B. speciosus*, (Baeomycetaceae, Lecanorales, Ascomycotina) with special reference to Denmark. - Nova Hedwigia **51**(3-4): 469-474.
- CLAUZADE, G. & C. ROUX (1985): Likenøj de okcidenta eùropo Ilustrita determinlibro. - Bulletin de la Société Botanique du Centre-Ouest Nouvelle série - Numéro Spécial: 7-1985: 1-893.
- CLEMENTIS, F.E. (1909): The genera of fungi. - Minneapolis.
- COPPINS, B.J. (1987): Some problems with *Micarea*, and implications in other genera. - In: GREUTER, W., B. ZIMMER & H.-D. BEHNKE, [eds.], abstracts of the general lectures, symposium papers and posters presented at the XIV International Botanical Congress Berlin, July 24 to August 1, 1987: **487** (Appendix 2, Nr. 5-02b-3).
- CULBERSON, CH.F. & K. AMMANN (1979): Standardmethode zur Dünnschichtchromatographie von Flechtensubstanzen. - Herzogia **5**: 1-24.
- CULBERSON, W.L. & CH.F. CULBERSON (1970): A phylogenetic view of chemical evolution in the lichens. - The Bryologist **73**: 1-31.
- DAHL, E., B. LYNGE & P.F. SCHOLANDER (1937): Lichens from Southeast Greenland. - Skrifter Om Svalbard Og Ishavet **70**: 1-77.
- DALLA TORRE, K.W. & L. SARNTHEIN (1902): Die Flechten von Tirol, Vorarlberg und Liechtenstein. - In: Flora der gefürsteten Grafschaft Tirol des Landes Vorarlberg und des Fürstenthumes Liechtenstein. IV. Band: 1-936.
- DICKSON, J. (1793). Plantarum Cryptogamicarum Britanniae. Fasciculus Tertius. - Londini.
- DOBSON, F.S. (1992): Lichens. An illustrated Guide to the British and Irish species. Third enlarged edition. - Singapore.
- DUBY, J.E. (1830): Botanicon Gallicum seu Synopsis Plantarum in Flora Gallica descriptarum. Editio Secunda. - Paris.
- EGAN, R.S. (1972): Catalog of the Lichens of New Mexico. - The Bryologist **75**: 7-35.
- EGAN, R.S. (1987): A fifth checklist of the lichen-forming, lichenicolous and allied fungi of the Continental United States and Canada. - The Bryologist **90**: 77-173.
- ELIX, J.A., J. JOHNSTON & J.L. BARKER (1987): A catalogue of standardized thin layer chromatographic data and biosynthetic relationships for lichen substances. - Canberra.
- ELVEBAKK, A. (1984): Contributions to the lichen flora and ecology of Svalbard, Arctic Norway. - The Bryologist **87**: 308-313.
- ERIKSSON, O. (1986): *Lahmia* Körber (= *Parkerella* A. Funk) a misinterpreted genus with isolated position. - Mycotaxon **27**: 347-360.
- ERIKSSON, O. & D.L. HAWKSWORTH (1986): Notes on ascomycete systematics. Nos 1-224. - Systema Ascomycetum **5**(1): 113-174.
- ERIKSSON, O. & D.L. HAWKSWORTH (1990): Outline of the ascomycetes - 1989. - Systema Ascomycetum **8**(2): 119-318.
- FALTYNOWICZ, W., I. IZYDOREK, & E. BUDSBON (1991): The lichen flora as bioindicator of air pollution of Gdansk, Sopot and Gdynia. - Monographia Botanicae **73**: 1-51.

- FALTYNOWICZ, W. & Z. TOBOLEWSKI (1989): The lichenized Ascomycotina (Ascomycetes lichenisati) of the Kashuby Lake District in northern Poland. - *Fragmenta Floristica et Geobotanica* **XXXIV**(3-4): 445-521.
- FLOERKE, H.G. (1815): *Deutsche Lichenen*. Erste Lieferung No. 1-20. - Berlin.
- FLOTOW von, J. (1845): *Lecidea scabrosa* Ach. Meth. in ihrem Verhältnisse zu *Lecidea flavovirescens* Borr. (*L. citrinella* Ach.) und *Lecidea draparnaldii* Gratel. (sub *Placodio*) (*L. flavovirescens* Flörke, Fries; *L. sphaerica* Schaer.) - *Verhandlungen der Kaiserlichen Leopoldinisch-Carolinischen Akademie der Naturforscher* **13**: 62-84.
- FLOTOW von, J. (1849): *Lichenes Florae Silesiae*. - Jahresbericht der Schlesischen Gesellschaft für vaterländische Kultur **27**: 98-135.
- FOUCARD, T. (1990): *Svensk Skorplavs Flora*. - Stockholm.
- FRIES, E. (1822): Beskrifning på nya Lafslågten. - *Kungliga Svenska Vetenskaps Handlingar*: 251-276.
- FRIES, E. (1831): *Lichenographia Europaea reformata*. - Lundae.
- FRIES, Th.M. (1860): *Lichenes Arctoi Europae Groenlandiaequae Hactenus Cogniti*. - Upsaliae.
- FRIES, Th.M. (1861): *Genera Heterolichenum Europaea recognita*. - Upsala.
- FRIES, Th.M. (1867a): *Lichenes Spitzbergenses*. - *Kongl. Svenska Vetenskaps Akademiens Handlingar* **7/2**: 1-53.
- FRIES, Th.M. (1867b): *Nya Skandinaviska Laf-arter*. - *Botaniska Notiser* (1867): 105-110.
- GÄRTNER, G. (1992): Taxonomy of symbiotic eukaryotic algae. - In: W. REISSER [ed.], *Algae and Symbioses: Plants, Animals, Fungi, Viruses, Interactions explored I*. **16**: 325-338.
- GALLOWAY, D.J. (1985): *Flora of New Zealand - Lichens*. - Wellington.
- GALLOWAY, D.J. & BARTLETT, J.K. (1986): *Arthrorhaphis* Th. Fr. (lichenised Ascomycotina) in New Zealand. - *New Zealand Journal of Botany* **24**: 393-402.
- GIAVARINI, V.J. (1990): Lichens of the Dartmoor rocks. - *Lichenologist* **22**: 367-396.
- GIERL, C. & K. KALB (1993): Die Flechtengattung *Dibaeis*. Eine Übersicht über die rosafrüchtigen Arten von *Baeomyces* sens. lat. nebst Anmerkungen zu *Phyllobaeis* gen. nov. - *Herzogia* **9**(3/4): 593-645.
- GILBERT, O.L., B.J. COPPINS & B.W. FOX (1988): The lichen flora of Ben Lawers. - *Lichenologist* **20**: 201-234.
- GILBERT, O.L. & B.J. COPPINS (1992): The lichens of Caenlochan, Angus. - *Lichenologist* **24**: 143-163.
- GOWAN, S.P. & I.M. BRODO (1988): The lichens of Fundy National Park, New Brunswick, Canada. - *The Bryologist* **91**: 255-325.
- HANSEN, E.S. (1989): The lichen flora of Qaanaaq (Thule), Northwestern Greenland. - *Mycotaxon* **35**: 379-394.
- HANSEN, E.S. & A.M. FOSAA (1985): Additions to the lichen flora of the Faroes. - *Mycotaxon* **22**: 149-158.
- HANSEN, E.S. & J. POELT (1987): New or interesting Greenland lichens IV. - *Mycotaxon* **30**: 69-80.
- HARMAND, J. (1899): Catalogue descriptif des lichens observés dans la Lorraine. - *Bulletin de la Société des Sciences de Nancy, Serie II, Tomo XVI, Fascicule XXXIII*: 1-121.
- HAWKSWORTH, D.L. (1992): Nine lichenicolous fungi from Transcarpathia new for the Ukraine. - *Ukrains'kyj botanichnyj zhurnal* **49**(3): 99-100.
- HAWKSWORTH, D.L. P.W. JAMES & B.J. COPPINS (1980): Checklist of British lichen-forming, lichenicolous and allied fungi. - *Lichenologist* **12**: 1-115.
- HERTEL, H. (1973): Beiträge zur Kenntnis der Flechtenfamilie Lecideaceae V. - *Herzogia* **2**: 479-515.
- HERTEL, H. & H. ULLRICH (1976): Flechten von Amsterdamöya (Svalbard). - *Mitteilungen der Botanischen Staatssammlung München* **12**: 417-512.

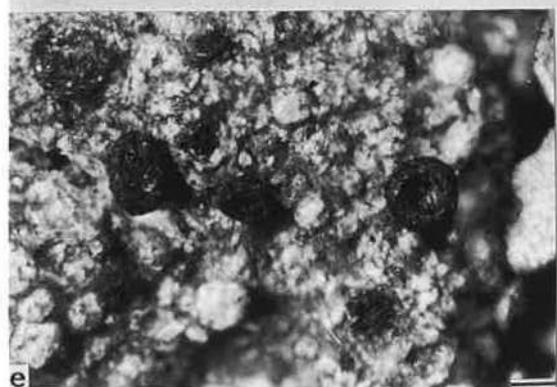
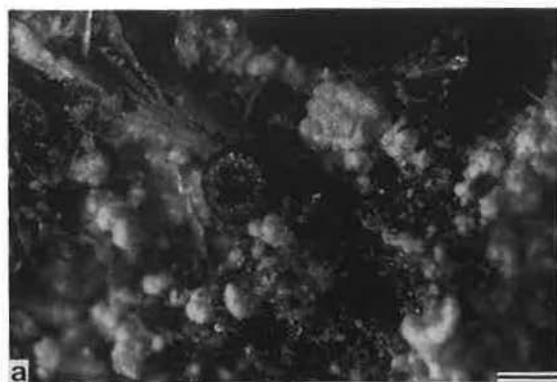
- HERTEL, H. (1977): Bemerkenswerte Flechtenfunde aus dem Gebiet des Kongsfjordes und des Isfjordes (Spitzbergen). - *Herzogia* **4**: 367-401.
- HESSE, O. (1912): Die Flechtenstoffe. - In: E. ABERHALDEN [ed.], *Biochemisches Handlexicon*. **VII**: 32-144. Berlin.
- HOEK van den, CH. (1978): *Algen. Einführung in die Phykologie*. - Stuttgart.
- HUNECK, S. & G. FOLLMANN (1972): Mitteilungen über Flechteninhaltsstoffe XCIV. Zur Vergleichenden Phytochemie der Sammelgattung *Bacidia* (Lecideaceae). - *The Journal of the Hattori Botanical Laboratory* **36**: 54-56.
- JATTA, A. (1909-1911): Lichenes. - In: *Flora Italica Cryptogama Pars III*: 461-694. Rocca S. Casciano.
- JEGOROVA, A.A., I.I. VASILJEVA, N.A. STEPANOVA & N.N. FESKO (1991): Flora Tundrovij Zony Jakutii. - Irkutsk.
- JØRGENSEN, P.M. & R. SANTESSON (1993): (1074-1082) Nine proposals to conserve generic names of lichenized fungi. - *Taxon* **42**(4): 881-887.
- JOHN, E.A. (1989): The saxicolous lichen flora of Jonas Rockslide, Jasper National Park, Alberta. - *The Bryologist* **92**(1): 105-111.
- JOHN, V. (1990): Atlas in Rheinland-Pfalz. - Beiträge zur Landespflege in Rheinland-Pfalz **13**, 1. Halbband: 1-276.
- KEISSLER VON, K. (1930): Die Flechtenparasiten. - In: Dr. L. Rabenhorst's Kryptogamen-Flora von Deutschland Österreich und der Schweiz. 2. Auflage. Band **8**: 1-712. Leipzig.
- KOERBER, G.W. (1855): *Systema Lichenum Germaniae. Die Flechten Deutschlands (insbesondere Schlesiens)*. - Breslau.
- KOERBER, G.W. (1859-1865): *Parerga Lichenologica. Ergänzungen zum Systema Lichenum Germaniae*. - Breslau.
- KREMPELHUBER, A. (1861): Die Lichenen-Flora Bayerns. - Denkschrift der Königlich-Bayerischen Botanischen Gesellschaft in Regensburg **IV/2**: 1-317.
- KRISTINSSON, H. (1974): The vegetation of Pjorsaver, Central Iceland. I. The lichens. - *Acta Botanica Islandica* **3**: 21-35.
- KÜMMERLING, H. (1991): Zur Kenntnis der Flechtenflora am Hohen Meißner und in seinem Vorland (Hessen) unter besonderer Berücksichtigung chemischer Merkmale. - *Bibliotheca Lichenologica* **41**: 1-315.
- LAMB, I.M. (1963): *Index nominum lichenum inter annos 1932 et 1960 divulgatorum*. - New York.
- LAUNDON, J.R. (1962): The taxonomy of sterile crustaceous lichens in the British Isles. 1. Terricolous species. - *Lichenologist* **2**: 57-67.
- LAURER, G.F. (1832-1835): Die Flechten. - In: J. STURM, *Deutschlands Flora in Abbildungen nach der Natur mit Beschreibungen II*, Hefte **24**, **28**, **29**.
- LEIGHTON, W.A. (1871): *The lichen flora of Great Britain, Ireland and the Channel-Island*. - Shrewsbury.
- LETTAU, G. (1912): Beiträge zur Lichenographie von Thüringen. - *Hedwigia* **LII**: 81-264.
- LETTAU, G. (1944): Flechten aus Mitteleuropa. - *Repertorium specierum novarum regni vegetabilis* **54**: 82-136.
- LINDAU, G. (1923): *Kryptogamenflora für Anfänger. Dritter Band. Die Flechten*. - Berlin.
- LUTRELL, E.S. (1973): *Loculoascomycetes*. - In: AINSWORTH, G.C., F.K. SPARROW & A.S. SUSSMAN [eds.], *The Fungi IVA*: 135-219. New York, San Francisco, London.
- LYNGE, B. (1928): *Lichenes from Nova Zemlya (Excl. of Acarospora and Lecanora)*. - Oslo.
- LYNGE, B. (1937): *Lichens from West Greenland, collected chiefly by Th. M. Fries*. - *Meddelelser om Grønland* **118**(8): 1-225.
- LYNGE, B. (1939): *Lichens from Jan Mayen*. - *Skrifter Om Svalbard Og Ishavet* **76**: 1-55.

- LYNGE, B. (1940): Lichens from North East Greenland collected on the Norwegian Scientific Expedition in 1929 and 1930. - *Skrifter Om Svalbard Og Ishavet* **81**: 1-143.
- MAGNUS, P. (1905): Die Pilze (Fungi) von Tirol, Vorarlberg und Liechtenstein. - In: Flora der gefürsteten Grafschaft Tirol des Landes Vorarlberg und des Fürstenthumes Liechtenstein. III. Band: 1-716.
- MAGNUSSON, A.H. (1952): Lichens from Torne Lappmark. - *Arkiv För Botanik* **2**(2): 1-249.
- MAKAROVA, I.I. (1983): Lichenes parte austro-orientali paeninsulae Czukotka (Sinus Penkignej) inventi. - *Novitates Systematicae Plantarum non Vascularium* **20**: 146-150.
- MAKAROVA, I.I. (1986): Ad lichenofloram sinus providentiae paeninsulae Czukotka. - *Novitates Systematicae Plantarum non Vascularium* **23**: 179-181.
- MAKAROVA, I.I. & V.I. PERFILJEVA (1984): Ad lichenofloram partis boreali-occidentalis Jakuciae. - *Novitates Systematicae Plantarum non Vascularium* **21**: 179-181.
- MASSALONGO, A. (1853a): Alcuni generi di licheni nuovamente e descritti. - Verona.
- MASSALONGO, A. (1853b): Memorie Lichenografiche con un' appendice alle ricerche sull' autonomia dei licheni crostosi. - Verona.
- MASSALONGO, A. (1855a): Frammenti Lichenografici. - Verona.
- MASSALONGO, A. (1855b): Symmicta lichenum novorum vel minus cognitorum. - Veronae.
- MIGULA, W. (1931): Flechten. - In: Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz, Band 4, 2. Teil, Berlin-Lichterfelde.
- MINKS, A. (1893): Beiträge zur Kenntniss des Baues und Lebens der Flechten. II. Die Syntrophie, eine neue Lebensgemeinschaft, in ihren merkwürdigsten Erscheinungen. - Verhandlungen der kaiserlich-königlichen zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien **XLII**: 377-508.
- MOSER, TH.J., TH.H. NASH & J.W. THOMSON (1979): Lichens of Anaktuvuk Pass, Alaska, with Emphases on the Impact of Caribou Grazing. - *The Bryologist* **82**(3): 339-408.
- MUDD, W. (1861): A manual of British lichens, containing descriptions of all the species and varieties, and five plates, with figures of the spores of one hundred and thirty species, illustrative of the genera - Darlington.
- NORMAN, J.M. (1852): Conatus praemissus redactionis novae generum nonnullorum lichenum in organis fructificationis vel sporis fundatae. - *Nyt Magazin for Naturvidenskaberne* **7**: 213-252.
- NORRLIN, J.P. (1873): Öfversigt af Torneå (Muonio) och angränsande delar af Kemi Lappmarkers mossor och lafvar. - *Notiser Ur Sällskapet Pro Fauna At Flora Fennica Förhandlingar*. - Helsingfors.
- NORRLIN, J.P. (1876): Flora kareliae onegensis. II. Lichenes. - *Helsingforsia*.
- NYLANDER, W. (1857): Prodomus Lichenographiae Galliae et Algeriae. - *Actes de la Société Linnéenne de Bordeaux* **XXI**: 249-467.
- OHLERT, A. (1870): Zusammenstellung der Lichenen der Provinz Preussen. - *Schriften der Königlichen Physikalisch-Ökologischen Gesellschaft zu Königsberg* **11**: 1-51.
- OLIVIER, H. (1990): Exposé systématique et description des lichens de l'ouest et du nord-ouest de la France. - Paris.
- OLIVIER, H. (1905): Nouveautés lichéniques. - *Bulletin de l'academie internationale de géographie botanique* **XV**: 205-206.
- OLIVIER, H. (1911): Etude synoptique et géographique des Lécidés de la Flore d'Europe. - *Bulletin de Géographie Botanique* **XXI** (Nr. 261): 157-209.
- PENTECOST, A. (1987): The lichen flora of Gwynedd. - *Lichenologist* **19**: 97-166.
- PIIN, T. & H. TRASS (1971): Napocvennye Lisajniki Okrestnostej Tarei (Zapadnyj Tajmyr). - In: "Biogeocenoses of Taimyr tundra and their productivity". "Nauka". Leningrad.
- POELT, J. (1961): Mitteleuropäische Flechten VII. - *Mitteilungen der Botanischen Staatssammlung München* **4**: 171-197.

- POELT, J. (1969): Bestimmungsschlüssel europäischer Flechten. - Lehre.
- POELT, J. (1974, "1973"): Classification. - In: V. AHMADJIAN & M.E. HALE [eds.]. The lichens. Appendix A: 599-632. New York, London.
- POELT, J. & J. HAFELLNER (1976): Die Flechte *Neonorrhina trypetheliza* und die Familie Arthrorhaphidaceae. - *Phyton (Austria)* 17(3-4): 213-220.
- POELT, J. & A. VEZDA (1977): Bestimmungsschlüssel europäischer Flechten, Ergänzungsheft I. - *Bibliotheca Lichenologica* 9: 1-258.
- PURVIS, O.W. (1992): *Arthrorhaphis* Th. Fr. (1860). - In: PURVIS, O.W., B.J. COPPINS, D.L. HAWKSWORTH, P.W. JAMES & D.M. MOORE [eds.], The lichen flora of Great Britain and Ireland. London.
- REHM, H. (1887-1896): Die Pilze Deutschlands, Oesterreichs und der Schweiz. III. Abtheilung: Ascomycetes: Hysteriaceen and Discomyceten. - In: Dr. L. Rabenhorst's Kryptogamen-Flora von Deutschland, Oesterreich und der Schweiz, 2. Auflage, III: 1-1275. Leipzig.
- ROSTRUP, E. (1870): Faerøernes Flora, en floristik skitse. - *Botanisk tidsskrift* IV: 5-109.
- SACCARDO, P.A. & D. SACCARDO (1906): Supplementum Universale Pars VII. Discomycetae - Deuteromycetae. - In: SACCARDO, P.A. *Sylloge Fungorum XVIII*: 1-838. New York, London.
- SANTESSON, J. (1969): Chemical studies on lichens. Inaugural Dissertation - Uppsala.
- SANTESSON, R. (1984): The lichens of Sweden and Norway. - Stockholm & Uppsala.
- SANTESSON, R. (1993): The lichens and lichenicolous fungi of Sweden and Norway. - Lund.
- SCHADE, A. (1967): Über das Vorkommen von Calciumoxalat-Exkreten in Bodenflechten der Kiefern-Heidewälder um Schwarze Pumpe (NL) und seine Ursachen. - *Abhandlungen und Berichte des Naturkundemuseums Görlitz* 42(8): VIII/1 - VIII/20.
- SCHADE, A. & W. SEITZ (1970): Extremes Auftreten von Calciumoxalat-Exkreten bei einer Art der Gattung *Usnea* (Lichenes). - *Berichte der Deutschen Botanischen* 83(3/4): 121-127.
- SCHAERER, L.E. (1833): *Lichenum Helveticorum Spicilegium*. - Bern.
- SCHAERER, L.E. (1850): *Enumeratio critica lichenum europaeorum quos ex nova methodo digerit*. - Bern.
- SCHROETER, J. (1908): Pilze. - In: COHN, F., *Kryptogamen Flora von Schlesien, Dritter Band, Zweite Hälfte*, Breslau.
- SMITH, J.E. & J. SOWBERY (1807): *English Botany XXVII, Tab. 1877*. - London.
- SMITH, A.L. (1911): *A monograph of the British lichens*. - London.
- STAFLEU, F.A. & R.S. COWAN (1981): *Taxonomic literature. A selective guide to botanical publications and collections with dates, commentaries and types. Volume III: Lh-O. Second edition*. - Utrecht.
- STEIN, B. (1879): Flechten. - In: COHN, F., *Kryptogamenflora von Schlesien, Zweiter Band, Zweite Hälfte*, Breslau.
- STIZENBERGER, E. (1863): *Kritische Bemerkungen über die Lecideaceen mit nadelförmigen Sporen*. - Dresden.
- SWINSCOW, T.D.V. (1961): *Pyrenocarpous lichens: 2. Gongylia* Körb. in the British Isles with first British record of *G. incarnata*. - *Lichenologist* 1: 242-246.
- TALBOT, S.S., S. LOOMAN TALBOT & J.W. THOMSON (1992): *Lichens of Tuxedni Wilderness Area, Alaska*. - *The Bryologist* 95: 20-30.
- THIES, W. (1932): *Systematische Verbreitung und Vorkommen der Flechtenstoffe (Flechtensäure)*. - In: G. KLEIN [ed.], *Handbuch der Pflanzenanalyse, 3. Band, Spezielle Analyse. 2. Teil, Organische Stoffe II*: 429-452. Wien.
- THOMSON, J.W. (1969): *A catalogue of lichens of the state of Washington*. - Seattle, Washington.
- THOMSON, J.W. (1970): *Lichens from the Vicinity of Coppermine, Northwest Territories*. - *The Canadian Field-Naturalist*, 48: 155-164.

- THOMSON, J.W. (1979): Lichens of the Alaskan Arctic Slope. - Toronto, Buffalo, London.
- THOMSON, J.W. (1990): Lichens in the Canadian Arctic Island. - Canada's Missing Dimension **1**: 385-420.
- THOMSON, J.W. & W.A. WEBER (1992): Lichens collected on the Arctic Excursion of the 9th International Botanical Congress (Montreal) in 1959. - The Bryologist: 392-405.
- TOBLER, F. (1908): Kritische Bemerkung über *Rhaphiospora*, *Arthrorhaphis*, *Mycobacidia*. - Hedwigia **47**: 140-144.
- TOBLER, F. (1911): Zur Biologie von Flechten und Flechtenpilzen. I. Über die Beziehung einiger Flechtenparasiten zum Substrat. - Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik **49**: 389-417.
- TØNSBERG, T. (1992): The sorediate and isidiate, corticolous, crustose lichens in Norway. - Sommerfeltia **14**: 1-331.
- TSCHERMAK-WOESS, E. (1953): Über wenig bekannte und neue Flechtengonidien III. Die Entwicklungsgeschichte von *Leptosira Thrombii* nov. spec., der Gonidie von *Thrombium epigaeum*. - Österreichische Botanische Zeitschrift **100**: 203-216.
- TSCHERMAK-WOESS, E. (1985): *Elliptochloris bilobata* kein ganz seltener Phycobiont. Herzogia **7**: 105-116.
- TSCHERMAK-WOESS, E. (1988): The algal partner. - In: M. GALUN [ed.], CRC Handbook of Lichenology I, Chapter II. B: 39-92. Boca Raton.
- VAINIO, E.A. (1883): Adjumenta ad Lichenographiam Lapponiae fennicae atque Fenniae borealis I. - Meddelanden af Societas pro Fauna et Flora Fennica, Tionde Heftet, Helsingfors: 1-230.
- VAINIO, E.A. (1909): Lichenes in viciniis hibernae expeditiones prope pagnum Pitlekai in Sibiria septentrionali a Dre. E. Almquist collecti. Praefationem scripsit E. Almquist. - Arkiv för Botanik **VIII**(4): 1-175.
- VAINIO, E.A. (1922): Lichenographia Fennica II. Baeomyceae et Lecideales. - Acta Societatis pro Fauna et Flora Fennica **53/1**: 1-340.
- WALLROTH, F.G. (1831): Flora Cryptogamica Germaniae. - Norimbergae.
- WHITE, F.J. & P.W. JAMES (1985): A new guide to microchemical techniques for the identification of lich substances. - British Lichen Society Bulletin **57** (suppl.): 1-41.
- WIRTH, V. (1987): Die Flechten Baden-Württembergs. Verbreitungsatlas. - Stuttgart (Hohenheim).
- WULFEN, Abt Baron von (1787): Winterbelustigungen. - Schriften der Gesellschaft naturforschender Freunde zu Berlin **VII**: 83-162.
- ZAHLBRUCKNER, A (1926): Catal. Lich. Univ. IV. - Berlin.
- ZOPF, W. (1895): Zur Kenntnis der Flechtenstoffe. - Justus Liebig's Annalen der Chemie **284**: 107-132.
- ZOPF, W. (1897): Ueber Nebensymbiose (Parasymbiose). - Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft **15**: 90-92.

Abb. 3. a) *Arthrorhaphis citrinella* (Typus) - b) *A. vacillans* (Steiermark, Sparafeld, Mayrhofer (9796) & Kantvilas (GZU) - c, d) *A. grisea*, c) beidseitiger Befall auf *Baeomyces rufus* mit deutlichen Befallsgrenzen (Steiermark, Teigitschgraben, Poelt s.n.); d) Fruchtkörper auf sich vom Substrat lösenden Wirt (Steiermark, W Laaken, Poelt s.n.) - e, f) *A. muddii*; e) Holotypus; f) Paratypus (junger Fruchtkörper auf Podetienstiel von *Dibaeis baeomyces*) - Maßstriche in a, b, d, e, f = 250 μ m, in c = 2,5 mm.



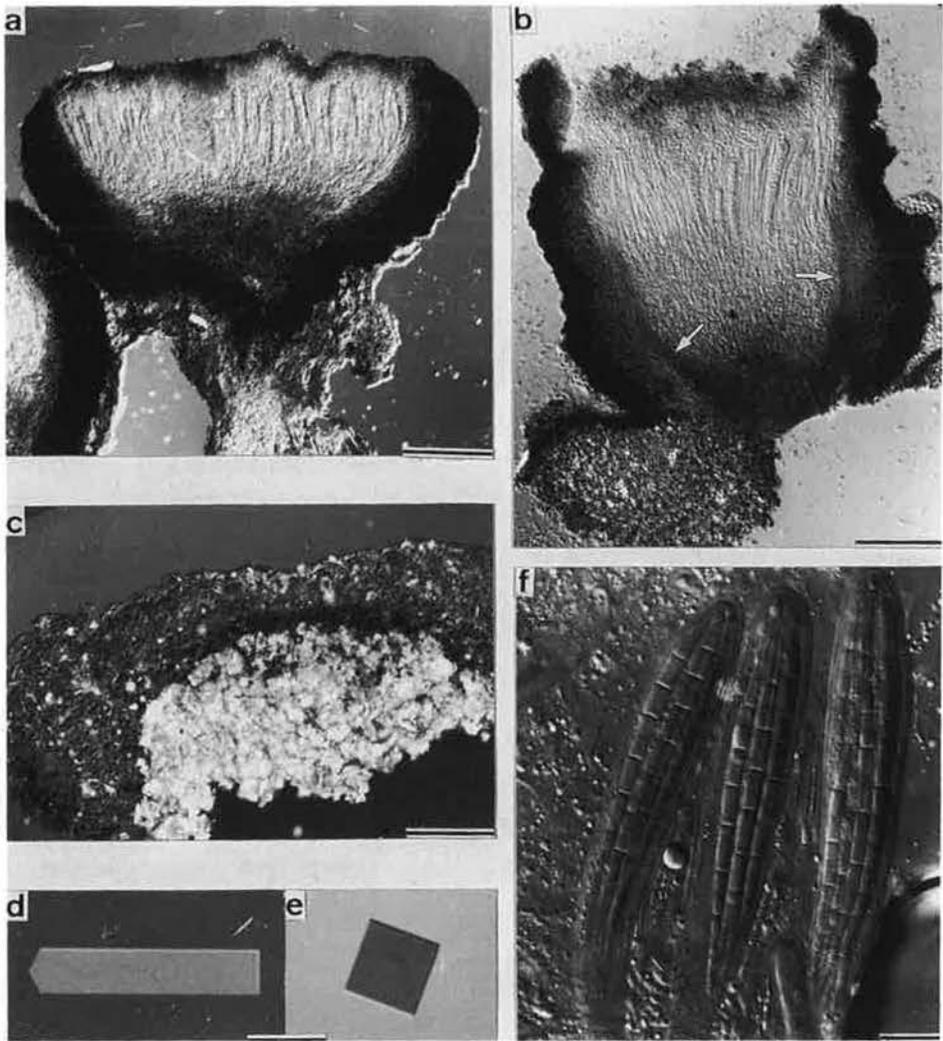


Abb. 4. a) *Arthrorhaphis citrinella*-Fruchtkörperschnitt mit typischer, breiter Excipularschicht - b) *A. grisea*-Fruchtkörperschnitt, Excipulum schließt nach Innen mit einer schmalen, dunklen Zone ab (Pfeile) - c) *A. vacillans*, Lagerschnitt, Ca-Oxalat-Kristalle in der Medulla leuchten im polarisierten Licht auf (Steiermark, Hohenwart, Obermayer 2233) - d) in G.E. rekristallisierte Rhizocarpsäure (aus *A. citrinella*) und e) Vulpinsäure (aus *Chrysothrix chlorina*) - f) *A. citrinella*-Sporen (Steiermark, Ameringkogel, Obermayer 2236) - Maßstriche in s, b, c = 100 μm , in d, e, f = 10 μm .

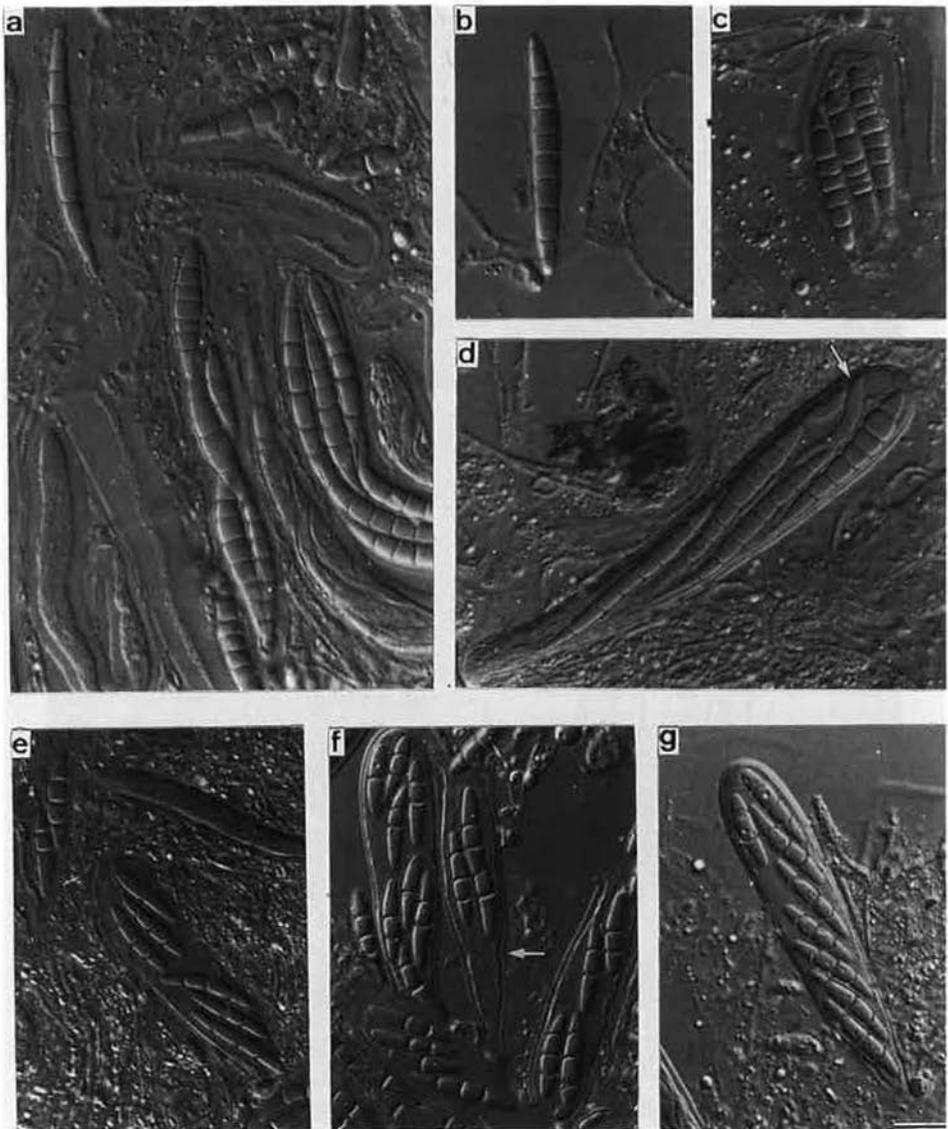


Abb. 5. Sporendiversität bei *Arthrorhaphis alpina* und *A. vacillans* (Quetschpräparate mit HNO_3 behandelt und im Differentialinterferenzkontrast fotografiert) - a, b, c) *A. alpina*-Sporen aus einem Präparat (Steiermark, Hohenwart, Hafellner 28341); d) gequetschter *A. alpina*-Ascus mit 2 fehlgeschlagenen Sporen (Pfeil) (Osttirol, Hafellner 2375) - e, f, g) *A. vacillans* (Holotypus), Pfeil zeigt ringförmige Verdickung des Endoascus - Maßstrich = 10 μm .

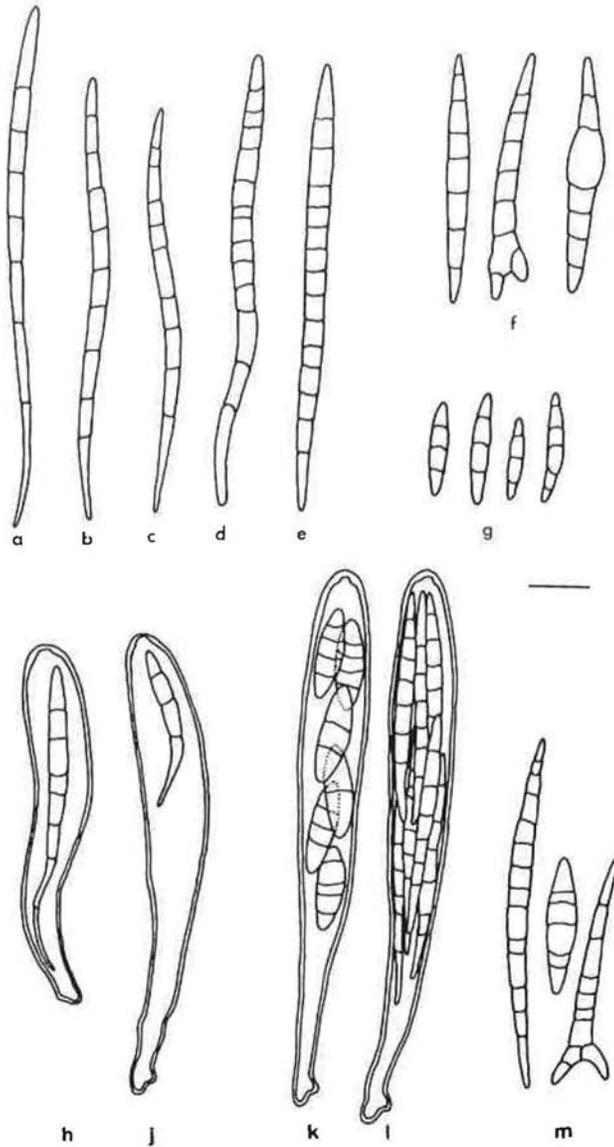
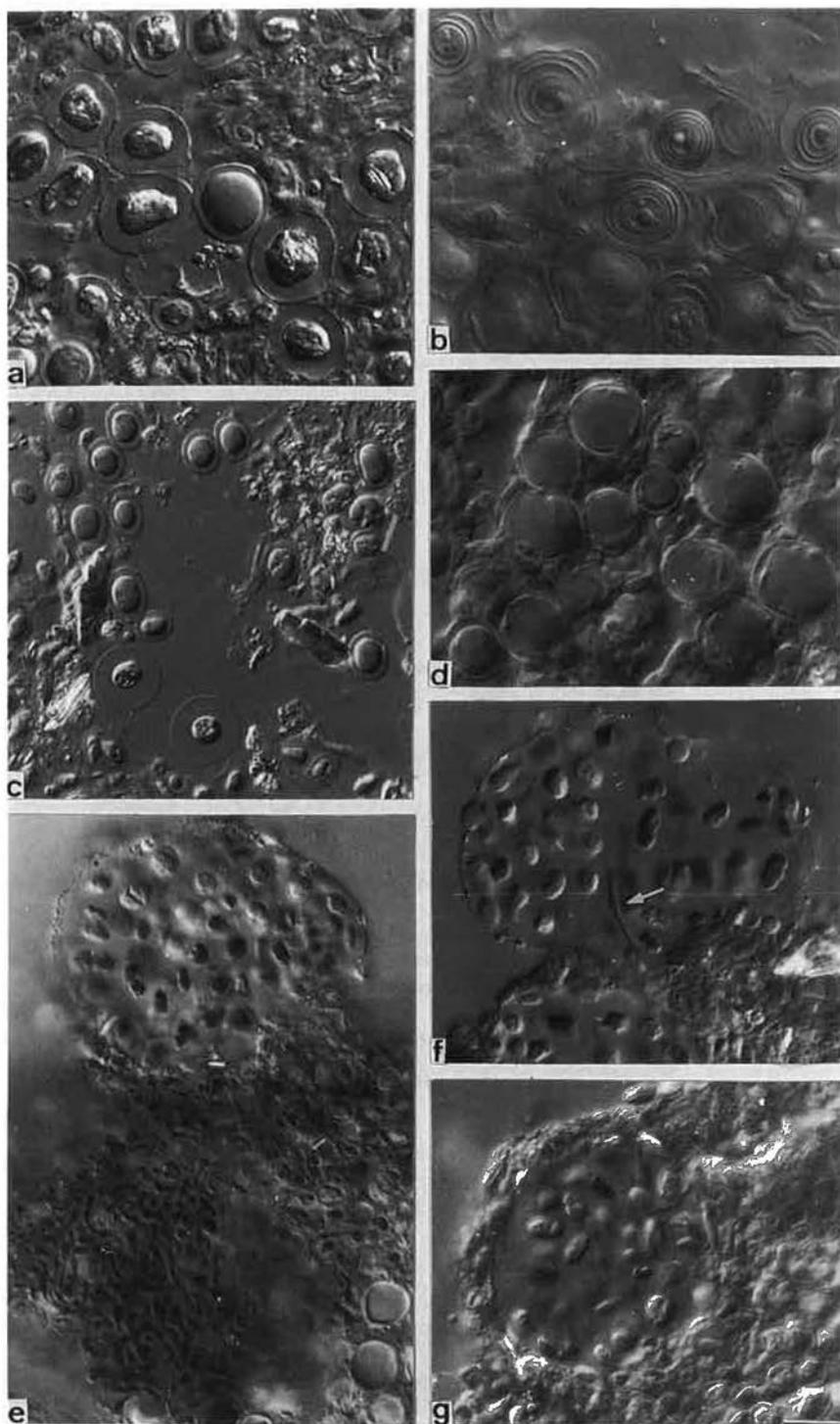


Abb. 6. a-g) Sporen vom Typusmaterial - a) *Arthrorhaphis citrinella* - b) *A. grisea* - c) *A. fuscureagens* - d) *A. muddii* (Holotypus) - e) *A. muddii* (Paratypus) - f) *A. alpina* - g) *A. vacillans* — h-l) Aberrationen der Sporenform und -zahl bei *A. alpina* (h, i bzw. j, k, l Zeichnungen von jeweils einem Präparat) - h, i) Arnold, Lich. Mon. exs. 1894 (in H); j, k, l) Österreich, Salzburg, Hohe Tauern, Kapruner Tal, 2700 m, (Kalb 213) - Maßstrich = 10 μ m.

Abb. 7. Algentypen bei *Arthrorhaphis* - a, b) *A. citrinella* (Steiermark, Seetaler Alpen, Obermayer 2540) - c) *A. vacillans* (Holotypus) - d, e, f, g) *A. grisea* (Steiermark, Laaken, Poelt s.n.) - d) Algen im Inneren eines frisch befallenen *Baeomyces rufus* Lagers - e) in Gallerte eingebettetes kugeliges Algenaggregat direkt über einem Fruchtkörper-Primordium - f) Pfeil weist auf Hyphe, die vom Lager in die Gallertkugel ragt - g) Gallertkugel mit Algen knapp unter der Lageroberfläche - Maßstrich = 10 μ m.



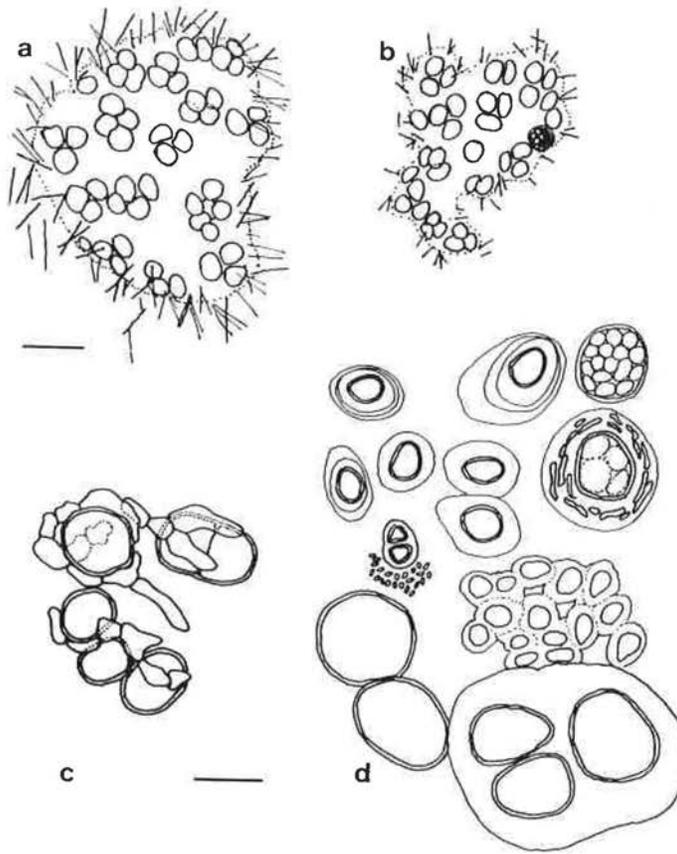


Abb. 8. Soredien von a) *Arthrorhaphis alpina* (Hampe, Veg. cell. germ. sept. Hercynia 63 und b) *A. citrinella* (Schaerer, Lich. Helv. Exs. 204) (halbschematisch, Pilzhyphen weglassen) Die an der Soredienoberfläche ausgeblühten Rhizocarpsäure-Kristalle sind bei *A. alpina* deutlich länger - c) Pilz-Algen-Kontakt in einem Soredium von *A. citrinella* (Steiermark, Seetaler Alpen, Obermayer 2540) - d) Algentypen eines frisch mit *A. citrinella* befallenen *Baeomyces rufus*-Thallus - Maßstriche in a, b = 25 μm , in c, d = 100 μm .

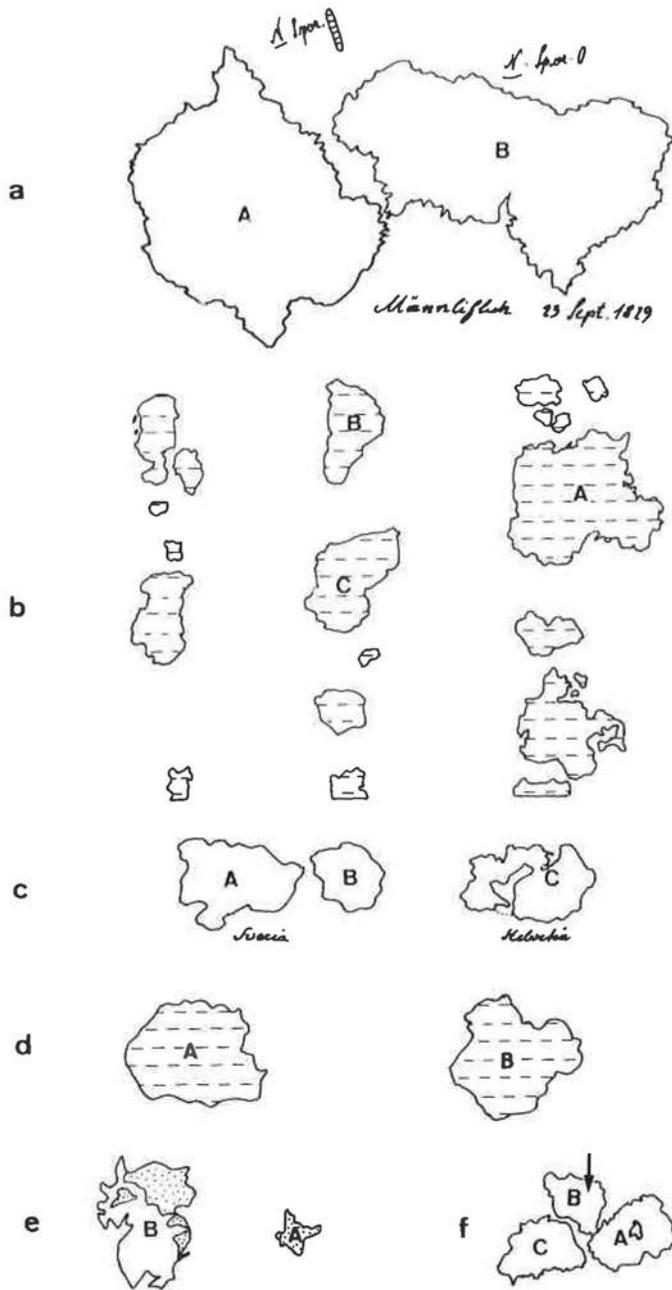


Abb. 9. Umrißzeichnungen der untersuchten Typus-Belege von *Arthrorhaphis* (A = Holotypus) - a) *A. alpina* (B = *Mycobilimbia*-Art) - b) *A. grisea* (B, C mit *Epilichen scabrosus*) - c) *A. citrinella* (A, B aus Schweden, C aus der Schweiz) - d) *A. vacillans* - e) *A. fuscureagens* - f) *A. muddii* - Maßstrich in a, b, c, d, f = 1 cm, in e = 5 mm.