

Phyton (Austria)	Vol. 25	Fasc. 1	101—111	28. 2. 1985
------------------	---------	---------	---------	-------------

Taxonomische Probleme bei den Flechtenalgengattungen *Trebouxia* und *Pseudotrebouxia* (*Chlorophyceae*, *Chlorellales*)

Von

Georg GÄRTNER *)

Mit 5 Abbildungen (2 Abb. auf 1 Tafel, 3 Abb. im Text)

Eingelangt am 7. Februar 1984

Key words: *Chlorophyceae*, *Chlorellales*, *Chlorosarcinales*, *Trebouxia*,
Pseudotrebouxia. — Lichen algae. — Taxonomy

Summary

GÄRTNER G. 1985. Problems in the taxonomy of the lichen algae *Trebouxia* and *Pseudotrebouxia*. — *Phyton* (Austria) 25 (1): 101—111, 5 figures. — German with English summary.

In earlier studies of the genera *Trebouxia* and *Pseudotrebouxia* the lack of proper identification criteria led to confusion in the taxonomic position of different species of these lichen algae. Critical examination of all available cultures of isolates of *Trebouxia* and *Pseudotrebouxia* led to a new generic and species concept, based on cytological and morphological attributes (like chloroplast, pyrenoid, nucleus) studied by light-microscope. The occurrence of vegetative cell division used to establish the genus *Pseudotrebouxia*, seems to be a misinterpretation of the mode of asexual reproduction by autosporeulation; the latter is the ordinary form of asexual reproduction in both genera. Therefore the genus *Pseudotrebouxia* should be included in *Trebouxia*.

Zusammenfassung

GÄRTNER G. 1985: Taxonomische Probleme bei den Flechtenalgengattungen *Trebouxia* und *Pseudotrebouxia*. — *Phyton* (Austria) 25 (1): 101—111, 5 Abbildungen. — Deutsch mit englischer Zusammenfassung.

In den bisherigen Arbeiten über Flechtenalgengattungen *Trebouxia* und *Pseudotrebouxia* führten fehlende lichtmikroskopisch brauchbare Sippenmerkmale zu beträchtlichen Schwierigkeiten bei Bestimmung diverser Isolate.

*) Dr. Georg GÄRTNER, Institut für Botanik der Universität Innsbruck, Sternwartestr. 15, A-6020 Innsbruck.

Eine kritische Durchsicht sämtlicher in Kultur vorhandener Isolate von *Trebouxia* und *Pseudotrebouxia* führte zu einer exakteren und einheitlicheren Definition der Gattung und der Arten, aufbauend auf lichtmikroskopisch gut unterscheidbaren cytologischen und morphologischen Merkmalen, wie Chloroplast, Pyrenoid und Zellkern. Bei beiden Gattungen tritt als typische asexuelle Reproduktionsform Autosporenbildung auf. Die Gattung *Pseudotrebouxia*, aufgrund angeblicher vegetativer Zellteilung aufgestellt, ist daher in die Gattung *Trebouxia* einzugliedern. Ergänzende Beobachtungen zur Morphologie und Reproduktion in der Gattung *Trebouxia* werden mitgeteilt.

1. Einleitung

Die in zahlreichen Flechten als Phycobiont vorkommenden coccalen Grünalgensippen der Gattung *Trebouxia* (früher *Cystococcus*) sind seit langem bekannt und bisher in 25 Arten beschrieben. Dennoch fehlen sowohl in älteren lichenologischen Arbeiten als auch in zusammenfassenden Darstellungen phykologischer Natur (wie etwa zuletzt bei ARCHIBALD 1975) klare Angaben zur Zellmorphologie und Zytologie, die eine lichtmikroskopisch durchführbare Bestimmung isolierter Sippen von *Trebouxia* ermöglichen. Zudem mußten bei neuerlicher Durchsicht des Typuskulturenmateriels bedeutende Widersprüche zwischen Originaldiagnosen und den Typusorganismen festgestellt werden, die eine Gesamtdarstellung dieser Algengruppe und eine Klärung der ebenso verworrenen nomenklatorischen Probleme erfordern.

Bereits 1869 hatte SCHWENDENER eine Grünalge „*Cystococcus humicola*“ als Flechtenalge beschrieben und abgebildet; die Fehlinterpretation des Pyrenoids als Zellkern beruht wohl auf mikroskoptechnischen Mängeln.

NÄGELIS Erstbeschreibung von *Cystococcus humicola* (1849) von feuchter Erde ist zu ungenau, um den Typus etwa von *Chlorococcum* zu trennen, auch die dazugehörige Abbildung läßt keine eindeutigen Schlüsse zu; allerdings beobachtete NÄGELI als erster Autosporenbildung.

RABENHORST 1868 stellte NÄGELIS *Cystococcus humicola* zu *Chlorococcum* (übrigens ohne Begründung), und gibt keinerlei Hinweise auf das Vorkommen als Flechtenalge.

Zahlreiche spätere Untersuchungen zeigen verwirrende taxonomische und nomenklatorische Verschiebungen, doch lassen sich zwei Gruppen von *Cystococcus*-Sippen erkennen: Sippen von feuchter Erde, Baumrinden etc., also freilebende Formen (BEIJERINCK 1890, ARTARI 1902, CHODAT 1913) und Sippen, die aus Flechten isoliert wurden (TREBOUX 1912).

TREBOUX stellt nun 1912 die von NÄGELI beschriebene Alge zu *Chlorococcum* und schlägt für alle aus *Xanthoria parietina* isolierte Flechtenalgen und deren freilebende Formen vor, den Namen *Cystococcus humicola* beizubehalten.

Unter den Beobachtungen von TREBOUX zur Zytologie und Morphologie dieser Alge sind erste Hinweise auf die geringe Neigung zu Zoosporenbildung, das Fehlen von Pyrenoidstärke bei manchen Sippen, sowie sehr genaue Beobachtungen über das Teilungsverhalten besonders hervorzuheben.

PUYMALY 1924 schlug für die aus *Xanthoria parietina* isolierte Alge den neuen Gattungsnamen *Trebouxia* vor und trennt diese Sippe von *Cystococcus humicola* NÄGELI, welche nach Meinung PUYMALYS zu *Chlorococcum* zu stellen sei.

Der nomenklatorische Vorschlag von PUYMALY wird nicht sofort übernommen, so beschreiben RATHS 1938, WERNER 1954 u. a. noch weitere Flechtenalgen als *Cystococcus*.

Über weitere Beiträge zur Systematik und Nomenklatur von *Trebouxia* siehe auch bei RATHS 1938, QUISPTEL 1943, WERNER 1954, STARR 1955, AHMADJIAN 1959, 1960, 1967 und 1970, ŘEHÁKOVÁ 1968 und ARCHIBALD 1975.

2. Material und Methoden

Untersuchungsmaterial bildeten sämtliche verfügbaren Kulturen von *Trebouxia* (und *Pseudotrebouxia*) aus den Sammlungen von Cambridge (CCAP, GEORGE 1976), Austin/Texas (UTEX, STARR 1978), Göttingen (SAG, SCHLÖSSER 1982) und Innsbruck (IBSG, GÄRTNER 1976) sowie neue Isolate von MEISCH (1981) ebenfalls aus der Sammlung Innsbruck. Sämtliche Stämme verteilen sich derzeit auf 25 Arten, und wurden mit einigen Ausnahmen aus Flechten isoliert.

Die Typusart von *Trebouxia* (*T. arboricola* PUYMALY) liegt nur in einer Kultur (CCAP 219/1a) unbekannter Herkunft vor.

Sämtliche Stämme wurden in Bolds Basal Medium (BBM, BISCHOFF & BOLD 1963) sowohl auf 1% Agar als auch in Nährlösung bei 20° C und 2000 lux in 12stündigem Licht-Dunkel-Rhythmus kultiviert. Dauerkulturen auf BBM-Agar sind in der Innsbrucker Sammlung weiter in Kultur. Über weitere Hinweise zur Kultur und Isolationstechnik verweise ich auf MEISCH 1981, der auch die ältere Literatur darüber berücksichtigt.

Die mikroskopischen Beobachtungen wurden mit einem Reichert-Diapan Mikroskop unter Verwendung üblicher Färbetechniken (Karminessigsäure-Kernfärbung, Azokarmin-G zur Pyrenoidfärbung) durchgeführt.

3. Ergebnisse

Aus den bisher nach den Untersuchungen von PUYMALY 1924 und STARR 1955 bekannten Gattungsmerkmalen von *Trebouxia* wurden von ARCHIBALD 1975 besonders Größenverhältnisse, Zellwanddicke, Pyrenoid

und Kern sowie Reproduktion mittels Zoo- oder Aplanosporen zur Sippenunterscheidung herangezogen, ohne allerdings die tatsächlichen zytologischen Verhältnisse in vielen Fällen zu berücksichtigen. (Aus diesen Gründen dürften die bereits erwähnten Widersprüche bei Vergleich von Typuskultur und Originaldiagnose entstanden sein).

Mehr oder weniger vernachlässigt wurde die Chloroplastenmorphologie, die weit über die übliche Darstellung in diversen Algenfloren hinausgehende Möglichkeiten zur Charakterisierung vieler Sippen bietet.

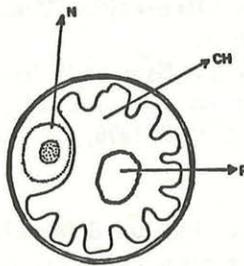


Abb. 1. Zellbau von *Trebouxia*. N = Kern, CH = Chloroplast mit der typischen trebouxioden Lappung, P = Pyrenoid

Abb. 1 zeigt schematisch den Zellbau, wie er im Lichtmikroskop sichtbar ist, mit den wichtigsten Gattungsmerkmalen, insbesondere der typischen trebouxioden Lappung des Chloroplasten. Einen stärker gelappten, crenulaten Chloroplastentyp zeigt Abb. 4. Abb. 2 stellt die Grundtypen der Chloroplasten dar, wobei ausgehend von einem lappigen trebouxioden Typus sehr charakteristische und artspezifische Typen auftreten. (Artepitheta nach der Literatur).

An weiteren Gattungsmerkmalen sind besonders hervorzuheben:

Kern: in älterer Literatur wird nur auf einen Zellkern verwiesen z. B. WARÉN 1918—1919), der nahezu stets in der markanten Einbuchtung des Chloroplasten liegt; bei allen vom Verf. untersuchten Sippen konnte stets nur ein Kern nachgewiesen werden, im Gegensatz zu ARCHIBALD 1975 und HILDRETH & AHMADJIAN 1981, die insgesamt neun mehrkernige Sippen beschrieben.

Pyrenoid: im Lichtmikroskop lassen sich Zahl, Form und Struktur des Pyrenoids durchaus festhalten; Stärkehüllen wurden bisher nur in zwei Fällen beobachtet; meistens erfolgt Stärkeablagerung in Körnchen um das Pyrenoid oder diffus im Chloroplasten. (Dies bestätigen auch FISHER & LANG 1971, sowie TSCHERMAK-WOESS 1978). Die Zahl der Pyrenoide ist nicht konstant, manchmal sind mehrere (bis zu 7 und mehr) vorhanden oder das Pyrenoid kann auch fehlen.

Grundtypen und Modifikationen der Chloroplasten innerhalb der Gattung *Trebouxia*

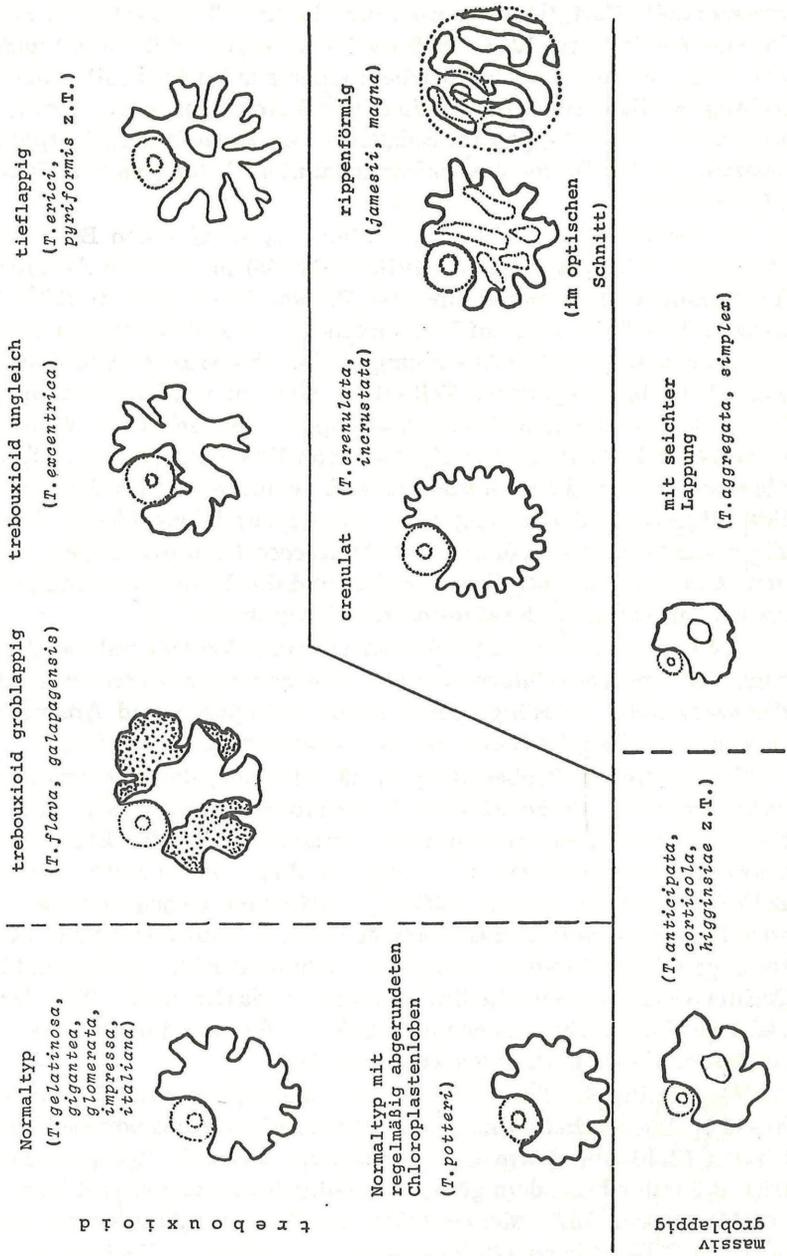


Abb. 2. Chloroplasten-Typen von *Trebouxia*

Reproduktion: Bei allen hier untersuchten Sippen verläuft die asexuelle Fortpflanzung nach dem in Abb. 3 dargestellten Schema. Bereits WARÉN hatte 1918—1919 zwei Formen der Zellteilung nach Art der Autosporenbildung beschrieben: einerseits Formen mit vegetativen Teilungsstadien wobei damit eindeutig Autosporen gemeint sind (WARÉN vereint diese Sippen im Subgenus *Eucystococcus*) und Sippen mit Sporangien und Fehlen des vorher genannten Teilungsmodus (Subgenus *Eleuterococcus*).

Nummehr dürfte Fehlinterpretation des WARÉNSchen Begriffes der „vegetativen Teilung“ (WARÉN 1918—1919: 46) in späteren Arbeiten zur Taxonomie und Nomenklatur von *Trebouxia* (ARCHIBALD 1975, HILDRETH & AHMADJIAN 1981) zu Mißverständnissen Anlaß gegeben haben.

ARCHIBALD trennt in Anlehnung an die Auffassungen von GROOVER & BOLD 1969 über vegetative Zellteilung (*Desmoschisis* nach GROOVER & BOLD) alle jene *Trebouxia*-Sippen, die nach ihrer Auffassung diese Form der Zellteilung aufweisen, von *Trebouxia* ab und stellt dafür die neue Gattung *Pseudotrebouxia* auf. Damit wird auch die ursprünglich allgemeine Auffassung von der Zugehörigkeit dieser Flechtalgen zur Grünalgenordnung der *Chlorococcales* durchbrochen und die neue Gattung *Pseudotrebouxia* auf Grund des besonderen Teilungsverhaltens zur Ordnung der *Chlorosarcinales* gestellt.

TSCHERMAK-WOESS setzt sich 1982 ebenfalls kritisch mit der Abgrenzung der Ordnung *Chlorosarcinales* von den *Chlorococcales* auseinander (verwendet allerdings die Termini Autosporen und Aplanosporen anders als sie hier, im Sinne von ERTL 1980 verwendet werden).

Bei kritischer Beobachtung ist zu erkennen, daß der Teilungsvorgang bei allen *Trebouxia*- (und *Pseudotrebouxia*-)Sippen nach dem Muster der *Cytogonie* (sensu SCHUSSNIC 1954) oder *Eleuteroschisis* (sensu GROOVER & BOLD 1969), niemals aber in Form einer vegetativen Zellteilung (sensu FRITSCH 1935) oder *Cytotomie* (sensu SCHUSSNIC 1954) oder *Desmoschisis* (sensu GROOVER & BOLD) verläuft. Typisches Beispiel für vegetative Zellteilung unter Einbeziehung der Mutterzellwand in die Tochterzellen wäre eventuell *Chlorosarcinopsis* (HERNDON 1958). (Ich verweise in diesem Zusammenhang auch auf die ausführliche Diskussion zu diesem Thema bei TSCHERMAK-WOESS 1982).

Grundsätzlich läßt sich nun bei allen Sippen von *Trebouxia* das Reproduktionsverhalten nach dem Muster einer Autosporenbildung erkennen (Zahl und Form der Autosporen variabel), Zoosporenbildung tritt nur unter besonders günstigen Kulturbedingungen und kurzfristig auf (ARCHIBALD, 1975, MEISCH 1981). Die Zahl der Autosporen kann in wenigen Fällen bis zu 128 im Sporangium betragen, liegt im allgemeinen aber darunter, am häufigsten zwischen 4 und 16. Das Freiwerden der Autosporen verläuft nach zwei Mustern, einerseits durch Auf-

ENTWICKLUNGSZYKLUS UND AUTOSPORENBILDUNG BEI TREBOUXIA

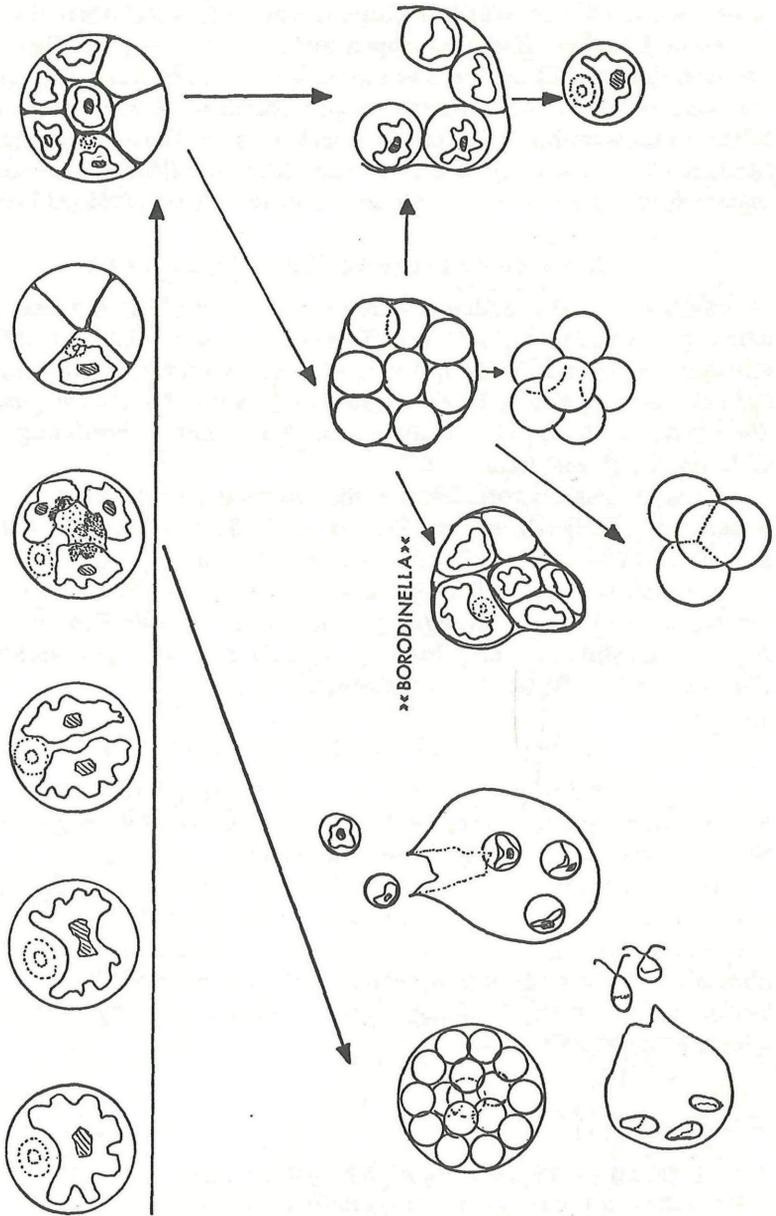


Abb. 3.

reißen der Sporangienwand, andererseits durch Verschleimen und langsames Auflösen der Wandstrukturen. Sehr oft verbleiben die Autosporien noch längere Zeit in Gruppen (teilweise sehr regelmäßige Vierergruppen (Tetraden)) aneinander haften und können somit Desmoschisis vortäuschen. Anschließend kann es zu neuerlicher, ineinandergeschachtelter Autosporienbildung kommen, wobei es zu *Borodinella*-ähnlichen Stadien (Abb. 3 und 5) kommen kann. (*Borodinella* MILL. dürfte *Trebouxia* sehr nahe stehen oder vielleicht sogar zu *Trebouxia* gehören).

4. Taxonomische Konsequenzen

Nach den vorliegenden Ergebnissen, die zum Teil mit den Untersuchungen von MEISCH 1981 und TSCHERMAK-WOESS 1982 sehr gut übereinstimmen, liegt kein Grund vor, die von ARCHIBALD 1975 und HILDRETH & AHMADJIAN 1981 beschriebenen Sippen von *Pseudotrebouxia* von der Gattung *Trebouxia* abzutrennen. Auch eine Einordnung in die *Chlorosarcinales* ist überflüssig.

Es wird somit vorgeschlagen, die Gattung *Pseudotrebouxia* aufzulassen, und alle beschriebenen Sippen in die Gattung *Trebouxia* zu stellen. Die notwendigen Neukombinationen folgen an anderer Stelle.

Die von MEISCH 1981 vorgeschlagene Gliederung der Gattung *Trebouxia* in zwei Untergattungen (*Trebouxia* s. str. mit Zoosporien- und Aplanosporienbildung, und *Pseudotrebouxia* mit Autosporienbildung in Tetraden) halte ich für nicht notwendig.

5. Systematische Stellung von *Trebouxia*

Nach Beurteilung der Abgrenzung der Gattung *Trebouxia* und Auflassung der Gattung *Pseudotrebouxia* erhebt sich die Frage nach der Stellung von *Trebouxia* im Grünalgensystem.

Basierend auf den klassischen Auffassungen von der Abgrenzung der coccalen Grünalgen (BRUNNTHALER 1915, PRINTZ 1927, FRITSCH 1935, SMITH 1950, KORSHIKOV 1953, BOURRELLY 1966) stellen sowohl STARR 1955 als auch AHMADJIAN 1960 und später, sowie ARCHIBALD 1975 die Gattung *Trebouxia* (nunmehr im Sinne von ARCHIBALD ohne *Pseudotrebouxia*) zur Ordnung der *Chlorococcales*.

Abb. 4. (oben) — *Trebouxia crenulata* (CCAP 219/2), die Zelle rechts mit stark gelapptem (crenulatem) Chloroplast, Zellkern in der hellen Einbuchtung; 1 zentrales, eckiges Pyrenoid. Die linke Zelle in Teilung, der Chloroplast bereits in 4 Portionen aufgeteilt

Abb. 5 (unten) — Mehrfach ineinandergeschachtelte Autosporienbildung („*Borodinella*“-Stadium) bei *Trebouxia showmanii* (UTEX 2234)

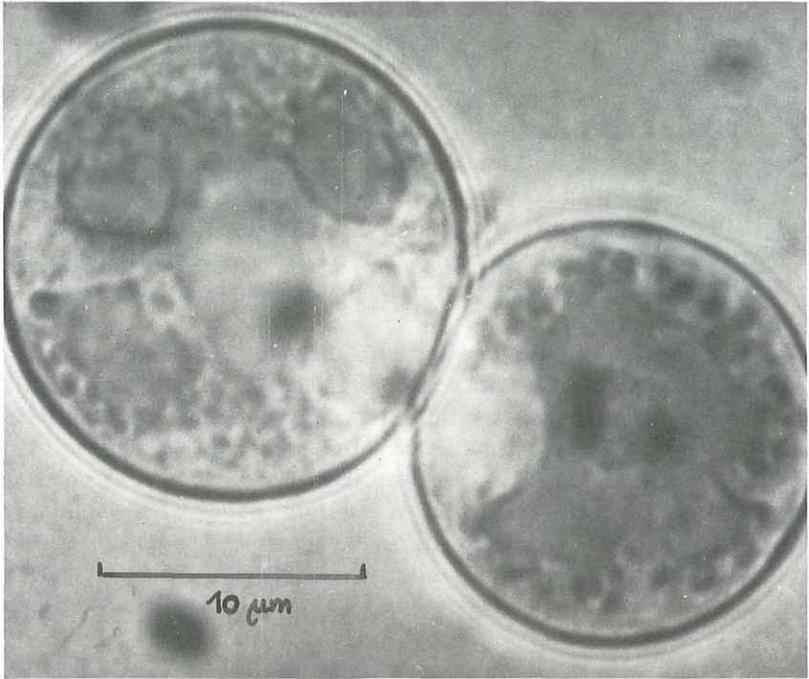


Abb. 4/5

Nach neueren Ansichten (ETTL 1981, ETTL & KOMAREK 1982) ist die uneinheitliche Gruppe der coccalen Chlorophyceen in der bisherigen Umgrenzung nicht aufrechtzuhalten. Von ETTL 1981 werden ja bekanntlich die *Chlorococcales* sensu strictissimo zu den *Chlamydoephyceae* (behütete Zoosporen vom *Chlamydomonas*-Typ) gestellt; von allen übrigen coccalen *Chlorophyceae* trennen ETTL & KOMAREK Sippen mit nackten Schwärmern oder Autosporenbildung ab und fassen alle monoenergidigen Formen mit Cytogonie im Sinne von SCHUSSNIG oder Eleuteroschisis sensu GROOVER & BOLD zur Ordnung der *Chlorellales* zusammen. Dieser Ordnung stehen polyenergidige Sippen — *Protosiphonales* — gegenüber.

Da bei *Trebouxia* eindeutig Autosporenbildung vorliegt, ist die Zuordnung der Gattung zur Ordnung der *Chlorellales* vorerst berechtigt. Auch die unbehüteten Zoosporen bestätigen diese Einordnung.

Allerdings ist eine Zuordnung zur Familie der *Neochloridaceae* im Sinne von ETTL & KOMAREK noch unsicher, da diese Familie keine autosporenbildenden Sippen umfaßt. Beim gegenwärtigen Kenntnisstand dürfte wohl eine Zwischenstellung der Gattung *Trebouxia* zwischen *Chlorellaceae* und *Neochloridaceae* am ehesten den natürlichen Gegebenheiten gerecht werden.

6. Danksagung

Ein Teil der hier vorgelegten Untersuchungen wurde anlässlich eines Studienaufenthaltes an der Tschechoslowakischen Akademie der Wissenschaften, Brno, durchgeführt, wobei ich der Akademie der Wissenschaften meinen Dank aussprechen möchte. Herrn Dr. Hanus ETTL danke ich an dieser Stelle für die fachliche Betreuung und die stete Bereitschaft zu kritischer Diskussion der taxonomischen Probleme.

6. Literatur

- AHMADJIAN V. 1959. Experimental observations on the algal genus *Trebouxia* DE PUYMALY. — Sv. bot. Tidskr. 53: 71—80.
- 1960. Some new and interesting species of *Trebouxia*, a genus of lichenized algae. — Amer. J. Bot. 47: 677—683.
- 1967. A guide to the algae occurring as lichen symbionts: isolation, culture, cultural physiology, and identification. — Phycologia 6 (2—3): 127—160.
- 1970. The lichen symbiosis: its origin and evolution. — In: DOBZHANSKY T., HECHT M. K. & STEERE W. C. (Eds.) Evolutionary Biology 4: 163—184. — New York.
- ARCHIBALD P. A. 1975. *Trebouxia* DE PUYMALY (*Chlorophyceae*, *Chlorococcales*) and *Pseudotrebourgia* gen. nov. (*Chlorophyceae*, *Chlorosarcinales*). — Phycologia 14 (3): 125—137.
- ARTARI A. 1902. Zur Frage der physiologischen Rassen einiger grüner Algen. — Ber. deutsch. bot. Ges. 20: 172—175.

- BEIJERINCK M. W. 1890. Kulturversuche mit Zoochlorellen, Lichenengonidien und anderen niederen Algen. — Z. Bot. 48 (45—46): 725—759 und 781—785.
- BISCHOFF H. W. & BOLD H. C. 1963. Some soil algae from Enchanted Rock and related algal species. — Phycol. Stud. 4 (Univ. Texas Publ. No. 6318): 1—95.
- BOURRELLY P. 1966. Les algues d'eau douce. 1. Les algues vertes, 511 pp. — Paris.
- BRUNNTHALER J. 1915. *Protococcales*. — In: PASCHER A. (Ed.), Die Süßwasserflora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz, 5: 52—205. G. Fischer, Jena.
- CHODAT R. 1913. Monographies d'algues en culture pure. — *Materiaux pour la Flore Cryptogamique Suisse*, 4 (2): 1—266.
- ETTL H. 1980. Grundriß der allgemeinen Algologie, 549 pp. — G. Fischer Jena.
- 1981. Die neue Klasse *Chlamydomphyceae*, eine natürliche Gruppe der Grünalgen (*Chlorophyta*). — Pl. Syst. Evol. 137: 107—126.
- & KOMAREK J. 1982. Was versteht man unter dem Begriff „coccale Grünalgen“?. — Arch. Hydrobiol. Suppl. 60 (4) (Algol. Stud. 29): 345—374.
- FISHER K. A. & LANG N. J. 1971. Comparative ultrastructure of cultured species of *Trebouxia*. — J. Phycol. 7 (2): 155—165.
- FRITSCH F. E. 1935. The structure and reproduction of the algae, 1: 1—791. — Univ. Press, Cambridge.
- GÄRTNER G. 1976. Verzeichnis der Algenkulturen am Institut für Botanische Systematik und Geobotanik der Universität Innsbruck. — Ber. nat.-med. Ver. Innsbruck 63: 67—89.
- GEORGE E. A. 1976. (Ed.) List of strains, 119 pp. — Culture Centre of Algae and Protozoa, Cambridge.
- GROOVER R. D. & BOLD H. C. 1969. The taxonomy and comparative physiology of the *Chlorosarcinales* and certain other edaphic algae. — Phycol. Stud. 8, Univ. Texas Publ. No. 6907, 165 pp.
- HERNDON W. 1958. Studies on chlorosphaeracean algae from soil. — Amer. J. Bot. 45 (4): 298—308.
- HILDRETH K. C. & AHMADJIAN V. 1981: A study of *Trebouxia* and *Pseudotrebouxia* isolates from different lichens. — Lichenologist 13 (1): 65—86.
- KORSHIKOV A. A. 1953. *Protococcineae*. — In: Vizač. prisnovod. vodorostej URSS, 5: 1—439. — Vid. Akad. Nauk URSS, Kijev.
- MEISCH J. P. 1981. Beiträge zur Isolation, Kultur und Systematik von Flechtentalgen. — Diss. Univ. Innsbruck, 160 pp.
- NÄGELI C. 1849. Gattungen einzelliger Algen, physiologisch und systematisch bearbeitet, 139 pp. — Schultheß, Zürich.
- PRINTZ H. 1927. *Chlorophyceae*. — In: ENGLER A. & PRANTL K. (Eds.): Die natürlichen Pflanzenfamilien, 2. Aufl., 3: 1—463. — Engelmann, Leipzig.
- PUYMALY A. de. 1924. Le *Chlorococcum humicola* (NÆG.) RABENH. — Rev. Algol. 1 (2): 1—8.
- 1924 a. Recherches sur les algues vertes aeriennes. — Thes. Fac. d. Sc. de l'Univ. de Paris, Ser. A, No. 991, 274 pp. — Bordeaux.

- QUISPEL A. 1943. The mutual relations between *Algae and Fungi* in Lichens. — Rec. trav. bot. Neerl. 40: 413—541.
- RABENHORST L. 1868. Flora Europaea Algarum, 461 pp. — Leipzig.
- RATHS H. 1938. Experimentelle Untersuchungen mit Flechtengonidien aus der Familie der Caliciaceen. — Ber. schweiz. bot. Ges. 48: 329—416.
- REHÁKOVA H. 1968. Lisejnikove Rasy z Rodu *Trebouxia*, *Diplosphaera* a *Myrmecia*. — Kand. dis. kat. botan. Univ. Karlovy, Praha, 176 pp.
- SCHLÖSSER U. G. 1982. Sammlung von Algenkulturen. — Ber. deutsch. bot. Ges. 95: 181—276.
- SCHWENDENER S. 1869. Die Algentypen der Flechtengonidien. — Basel, 42 pp.
- SCHUSSNIG B. 1954. Grundriß der Protophytologie. — G. Fischer, Jena, 310 pp.
- SMITH G. M. 1950. The freshwater algae of the United States. — 2. ed., 719 pp. — Mc. Graw-Hill, New York—Toronto—London.
- STARR R. C. 1955. A comparative study of *Chlorococcum* MENEGHINI and other spherical, zoospore-producing genera of the *Chlorococcales*. — Indiana Univ. Publ. 20: 1—11.
- STARR R. C. 1978. The culture collection of algae at the University of Texas at Austin. — J. Phycol. 14 (suppl.): 47—100.
- TREBOUX O. 1912. Die freilebende Alge und die Gonidie *Cystococcus humicola* in bezug auf die Flechtensymbiose. — Ber. deutsch. bot. Ges. 30: 69—80.
- TSCHERMAK-WOESS E. 1978. Über die Phycobionten der Sektion *Cystophora* von *Chaenotheca*, insbesondere *Dictyochloropsis splendida* und *Trebouxia simplex*, spec. nova. — Pl. Syst. Evol. 129: 185—208.
- 1982. Über die Abgrenzung der *Chlorosarcinales* von den *Chlorococcales*. — Pl. Syst. Evol. 139: 295—301.
- WARÉN H. 1918—1919. Reinkulturen von Flechtengonidien. — Finska Vet. Soc. Förh. 61: 1—79.
- WERNER R. G. 1954. La gonidie marocaine du *Xanthoria parietina*. — Bull. Soc. Sci. Nancy, Ser., 13: 1—20.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Phyton, Annales Rei Botanicae, Horn](#)

Jahr/Year: 1985

Band/Volume: [25_1](#)

Autor(en)/Author(s): Gärtner Georg

Artikel/Article: [Taxonomische Probleme bei den Flechtenalgengattungen Trebouxia und Pseudotrebouxia \(Chlorophyceae, Chlorellales\). 101-111](#)