© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at

SAUTERIA 1 1986 149 - 157

ÜBER AUFGABE UND BEDEUTUNG VON KULTUREN IN DER ALGENTAXONOMIE (AN BEISPIELEN VON BODEN - LUFT - UND FLECHTENALGEN).

von
GÄRTNER, Georg

Keywords: Algenkulturen, Algentaxonomie, Kulturensammlungen, Boden - Luft - und Flechtenalgen.
Algal cultures, taxonomy of algae, culture collections, soil-, airborne- and lichen-algae.

Zusammenfassung:
Algenkulturen gewinnen in Physiologie und Systematik zunehmend an Bedeutung. Systematisch-taxonomische Untersuchungen an Boden - Luft - und Flechtenalgen sind meist nur in Kultur möglich. Erst in Kultur zeigen diese Organismen die charakteristischen Merkmale ihres Bauplanes und ermöglichen somit eine Zuordnung zu bestimmten natürlichen Gruppen.
Einige Beispiele coccaler und fädiger Grünalgen (*Chlorella*, *Chlorococcum*, *Tetracystis*, *Trebouxia*, *Apatococcus*, *Desmococcus*) zeigen die Notwendigkeit von Kulturen in der Algentaxonomie. Algenkultursammlungen haben ebenso bedeutenden Wert als biologische Datenbanken. Unter den größten Algensammlungen der Welt nimmt die Innsbrucker Sammlung durch Spezialisierung auf Boden - Luft - und Flechtenalgen eine Sonderstellung ein.

Function and importance of cultures in the taxonomy of algae (demonstrated on soil -, airborne - and lichen-algae).

Abstract:
Algal cultures are of great importance in physiology and systematics, especially in connection with investigations of soil -, airborne - and lichen-algae. In many cases, the typical cell structure plans of algae can be seen only in cultures and also taxonomic conclusions as well as associations of taxa to natural groups of algae can be based on cultivated material. Some examples of coccal and filamentous green algae (from the genera *Chlorella*, *Chlorococcum*, *Tetracystis*, *Trebouxia*, *Apatococcus* and *Desmococcus*) show the significance of cultures in algal taxonomy. Culture collections of algae are also of great importance as biological resources, like herbaria. The culture collection of algae at Innsbruck is specializing in the cultivation of soil -, airborne - and lichen-algae.

Seit nahezu hundert Jahren werden Algen als Objekte physiologischer (insbesondere ernährungsphysiologischer) und taxonomisch-systematischer sowie floristischer Untersuchungen kultiviert wie das

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at
umfangreiche Schrifttum bestätigt (KÜSTER 1907, RICHTER 1913, BOLD 1942, PRINGSHEIM 1954, LEWIN 1959, VENKATARAMAN 1969, STEIN 1973). Bereits FAMINTZIN (1871), BEIJERINCK (1890), BENECKE (1898) und CHODAT (1904, 1913) erbrachten bedeutende Pionierleistungen auf dem Gebiet der Kultur von Mikroorganismen, vor allem der Algen, und die ersten zusammenfassenden Darstellungen über Methodik und Gewinnung von Reinkulturen von Algen veröffentlichten KÜSTER (1907) und RICHTER (1913). Insbesondere Ernst Georg PRINGSHEIM, anfangs in Prag, später in Cambridge und zuletzt in Göttingen und Harold C. BOLD in Austin (USA) hatten maßgeblichen Anteil an der wissenschaftlichen Erforschung verschiedenster Algengruppen mittels Reinkulturen (PRINGSHEIM 1912, 1921, BOLD 1942). Noch vor dem 2. Weltkrieg arbeiteten Wilhelm VISCHER in Basel und etwa ab Mitte der Fünfzigerjahre in Innsbruck Hans PITSCHMANN und Herbert REISIGL erfolgreich mit Kulturen von Bodenalgen, ihre Kulturen bildeten den Grundstock der Innsbrucker Algensammlung (VISCHER 1939, 1945, 1960, PITSCHMANN 1963, REISIGL 1964, GÄRTNER 1976, 1985).

Neben ihrer Bedeutung als Objekte physiologischer oder biochemischer Forschungen haben axenische Klonkulturen auch in Zusammenhang mit ökonomisch orientierter Phykologie bei Anlage von Massenkulturen zur Gewinnung von Nahrungsmittel (VENKATARAMAN 1969, FOTT 1971) und im besonderen Maß bei taxonomischen Untersuchungen vor allem coccaler und fädiger Formen von Grünalgen aus Böden, Flechten und von aerischen Standorten ihre Notwendigkeit bestätigt.

Zu den charakteristischen und bereits mit dem Lichtmikroskop erkennbaren zytologischen Merkmalen eines Organismus, die für seine Zuordnung zu einer natürlichen Gruppe etwa innerhalb der Grünalgen oder zur Bestimmung und eventuellen Neubeschreibung notwendig sind, gehören in erster Linie Form und Größe der Zellen, Zellwandmorphologie, Chloroplast, Pyrenoid und Nukleus, sowie die in der Dynamik des Lebenszyklus erfaßbaren Merkmale des Reproduktionsverhaltens (asexuelle und sexuelle Fortpflanzung) mit den dafür typischen Stadien und Strukturen wie Auto- und Zoosporen, Dauerstadien, Zysten, Zygoten usw. Selbstverständlich sollen auch zu diesen "tragenden Elementen" des Bauplanes (ETTL 1980, 1981, ETTL & KOMÁREK 1982, ETTL & GÄRTNER 1984) auch zusätzliche Merkmale ("supplementary attributes") wie Merkmale der Kolonie auf Kulturmedien oder physiologische Reaktionsmuster (BOLD & PARKER 1962, ARCHIBALD & BOLD 1970 u.a.) zu einer taxonomischen Gesamtbeurteilung herangezogen werden, wobei hiezu die Verwendung von Kulturen unumgänglich ist. Im Bereich der lichtmikroskopischen Zytologie kann man in vielen Fällen sowohl bei Planktonalgen als auch bei Algen aerischer Biotope durchaus mit Direktbeobachtung des gesammelten Materials auskommen, wobei genaue Beobachtung charakteristischer Merkmale des äußeren und inneren Zellbaues und der Kolonie- und Lagerformen auch bei fixierten Proben noch taxonomische Schlüsse zuläßt.

Wesentlich schwieriger erweist sich die Bearbeitung von Sippen, deren vegetative Zellen keine besonders eindeutigen morphologischen Merkmale aufweisen und auch keine charakteristischen Aggregate bilden, also jener Sippen, die uns sehr häufig als Gruppen "grüner Kugeln" oder Zellhaufen aus ellipsoidischen, unregelmäßigen oder kurzzylindrischen Zellen unter dem Mikroskop erscheinen und, auf Grund fehlender Anhaltspunkte zur systematischen Zuordnung, als "Protococcale" im weitesten Sinn abgetan werden. Bei Untersuchungen von Boden - Luft - und Flechtenalgen wird man diesen "grünen Kugeln"

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at
oft begegnen, wobei allerdings auch unter Boden - und Luftalgen (z.B. epiphytischen Rindenbewohnern) Formen auftreten, die ohne Schwierigkeiten zumindestens auf Familien - und Gattungsrang determinierbar sind. Analysiert man das mikroskopische Bild eines grünen Anfluges etwa von Baumrinden, wird man ein Gemisch von Algen vorfinden, die kaum viel mehr als Form, Farbe bisweilen noch Details des Chloroplasten erkennen lassen, also meist zuwenig um die Gesamtstruktur dieser Organismen zu erfassen und eindeutige systematische Schlüsse auf einzelne Taxa zu ziehen. (Auf diese Problematik der Formen unter den "grünen Coccen" weist u.a. WETTSTEIN 1921 besonders hin.)

Man wird also ohne Kultur (zumindest Anreicherungskultur aber in den meisten Fällen nur Reinkultur) nicht weiterkommen und sich über den mühsamen und zeitaufwendigen Weg der Rohkultur, Reinigung der Algenisolate von Bakterien und Pilzen und Dauerkultur vorerst die entsprechenden Materialmengen sichern müssen, die Voraussetzung für weitere erfolgreiche Bearbeitung problematischer Algensippen sind. Über die methodische Vorgangsweise bei der eigentlichen Kulturtechnik und der Isolation von Algen liegt umfangreiche Literatur vor und sei hier nicht näher eingegangen (siehe dazu die eingangs angeführten Handbücher und Arbeitsanleitungen, insbesonders VENKATARAMAN 1969 und STEIN 1973).

In vielen Fällen zeigt erst eine Dauerkultur über längeren Zeitraum hinweg (etwa 4 Wochen bis mehrere Monate!) neben der gesamten Entwicklung der Algensippe von der Spore bis zur erwachsenen trophischen Zelle vor allem die Variabilität zytologischer Strukturen, wie Veränderungen der Zellwand, des Chloroplasten oder Entstehung mehrkerniger Zellen. Auch die meist nach längerer Kulturphase erst auftretenden Fortpflanzungszellen (Zoo- und Autosporen, Gameten) ergänzen die Gesamtheit der Sippenmerkmale und dürfen besonders bei taxonomischen Bewertungen nicht außer acht gelassen werden. Kulturen bieten die großartige Möglichkeit, Organismen in ihrer gesamten Dynamik zu verfolgen und aus der Beobachtung sämtlicher Phasen des Entwicklungsablaufes - also von Zoospore bis Zoospore - einerseits die Gemeinsamkeiten ihres Bauplanes als auch Trennendes zwischen einzelnen Sippen herauszuarbeiten.

Einige wenige Beispiele von Boden - Luft - und Flechtenalgen sollen die Notwendigkeit und Bedeutung von Kulturen in der Algentaxonomie verdeutlichen: die in Böden weit verbreiteten Algensippen der Gattungen *Chlorococcum* und *Tetracystis* zeigen in der Morphologie und Zytologie vegetativer Zellen einen sehr einheitlichen Bautypus (Abb. 1); erst durch Kultur treten die bekannten diakritischen Gattungsmerkmale (charakteristische Aggregate aus 2, 4 oder 8 Zellen durch "vegetative" Protoplastenteilung bei *Tetracystis*) auf, die beide Taxa (vorläufig) noch trennen. Die Einheitlichkeit des gemeinsamen Bauplanes sowohl im Zellbau als auch in der Morphologie der Zoosporen vom *Chlamydomonas*-Typ läßt die sehr enge Verwandschaft beider Taxa erkennen.

Als zweites Beispiel dienen hier Formen der Gattungen *Apatococcus* und *Desmococcus* (Abb. 2), beides sehr lückenhaft bekannte Vertreter fädiger Luftalgen aus der Gruppe der Leptosiroideae, Chaetophorales. *Apatococcus* wurde bereits 1902 von CHODAT erstmals als *Pleurococcus lobatus* beschrieben, *Desmococcus* von BRAND (1925) aufgestellt, beide Gattungen wurden später noch mehrfach von Baumrinden isoliert und genauer untersucht (GEITLER 1942, VISCHER 1960, GÄRTNER 1974). *Apatococcus* und *Desmococcus* bilden mit einigen anderen Vertretern

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at
coccaler und fädiger Grünalgen den Hauptbestandteil des "Pleurococcetum viridis", der allgemein bekannten grünen Anflüge an Bäumen. Beide Gattungen sind derzeit mit einer Art sicher beschrieben und unterscheiden sich an Freilandmaterial kaum, meist treten beide Algensippen als Doppelzellen oder kleine Pakete mit wandständigem Chloroplasten auf; bei *Apatococcus* konnte bisher kein Pyrenoid nachgewiesen werden. Erst die weitere Entwicklung in Kultur zeigt eine auffällige Tendenz zur Bildung kurzer Fäden, die bei beiden Gattungen in sehr ähnlicher Weise vorkommen und eine Zuordnung zu fädigen Gruppen erlauben. Nur im Reproduktionsverhalten treten dann bei *Apatococcus* nach längerem Wachstum bewegliche asexuelle, unbehäutete Zoosporen vom *Neochloris*-Typ auf, während bei *Desmococcus* bisher nur Autosporen beobachtet wurden.

Drittes Beispiel bilden zwei Arten aus den Gattungen *Trebouxia* und *Chlorella*, beides Aerophyten beziehungsweise weitverbreitete Flechtenalgen. Sowohl *Trebouxia* als auch die sehr häufig Baumrinden besiedelnde *Chorella ellipsoidea* weisen in trophischen vegetativen Zellen große Ähnlichkeit auf (Abb. 3), die eindeutigen Unterscheidungsmerkmale treten erst in Kultur deutlich hervor, denn *Trebouxia* bildet unbehäutete Zoosporen, *Chorella* nur Autosporen.

Bei Anwendung von Kulturen zur Untersuchung von Boden- Luft- oder Flechtenalgen darf allerdings nicht vergessen werden, daß jede Kultur als künstliches Biotop auch Veränderungen des kultivierten Organismus bewirken kann und morphologische Veränderungen auftreten, die dem natürlichen Ausgangsmaterial nicht mehr entsprechen. So sind zytomorphologische Veränderungen wie Größenunterschiede zum natürlichen Freilandmaterial, Veränderungen der Zellwanddicke, des Lagerbildes (Einzelzellen, Zellpakete) bekannt, die allerdings kaum oder überhaupt nicht den Bauplan der Zelle an sich beeinflussen. Eine 1985 begonnene Untersuchung von Typuskulturenmaterial von VISCHER aus den Jahren 1935 - 1940 ergab erstaunliche Konstanz der Algenstämme, wobei keine auffallenden morphologischen Veränderungen nach mehr als 40 Jahren Dauerkultur auftraten [1].

Bei floristischen Untersuchungen der Algen in Böden kann mittels Kulturen nur ein Teil des gesamten Artenspektrums erfaßt werden und bewirkt das künstliche Nährmedium eine Auslese, doch bestehen derzeit keine anderen Möglichkeiten, überhaupt floristisch taxonomische Aussagen über den Algenbestand im Boden zu treffen.

Algenkulturen haben somit nicht nur zur Beantwortung systematisch-taxonomischer Fragen ihre Berechtigung, sie sind ebenso wertvoll in Form von Kultursammlungen und damit Datenbanken für weitere Untersuchungen, etwa bei Studien über Vegetationsveränderungen durch Umweltbelastungen etc. Hier dienen Algenkulturen als Vergleichsmaterial und haben wohl ebenso hohen Stellenwert wie Herbarien. Algenkulturensammlungen sichern somit wertvolles genetisches Material für die Zukunft. Neben den bekanntesten Algensammlungen der Welt (UTEX/Austin Texas, CCAP/Cambridge, SAG/Göttingen) nimmt die Algenkulturensammlung am Botanischen Institut Innsbruck mit rund 1500 Stämmen in Form einer Spezialsammlung von Boden- Luft- und Flechtenalgen eine Sonderstellung ein und wird auch in Zukunft in der Erforschung dieser Algengruppen ihren Beitrag leisten.

---

[1] Untersuchung von A. Schragl am Botanischen Institut Innsbruck, noch nicht abgeschlossen.

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at

ARCHIBALD, P.A. & BOLD, H.C. (1970): Phycological studies XI. The genus *Chlorococcum* MENEGHINI. - Univ. Texas Publ. No. 7015: 1-115.

BEIJERINCK, M.W. (1890): Kulturversuche mit Zoochlorellen, Lichenengonidien und anderen niederen Algen. -Z. Bot. 48(45-46): 725-759; (47): 757-768; (48): 781-785.

BENECKE, W. (1898): Über Kulturbedingungen einiger Algen. - Bot. Ztg. 56: 83-96.

BOLD, H. C. (1942): The cultivation of algae. - Botan. Rev. 8: 69-138.

BOLD, H. C. & PARKER, B. C. (1962): Some supplementary attributes in the classification of *Chlorococcum* species. - Arch. Microbiol. 42: 267-288.

BRAND, F. (1925): Analyse der aerophilen Grünalgenanflüge, insbesondere der proto-pleurococcoiden Formen. - Arch. Protistenk. 52: 265-354.

CHODAT, R. (1902): Algues vertes de la Suisse, Pleurococcoides chroolépoides. - Matériaux pour la Flore Cryptogamique Suisse, 1 (3): 1-373.

CHODAT, R. (1904): Culture pure d'Algues vertes, de Cyanophycées et de Diatomacées. - Arch. Sci. Phys. Nat. Genéve 65: 368.

CHODAT, R. (1913): Monographie d'algues en culture pure. - Matériaux pour la Flore Cryptogamique Suisse, 4 (2): 1-266.

ETTL, H. (1980): Grundriß der allgemeinen Algologie. VEB Gustav Fischer, Jena, 549 pp.

ETTL, H. (1981): Die neue Klasse Chlamydophyceae, eine natürliche Gruppe der Grünalgen (Chlorophyta). Systematische Bemerkungen zu den Grünalgen, I. - Pl. Syst. Evol. 137: 107-126.

ETTL, H. & GÄRTNER, G. (1984): Über die Bedeutung der Cytologie für die Algentaxonomie, dargestellt an *Trebouxia* (Chlorellales, Chlorophyceae). - Pl. Syst. Evol. 148: 135-147.

ETTL, H. & KOMÁREK, J. (1982): Was versteht man unter dem Begriff "coccale Grünalgen"? - Arch. Hydrobiol./Suppl. 60, Algol. Stud., Stuttgart, 29: 345-374.

FAMINTZIN, A. (1872): Die anorganischen Salze als ausgezeichnetes Hilfsmittel zum Studium der Entwicklung niederer chlorophyllhaltiger Organismen. - Bull. Acad. Imp. Sci. Petersb., 17: 226-281.

FOTT, B. (1971): Algenkunde. 2. Aufl. - VEB Gustav Fischer Verlag, Jena, 581 pp.

GÄRTNER, G. (1974): Beitrag zur Ökologie und Systematik von Rindenalgen. - Diss. phil. Fak. Univ. Innsbruck, 107pp.

GÄRTNER, G. (1976): Verzeichnis der Algenkulturen am Institut für Botanische Systematik und Geobotanik der Universität Innsbruck. - Ber. nat.-med. Ver. Innsbruck, 63: 67-89.

GÄRTNER, G. (1985): The culture collection of algae at the Botanical Institute of the University at Innsbruck, Austria. - Ber. nat.-med. Ver. Innsbruck, 72: 33-52.

GÄRTNER, G. (1985a): Die Gattung *Trebouxia* Puymaly (Chlorellales, Chlorophyceae). - Arch. Hydrobiol./Suppl. 71, Algol. Stud., Stuttgart, 41: 495-548.

GEITLER, L. (1942): Morphologie, Entwicklungsgeschichte und Systematik neuer bemerkenswerter atmophytischer Algen aus Wien. - Flora 136: 1-29.

KÜSTER, E. (1907): Anleitung zur Kultur der Mikroorganismen. Teubner, Leipzig-Berlin, 201 pp.

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at
LEWIN, R. A. (1959): The Isolation of Algae. - Rev. Algol. 3: 181-197.
PITSCHMANN, H. (1963): Vorarbeiten zu einer Monographie der Gattung *Heterococcus*. - Nova Hedwigia, 5: 487-532.
PRINGSHEIM, E. G. (1912): Die Kultur von Algen in Agar. - Beitr. Biol. Pfl. 11: 305.
PRINGSHEIM, E. G. (1921): Algenkultur. - Abderhaldens Handb. biol. Arb. Meth., 11 (2): 377-444.
PRINGSHEIM, E. G. (1954): Algenreinkulturen, ihre Herstellung und Erhaltung. VEB Gustav Fischer, Jena, 109 pp.
REISIGL, H. (1964): Zur Systematik und Ökologie alpiner Bodenalgen. - Österr. Bot. Z. 111: 402-499.
RICHTER, O. (1913): Die Reinkultur und die durch sie erzielten Fortschritte, vornehmlich auf botanischem Gebiete. - Progr. rei botanicae, 4.
STEIN, J. R. (ed.), (1973): Handbook of Phycological Methods. Culture methods and growth measurements. Cambridge Univ. Press, Cambridge, London, New York, Melbourne, 448 pp.
VENKATARAMAN, G. S. (1969): The Cultivation of Algae. Indian Counc. Agric. Res., New Delhi, 319 pp.
VISCHER, W. (1939): Die Kultur der Heterokonten. - Rabenhorsts Kryptogamenflora, 11: 190-202.
VISCHER, W. (1945): Heterokonten aus alpinen Böden, speziell dem schweizerischen Nationalpark. - Ergebnisse wiss. Unters. Schweiz. Nationalparkes, N. F., 1: 481-511.
VISCHER, W. (1960): Reproduktion und systematische Stellung einiger Rinden- und Bodenalgen. - Schweizer Zt. f. Hydrol. 22: 330-349.
WETTSTEIN, F. (1921): Zur Bedeutung und Technik der Reinkultur für Systematik und Floristik der Algen. - Österr. Bot. Z. 70: 23-29.

Anschrift des Verfassers:
Dr. Georg Gärtner
Institut für Botanik der Universität Innsbruck

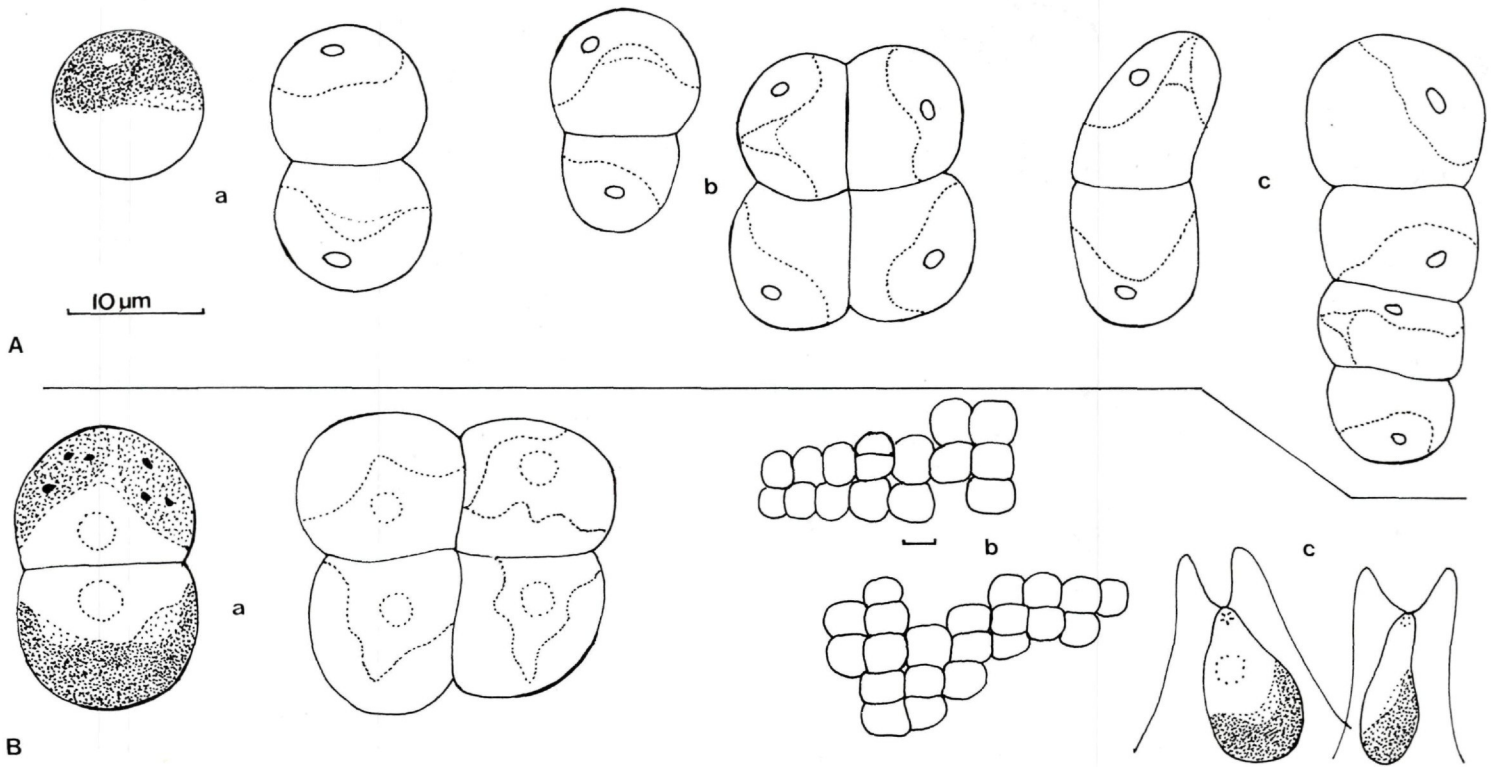
Sternwartestr. 15
A-6020 Innsbruck

© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg

Abb. 1:

A *Chlorococcum ellipsoideum* DEASON & BOLD.
a) trophische Zellen mit hohlkugeligem Chloroplast, Pyrenoid, 1 Zellkern und pulsierende Vakuolen;
b) Zoosporangium;
c) behäutete Zoospore (*Chlamydomonas*-Typ), vergrößert.

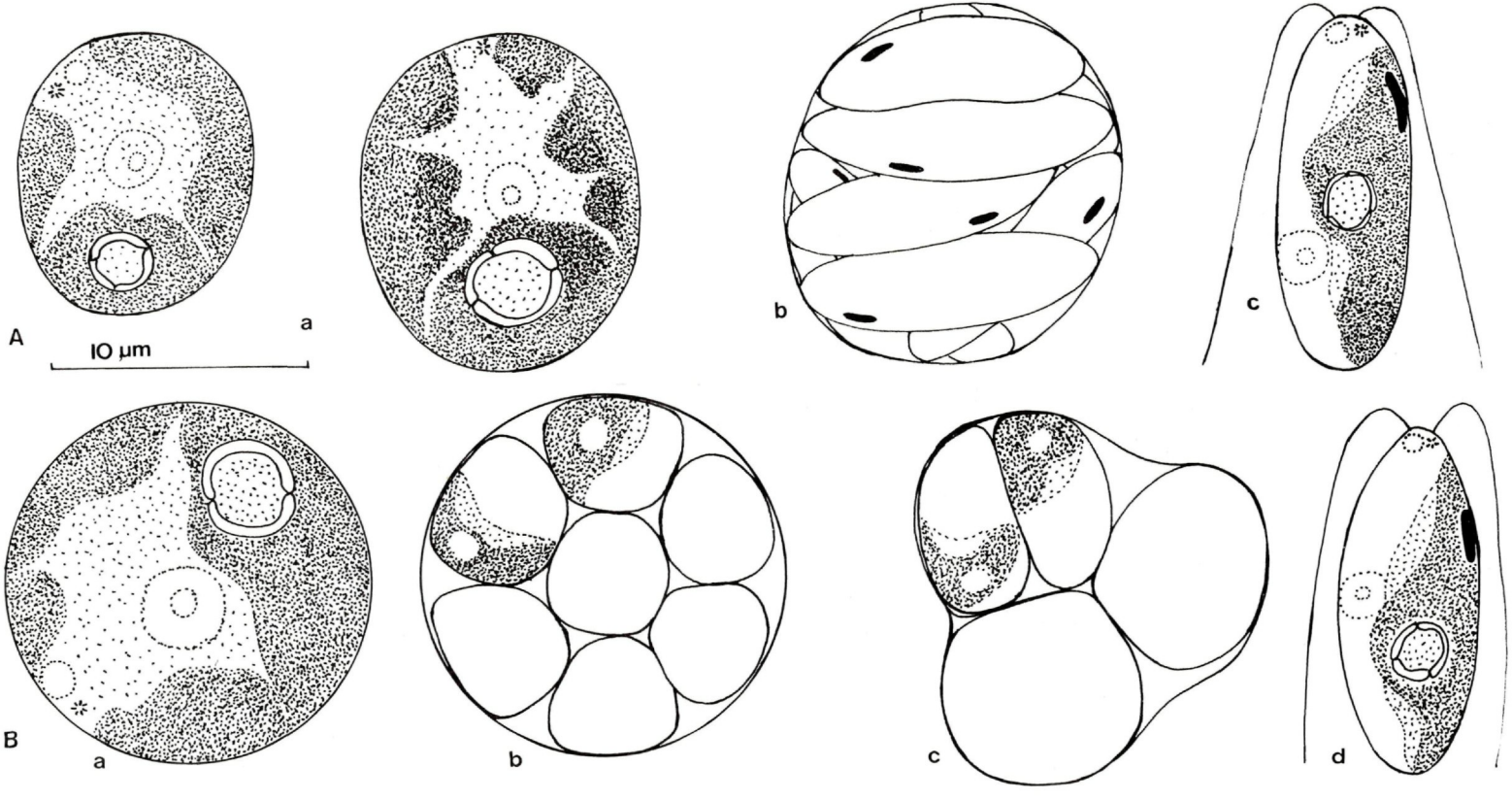
B *Tetracystis intermedia* (DEASON & BOLD) BROWN & BOLD.
a) trophische Zelle mit Bauplan wie A)
b) Autosporangium
c) aus Autosporen durch Protoplasteinteilung entstandene Zellgruppe (Tetrade),1 Protoplast neuerlich geteilt;
d) Zoospore wie bei A), vergr. N.d.Leben.



© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at

Abb. 2:
A *Desmococcus vulgaris* (NÄG.) BRAND.
a) vegetative Zellen mit parietalem Chloroplast und kleinem Pyrenoid;
b) Zellpakete;
c) kurze Fadenbildungen.

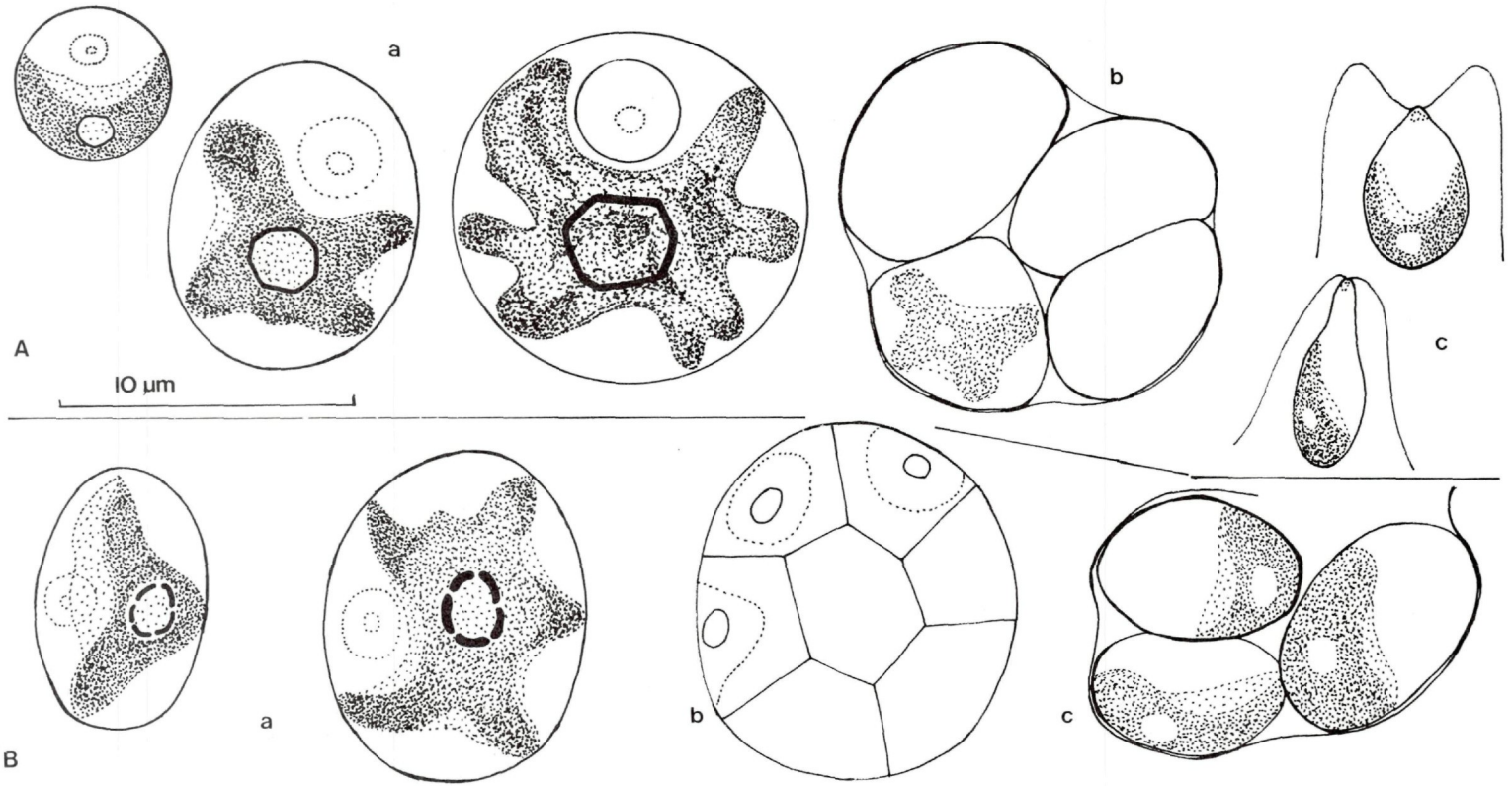
B *Apatococcus lobatus* (CHOD.) PETERS.
a) Doppelzelle und Zellpaket (hfg. Stadien in Freilandmaterial); parietaler Chloroplast ohne Pyrenoid;
b) Lagerbilder auf Agar (40 X);
c) unbehäutete Zoosporen. Nach dem Leben.



© Verlag Alexander Just: Dorfbeuern - Salzburg - Brüssel; download unter www.biologiezentrum.at

Abb. 3:
A *Trebouxia* sp.
a) junge und erwachsene Zellen;
b) Autosporen;
c) unbehäutete Zoosporen.

B *Chlorella ellipsoidea* GERN.
a) junge und erwachsene Zellen;
b) Autosporangium;
c) freiwerdende Autosporen.
Nach dem Leben.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Sauteria-Schriftenreihe f. systematische Botanik, Floristik u. Geobotanik

Jahr/Year: 1986

Band/Volume: 1

Autor(en)/Author(s): Gärtner Georg

Artikel/Article: Über Aufgabe und Bedeutung von Kulturen in der Algentaxonomie (an Beispielen von Boden- Luft- und Flechtenalgen). 149-157