

Internationale Arbeitsgemeinschaft für Cyanophytenforschung IAC

## 7. Symposium über Fragen der Cyanophyten-taxonomie in Lednice (ČSSR), 29. Juli bis 8. August 1976 Verhandlungsbericht

Von Alfons Zehnder

Manuskript eingegangen am 14. September 1977

### 1. Einleitung

Das 7. Symposium der Internationalen Arbeitsgemeinschaft für Cyanophytenforschung wich von den sechs früheren Tagungen [1-6]\*<sup>1)</sup> in zweifacher Hinsicht ab:

Wegen Bauarbeiten zur Erweiterung des Seenforschungslaboratoriums der EAWAG/ETH war die Durchführung im gewohnten Rahmen in Kastanienbaum am Vierwaldstättersee nicht möglich. Auf Anregung und Ersuchen bisheriger Teilnehmer erklärten sich erfreulicherweise tschechoslowakische Kollegen bereit, die Veranstaltung in ihrem Lande durchzuführen. Besonderer Dank gebührt der Tschechoslowakischen Akademie der Wissenschaften, welche das Patronat übernahm. Die Organisation lag in den Händen der Hydrobotanischen Abteilung des Botanischen Institutes in Třeboň. Die Landwirtschaftliche Hochschule Brno stellte in grosszügiger Weise ihre Hydrobiologische Station im Schloss Lednice in Südmähren als Tagungsstätte zur Verfügung.

Zum grossen Bedauern aller Teilnehmer musste Herr Professor Dr. Otto Jaag, der Begründer und begeisternde *Spiritus rector* der ersten sechs Symposien, aus gesundheitlichen Gründen auf die Teilnahme verzichten.

Der Leiter des vorbereitenden Komitees, Dr. Jiří Komárek, konnte an der Eröffnungssitzung die folgenden Teilnehmer willkommen heissen:

Dr. Asta Almestrand, Lund, Schweden

Prof. Dr. Konstantin Anagnostidis, Athen, Griechenland

Dr. Diedrich Backhaus, Karlsruhe, BRD

Prof. Dr. Carlos Eduardo de Mattos Bicudo, São Paulo, Brasilien

Prof. Dr. Richard Castenholz, Eugene, Oregon, USA

Prof. Dr. Pierre Compère, Meise, Belgien

Dr. Athina Economou, Athen, Griechenland

1) Für die mit Stern bezeichneten Referenzziffern siehe Literaturverzeichnis am Schluss des Artikels.

Prof. Dr. Bohuslav Fott, Prag, ČSSR  
Prof. Dr. E. Imre Friedmann, Tallahassee, Florida, USA  
Dr. Lampros Galanis, Athen, Griechenland  
Prof. Dr. Stjepko Golubić, Boston, Mass., USA  
Dr. Barbara Hickel, Plön, BRD  
Dr. František Hindák, Bratislava, ČSSR  
Dipl. sc. nat. Max Hirsbrunner, Dübendorf, Schweiz  
Dr. N. T. H. Holmes, Durham, England  
Dr. Narendra Jeeji-Bai, Dortmund - Madras, Indien  
Dr. Edith Kann, Wien, Österreich  
Dozent Dr. J. G. Kohl, Berlin, DDR  
Dr. Leif Kronborg, Uppsala, Schweden  
Dr. Maria-Elisabeth Meffert, Plön, BRD  
Dr. Irene Moutzouri, Athen, Griechenland  
Dr. Ulrich Schiewer, Rostock, DDR  
Prof. Dr. Jadwiga Sieminska, Krakow, Polen  
Prof. Dr. Eugen A. Thomas, Zürich, Schweiz  
Dr. Alexis Tsangridis, Athen, Griechenland  
Dipl. sc. nat. Urs Uehlinger, Dübendorf, Schweiz  
Prof. Dr. Brian A. Whitton, Durham, England  
Dr. Alfons Zehnder, Neuenhof, Schweiz

Mit besonderer Freude wurden die sympathischen Begrüßungsworte des Direktors des Botanischen Institutes Třebón, Prof. Dr. S. Hejny, sowie die brieflich übermittelten guten Wünsche von Prof. Dr. Otto Jaag für die Arbeiten des 7. Symposiums entgegengenommen.

Entscheidenden Anteil am Gelingen der Veranstaltung hatten weitere tschechoslowakische Kollegen, welche als Organisatoren und Exkursionsleiter diskret mehr im Hintergrund wirkten, aber immer zur Stelle waren, wenn man ihrer bedurfte:

Dr. Blanka Desortová, Prag  
Dr. Jiří Heteša, Lednice  
Dr. Oldřich Lhotský, Třebón  
Dr. Jaromír Lukavský, Třebón  
Dr. Petr Marvan, Brno

In seiner Eröffnungsansprache wies Dr. Jiří Komárek auf die steigende Bedeutung der Cyanophytenforschung hin, die sich zum Beispiel in neuen Monographien [10, 12]\* und in der steigenden Zahl der Tagungen (1976: drei Symposien über Cyanophyten) äussert. Stichwortartig charakterisierte er die Eigenart der Symposien der IAC über Blaualgentaxonomie: Schwergewicht auf der gemeinsamen mikroskopischen Bearbeitung schwieriger Formenkreise und auf intensiven persönlichen Kontakten und Gesprächen unter Fachkollegen als Grundlage wissenschaftlicher Verständigung.

Damit ist schon gesagt, dass die nachfolgende Wiedergabe der Zusammenfassungen der Referate und der Diskussionen die Atmosphäre und die grundlegendste Arbeit der Veranstaltung nur andeuten kann. Ihre Ergebnisse lassen sich in einem Ver-

handlungsbericht kaum festhalten. Da sie aber in erster Linie Impulse geben und als Wegweiser wirken sollen, werden sie sich ohne Zweifel in späteren Forschungen niederschlagen.

## 2. Referate

### 2.1 Übersichten und Methoden

Kann, E.: *Bericht über Entstehung und Bedeutung der Symposien der Internationalen Arbeitsgemeinschaft für Cyanophytenforschung (IAC)*.

Die Referentin gibt eine Zusammenfassung ihres in dieser Zeitschrift ausführlich publizierten Berichtes [16]\*.

Whitton, B. A., and Holmes, N. T. H.: *Use of Computer for Blue-Green Algal Records*. A brief account is given of the use of the computer for summarizing data about field records of blue-green algae. Use of a computer permits much more flexibility in recording information about the populations observed. On the one hand one can employ a coding system which simply corresponds to a check-list of classical binomials. At the other extreme, one can code data about all the observable characters of the population, and analyze these data subsequently according to the questions being asked. These raw data can, for instance, be converted to a classical binomial at a later stage rather than at the initial time of recording the information. We suggest that for many purposes a compromise is useful, which involves only a slight expansion and modification of the classical binomial system. Our own attempts to develop such a system are described. (Autorreferat)

*Diskussion.* Komárek berichtet über eigene Erfahrungen mit der numerischen Erfassung von Cyanophyten: Sie erweist sich als nützlich bei Gruppen, deren Taxa sich in vielen, gleich oder doch ähnlich zu gewichtenden Merkmalen geringfügig unterscheiden. Dagegen liegen schlechte Erfahrungen vor bei Gruppen, deren Taxa sich durch prägnante, scharf fassbare Merkmale unterscheiden: Solche Merkmale bekommen bei der numerischen Erfassung gleiches Gewicht wie schwer fassbare, bei denen zudem Übergänge vom einen zum anderen Merkmal bestehen. Bei Grünalgen ist zum Beispiel Besitz oder Fehlen eines Pyrenoides ein grundlegendes Merkmal, während etwa die Zellgrösse weniger grundlegend und mit fließenden Übergängen behaftet ist. Für den Computer haben aber beide Merkmalspaare gleiches Gewicht. Hier liegt das Hauptproblem: Der Computer gewichtet nicht. Komárek erkundigt sich, wie Whitton dieses Problem angehe. Whitton: Man kann bei Blaualgen in der Regel (noch) gar nicht gewichten, weil man sie noch zu wenig gut kennt. Thomas verweist am Beispiel der Grünalgen *Cladophora* und *Rhizoclonium* auf die Gewichtung des Vorhandenseins und des Fehlens von Verzweigungen: In der Natur und laut den gebräuchlichen Bestimmungsschlüsseln ist *Cladophora* verzweigt, *Rhizoclonium* unverzweigt. In Kulturen bildet aber auch *Rhizoclonium* Verzweigungen. Wie soll man da beim Bestimmen verfahren? Golubić: Das Problem führt zu zentralen Fragen der genetischen Codifizierung. Das Fehlen eines Merkmales hat geringeres Gewicht als sein Vorhandensein: Damit ein Merkmal zustande kommt, muss in der Regel eine ganze Sequenz eines Enzymsystems

funktionieren. Für sein Fehlen genügt dagegen der Ausfall eines einzigen Konstituenten des Systems.

Whitton und seine Mitarbeiter haben einstweilen die Gattung *Rivularia* numerisch für den Computer erfasst. Sie werden einen Fragebogen ausarbeiten, in den die Merkmale der zu bestimmenden Rivularien einzutragen sind und der dann den Autoren zur Eingabe in den Computer zugestellt werden kann. So wird das Verfahren durch praktische Anwendung geprüft, verfeinert und ausgeweitet werden können. Es dürfte dann die Bestimmung mancher Formen erleichtern. Dass es aber die wertende, kritische Arbeit der Taxonomen nicht ersetzen kann, spürten alle Diskussionsteilnehmer.

Friedmann, I. E.: *Vorschläge für eine einheitliche photographische Dokumentation der Blaualgen.*

Während über Diatomeen ausgezeichnete Abbildungswerke existieren, fehlen solche über Blaualgen, deren einwandfreie zeichnerische und/oder photographische Wiedergabe aber auch wesentlich schwieriger ist. Dabei wäre angesichts der Probleme bei der Bestimmung der Blaualgen eine umfassende Ikonographie sehr wünschbar. Die Photographien müssten nach einheitlichen Gesichtspunkten hergestellt werden. Friedmann gibt technische Hinweise, die auf seinen reichen Erfahrungen basieren: Vorbedingung ist eine erstklassige Mikroskopoptik; als Objektive sind Apochromate einzusetzen. Bestes Aufnahmeverfahren ist Durchlichtmikroskopie auf dem Köhlerprinzip bei offener Blende. Da aber hyaline Hüllen so nicht oder schlecht abgebildet werden, muss das in Gelb absorbierende Kodak-Wratten-Filter Nr. 48 verwendet werden. Bisher hat sich kein anderes Filter bewährt. Trotz Belichtungsmessung sollen pro Objekt wenigstens fünf Aufnahmen mit verschiedenen Belichtungszeiten gemacht werden. Blitzlicht eignet sich nicht. Film: Kodak Panatomic. Entwickler: Microdol, verdünnt auf 1:3. - Schlechte Erfahrungen machte der Autor mit dem Phasenkontrastverfahren nach Cernici (die Objekte sind zu dick) und mit dem Interferenzverfahren nach Nomarski.

*Diskussion.* Golubić legt dar, dass auch die beste Abbildung der Interpretation bedarf; ein allgemein optimales Aufnahmeverfahren gibt es nicht, man kennt auch Fälle, in denen das Verfahren nach Nomarski die besten Resultate lieferte. Die weitere Diskussion ergibt:

a) Ohne sorgfältigste Präparation der Objekte führt auch das beste Aufnahmeverfahren zu unbefriedigenden Resultaten. Die Präparation erfordert weit mehr Zeit als die Aufnahme.

b) Mit Farbfilmern machte Friedmann schlechte Erfahrungen, auch der beste Film - Ektachrome High Speed, Professional Type B - genügt hohen Ansprüchen nicht. Als wenig geeignet beurteilt der Autor auch den neuen Kodak-Photomicrography-Color-Film. Wohl gibt er eine bessere Farbausgewogenheit und gute Kontraste, besitzt aber eine zu geringe Empfindlichkeit.

c) Eine zentrale Ikonographie der Cyanophyten wäre zwar äusserst wertvoll, doch erscheint sie manchen Teilnehmern vorläufig als Utopie. Beim Versuch einer Verwirklichung müsste in einer ersten Phase eine Institution, zum Beispiel eine der grossen Algotheken, die Sammlung des Bildermaterials an die Hand nehmen. Jedes Bild müsste zudem von einer exakten Beschreibung begleitet sein, die ökologische

Daten zum abgebildeten Material einschliessen müsste. Erst in einer zweiten Phase könnte dann die Publikation der Bilder in einer Ikonographie erfolgen. Die Symposiumsteilnehmer begrüssen das Studium der Realisierungsmöglichkeiten durch den Referenten.

## 2.2 Morphologische Variabilität

Schwabe, G.H., und Hickel, B.: *Zur morphologischen Plastizität eines Synechococcus-Klons.*

Auf Surtsey tritt seit Sommer 1972 an wenigstens einem Standort eine grosszellige *Synechococcus*-Form auf, die neu für den isländischen Raum ist. Solche grosszelligen Taxa ( $> 5 \mu\text{m}$ ) eignen sich besonders gut für Untersuchungen der morphologischen Plastizität von Cyanophyceen. Die Kultur eines *Synechococcus*-Klons von Surtsey zeigte eine ungewöhnlich breite morphologische Plastizität, die übereinstimmt mit den Befunden von Komárek.

Das Vorkommen von *Synechococcus* auf Surtsey im derzeitigen Zustand der Ökogenese weist auf Toleranz gegen extreme Biotopbedingungen bei geringer Konkurrenzfähigkeit in artenreichen Gesellschaften hin. (Autorreferat)

*Diskussion.* Die ersten Ansiedler an neuen Standorten sind gewöhnlich Kosmopoliten. Der beschriebene *Synechococcus* ist das aber schwerlich, im isländischen Raum wurde er vorher überhaupt nicht festgestellt. Die Autoren nehmen an, infolge des noch geringen Konkurrenzdruckes können sich an Neustandorten Formen ausbreiten, die später, bei zunehmendem Konkurrenzdruck, verschwinden (fugitive Arten). Es wurde die Frage aufgeworfen, ob das Verschwinden fugitiver Arten auf intraspezifische Unverträglichkeit zurückgehen könnte, indem die Alge Stoffe ausscheidet, die ihr eigenes Wachstum hemmen. Golubić regt an, das Problem der intra- und der interspezifischen Unverträglichkeit, die vielleicht bei der Dynamik von Wasserblüten von Bedeutung sein könnten, näher zu untersuchen. Die Frage Friedmanns, ob in der Sukzession der verschiedenen Formen bei der Besiedlung von Neustandorten eine Gesetzmässigkeit bestehe, konnte niemand befriedigend beantworten.

Bicudo, C.E. de M., and Senna, P.A.C.: *Morphological Variation in Oscillatoria in the Field and its Taxonomical Implications* [8]\*.

Polymorphism in the blue-green alga, *Oscillatoria*, is studied, based on material from a sewage stabilization-oxidation pond in São Carlos, southern Brazil. About 400 individuals were studied, and the following conclusions drawn.

1. Variation in the shape of the tips of the trichomes is noticeable in the field; differences being found even in single collections.
2. The above universally accepted morphological character for distinction between species in *Oscillatoria* seems to have no taxonomic significance when based on examination of isolated trichomes.
3. *O. subbrevis* Schm., *O. tenuis* Agardh var. *levis* Gardn., and *O. vizagapatensis* C.B. Rao are different expressions of a single natural population and are considered synonymous. (Autorreferat)

*Diskussion.* Beim Studium eines Blaualgenmaterials, das Oscillatorien enthält, die sich geringfügig voneinander unterscheiden, tritt die Frage auf, ob verschiedene

Ausbildungen eines Taxons oder verschiedene Taxa vorliegen. Friedmann hält das Vorliegen zweier verschiedener Taxa für unwahrscheinlich, wenn die Fäden einer *Oscillatoria*-Probe sich nur in einem Merkmal, wie in der Verjüngung der Trichomenden, unterscheiden, im übrigen aber übereinstimmen. Backhaus warnt vor der Verwechslung gebrochener Fäden, deren «Endzellen» sich abrunden, mit ungestört gewachsenen Filamenten einer anderen Art, die natürlicherweise abgerundete Endzellen besitzt.

Meffert, M.-E.: *Über planktische Blaualgen der Oscillatoria-redekei-Gruppe* [17]\*.

Der unterschiedliche Habitus von *O. redekei*-Trichomen, die in natürlichen Populationen nebeneinander auftraten, veranlasste Isolierungen. Dabei resultierten 5 unterscheidbare Klone, die zusammen mit 2 anderen, ebenfalls unterscheidbaren Klonen vergleichend untersucht wurden. Bestimmt wurden Durchmesser, Zelllänge und Zellvolumen von Trichomen, die bei 90, 300 und 600 Lux kultiviert wurden. Es werden Mittelwert mit Fehler, Vertrauensintervall (95%), absolute Schwankung und Häufigkeitsverteilung angegeben. Für die Bestimmung von Wachstumsraten und Substanzproduktion wurden die Algen bei 300 und 600 Lux und für die Bestimmung von Phycoerythrin, Phycocyan und Chlorophyll a bei 300 Lux kultiviert. Von 7 Klonen weisen 4 Trichomdurchmesser um 1,7  $\mu\text{m}$  auf. Davon lässt sich 1 Klon aufgrund kürzerer Zellen, des höheren Phycocyananteils und der höheren Wachstumsrate, 1 weiterer Klon aufgrund der kleinen Gasvakuolen an den Querwänden abgrenzen. 2 Klone weisen Trichomdurchmesser um 2,3  $\mu\text{m}$  auf. Davon ist 1 Klon aufgrund des hohen Phycoerythrinanteils – auch bei induzierter Phycocyan-synthese – rot. Der andere Klon hat unter gleichen Bedingungen einen geringeren Phycoerythrin- und höheren Phycocyananteil; er ist grün und hat eine höhere Substanzproduktion. 1 Klon weist Trichomdurchmesser um 2,6  $\mu\text{m}$  auf. Er hat die längsten Zellen, den niedrigsten Phycobilinanteil, die geringste Wachstumsrate und Substanzproduktion. Nur 1 Klon zeigt keine Abweichungen von den in Frage kommenden Diagnosen. Es wird vorgeschlagen, die Gruppe als *O. redekei* zu führen, deren Variabilität über die in der Diagnose angegebene hinausgeht. (Autorreferat)

*Diskussion.* Sie befasst sich vor allem mit den Gasvakuolen. Die Autorin erwähnt ihr gelegentliches Verschwinden. Die Gründe sind ihr nicht genau bekannt, doch vermutet sie einen Einfluss des Lichtklimas.

Jeeji-Bai, N.: *Morphological Variation of Some Species of Calothrix and Fortia.*

Two isolates of *Calothrix* and one of *Fortia* have been investigated in five different media and their morphological variability determined. The isolates show very different behaviour with regard to their potential for morphological variation. The difficulties encountered in a correct assignment of such algae isolated from soil enrichment based entirely on culture, are indicated. The advantages of observations made with cultures in establishing reliable taxonomic criteria and the phylogenetic affinities between groups are also discussed. (Autorreferat)

*Diskussion.* Golubić verweist auf die verschiedene Stellung der aktiven Zellteilungs-zonen bei Rivulariaceen (*Calothrix*) und Scytonemataceen (*Fortia*) und sieht darin ein grundlegendes Unterscheidungsmerkmal der beiden Familien.

Mollenhauer, D.: *Beiträge zur Kenntnis der Gattung Nostoc. 2. Nostoc zetterstedtii Areschoug ex Bornet und Flahault (Cyanophyceae: Nostocaceae).*

*Nostoc zetterstedtii* ist ein gleichermassen charakteristisches und wenig bekanntes Taxon der Cyanophyta. Ältere Befunde über diese Alge aus der Zeit vor der Revision der hormogonalen Blaualgen durch Bornet und Flahault verbergen sich in der Literatur als Mitteilungen zu anderen *N.*-Species. Die Originaldiagnose wurde nämlich nur als Etikett zu einer Exsikkatensammlung gedruckt und daher zunächst kaum beachtet. Bislang bekanntgewordene Fundstellen liegen in Fennoskandien (Finnland, Schweden), im nördlichen Mitteleuropa (Dänemark, Deutschland), in der Sowjetunion (baltisches Gebiet, Kola, Zentralasien und fernöstliches Sibirien), den französischen und spanischen Pyrenäen, Australien und Argentinien. Soweit man die europäischen Gegebenheiten und die Angaben der Literatur (falls überhaupt differenziert) verallgemeinern darf, ist der charakteristische Standort der epiphytischen Lebensraum in extrem kalkarmen, oligotrophen Gewässern vom Typ der *Lobelia-Isoëtes*-Seen. Er wird in der Literatur mehrfach geschildert. Die Befunde des Autors stimmen mit diesen Angaben im wesentlichen überein. Die Entwicklungsgeschichte dagegen war bislang weitgehend unbekannt oder nur unzutreffend dargestellt. *N. zetterstedtii* gehört zu den ganz ausgeprägt aquatischen *N.*-Taxa. Seine charakteristische Lagerform kommt durch Proliferation (anstelle von Hormogonienfreisetzung) zustande, deren Ausmass ohne Gegenstück bei anderen *N.*-Taxa ist. Am nächsten steht dem *N. zetterstedtii* der Formenkreis von *N. pruniforme*, in dem jedoch Propagation durch planktische Hormogonien erfolgt. *N. pruniforme* tritt in Gewässern mit höherem Trophiegrad und Kalkgehalt an die Stelle von *N. zetterstedtii*.

Die in besonders hohem Grad dem Wasserleben angepassten Taxa wie *N. zetterstedtii* und *N. pruniforme* auf der einen Seite, die in gleichem Ausmass dem terrestrischen Leben verhafteten Formen nach Art von *N.* (= «*Chlorogloea*» bzw. «*Chlorogloeoopsis*») *fritschii*, *N. imperfectum* und *N. edaphicum* auf der anderen Seite zeigen die ganze Variationsbreite dessen, was in der Gattung *Nostoc* nach der gültigen Taxonomie und Nomenklatur zusammengefasst werden kann. Diese Formenvielfalt wird indessen durch die klassische Gattungsdiagnose von Bornet und Flahault nicht mehr abgedeckt. Darüber hinaus machen neuere Auffassungen zur Taxonomie der Blaualgen überhaupt eine Revision der Gattung *Nostoc* notwendig, wozu die vorgelegte Studie nach dem früheren ersten Aufsatz über *N. pruniforme* und laufende Untersuchungen anderer Arten einen weiteren Beitrag liefert. In einem Supplement zum taxonomisch-autökologischen Hauptteil der Arbeit werden einige der aufgeworfenen allgemein interessanten Fragen erörtert. Andere werden in gesonderten Publikationen behandelt, z.T. gemeinsam mit S. Golubić. Die dem Vortrag zugrundeliegenden Untersuchungen werden zu einem Aufsatz zusammengefasst, der unter dem oben angegebenen Titel 1977 in «*Senckenbergiana biologica*», Frankfurt am Main, veröffentlicht wird. (Autorreferat)

Wegen Verhinderung des Autors an der Teilnahme und aus Zeitmangel wurde auf eine Diskussion verzichtet.

Anagnostidis, K.: *Some Remarks on the Taxonomy of the Genus Borzia Cohn ex Gom. from Greece.*

*Borzia* Cohn ex Gom. is included at present amongst the questionable, rarely observed and almost forgotten genera of Cyanophyta. Here, an effort is being made to establish the existence of the genus *Borzia*, based on sample studies from four different epilithic biotopes in the supralittoral region of the Thermaikos gulf and Kassandra peninsula [1], on observations made on cultures of isolates from the marble columns of the Parthenon of the Athenian Acropolis and on data from bibliography [2-20, 24].

Six rarely observed taxa are included in the genus:

- a) *B. trilocularis* Cohn ex Gom.,
- b) *B. trilocularis* var. *immobilis* Pringsheim,
- c) *B. trilocularis* fa. *minor* Kossenکو,
- d) *B. susedana* Ercegović,
- e) *B. spongelliae* (Schulze) Feldmann,
- f) *B. starkii* Schiller.

Geitler [13] expresses the opinion that *B. trilocularis* and *B. susedana* do not present independent forms but hormogones of other species. Bourrelly [3] notes that *Borzia* has a remarkable resemblance to the hormogones of *Stigonema* or *Tolypothrix* and therefore he considers the existence of the genus uncertain and the deletion of it necessary.

Furthermore, Drouet [8] regards *Borzia* as a synonym of *Porphyrosiphon* Kütz. thus considering *B. trilocularis* and *B. trilocularis* fa. *minor* as *Porphyrosiphon notarissii* (Menegh.) Kütz., and *B. susedana* and *B. spongelliae* (= *Phormidium spongelliae* Gom.) as *Schizothrix calcicola* (Ag.) Gom. and *Schizothrix mexicana* Gom. correspondingly.

*Borzia* (or at least *B. trilocularis*) consisting of discoid cells not arranged in trichomes, thus resembles more closely the hormogones of *Stigonema*, *Tolypothrix* and *Oscillatoria* [9, 14, 15].

The fact that this organism in our long-range cultures in different media [23, 25] was found to consistently maintain its features (as has been observed by Pringsheim [21]) which are: usually 3-8-(10) celled intense blue-green trichomes, usually motionless or rarely showing a very slow trembling or creeping motion, (4)-5-6.5 µm broad, 5-10-(12-15) µm long, clearly constricted at the cross walls, distinctive granules, suffices the retention of this genus, for the time being.

So, we have to preserve this good species *Borzia trilocularis* up to the point that further investigation confirms its present status and that of the rest of the taxa as well.

It is suggested that *B. trilocularis*, as a type species, should be a collective species. The maintenance of the remaining taxa is debatable. However, they must be preserved until further investigation reveals their relationship and rank.

It must be particularly emphasized that *B. starkii* described by Schiller [22] does not fit the description of *Borzia* at all, but is probably a *Pseudanabaena* or a hormogone of a sterile *Anabaena*.

Whether the species *B. trilocularis* isolated from Parthenon can be included amongst the endolithic algae which colonize the already existing empty spaces within

calcareous substrates such as fissures and structural cavities or amongst the microorganisms actively penetrating the substrate and therefore contributing actively to the erosion of the marble columns and statues of Parthenon, has to be studied furthermore. (Autorreferat)

## LITERATURVERZEICHNIS

- 1 Anagnostidis, K.: Untersuchungen über die Salz- und Süßwasser-Thiobiocönosen (Sulphuretum) Griechenlands. Wiss. Jb. Physik.-Math. Fak. Univ. Thessaloniki 10, 409-868 (1968).
- 2 Bicudo, C. E. de M.: The genus *Borzia* Cohn ex Gom. in S. Paulo, Brazil. Ricicia 2, 147-152 (1965).
- 3 Bourrelly, P.: Les Algues d'Eau Douce, Bd. 3, S. 512. Paris 1970.
- 4 Bourrelly, P.: Note sur la famille des Oscillatoriacées. Schweiz. Z. Hydrol. 32, 519-522 (1970).
- 5 Cohn, F.: *Borzia trilocularis*. In: 60. Jahresbericht Schles. Ges. Vaterländ. Cultur, S. 227 (1883).
- 6 Daily, W. A.: First reports for the Algae *Borzia*, *Aulosira* and *Asterocystis* in Indiana. Butler Univ. bot. Stud. 6, 84-86 (1943).
- 7 De Toni, J. B.: Sylloge Algarum omnium cognitarum, Bd. 5, S. 1-761 (1907).
- 8 Drouet, F.: Revision of the classification of the Oscillatoriaceae. Acad. Nat. Sci. Philadelphia, S. 1-370 (1968).
- 9 Elenkin, A. A.: Sineselenije wodorosli SSSR, Bd. 2, S. 985-1908. Akad. Nauk CCCP, Moskwa, Leningrad 1949.
- 10 Ercegović, A.: La végétation des lithophytes sur les calcaires et les dolomites en Croatie. Acta Bot. Inst. Bot. Zagreb 1, 644-714 (1925).
- 11 Feldmann, J.: Les Cyanophycées marines de la Guadeloupe. Rev. Algol. (N.S.) 4, 25-40 (1958).
- 12 Geitler, L.: Cyanophyceae. In: A. Pascher: Süßwasserflora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz, Heft 12, S. 450. Jena 1925.
- 13 Geitler, L.: Cyanophyceae. In: L. Rabenhorst: Kryptogamenflora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz, Bd. 14, S. 1196. Leipzig 1932.
- 14 Geitler, L.: Schizophyceae. In: Engler und Prantl: Die Natürlichen Pflanzenfamilien, Bd. 16, 2. Aufl., S. 232. Berlin 1959.
- 15 Geitler, L.: Schizophyzeen. In: Handbuch der Pflanzenanatomie, S. 131. Berlin 1960.
- 16 Gomont, M.: Monographie des Oscillariées (Nostocacées homocystées). Ann. Sci. Natur. (Serie 7) 15, 263-368, 16, 91-261. Paris 1893.
- 17 Hollerbach, M. M., Kossinskaja, E. K. und Poljanskij, V. I.: Sineselenije wodorosli. Opređelitelj presnowodnich wodoroslej SSSR, Bd. 2, S. 652. Moskwa 1953.
- 18 Prescott, W. G.: How to know the freshwater algae, S. 272. Dubuque, Iowa 1964.
- 19 Pringsheim, E. G.: Kleine Mitteilungen über Flagellaten und Algen. XVI. *Lauterbornia (Anacystis) nidulans* (Richter) nov. gen., nov. comb., Cyanophyceae. Arch. Mikrobiol. 63, 1-6 (1968).
- 20 Pringsheim, E. G.: *Cyanophyceen-Probleme*. Planta, Berl. 79, 1-9 (1968).
- 21 Pringsheim, E. G.: *Cyanophyceen-Studien*. Arch. Mikrobiol. 63, 331-355 (1968).
- 22 Schiller, J.: Über Cyanophyceen aus kleinen künstlichen Wasserbecken und aus dem Ruster Kanal des Neusiedler Sees. Sitzber. Akad. Wiss. Wien, Math. naturw. Kl. Abt. 1, 163, 109-139 (1954).
- 23 Stanier, Y. R., Kunisawa, R., Mandel, M., und Cohn-Bazire, G.: Purification and properties of unicellular blue-green Algae (Order Chroococcales). Bacteriol. Rev. 35, 171-205 (1971).
- 24 Starmach, K.: Cyanophyta-Glaucophyta. In: Flora Slodkowodna Polski, Bd. 2, S. 807. Warszawa 1966.
- 25 Staub, R.: Ernährungsphysiologisch-autökologische Untersuchungen an der planktischen Blaualge *Oscillatoria rubescens* DC. Schweiz. Z. Hydrol. 23/1, 82-199 (1961).

*Diskussion.* Sie zielt besonders auf die aufgeworfene praktische Frage: Können Blaualgen aktiv zum Zerfall von unersetzlichen Baudenkmalern vergangener Kulturen beitragen? Die Antwort werden nur weitere Beobachtungen und experimentelle Untersuchungen geben können.

### 2.3 Ökophysiologie

Castenholz, R. W.: *Unusual Gliding Aggregates of Pseudanabaena*.

An organism fitting the description of *Pseudanabaena catenata* Lauterb. was isolated from a sewage oxidation lagoon in Lane County, Oregon, USA (1975). In axenic culture, trichomes gliding on mineral medium agar plates (0.8–2% agar) aggregate into moving masses of parallel trichomes. The trichome numbers range from less than 100 to several thousand and become a number of layers thick. Growth and intercalary fragmentation may add to the numbers. The mean cell number per trichome is about 20–30.

The aggregates move in a concerted direction with very few trichomes taking a contra-course which would remove them from the aggregate. Although the majority of the trichomes may lie parallel (side by side and above and below), the anterior of the aggregate becomes blunt-nosed because of trichomes moving and curving around the end. The entire assembly takes on the appearance of a comet, complete with a slight tail. A common size is  $1.5 \times 0.6$  mm.

Similar gliding 'bundles' in *Anabaena variabilis* and *Cylindrospermum licheniforme* were described by Drews (G. Drews, Arch. Protistenkunde 104, 389–430, 1959). Although these aggregates are fairly similar to those of *Pseudanabaena*, their behavior differs somewhat. The aggregates of *Pseudanabaena* and those described by Drews are highly phototactic and move towards a light source by a fairly direct route. In *Pseudanabaena* even short reversals of whole 'comets' apparently do not occur within an undisturbed light gradient. The most unusual feature of the 'comets' (in both *Pseudanabaena* and *Anabaena*), and perhaps that of most adaptive importance, is the ability to steer towards a changed light source. When the light is moved  $45^\circ$  to one side, the 'comet' makes an arc-like turn from the original to the new direction with the nose leading. 'Comets' arrive at a point close to the light much sooner than independent trichomes.

In contrast to the observations of Drews, 'comets' of *Pseudanabaena* form and move (ca.  $0.6 \mu\text{m sec}^{-1}$ ) and are maintained under conditions of uniform low light, and form and maintain even in darkness. Also, photophobic mass reversal occurs as a result of a sudden upward shift in light intensity. The 'comet' backs up for a large portion of its length, retaining its nose shape intact. Eventually the shape reverses also with continued movement in the new direction.

The aggregation of trichomes may result simply from accidental contact of randomly gliding trichomes, but the persistence of trichome contact and the synchronization and continuance of movement in one direction must involve some form of chemical communication. Although directional synchronization under phototopic conditions may be explained by the polarization of each trichome in response to the light gradient, the establishment of synchronization and continued synchronization under uniform light or darkness is not easily explained. (Autorreferat)

*Diskussion.* Der Referent bestätigt, dass sich die kometenförmigen Aggregate immer in gleicher Orientierung zur Lichteinfallrichtung bilden. Kann ihre Bildung rein physikalisch erklärt werden? Ob Chemotaxis mitbeteiligt ist, wurde bisher nicht geprüft, eine Rotation der Trichome um ihre Längsachse nicht festgestellt, auch kein Unterschied in der Zellteilung zwischen sich bewegenden und ruhenden

Trichomen gefunden. Anagnostidis führt andere Formen an, bei denen die Bildung von Aggregaten offenbar charakteristisch ist: *Pseudanabaena galeata*, *Beggiatoa* sp. Golubić fragt sich, ob die Aggregatbildung Konsequenzen für die Taxonomie habe. Die Bewegungsweise deutet doch auf eine strukturelle Grundlage und damit auf genetische Fixierung hin. Damit besteht prinzipiell die Möglichkeit, sie für die Taxonomie nutzbar zu machen.

Zehnder, A., und Egli, B.: *Resistenz von Blaualgen gegen kurzwellige Strahlung* [20]\*. 13 Klone von Blaualgen verschiedener taxonomischer Stellung (Chroococcales, Chamaesiphonales, Nostocales) und verschiedener ökologischer Gruppen (Plankter, Litoralformen, Aerophyten schattiger und sonniger Standorte) wurden mit UV- und Gammastrahlen behandelt. – Plankter erwiesen sich unabhängig von ihrer taxonomischen Stellung als wenig widerstandsfähig: Die maximale UV-Toleranz belief sich (mit einer Ausnahme) unter unseren Versuchsbedingungen auf eine Bestrahlungszeit von 32 Minuten, die maximale Gammastrahlentoleranz betrug je nach Klon 65 bis 260 krad bei Bestrahlungszeiten von rund 10 bis 40 Minuten. Begleitbakterien tolerierten durchweg höhere UV- und Gammastrahlendosen. – Aerophyten von natürlichen Standorten mit extremem Strahlungsklima erwiesen sich auch im Experiment als sehr resistent. So überlebten *Chamaesiphon polonicus* und *Scytonema burmanicum* vierstündige UV-Bestrahlung, ebenso siebenstündige Exposition in Gammastrahlen (totale Dosis 2500 krad). Begleitbakterien überlebten wohl die UV-Behandlung, nicht aber die hohen Gammastrahlendosen. Behandlung mit Gammastrahlen eignet sich daher zur Gewinnung axenischer Kulturen von Cyanophyten extremer natürlicher Standorte. (Autorreferat)

*Diskussion.* Castenholz erwähnt, dass in Seen Kaliforniens an die Oberfläche aufstehende *Aphanizomenon flos-aquae* innert kurzer Zeit absterbe, vielleicht auch, weil sie die nicht mehr durch Wasser abgeschwächte Strahlung nicht erträgt. – Es wird die Frage nach der Entstehung radiogener Mutanten in die Diskussion geworfen. Friedmann erwähnt, er habe diese Frage schon mit Kraus erörtert, welche Gammastrahlen zur Gewinnung axenischer Kulturen anwandte. Sie habe nie Mutanten festgestellt. Auch Zehnder hat bisher keine Mutanten gefunden.

Thomas, E. A.: *Ökologische Beobachtungen an Oscillatoria rubescens im Zürichsee.* Die planktische *Oscillatoria rubescens* trat bereits gegen Ende des letzten Jahrhunderts im Zürichsee dominierend auf und gehörte anschliessend während 70 Jahren zu den häufigsten Algen des Vertikalprofils. Im Sommerhalbjahr beschränkte sich ihr Biotop vorwiegend auf das Metalimnion, worauf im Herbst die Teilzirkulation eine Einmischung ins Oberflächenwasser brachte. Mit fortschreitender Abkühlung des Sees konnte das Vordringen der Alge gegen die Tiefe als Indikator für die fortschreitende Durchmischung gelten. Überraschenderweise verschwand die Alge im Jahre 1965 nahezu vollständig aus dem See; erst 10 Jahre später trat sie wieder auf, jetzt aber nur in geringer Menge.

Die Entwicklung der Nährstoffverhältnisse im Zürichsee (Phosphat, Nitrat) ist über Jahrzehnte bekannt oder lässt sich durch Vergleich mit dem Walensee rekonstruieren. Daraus lassen sich über die Nahrungsansprüche von *Oscillatoria rubescens*

gewisse Schlüsse ziehen. Andererseits werden Faktoren aufgezählt, die zu einer Reduktion der *O. rubescens*-Population führen können.

Während die limnologischen Umwelteinflüsse für Auftreten und Häufigkeit von *O. rubescens* von ausschlaggebender Bedeutung sind, trat die Alge früher so häufig auf, dass sie selbst intensiv milieuverändernd wirkte. Dies galt besonders für die in der Sprungschicht lebende *Oscillatoria*-Wolke.

Ein interessantes Naturexperiment wurde durch Winde hervorgerufen, die während 2 bis 3 Wochen gleichmässig in der Querrichtung des Zürichsees wehten. Dies führte zunächst zu einer thermischen, chemischen und biologischen Sprungschichtneigung. Dann aber stellte sich die *Oscillatoria*-Wolke entgegen der geneigten Thermokline parallel zur Seeoberfläche ein (Schweiz. Z. Hydrol. 12, 1-24, 1950). Die Alge sucht sich also ihren Standort im Epilimnion nicht nach der Wassertemperatur, sondern auf wohl komplizierterem Wege nach der Lichtwirkung oder den Druckverhältnissen.

Die Abwasserreinigung am Zürichsee hat besonders im Kanton Zürich grosse Fortschritte gemacht (mechanisch-biologische Reinigung mit Phosphatfällung). Sofern die Sanierungsmassnahmen auch in den anderen Kantonen fortschreiten, ist nicht zu befürchten, dass *O. rubescens* wieder in ähnlichen Mengen auftritt wie vor der Sanierung. Der See kann zurzeit als meso- bis oligotroph bezeichnet werden (sensu Thienemann und Minder). (Autorreferat)

*Diskussion.* Backhaus erkundigt sich nach qualitativen Veränderungen des Trinkwassers aus dem Zürichsee im Zusammenhang mit dem Auftreten von *Oscillatoria rubescens*. Thomas: *Oscillatoria* ist sehr schwer ausfiltrierbar, aber die Trinkwasserqualität verschlechterte sich auch zur Zeit ihres maximalen Auftretens nicht. Hickel fragt nach den taxonomischen Beziehungen zwischen *O. rubescens* und *O. agardhii*, die in den Plöner Seen zum Teil gemischt auftreten. Sie hält *O. rubescens* für eine rote Variante von *O. agardhii*. Auch Anagnostidis kann die beiden Formen nur aufgrund der Pigmentierung unterscheiden. Meffert, Komárek und Kohl verweisen auf Unterschiede in der Ökologie der beiden Arten: Sie treten meist in verschiedenen Algengesellschaften auf, *O. rubescens* findet sich meist im Hypolimnion, gelegentlich auch in oligotrophen Gewässern, *O. agardhii* dagegen ausgesprochen im Epilimnion eutropher Gewässer. Zehnder hat aus dem Zürichsee in Kultur sowohl die bis etwa 1965 vorhandene Form (isoliert und bearbeitet von Staub [19]\* und Zimmermann [21]\*) als auch die 1975 neu aufgetretene Form: Sie verhalten sich in Kultur verschieden.

#### 2.4 Cytomorphologie

Komárek, J., and Ludvik, J.: *Ultrastructure and Reproduction Process in Some Exosporine and Endosporine Blue-Green Algae and Their Taxonomical Significance.*

One of the most important taxonomic criteria in blue-green algae is their way of reproduction. The cell division into two daughter components is the common mode of cellular multiplication. The 'exospores' and 'endospores' are special reproduction cells, occurring in a small number of genera. The groups of exosporine and endosporine blue-green algae are commonly classified as orders.

Seven strains and four samples of natural materials were used for the EM-study of

cell structure and way of reproduction. These materials contained one population of *Synechococcus* (rod-like blue-green alga with 'normal' cell division), 1 population of *Geitleribactron*, 5 materials of *Chamaesiphon*, 1 of *Cyanocystis* formerly '*Dermocarpa*' and 3 of *Chroococciopsis*.

The mode of division found in *Synechococcus* and *Geitleribactron* is similar to all the described cell-divisions in the other blue-green algae (Allen 1968, Gantt and Conti 1969, Lamont 1969, Thurston and Ingram 1971, etc.). The cell walls participate in this process. The same way of cellular multiplication was also recognized in the genus *Chamaesiphon*. In all the materials, the cells divided in the same way as in the other blue-green algae; the only difference were the gelatinous, multilayered envelopes round the cells (outside the cell walls!), which do not participate in the division process. Therefore, the 'exospores' are not special reproduction cells, differentiating at the top of the protoplast after the burst of the cell wall, but separating young cells. The 'pseudovaginae' are not cell walls, opened at the top, but diffluent mucilaginous envelopes.

*Geitleribactron* represents an intermediate type: its cells are attached to the substrate as in *Chamaesiphon*, but they lack the gelatinous envelopes around the cells. As the only difference between the synechococoid and chamaesiphonoid algae is the sessile mode of life in the latter, the classification of chamaesiphonoid algae in a special order does not seem to be justified.

The formation of endospores represents, on the contrary to 'exospores', a special mode of reproduction. The protoplast differentiates successively or spontaneously into small, rounded cells inside the mother cell walls (more than 2). After finishing this process, the endospores synthesize their own cell walls and become liberated from the sporangium by a burst of the mother cell wall. This process is probably typical of the genera *Cyanocystis* and *Chroococciopsis* and their classification in a separate order is acceptable. (Autorreferat)

*Diskussion.* Friedmann: Nach den EM-Befunden der Autoren bestehen eindeutige Unterschiede zwischen *Gloeocapsa* und *Chroococciopsis*. In unseren Materialien aus Wüsten befindet sich ein Stamm, der in Kultur vorerst wie *Gloeocapsa* wächst, im Verlauf der Alterung aber zu einer *Chroococciopsis* wird. Wie ist das zu beurteilen? Komárek: Für unsere ersten Studien wählten wir Beispiele, die klar und ausgeprägt der einen oder anderen Gruppe angehören. Daneben gibt es sicher Zwischenglieder, die wir aber noch nicht studieren konnten. Komárek verweist auf die Schwierigkeiten bei EM-Arbeiten mit Naturmaterialien: Da es sich immer um Gemenge handelt, lassen sich die Bilder nie mit absoluter Sicherheit bestimmten Individuen zuordnen. Kann erkundigt sich nach der Deutung der in manchen *Chamaesiphon*-Arten auftretenden Granula. Komárek: Es sind sicher Polyphosphatkörper.

Schiewer, U., and Jonas, L.: *Salt Effects on the Ultrastructure of Microcystis firma and Synechocystis aquatilis* [18]\*.

*Synechocystis aquatilis* is distinguished from *Microcystis firma* not only by the salt resistance but also by the ultrastructure: occurrence of a fibrous mucilaginous sheath; thickened IV-layer of the cell wall; absence of polyhedral bodies; distribution of the thylakoids throughout the cytoplasm.

There are some similarities in NaCl adapted cells of both species: inhibition of growth, especially of cell division; enlargement of cell size; cell aggregation; enrichment of polyglucanes and polyphosphates. Far below the NaCl resistance limit the mucilaginous sheath is reduced.

NaCl adapted cells of *Synechocystis* are distinguished from those of *Microcystis* by the absence of structure changes of the cell wall, by packed thylakoids in a more periphäre arrangement and by the accumulation of cyanophycin granules. Near the NaCl resistance limit *Synechocystis* builds up a mucilaginous sheath again.

The reasons for the salt induced changes and the consequences for the photosynthesis and respiration will be discussed. (Autorreferat)

*Diskussion.* Meffert erkundigt sich nach dem Effekt einer Änderung im Natrium-Kalium-Verhältnis, doch wurde dieses Problem bisher nicht in die Untersuchungen einbezogen. Aus Zeitgründen muss die Diskussion abgebrochen werden.

Friedmann, I.E.: *Stereoscopic Scanning Electron Microscopy of Calcifying Blue-Green Algae.*

Anhand wundervoller REM-Bilder von *Geitleria calcarea*, *G. floridanum* (= *nomen nudum*) und *Scytonema julianum* bespricht der Autor die Kalkausscheidungen dieser Blaualgen. Es bilden sich vierseitige Prismen, die aus reinstem Kalziumkarbonat bestehen. Sie enthalten gar nichts, was nicht im Substrat der Algen enthalten ist. Der Mechanismus der Kalkausscheidung ist nicht völlig klar. Friedmann hat nie Kalkausscheidung bei im Wasser untergetauchten Algen gesehen. Das kalkgesättigte Wasser muss offenbar von den Algenfäden verdunsten können. Dabei bilden sich die Kalkkristalle. Im Gegensatz zu *Geitleria* scheidet *Hapalosiphon* keinen Kalk aus.

*Diskussion.* Kann nennt Parallelen zum *Geitleria-Hapalosiphon*-Fall: Auch bei *Rivularia* und *Schizothrix* gibt es Arten, die Kalk ausscheiden, und solche, die es nicht tun. Thomas führt *Cladophora* und *Spirogyra* an: Sie treten gelegentlich nebeneinander auf, wobei *Cladophora* sehr viel Kalk ausscheidet, *Spirogyra* aber überhaupt keinen. Golubić warnt davor, alles über einen Leist zu schlagen: Die Bedingungen, unter denen sich Kalk bildet, können sehr verschieden sein. Bei *Geitleria* besteht eine biogen sehr stark vergrößerte Verdunstungsfläche. Je nach den mineralogischen Ausscheidungsbedingungen können sich verschiedene Kristallformen bilden. Diese Bedingungen ändern sich oft schon innerhalb von Mikrodimensionen, zum Beispiel im Bereich eines einzelnen Algenfilamentes. Die Kalkausscheidung ist hier wohl gar kein physiologischer Prozess. Friedmann fragt schliesslich, warum *Geitleria calcarea* wohl nur in Höhlen anzutreffen sei. Die Standorte sind in weitem geographischem Bereich (Israel, Frankreich, Florida) sehr uniform.

## 2.5 Blaualgen extremer Standorte

Friedmann, I.E.: *Endolithic Blue-Green Algae: Primary Producers in the Antarctic Desert Ecosystem.*

Das antarktische Dry Valley geniesst ein Klima, das in vielem an jenes auf dem Mars erinnert. Trotzdem findet sich eine überraschend üppige endolithische Blaual-

genflora, wobei es sich an den Extremstandorten in der Regel um monospezifische Gemeinschaften handelt.

*Diskussion.* Komárek erwähnt, dass unter Sommerschneeoberflächen genau gleich aussehende Algenschichten zu finden sind wie unter der Oberfläche von Sandsteinen.

Golubić, S.: *Cyanophytes of Marine Stromatolitic Mats.*

Stromatolites have been originally defined as laminated rocks irrespective of their origin (Kalkowski 1908). However, most diverse stromatolites in the fossil record proved to be formed by microbial activity. Primary producers are usually at the trophic base of microbial communities. In the case of stromatolites, these include procaryotic cyanophytes and eucaryotic higher algae. Therefore, it became customary to assume that most stromatolites are algogenic and to call the exceptions from that rule, pseudo-stromatolites (e.g., geysirites and laminated cave stones). The biogenicity of stromatolites has been repeatedly corroborated by the finding of microbial fossils within silicified stromatolites. An alternative approach in studying biogenicity of stromatolites is a study of their extant counterparts. The microbial communities engaged in stromatolite formations today can be studied alive. We shall illustrate here some examples of extant stromatolites along a gradient of decreasing clarity in expression of their laminated nature.

Finely laminated structures are formed by the activity of a marine cyanophyte *Phormidium hendersonii* by entrapment of fine-grain carbonate particles. This entrapment process has been repeatedly observed and found to have a diurnal rhythm which was measured by Monty in 1965. The identity of this recent stromatolite goes back to Howe's description in 1918, and has been recently clarified by Golubić and Focke (in press).

Finely laminated structures in freshwater are formed by a freshwater diatom (eucaryotic alga) *Gomphonema olivaceum* by precipitation of calcite crystals. Calcite is precipitated around the stalk of the algae, away from algal protoplasts. This indicates algal influence on the crystal nucleation via an extracellular product.

Coarsely laminated structures are exemplified by marine intertidal stromatolites from Andros Island, Bahamas. Two species of *Scytonema* form profusely layered horizontal stromatolites by entrapment of fine-grained carbonate mud. The counterpart of this intertidal stromatolite has been found in the Mesozoic of Yugoslavia and Italy, and described under the name *Eolisaccus kotori* Radojčić. The identity of this fossil with the recent *Scytonema* has been established by De Castro (1974). Preservation of this fossil within limestone is due to Fe-enrichment within the sheath of the fossil alga. Recent *Scytonema* accumulates up to 10% of dry weight of iron in its sheath. The accumulated iron also modifies the crystallization and re-crystallization patterns of the surrounding carbonate matrix.

The irregularly laminated and non-laminated (thrombolitic) structures have also been compared in recent and fossil environments. Based on external morphology, the recent stromatolites in Shark Bay have been compared with the fossil ones (Precambrian) at Great Slave Lake. Based on internal structure, of the mamillate mat and on microbial biota, Shark Bay stromatolites have been compared with those on Belcher Island, Canada (Mid-Precambrian). *Entophysalis major* Ercegović is the

recent equivalent of the *Eoentophysalis belcherensis* Hoffmann. The environments of both findings have many things in common. Pseudomorphs after gypsum corroborate the interpretation of the Precambrian environment as evaporitic and similar to that of the recent Shark Bay. The coccoid cyanophyte *Entophysalis* can therefore be considered a living fossil some  $2 \times 10^9$  years old. A conservative adaptation to an extreme environment has been successfully maintained over that enormous time span. (Autorreferat)

#### LITERATURVERZEICHNIS

De Castro, Piero: Osservazioni su *Aeolisaccus kotori* Radoičić, 1959. Boll. Soc. Natural. Napoli 84, 1-44, (1975).

Golubić, S., und Focke, J.: *Phormidium hendersonii* Howe: Identity and significance of a recent stromatolite building microorganism. J. sedim. Petrol., in press.

Kalkowski, E.: Oolith und Stromatolith im norddeutschen Buntsandstein. Z. dtsh. geol. Ges. 60, 68-125 (1908).

Monty, Cl. L. V.: Precambrian Background and Phanerozoic History of Stromatolitic Communities, An Overview. Ann. Soc. Géol. Belg. 96, 585-624 (1973).

*Diskussion.* Fott äussert sich begeistert über die Qualität der Bilder, mit denen Golubić seine Ausführungen belegte, neben denen sich jene anderer Autoren zum gleichen Thema eher primitiv ausnehmen. Thomas erkundigt sich nach dem Vorgang der Fossilisierung. Nach Golubić ist er sehr umstritten: Man muss sich eine Art Silikagel vorstellen, in dem die Zellen eingebettet wurden, wobei sich später das Silikagel in Opal umwandelte.

Castenholz, R. W.: *The Sulfide-Tolerant Blue-Green Algae of Hot Springs. - Ecology and Physiology.*

Soluble sulfide in the waters of hot springs in New Zealand, Iceland and North America has a 'species-determining' effect which appears to predominate over that of all other chemical factors except pH. The normally occurring *Mastigocladus laminosus*, the high temperature form of 'Mastigocladus' (= 'Nostogloea' of G. H. Schwabe), *Synechococcus lividus*, and others are excluded from neutral-alkaline pH waters by various sulfide concentrations ranging from 4 to 60  $\mu\text{M}$  (0.15-2 mg/l).

In New Zealand, the forms of *Mastigocladus* are replaced in sulfide waters by the sulfide-tolerant *Oscillatoria amphigranulata* van Goor; in Yellowstone Park of the western USA sulfide-tolerant *Spirulina labyrinthiformis* (Menegh.) Gom. replaces *M. laminosus* and *S. lividus*. Both *O. amphigranulata* and *Spirulina* lose sulfide tolerance when growing in non-sulfide waters or in non-sulfide medium in culture.

When sulfide-adapted, both species appear to utilize sulfide as a photoreductant of  $\text{CO}_2$ , at least when photosystem II is inhibited. In addition, *O. amphigranulata* has an obligate requirement for reduced combined nitrogen and is unable to use either nitrate or nitrite.

The photosynthetic incorporation of  $^{14}\text{C-HCO}_3^-$  by *O. amphigranulata* was enhanced by the addition of 0.6-2 mM sulfide even in the presence of 50  $\mu\text{M}$  DCMU, a photosystem II inhibitor. The normal photo-incorporation rate of *Spirulina* was sustained by 0.6-1 mM sulfide in the presence of 7  $\mu\text{M}$  DCMU or 0.2 mM hydro-

xylamine, although both of these inhibitors prevented photo-incorporation without sulfide. In addition, the low photosynthetic rate resulting from the preferential irradiation of photosystem I (without inhibitor) was also relieved by sulfide. The DCMU-poisoning of photosynthesis was not relieved by other sulfur-containing compounds, such as  $S_2O_3^{2-}$ ,  $SO_3^{2-}$ ,  $SO_4^{2-}$ , thioglycolic acid, or cysteine.

It appears that anoxygenic photosynthesis with sulfide as electron donor may be a common alternate process in sulfide-tolerant blue-green algae, but one exception (*Oscillatoria terebriformis*) was noted in a hot spring of Oregon (USA). This species showed sulfide tolerance but not the ability to utilize it photo-synthetically. (Autorreferat)

*Diskussion.* Der Autor verweist auf viele noch ungelöste Probleme, zum Teil auch versuchstechnischer Art: So sollten wegen der schnellen Oxydation der Sulfide die Experimente eigentlich im Chemostaten mit kontinuierlicher Sulfidzufuhr erfolgen. Vorläufig arbeite er aber mit grossen Standkulturen, denen in regelmässigen Intervallen Sulfid zugefügt werde. Golubić berichtet über eine Interaktion zwischen Sulfidgehalt und Temperatur bei der Photosynthese: Bei niedrigem Sulfidgehalt ist die Temperaturtoleranz der Organismen sehr weit, bei hohem Sulfidgehalt eng.

Anagnostidis, K.: *Die Cyanophyceen als Begleitorganismen der Salz- und Süss-Thermalwasser-Sulphureten Griechenlands.*

Das untersuchte Gebiet Griechenlands umfasst drei verschiedene Biotopgruppen. Die Gruppe der Meeresbiotope streckt sich zu einem grossen Teil dem Litoral des Ägäischen Meeres entlang, während diejenige der Süsswasserbiotope sich nur auf die Seen und die Wasserfälle Mazedoniens beschränkt. Die Thermalbiotopen-gruppe umfasst 33 Thermalquellen, von denen die Hälfte zum erwähnten Küstengebiet des Ägäischen Meeres gehört; ein Drittel davon sind  $H_2S$ -Quellen, welche typische, ausgedehnte und permanente, meist alkalische Licht- und Dunkelsulphureta darstellen. Die Anzahl der untersuchten Sulphureten ist grösser als 1000 [1, 2]. Es wurden insgesamt mehr als 2200 Materialproben eingesammelt, deren Bearbeitung hauptsächlich im lebenden Zustand stattfand, sowohl in situ als auch im Laboratorium (besonders durch Anreicherungskulturen im Falle der Schwefelbakterien).

Der Terminus Sulphuretum [2, 4, 6, 7, 13] hat doppelten Sinn: er bedeutet sowohl den Biotop, wo  $H_2S$  vorhanden ist, also den Thiobiotop, als auch die Gesamtzahl der diesen Biotop besiedelnden Mikroorganismen, also die Thiobiozönose. So wird das Sulphuretum vom biologischen Standpunkt aus durch die Anwesenheit von Populationen ökologisch spezialisierter autotropher und heterotropher Bakterien charakterisiert, welche Sulphide, Sulphate und organisch gebundenen Schwefel oxydieren oder reduzieren. Vom chemischen Standpunkt aus werden die Sulphureta durch die Anwesenheit von bedeutenden Mengen von Schwefel (irgendeiner Form) sowie die niedrige Konzentration an gelöstem Sauerstoff, die sich dem Nullwert nähert, charakterisiert. Andere physikalische oder chemische Eigenschaften wie Temperatur, pH und Salinität scheinen, mit Ausnahme der extremen Fälle, nicht so erheblichen Einfluss auszuüben; sie wirken nur modifizierend. Die wichtigsten ökologischen Faktoren, Licht und  $H_2S$ , beeinflussen dagegen erheblich sowohl die Entwicklung und die Zusammensetzung als auch die Dichte der Populationen,

besonders der aus photosynthetischen Schwefelbakterien bestehenden Thiobiozöosen.

Die Entwicklung der Thiobiozöosen eines Thiobiotops sowie die qualitative und quantitative Zusammensetzung der Begleitmikroflora und -mikrofauna hängen nicht nur von der  $H_2S$ -Konzentration, sondern auch von der Herkunft des  $H_2S$  ab (biogen oder abiogen) [7, 14, 15, 17]. Ausserdem hängt die Entwicklung der Thiobiozöosen vom Typus des Sulphuretums ab [4, 9, 11, 12]. Obwohl die Abgrenzung der Thiobiotope und der in diesen herrschenden mannigfaltigen ökologischen Faktoren sehr schwer ist, lassen sich verschiedene Typen von Sulphureten unterscheiden: Salz- und Süsswassersulphureta, alkalische Thermalquellensulphureta, Dunkel- und Lichtsulphureta, ephemere und permanente Sulphureta, sich über grössere Flächen ausdehnende Makrosulphureta und Mikrosulphureta [2, 4, 5, 7]. Alle genannten Typen werden von verschiedenen anderen Mikrophytengruppen begleitet, so von Chlamydbakterien, Caulobakterien, Hyphomikrobien, Eubakterien, Spirochäten, Cyanophyceen, Chlorophyceen, Diatomeen, Dinoflagellaten und anderen Algengruppen sowie Phycomyceten, Protozoen usw.

Die häufigsten Begleitmikroorganismen sind die Cyanophyceen, die so hohe  $H_2S$ -Konzentrationen ertragen, dass sie mit den Schwefelbakterien zusammenleben können. Von insgesamt mehr als 1100 bestimmten Hauptbegleitarten der etwa 80 festgestellten Schwefelbakterientaxa gehören 370, d.h.  $\frac{1}{3}$  bzw. 33,5%, zu den Cyanophyceen. Es folgen (in niedrigeren  $H_2S$ -Konzentrationen) die Chlorophyceen mit 250 Repräsentanten (22,5%) und die Diatomeen mit 123 Taxa (11%), während die anderen Organismengruppen mit kleineren Artenzahlen vertreten sind, so die Euglenophyten mit 69 Taxa (6,5%), die Dinophyceen mit 66 (6%), die Rhodophyceen mit 62 (6%), die Phäophyceen mit 34 (3%), die Chrysophyceen mit 17 (1,5%), die Xanthophyceen mit 14 (1,3%). Die Begleitbakterien und Phycomyceten steuern 45 (4%) bzw. 46 (4%) Taxa bei.

Aus den erwähnten Angaben ist ersichtlich, welche wichtige Rolle die Cyanophyceen in den Sulphureten spielen. In fast allen untersuchten Typen sind sie meist die herrschende Begleitvegetation; sie kommen fast immer massenhaft vor. Auch in Dunkelsulphureten wird die Anwesenheit der Cyanophyceen, wenigstens der Pelonematales, festgestellt. Nur in einigen Schwefelthermalquellen (mit niedrigeren  $H_2S$ -Konzentrationen) wird die Cyanophyceen-Vegetation meist von farblosen Schwefelbakterien, in einigen Fällen (höhere  $H_2S$ -Konzentrationen) auch von Purpur- und Chlorobakterien bedeckt. Auch in diesen Fällen entwickelt sich unter den *Thiothrix*- und *Beggiatoa*-Flocken oder unter den *Chromatium*-, *Pelodictyon*-, *Chlorochromatium*-, *Lamprocystis*-Überzügen eine üppige Cyanophyten-Vegetation, welche meistens aus einem Mosaik von zugespitzten *Oscillatoria*- und *Pseudanaebaena*-Arten besteht [5] sowie aus *Chroococcus*-, *Synechococcus*-, *Synechocystis*-, *Spirulina*-, *Achroonema*-, *Pelonema*- und *Peloploca*-Arten.

Ein grosser Teil der Meeres- und Limno-Cyanophyceen gehört sowohl zum Benthos (hauptsächlich zum Periphyton, aber auch zum Metaphyton der litoralen und sublitoralen Region) als auch zur epilithischen und endolithischen Flora des Supralitorals und Epilitorals. Die in den Wasserfällen beobachteten Cyanophyceen (85 Taxa) gehören fast ausschliesslich zu den Lithophyten (meist *Gloeocapsa*-, *Scytonema*-, *Phormidium*-, *Hydrococcus*-, *Rivularia*-, *Chamaesiphon*-, *Homoeothrix*-

*Tolypothrix*-Arten). Einige davon zählen zu den rheophilen und katharoben Formen, während andere Arten den Epiphyten zuzuordnen sind.

Die Chroococcales werden von 84 Arten repräsentiert, die Hormogonales von 226 und die Pleurocapsales und Dermocarpales von 21. Oscillatoriaceae und Chroococcaceae sind die herrschenden Familien (mit 145 bzw. 78 Arten), mit Hauptgattungen *Oscillatoria* (45 Arten), *Phormidium* (25), *Lyngbya* (28), *Schizothrix* (16), *Pseudanabaena* (13), *Microcoleus* (11), *Aphanocapsa* (12), *Aphanothece* (9), *Merismopedia* (9), *Spirulina* (8), *Synechococcus* (8), *Gloeocapsa* (7) usw. Aus den anderen Hauptfamilien haben Rivulariaceae und Nostocaceae 26 Arten und Scytonemataceae 22. Die Familie der apochlorotischen Pelonemataceae wird von 21 Arten der Gattungen *Achroonema*, *Pelonema*, *Peloploca* und *Desmanthos* repräsentiert. Vom ökologischen Standpunkt aus sind die meisten der gefundenen Cyanophyten-Arten euryök, d. h. euryhalin, eurytherm, euryosmotisch und euryphot mit Ausnahme der Pelonematales [3]. Einige Arten (z. B. aus den Gattungen *Rivularia*, *Calothrix*, *Entophysalis* u. a.) können als halobien oder halophil, einige als thiophil oder oligothiophil (*Achroonema*-, *Pelonema*-, *Peloploca*-Arten, *Oscillatoria putrida*, *O. trichoides*, *Pseudanabaena*-Arten) bezeichnet werden. Die meisten der epiphytischen Arten gehören zu den Gattungen *Xenococcus*, *Dermocarpa*, *Plectonema*, *Microchaete*, *Rivularia*, *Calothrix*, *Nodularia*, *Sphaeronema*, *Microcoleus*, *Hydrocoleus*, *Lyngbya*, *Symploca*, *Phormidium* und *Spirulina*. Häufige Wirte dieser sind: *Zostera marina*, *Padina pavonia*, *Ceramium*-, *Cystoseira*-, *Hydrocoleus*-, *Lyngbya*-Arten, *Lemna*-, *Ceratophyllum*-, *Myriophyllum*-Arten und einige Bryophyten.

Die Limnoplankton-Arten, darunter auch einige endophytische, sind verhältnismäßig wenig zahlreich. Besonders interessant sind die Endophyten (planktoepibiotisch): *Aphanocapsa endophytica*, *Aphanothece microscopica* fa. *endophytica*, *Lyngbya rivulariarum*, *Phormidium arcuatum*, *Ph. endophyticum*, *Ph. muscicola*, *Pseudanabaena galeata* fa. *endophytica*, die oft mit *Beggiatoa*-Trichomen zusammen vorkommen. Hauptwirte sind *Microcystis flos-aquae*, *M. aeruginosa*, *M. viridis*, *Coelosphaerium nägelianum*, *Anabaena flos-aquae*. Unter den lithophytischen Cyanophyceen sind die endolithischen am wichtigsten (sie bilden mit *Beggiatoa*-Trichomen und anderen S-Bakterien mikroskopische Sulphureten), die zusammen mit *Gomontia*-Arten sowohl die Kalksteine und Felsen als auch die Muschelschalen durchbohren und so als Erosionsfaktoren wirken [8]. Diese endolithischen Cyanophyceen sind: *Mastigocoleus testarum*, *Kyrtuthrix dalmatica*, *Plectonema terebrans*, *P. endolithicum* und *Entophysalis deusta*, besonders ihre sehr schwer zu bestimmenden morphologischen Varianten [10] bzw. Ökoformen *status hyelloides*, *st. solentioides*, *st. scopulone-matoides*, *st. hormathonematioides*, *st. tryponematoides*, *st. pleurocapsoides*, *st. dermocar-poides*, *st. gloeocapsoides*, *st. aphanocapsoides*. Die Endolithophyten treten überall auf, in Meeres-, Brack- und Süßwassersulphureten und in allen Zonen der Küstengebiete, besonders in den Supralitoral (Felsen, Steinen, Kunstbauten, Schalen von Mollusken u. a.).

Eine andere ökologisch, physiologisch und taxonomisch wichtige Gruppe der Cyanophyceen von Sulphureten ist die Ordnung der Pelonematales, d. h. der apochlorotischen Arten *Achroonema*, *Pelonema*, *Peloploca* und *Desmanthos*. Aus den Mitgliedern dieser Gruppe wurden oft in fast allen untersuchten Biotopen [1-3] nicht nur alle bisher bekannten, sondern auch neue Arten beobachtet. Aus der

Bearbeitung vieler Materialien dieser Mikroorganismen auch von Biotopen anderer europäischer Länder kamen wir zum Schluss, dass auch diese Gruppe eine Merkmalsplastizität aufweist und dass die von Skuja [16–20] angegebenen Beschreibungen vieler Arten für das Dimensionsspektrum ihrer Zellen und die festgestellte allgemeine Merkmalsplastizität nicht ausreichen. (Autorreferat)

## LITERATURVERZEICHNIS

- 1 Anagnostidis, K.: Untersuchungen über die Cyanophyceen einiger Thermen in Griechenland. Inst. Bot. Phytogeogr. Univ. Thessaloniki 7, 1–322 (1961).
- 2 Anagnostidis, K.: Untersuchungen über die Salz- und Süßwasser-Thiobiozönosen (Sulphuretum) Griechenlands. Wiss. Jb. Physik. Math. Fak. Univ. Thessaloniki 10, 409–868 (1968).
- 3 Anagnostidis, K., und Golubić, S.: Über die Ökologie einiger Spirulina-Arten. Nova Hedwigia 11, 309–335 (1966).
- 4 Anagnostidis, K., und Overbeck, J.: Methanoxydierer und hypolimnische Schwefelbakterien. Studien zur ökologischen Biozönotik der Gewässermikroorganismen. Ber. dtsh. Bot. Ges. 79, 163–174 (1966).
- 5 Anagnostidis, K., und Schwabe, G.H.: Über artenreiche Bestände von Cyanophyten und Bakteriophyten in einem Farbstreifensandwatt sowie über das Auftreten von Gomontiella-artig deformierten Oscillatoriatrichomen. Nova Hedwigia 11, 417–441 (1966).
- 6 Baas-Becking, L.G.M.: Studies on the Sulphur Bacteria. Ann. Bot. 39, 613–650 (1925).
- 7 Durner, G.R., Römer und Schwartz, W.: Untersuchungen über die Lebensgemeinschaften des Sulphuretums. Z. allg. Mikrobiol. 5, 206–221 (1965).
- 8 Golubić, S.: Algenvegetation der Felsen. Eine ökologische Algenstudie im dinarischen Karstgebiet. 183 S. Binnengewässer 23 (1967).
- 9 Kondratjeva, E.N.: Photosynthetic Bacteria. Izd. Akad. Nauk SSSR, Moskva, 243 S. Transl. Israel Pr. Jerusalem. Distr. Oldbourne, London 1965.
- 10 Kondratjeva, N.B.: Morfogenез i osnovie puti jevoljutsii gormogonievich vodoroslej. 302 S. Izd. «Naukova Dumka», Kiev 1975.
- 11 Kuznetsov, S.I.: Die Rolle der Mikroorganismen im Stoffkreislauf der Seen, 301 S. VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin 1959.
- 12 Kuznetsov, S.I.: Mikroflora Oser i ee Geochimitseskaja dejatel'nost', 440 S. Isdatel'stvo «Nauka», Leningrad 1970.
- 13 Morgan, G.B., und Lackey, J.B.: Ecology of a sulphuretum in a semitropical environment. Z. allg. Mikrobiol. 5, 237–243 (1965).
- 14 Ohle, W.: Chemische und mikrobiologische Aspekte des biogenen Stoffhaushalts der Binnengewässer. Mitt. int. Ver. Limnol. 14, 122–133 (1968).
- 15 Postgate, J.R.: Sulfate reduction by bacteria. Ann. Rev. Microbiol. 13, 505–520 (1959).
- 16 Skuja, H.: Süßwasseralgenflora Burmas. Nova Acta Reg. Soc. Sci. Upsal. (Serie 4) 16/3, 1–188 (1949).
- 17 Skuja, H.: Taxonomische und biologische Studien über das Phytoplankton Schwedischer Binnengewässer. Nova Acta Reg. Soc. Sci. Upsal. (Serie 4) 16/3, 1–404 (1956).
- 18 Skuja, H.: Die Pelonemataceae Desmanthos thiocrenophilum, ein Vertreter der apochlorotischen Blaualgen aus Schwefelquellen. Svensk Bot. Tidskr. 52/4, 437–444 (1958).
- 19 Skuja, H.: Grundzüge der Algenflora und Algenvegetation der Fjeldgegenden um Abisko in Schwedisch-Lappland. Nova Acta Reg. Soc. Sci. Upsal. (Serie 4) 18/3, 1–465 (1964).
- 20 Skuja, M.: *Pelonemataceae*. In: Bergey's Manual of Determinative Bacteriology, 5. Aufl., S. 122–127, Baltimore 1974.

*Diskussion.* Sie konzentriert sich auf Fragen nach den spezifischen Merkmalen morphologisch schwer zu unterscheidender Formen. So hält der Autor *Phormidium endophyticum* und *P. mucicola* trotz weitgehender Übereinstimmung der Merkmale für zwei verschiedene Taxa.

Hindák, F.: *Kokkale Blaualgen der Thermalquellen von Piešťany und Sklenne Teplice, Tschechoslowakei* [13]\*.

Kokkale Blaualgen wurden in den Thermalquellen der Tschechoslowakei im Zusammenhang mit einer ausgeprägten Dominanz von Fadenblaualgen als einzeln oder in Kolonien vorkommend nur in verhältnismässig kleinen Artengruppenvertretungen und mit niedriger Abundanz angeführt. Bei der Anwendung von Laborkulturen von Blaualgen, die in Thermalwasser vorkommen, können auch jene kokkalen Blaualgen festgestellt werden, die sonst bei ihrer geringen Anzahl leicht übersehen werden oder nur schwer identifizierbar sind. Eine reine Kultur einer solchen Blaualge ermöglicht es, die diagnostischen Hauptmerkmale zu erkennen, vor allem die Art der Vermehrung und die morphologische Variabilität.

Es wurde das Vorkommen der Blaualgen der Thermalquellen von Piešťany und Sklenne Teplice untersucht. In diesem Beitrag wurde über 7 Arten chrookokkaler (Chroococcales) und endosporaler (Chamaesiphonales) Blaualgen referiert, die zu den Gattungen *Synechococcus*, *Aphanothece*, *Chlorogloea*, *Chroococcidiopsis* und *Pleurocapsa* gehören und die sowohl als freie Populationen als auch in Laborkulturen verfolgt wurden. Es wurde auf die verhältnismässig breite morphologische Variabilität einiger Blaualgen sowie auf Schwierigkeiten bei ihrer Determination hingewiesen. (Autorreferat)

*Diskussion.* Sie brachte allen Teilnehmern die Schwierigkeiten der Taxonomie der Chroococcales zum Bewusstsein. Gerade die Spezialisten auf diesem Gebiet äusseren sich sehr vorsichtig, so Friedmann: «Ich glaube, wir können die Chroococcales überhaupt noch nicht recht gegeneinander abgrenzen. Wir hatten vorerst wenige Isolate in Kultur und hielten die Sache für ziemlich einfach. Aber je mehr Isolate wir prüften – bisher etwa 80 – um so konfuser wurde das Bild. Dabei untersuchen wir an unserem Institut eigentlich weltweit nur eine ökologische Nische: Wüstenfelsen. Äusserst ähnliche Formen können von geographisch weit auseinander liegenden Stellen stammen, zum Beispiel aus dem Negev und aus Mexiko, während andererseits aus nächster Nähe, in einem Fall von Stellen, die kaum zwei Kilometer auseinander liegen, Stämme isoliert wurden, welche die beiden Extreme eines Formenkreises darstellen.» Allgemein herrschte die Meinung, die Chroococcales seien einer der schwierigsten, wenn nicht der schwierigste Formenkreis der Blaualgentaxonomie überhaupt.

## 2.6 Taxonomie und Ökologie der Aufwuchsarten

Kann, E.: *Zur Taxonomie von Rivularia*.

Die Bestimmung von *Rivularia*-Arten bereitet allen Forschern grosse Schwierigkeiten, da die Merkmale sehr schwer zu beurteilen sind. Bei Bornet und Flahault (1886), S. 346, ist über die Gattung folgender bemerkenswerter Satz zu lesen: «Les espèces de *Rivularia* sont du reste tellement voisines les unes des autres qu'il est impossible de les diviser même en sections.»

Meine Beobachtungen galten nur den Süsswasserarten, wobei nur Arten mit eingelagerten Kalkteilchen in verschiedenen kalkreichen Gewässern gefunden wurden. 2 dieser 5 Arten, *R. haematites* und *R. Biasoletiana*, werden sehr häufig in

der Literatur erwähnt, die übrigen selten, ebenso selten die Arten ohne Kalkeinlagerungen.

Die Zahl der Arten, die in den üblichen Bestimmungsbüchern (Bornet und Flahault 1886, Geitler 1932, Starmach 1966, Kondrateva 1968) aufgenommen sind, wechselt. Einige Arten, so *R. Biasolettiana* und *R. minutula*, wurden zusammengezogen.

Wie sind die Merkmale zu bewerten? Es ist auffallend, dass in den Bestimmungswerken und in der Spezialliteratur immer wieder erwähnt wird, dass grosse Schwankungen in den Trichombreiten und -längen sowie in den übrigen Merkmalen bestehen, so dass es schwierig ist, dieselben zu präzisieren, was mit meinen Beobachtungen übereinstimmt.

Die häufigsten Arten sind jene mit Kalkeinlagerungen, die im Eulitoral von Seen, in Fliessgewässern und auf überrieselten Felswänden vorkommen. Es ist nicht ganz klar, ob die Eigenschaft, «Kalk auszufällen», als echtes Artmerkmal aufgefasst werden darf oder nur ökologisch bedingt, d. h. eine Funktion des Kalkgehaltes der Gewässer ist. Die Meinungen der Forscher gehen in diesem Punkt auseinander. Die geringe Zahl untersuchter kalkarmer Gewässer und die geringe Möglichkeit, die Arten aufgrund anderer Merkmale zu bestimmen, mögen die Ursachen der Schwierigkeiten der Bestimmung von *Rivularia* sein.

Vergleicht man ausser der Kalkeinlagerung die übrigen Merkmale, so zeigt sich, dass nur sehr wenige brauchbar sind. Die gesamten Arten überblickend, kann gesagt werden, dass die Lagergestalt und -beschaffenheit ein Unterscheidungsmerkmal darstellt, das aber innerhalb gewisser Formenkreise, z. B. der Arten mit Kalkeinlagerung, keine Aussage bringt. Ebenso verhält es sich mit der Grösse der Kolonien, die doch jedenfalls mit ihrem Alter zusammenhängt.

Die Farbe der Kolonien stellt kein prägnantes Merkmal dar, da sie mit dem Grad der Beleuchtung wechselt.

Trichomzellenbreite und -länge gelten bei Cyanophyceen im allgemeinen als recht gutes Merkmal, zeigen jedoch bei *Rivularia* sogar innerhalb einer Kolonie so grosse, z. T. altersbedingte Schwankungen, dass dieses Merkmal nur in gewissen Grenzen brauchbar ist.

Scheidenbildung und Heterocystenform sind Gattungsmerkmale, zeigen aber bei den einzelnen Arten kaum Unterschiede und sind wie die Haare für Artbestimmungen nicht brauchbar.

Die Konsistenz der Lager kann bis zu einem gewissen Grad als Merkmal in der Gruppe ohne Kalkeinlagerung angesehen werden, versagt jedoch in der Gruppe mit Kalkeinlagerung, denn die Merkmale «hart» und «weich» oder «Fäden leicht oder schwer zu trennen» sind sehr relativ und wiederum vom Grad der Kalkeinlagerung, der in verschiedenen Biotopen unterschiedlich sein kann, abhängig. Auch die Verteilung der Kalkkristalle, «unregelmässig» oder «gezont», gibt keinen Anhaltspunkt, da dies vom Alter der Kolonien oder von anderen noch unbekanntem Faktoren abhängen kann. Jaag (1945) zum Beispiel fand alle möglichen Übergänge bezüglich Kalkeinlagerung, was mit meinen Beobachtungen übereinstimmt.

Nach meinen Untersuchungen in verschiedenen Gewässern (Kann 1933, 1943, 1959) war die Art *R. haematites* vorherrschend, manchmal die sogenannte Art *R. Biasolettiana*. Geitler (1932) betont, dass die Abgrenzung der *R. haematites* gegen *R. Biasolettiana* und *R. rufescens* Schwierigkeiten bereitet, was ich bestätigen kann.

Meiner Meinung nach dürften die Arten mit Kalkeinlagerung identisch sein, wie dies zum Beispiel Starmach (1966) und Kondrateva (1968) für *R. Biasolettiana* und *R. minutula* annehmen, für die sie den von Elenkin stammenden Namen *R. coadunata* wählten. Bevor nicht neue prägnante Merkmale gefunden werden, was mit Hilfe von Kulturen, wie sie an der Abteilung für Limnologie der EAWAG durchgeführt werden, möglich wäre, kann über Artenabgrenzung nichts Präzises ausgesagt werden. (Autorreferat)

*Diskussion.* Sie bestätigt, dass die Gattung *Rivularia* taxonomisch noch sehr wenig bekannt ist und unter Einbezug von Kulturen gründlich bearbeitet werden sollte. Vorläufig lassen sich nur mehrere Artengruppen nebeneinanderstellen: 1. Gruppe: Süßwasserarten mit Kalkeinlagerung. 2. Gruppe: Süßwasserarten ohne Kalkeinlagerung. Einige Arten dieser Gruppe wurden offenbar aufgrund eines einmaligen Fundes beschrieben und sind daher fraglich. 3. Gruppe: Marine Arten. Ihre taxonomische Stellung ist unsicher; sie unterscheiden sich aber zum Teil deutlich von allen Süßwasserarten.

Golubić verweist auf *Dichothrix*-Arten, die nachträglich fälschlicherweise zu *Rivularia* gestellt wurden. Komárek berichtigt analog, *Rivularia planctonica* sei in Wirklichkeit eine *Gloeotrichia*, vermutlich *G. echinulata*. Fott erkundigt sich nach dem Verhältnis *Rivularia haematites* zu *R. Biasolettiana*. Kann hält beide für dasselbe Taxon: Junge, wenig verkalkte Lager werden als *R. Biasolettiana*, alte, stark verkalkte als *R. haematites* bestimmt. Das Problem der Kalkausscheidung bei *Rivularia* ist noch nicht gelöst.

Holmes, N.T.H., and Whitton, B.A.: *Influence of Environmental Chemistry on Distribution of Blue-Green Algal Forms.*

Although there have been many accounts of particular sites and particular species, there have been few attempts to draw together the field data available about relationship between particular blue-green algal forms and the chemistry of their environments. Data from the literature and our own records for streams and rivers are used for this purpose here. The genera discussed include *Chamaesiphon*, *Stigonema*, *Homoeothrix* and *Rivularia*. (Autorreferat)

*Diskussion.* Die Autoren haben *Stigonema mamillosum* und *S. minutum* nur in Gebieten mit weichem Wasser festgestellt. Kronborg bestätigt diesen Befund auch für sein Arbeitsgebiet in Schweden. Backhaus möchte Aussagen über Beziehungen zwischen Chemismus des Wassers und den darin auftretenden Blaualgenarten nur gelten lassen, wenn die Wasseranalysen sich über ein ganzes Jahr erstreckt haben. Kann ist der Meinung, nur in Extremsituationen sei die chemische Zusammensetzung der Umgebung allein für das Auftreten bestimmter Taxa bestimmend.

Kronborg, L.: *Nostoc parmelioides* Kütz. in Sweden.

Regional studies of attached algae in Swedish running waters have been conducted since 1962. 2500 bodies of water, located mainly in central Sweden and in the southern part of northern Sweden, have been investigated up to now. *Nostoc* species have been found in about 200 of these. Of the algae found in these investigations, some 30 have been identified as *N. parmelioides* Kütz. An investigation of the

biology and ecology of the species is now taking place. A few preliminary results are given below.

A peculiarity with this alga is that it often seems to live in a mutualistic relationship with larvae of the genus *Cricotopus*. This was first described from America by Johannsen (1937), Wirth (1957) and Brock (1960). Holmes and Whitton (1975) showed the same thing in England, where the alga was previously unknown. This relationship is also known in Germany through Backhaus (orally).

All my Scandinavian finds (some originate from Norway) bear witness that *N. parmelioides* also lives in mutualism with a midge larva here, probably *Cricotopus* sp. or spp. The larvae found have a length of 2.04–7.45 mm and the width of the head capsule varies between 0.12 and 0.42 mm. Measurements taken indicate that only larvae of the third and fourth instar were found. Further measurements of larvae as well as identification of adults will be conducted in order to establish the genus and species.

*N. parmelioides* often has a spheric thallus as a juvenile, which later develops into a disclike growth with a thick outer edge. It is in this swollen thallus edge that the midge larvae live. Up to the present only in one single case have two larvae been found in the same thallus. Small spheric *Nostoc* thalli are, as a rule, impossible to identify because the spatial arrangement of the trichomes can not be used as a criterion until the alga is fully developed.

2500 measurements have been done on the round to barrel-shaped vegetative cells. The length-width varies within the order of 2.58–6.02. Geitler (1932) gives the width at 4–5  $\mu\text{m}$ . The somewhat oval or completely round diameter of the heterocysts is 5.07–9.80  $\mu\text{m}$ , based on 625 measurements. Geitler's (1937) comparable measurements are 6  $\mu\text{m}$ . Resting spores have not been found in the material up to now.

*N. parmelioides* grows attached to various substrates, primarily stone, but is also found on sunken tree branches and similar places. One finds it even less frequently as epiphyte on water mosses, for example *Fontinalis antipyretica*. It prefers swiftly to moderately running water and it is also found less frequently in stagnant water. In the areas investigated up to the present it has been encountered mainly in the western mountain areas. Single finds, based on a few samples indicate a considerable distribution in northern Sweden. On the other hand, it is completely missing or occurs very sparsely in southern Sweden. Its at present known distribution lies within the oligotrophic area where the running waters are called *Zygnema* Streams according to Israelson (1949). Characteristic algae are among other types a large number of *Zygnemales* spp., *Bulbochaete* spp., *Scytonema mirabile*, *Stigonema* spp., *Batrachospermum vagum* and *Sirodotia suecica*. Investigations are being carried out in order to completely establish the trophic level and saprobic valence of *N. parmelioides*. A few finds have been made where local effluents of sewage occur. However, no finds have been made in strongly eutrophic waters, up to now. (Autorreferat)

*Diskussion.* Sie bringt zusätzliche Daten zur Ökologie von *Nostoc parmelioides*. In Mitteleuropa findet sie sich in Fliessgewässern, «die so zwischen Bächen und Flüssen liegen» (Backhaus), in Oregon ist sie nach Castenholz in oligotrophen kalten Fliessgewässern, in denen die Wassertemperatur auch im Sommer um 5 °C liegt, häufig. Während die Art in Schweden zu fast 100% von der Chironomide

*Cricotopus* infiziert ist, sind nach Backhaus in Deutschland nur etwa 50% der Lager befallen. Holmes fragt nach den Unterschieden zwischen *Nostoc parmelioides* und *N. verrucosum*. Er vermutet, man bezeichne von der Chironomide infizierte Thalli als *N. parmelioides*, nicht infizierte dagegen als *N. verrucosum*. Kronborg widerspricht; nach ihm stellen die beiden Formen sicher unterscheidbare Taxa dar.

Backhaus, D.: *Eine ungewöhnliche Blaualgenzonierung im Litoral eines Hochgebirgs-sees* [7]\*.

Der 16,4 ha grosse, 2285 m hoch in den Zentralpyrenäen gelegene Lac de Port-Bielh ist ein See des dimiktisch-subpolaren Typs. Sein Untergrund besteht aus Graniten. Das dementsprechend schwach mineralisierte Wasser hat eine Leitfähigkeit von rund 23  $\mu\text{S}$ . Vor diesem Hintergrund überraschen die hohen pH-Werte, die mit 7,3-9,5 immer im basischen Bereich liegen.

Da sonst im allgemeinen hohe pH-Werte auch mit hohen Kalkgehalten verbunden sind, ergeben sich hier Ansatzpunkte für die Frage, ob für die Besiedlungsmuster im Litoral kalkreicher Seen die pH-Verhältnisse oder die Kalkgehalte die ausschlaggebende Rolle spielen.

Die Algenvegetation auf den Granitblöcken der Litoralzone weist eine ausgeprägte Tiefenzonierung auf: Auf die Wellenschlagzone, die einen dünnen Krustenbewuchs von *Gloeocapsa*-, *Pleurocapsa*-, *Schizothrix*-, *Calothrix*- und anderen Arten trägt, folgt bis in 0,5 m Tiefe eine leuchtend braun gefärbte *Schizothrix*-Zone. Hier dominieren *Schizothrix lacustris* f. *lutescens*, *Calothrix parietina* und *Gloeocapsa tornensis*. Auf den Steinunterseiten bestimmen *Cyanostylon microcystoides* und *Pleurocapsa minor* das Bild. Daran schliesst sich zur Tiefe hin ein etwa 1 m breiter Gürtel von *Nostoc zetterstedtii* an. Nach einer individuenärmeren Übergangszone breitet sich erneut eine auffällig braunblau gefärbte Algenregion aus, die in starkem Masse von *Schizothrix funalis* mitgeprägt wird und bis in 4,5 m Tiefe reicht. Ab 5 m Tiefe wird neben *Hydrococcus cesatii* noch *Siphononema polonicum* in grösseren Mengen angetroffen. Der Seeboden wird ab 7 m von *Nitella flexilis* besiedelt.

Als auffällige und bisher nur selten gefundene Taxa sind *Chantransia chalybaea* var. *profunda*, *Onkonema* spec., cf. *Desmosiphon maculans*, *Entophysalis willei*, *Lyngbya lachneri* und *Homoeothrix sinensis* zu erwähnen.

Der Vergleich mit Florenlisten aus der Literatur zeigt, dass der Lac de Port-Bielh sich deutlich von den bisher bekanntgewordenen Besiedlungsmustern anderer Seen abhebt. Unter Berücksichtigung aller präsenten Taxa ist eher eine etwas nähere Beziehung zu den kalkreichen als zu den kalkarmen Seen zu erkennen.

Durch die nur minimale Repräsentation von Chlorophyceen ist der Lac de Port-Bielh hinsichtlich seiner Litoralvegetation als nahezu reiner Blaualgen-Diatomeen-See zu charakterisieren.

*Diskussion.* Kann erkundigt sich nach der Auslesefunktion der niedrigen Temperatur. Ist sie für die Zusammensetzung der Algengesellschaft im Lac de Port-Bielh nicht entscheidender als pH-Wert und/oder Kalkgehalt? Backhaus bestätigt die selektive Rolle der Temperatur, möchte aber offenlassen, welchen Stellenwert die einzelnen Faktoren bei der Auslesefunktion einnehmen. Zehnder: Kommt *Hammatoidea normanni*, die zum Beispiel auf der Gotthardpasshöhe den Rand von über Granitflächen fliessenden Schmelzwasserrinnalen säumt, vor? Backhaus: Ja, aber

spärlich und in untypischer Ausbildung. Komárek wirft das Problem der geographischen Verbreitung von Blaualgen in die Diskussion: In den Hochpyrenäen kommt offenbar *Nostoc zetterstedtii* vor, die nach Mollenhauer sonst auf Norddeutschland und Skandinavien beschränkt ist. In der Tschechoslowakei wird sie nicht gefunden, auch *N. parmelioides* nicht, obwohl es nicht an möglichen Standorten fehlt. Ist also das Auftreten mancher Arten nicht nur ökologisch, sondern auch geographisch bedingt? Wo liegen die Gründe dafür? Golubić bestätigt die Existenz von Arten, deren Verbreitung geographisch limitiert ist. Die Blaualgen stehen im falschen Ruf, generell Kosmopoliten zu sein. Aber wir wissen auf diesem Teilgebiet der Cyanophytenkunde noch sehr wenig, und es wäre verfrüht, eine Pflanzengeographie der Blaualgen zusammenzustellen: Die darin angeführte geographische Verbreitung von Blaualgen wäre wohl einfach eine Funktion der Verbreitung der Blaualgenforscher.

## 2.7 Taxonomie der Planktonarten

Fott, B.: *Taxonomy of Planktonic Spirulinas in Saline Tropical Lakes.*

Planktonic *Spirulina* species from saline lakes in the tropics do not belong to *Spirulina platensis* (Nords.) Geitl., as is usually reported from Africa. This species, which is nothing other than a variety of *Spirulina jenniferi* (Stiz.) Geitl., is benthic and freshwater. Its variety *platensis* differs only slightly from var. *jenniferi*, by greater dimensions of the spirals. Gomont (1892) elevated var. *platensis* to an independent species without having substantiated the transfer. He judged that larger dimensions of the spirals would justify the existence of an independent species. He did not take into consideration that the breadth of the spirals is subject to great variation. The colour of *S. jenniferi* as well as of its var. *platensis* is bright green and the alga occurs in the benthos: on the mud of ponds, on decaying leaves in ditches, etc. (My own observations, and Hansgirg 1892, p.121.) The alga has never been found in the plankton and no gas vacuoles have been encountered. *S. platensis* was well depicted by Gomont (1892, perhaps according to the type material) and by Hansgirg (1892, l.c. fig.35, according to the material from Bohemia). The African *Spirulina* species, nevertheless called by many authors *S. platensis*, exhibit quite a different appearance and ecology. They are planktonic, forming water-blooms and displaying gas vacuoles. Inasmuch as nobody has investigated the African *Spirulinas* in the living state, gas vacuoles are not mentioned in papers dealing with this alga but they do exist. Also, there is a morphological feature that clearly separates the African *Spirulina* from *S. platensis* from La Plata and Bohemia. The breadth of the spirals in the African *Spirulina* diminishes gradually towards both ends of the trichome. The diminishing spirals can disappear in old, adult populations. In fast-growing trichomes, whilst the cells are dividing, the spirals are pressed tightly together so that they touch one another to form an ellipsoid body, a feature that never has been encountered in any *Spirulina* species. If we use the type method for identification of algae, the African material best fits *Arthrospira maxima* Setchel and Gardner, described from salt water in Oakland, California. The valid name for this species is, according to the Code, *Spirulina geitleri* de Toni. It occurs commonly in warm saline inland lakes in Africa (references in Fott and Karim 1973) and perhaps in Asia.

There is no significant difference between *S. geitleri* and *S. fusiformis* described by Voronikhin (1934) from lakes in the Kulundinskaya steppes in the eastern part of the USSR. (Autorreferat)

#### LITERATURVERZEICHNIS

Fott, B., und Karim, A.G.A.: *Spirulina* plankton community in a lake in Jebel Marra, Sudan. Arch. Protistenk. 115, 408-418 (1973).

Hansgirg, A.: Prodrömus der Algenflora von Böhmen. 2. Teil, 259 S. Prag 1892.

Voronikhin, N.N.: K biologii mineralizovannykh vodoemov Kulundinskoj stepi. Trudy Sov. Izuchen. Prirod. Resursov, Ser. Sibir. 8, 177-183 (1934).

*Diskussion.* Golubić ist nicht einverstanden mit Bourrelly [9]\*, der *Spirulina* mit *Oscillatoria* vereinigt. Es ist praktischer, sie getrennt zu lassen. Auch *Arthrospira* und *Spirulina* sollten in zwei Gattungen getrennt bleiben. Komárek hat die Frage mit Bourrelly diskutiert, der die Vereinigung aus formal-logischen Gründen vorgenommen habe: Die Gattung *Lyngbya* lässt sich in eine Artengruppe mit schraubig gewundenen und in eine mit mehr oder weniger geraden Fäden gliedern. Man sollte *Oscillatoria* gleich behandeln. Damit dränge sich die Vereinigung mit *Spirulina* auf: *Spirulina* repräsentiere dann in Analogie zur Situation bei *Lyngbya* die Artengruppe mit schraubigen Trichomen. Jeeji-Bai erwähnt, dass *Spirulina* in Agarkulturen oft gerade werde. Fott würdigt durchaus die Arbeit mit Kulturmaterial, warnt aber vor unkritischer Verwendung: Mittels Kulturen kann man aus einem Stamm sogar mehrere «Gattungen» machen.

Jeeji-Bai, N., Hegewald, E., and Soeder, C.J.: *Taxonomic Analysis of the Genus Anabaenopsis* [14]\*.

Based on a study of plankton samples from certain bicarbonate-rich lakes in Hungary and from the lake El Gato from Peru, on observations made in laboratory culture with an isolate from Plön and a comparison of the available data in literature, an attempt has been made to revise the genus *Anabaenopsis*. *A. nadsonii*, *A. intermedia*, *A. peruviana*, *A. kelifii*, *A. hungarica*, *A. woltereckii* and *A. circularis* var. *indica* have all been included in the type species *A. elenkinii*. *A. milleri*, *A. teodorescui* and *Anabaena knipowitschii* have been included in *Anabaenopsis arnoldii* and *A. arnoldii* var. *indica* in *A. magna*. *A. circularis* sensu Taylor and *A. luzonensis* may also represent larger forms of *A. elenkinii*. *A. cunningtonii* and *A. tanganyikae* have been shown to be good species. It is suggested that *A. raciborskii* may represent a 'Sammelart' with straight filaments forming the type and curved filaments representing *A. philippinensis*. The creation of a new genus *Cylindrospermopsis* has been shown to be unjustified. (Autorreferat)

Aus zeitlichen Gründen musste auf die Diskussion verzichtet werden.

Compère, P.: *Distribution des Algues Bleues (Cyanophycées) dans le Plancton du Lac Tchad (Afrique Centrale)*.

Une certaine de récoltes qualitatives de plancton provenant de divers points du lac Tchad et de son affluent principal, le Chari, ont été étudiées au point de vue de la présence et de l'abondance des Cyanophycées. Malgré une variabilité assez impor-

tante des conditions du milieu, notamment en ce qui concerne la salinité, la conductibilité, le pH, la turbidité, la florule cyanophycéenne du lac Tchad paraît assez homogène, les espèces les plus fréquentes et les plus abondantes étant généralement les mêmes dans toutes les parties du lac; les seules exceptions notables sont d'une part *Anabaenopsis tanganyikae* et *Spirulina laxissima*, abondants dans la partie N du lac et pratiquement absents des autres régions et, d'autre part, *Anabaena spiroides*, abondant dans la partie S, présent dans le Chari et la partie SE du lac, mais totalement absent de la partie N. Des tableaux synthétisent la répartition des Cyanophycées dans le Chari et les différentes parties du lac Tchad; des cartes montrent la distribution de quelques espèces caractéristiques. (Autorreferat)

*Diskussion.* Kann erkundigt sich nach *Oscillatoria princeps*. Kommt sie eher in reinen oder verschmutzten Teilen des Sees vor? Compère: Der Tschadsee weist wenige Partien mit wirklich reinem Wasser auf. Ich habe den Eindruck, *O. princeps* sei ein Indikator für verunreinigtes Wasser.

Golubić, S.: *Speciation in Trichodesmium: Occupation of an Oceanic Pelagic Niche.*

Primary production in the oceans is usually nitrogen-limited and the ability to fix atmospheric nitrogen should be advantageous under such conditions. In nitrogen-limited freshwater environments this niche is occupied by bloom-forming heterocystous cyanophytes which have not been observed in the open ocean. Plankton of tropical oceans is dominated by a small number of taxa of the unique oscillatorian genus *Trichodesmium*.

*Trichodesmium* has been described by Ehrenberg (1830) but subsequently repeatedly included in the genus *Oscillatoria* (Geitler 1932, but not 1942; Sournia 1968). Although superficially similar, *Trichodesmium* differs from *Oscillatoria* by the following features: colony formation associated with gel production; cell differentiation along the trichome; ultrastructural properties (cylindrical bodies, van Baalen and Brown 1969); phycobilin pigment synthesis (Fujita and Shimura 1974); and fatty acid composition (Umezaki 1974). Adding its unique ecological role within the oceanic pelagic environment, *Trichodesmium* should not be deprived of its valid generic identity as originally described by Ehrenberg (1830) (see table).

Within the North Atlantic species a consistency in colony formation is correlated with size distribution of the trichomes. Cell dimensions show a narrower variability within a colony than between colonies. This suggests a clonal nature of colony formation, rather than a formation by assembling of free heterogenous trichomes. Two types of colonies are regularly observed: radiating, starlet-shaped colonies and parallel, bundle-shaped colonies. Trichomes of the starlet-shaped colonies have a tendency of slight waviness, while those of the bundle-shaped colonies are straight. Trichomes of the starlet-shaped colonies are smaller and range from 6 to 9  $\mu\text{m}$ , while those in bundle-shaped colonies are larger and range from 11 to 17  $\mu\text{m}$ .

The coexisting natural populations (colonies) form a series with distinct mean size values but with overlapping variants that bridge the two forms characterized by colony formation. In the older literature, only Wille in Schütt (1893) observed the constancy in colony formation as a unique trait, and described two separate genera *Heliostrichum* and *Xynthotrichum*, respectively. The later literature neglected this distinction entirely.

The present state of the genus *Trichodesmium*.

Genus	<i>Trichodesmium</i> Ehrenberg (1830) ex Gomont 1892
Type species	<i>T. erythraeum</i>
Synonyma	<i>Xanthotrichum</i> , Wille in Schütt, 1892 <i>Heliotrichum</i> , Wille in Schütt, 1892 <i>Skujaella</i> , De Toni, 1939
Species	<i>T. erythraeum</i> Ehrenberg (1830) ex Gomont 1892 (basionym, type)
Synonyma	<i>Oscillatoria erythraea</i> (Ehrenberg) Geitler 1932 <i>Trichodesmium ehrenbergii</i> Montagne 1844 <i>T. hidsii</i> Montagne 1844 <i>Skujaella erythraea</i> (Ehr.) De Toni 1938
	<i>T. radians</i> (Wille) Golubić, comb. n.
Synonyma	<i>Heliotrichum radians</i> Wille in Schütt 1892 (basionym) <i>Trichodesmium tenue</i> Wille 1904
	<i>T. thiebautii</i> Gomont 1892 (basionym)
Synonyma	<i>Oscillatoria thiebautii</i> (Gom.) Geitler 1932 <i>Skujaella thiebautii</i> (Gom.) De Toni 1939
	<i>T. hildebrandtii</i> Gomont 1892 (basionym)
Synonyma	<i>Trichodesmium Ehrenbergii</i> f. <i>indicum</i> Hauck 1888 <i>T. indicum</i> (Hauck) Lemmermann 1899 <i>Oscillatoria hildebrandtii</i> (Gom.) Geitler 1932 <i>Skujaella hildebrandtii</i> (Gom.) De Toni 1939
	<i>T. contortum</i> (Wille) Wille in Brandt 1904
Synonyma	<i>Xanthotrichum contortum</i> , Wille in Schütt 1892 (basionym) <i>Katagnymene spiralis</i> Lemmermann 1899 <i>Skujaella contorta</i> (Wille) De Toni 1939

According to our observation of Atlantic taxa of *Trichodesmium*, Wille's distinction is justified, but at the species level. A similar view has been expressed by Marumo for Pacific taxa (1972, in Japanese, cited from Umezaki, 1974). (Autorreferat)

## LITERATURVERZEICHNIS

- Baalen van, C., und Brown, R. M., Jr.: The Ultrastructure of the Marine Blue-Green Alga, *Trichodesmium erythraeum*, with Special Reference to the Cell Wall, Gas Vacuoles, and Cylindrical Bodies. Arch. Mikrobiol. 69, 79-91 (1969).
- Brandt, K.: Nordisches Plankton, 2. Lief., Abt. 20, 18, 14 (1904).
- De Toni, J.: Diagnoses algarum novarum post sylloges editionem descriptorum. I. Myxophyceae, 1-7, Nr. 1-700, Bibl. und Index (1938).
- De Toni, J.: Noterelle di nomenclatura algologica, IX. Quarto elenco di Missoficee omonime. Archo bot. Sist. Fito.-geogr. Genet, 15, 3-4, 288-292 (1939).
- Ehrenberg, D. C. G.: Neue Beobachtungen über blutartige Erscheinungen in Ägypten, Arabien und Sibirien. In: Poggendorf: Ann. Phys. Chem. 18, 477-515 (1830).
- Fujita, Y., und Shimura, S.: Phycoerythrin of the marine blue-green alga *Trichodesmium thiebautii*. Plant Cell Physiol. 15, 939-942 (1974).
- Geitler, L.: Cyanophyceae von Europa unter Berücksichtigung der anderen Kontinente. In: Rabenhorst's Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz, Bd. 14, 1196 S. Leipzig 1932.
- Geitler, L.: Schizophyta, Klasse Schizophyceae. In: Engler: Die natürlichen Pflanzenfamilien, Bd. 1b, 232 S. Berlin 1942.
- Gomont, M.: Monographie des Oscillariées. Ann. Sci. nat., Bot., (Serie 7) 15, 263-368; 16, 91-264 (1892). Reprinted by J. Cramer, Weinheim 1962.
- Hauck, F.: Über einige von J. M. Hildebrandt im Rothen Meere und Indischen Ocean gesammelte Algen. Hedwigia 27/3-4, 86-93 (1888).

Lemmermann, E.: Planktonalgen. In: Ergebnisse einer Reise nach dem Pacific (H. Schauinsland, 1896/1897). Abh. natw. Ver. Bremen 16/2, 313-398, Taf. 1-3 (1899).

Montagne, C.: Mémoire sur le phénomène de la coloration des eaux de la mer Rouge. Ann. Sci. nat., Bot. (Serie 3) 2, 332-362, Taf. 10 (1844).

Schütt, F.: Das Pflanzenleben der Hochsee. Ergen. Plankton-Exped. Humboldt-Stiftung 1A, 243-314 (1892).

Sournia, A.: La Cyanophycée *Oscillatoria* (= *Trichodesmium*) dans le plancton marin. Nova Hedwigia 15, 1-12 (1968).

Umezaki, I.: On the Taxonomy of the Genus *Trichodesmium*. Bull. Plankton Soc. Japan 20, 93-100 (1974).

Wille, N.: Die Schizophyceen der Plankton-Expedition. Ergeb. Plankton-Exped. Humboldt-Stiftung 4, 1-88 (1904).

**Diskussion.** Sie dreht sich besonders um die Frage nach den morphologischen Unterschieden zwischen *Trichodesmium* und *Oscillatoria*. Von manchen Taxonomen wurde und wird *Trichodesmium* ja in die Gattung *Oscillatoria*, und zwar in die Nähe von *O. agardhii*, gestellt. Golubić wendet sich entschieden gegen dieses Vorgehen: Es ist sinnlos, die grosse Gattung *Oscillatoria* mit Formen zu belasten, die durch ihre Koloniebildung und ihr pelagisches Vorkommen sich eindeutig von *Oscillatoria* abheben.

### 3. Diskussionen am runden Tisch

#### 3.1 Über die Bezeichnung Cyanobakterien für die Blaualgen

**Einführung** (Komárek). Von der Bakteriologie geprägte Mikrobiologen neigen dazu, die Blaualgen als besondere Bakterien zu betrachten: Sie drücken das nomenklatorisch mit der Bezeichnung Cyanobakterien für die Cyanophyten aus. Als Gründe für die Angliederung der Blaualgen an die Bakterien werden angeführt:

- a) Die Blaualgen sind wie die Bakterien Prokaryonten, ein morphologisch abgegrenzter Zellkern fehlt.
- b) Ähnlich wie bei Bakterien fehlen Organelle, die bei Eukaryonten vorhanden sind.
- c) Die Thylakoide der Blaualgen sind jenen der Purpurbakterien sehr ähnlich.
- d) Der Bau der Zellwände (aus zwei bis vier Schichten, total 25-250 µm dick) erinnert an jenen der gramnegativen Bakterien [15]\*.
- e) Die chemische Zusammensetzung der Zellwände ist ähnlich jener der Bakterienmembranen.

Gegen die Angliederung an die Bakterien und damit gegen die Bezeichnung Cyanobakterien sprechen besonders folgende Gründe:

- a) Photopigment der Blaualgen ist immer Chlorophyll a.
- b) Bei photoautotrophen Bakterien ist die Photosynthese immer anoxygen, bei Blaualgen und allen anderen Pflanzen immer oxygen.

**Diskussion.** Friedmann gibt vorerst zu bedenken, dass der Begriff Algen nicht eine taxonomische, sondern eine biologische Bezeichnung ist: Als biologische Gruppe sind die Cyanophyten Algen so gut wie die Chlorophyten, Rhodophyten usw. Experimentell-methodisch benötigen wir beim Umgang mit ihnen dagegen fast durchweg bakteriologische Methoden: Methodisch sind sie eine Gruppe von Bakterien. Hickel verweist auf die Ökologie: Die Rollen der echten Blaualgen und

der echten Bakterien in einem Ökosystem sind ganz verschieden: Blaualgen sind Produzenten, Bakterien Reduzenten. Fott: Betrachtet man die Blaualgen als Bakterien und überlässt sie damit auf lange Sicht den Bakteriologen, so ergeben sich schwerwiegende Folgen: Die Entwicklung der Methoden bringt mit sich, dass die Bakteriologen nur für in Kultur vorliegende Formen Interesse zeigen. Was passiert dann mit den Blaualgen, die bisher nur in der Natur, für die Bakteriologen also überhaupt nicht, existieren und die sich mit routinemässigen bakteriologischen Methoden nicht ohne weiteres in Griff nehmen lassen? Wer studiert sie in Zukunft? Compère erwähnt als Analogon zum vorliegenden Problemkreis *Euglena*, die sowohl in Lehrbüchern der Botanik als auch der Zoologie behandelt wird. Doch handelt es sich nur scheinbar um einen Parallellfall, worauf auch Komárek verweist: Botaniker und Zoologen verwenden die gleiche Nomenklatur. Beide wissen, dass sie das gleiche Lebewesen, wenn auch aus verschiedener Sicht, betrachten. Dagegen verwenden Algologen und Bakteriologen für ihre Cyanophyten bzw. Cyanobakterien verschiedene Bezeichnungen und wissen wegen der methodisch verschiedenen Ansätze oft nicht, ob sie in einem konkreten Fall das gleiche Taxon studieren, da die üblichen bakteriologischen Kulturmethoden das Aussehen mancher Blaualgen stark verändern. So können, überspitzt formuliert, im Extremfall für die gleiche Organismengruppe nicht nur zwei verschiedene Nomenklatorsysteme, sondern zwei verschiedene Wissenschaftszweige aufgebaut werden, ohne dass der eine vom anderen Notiz nimmt. Thomas fragt sich schliesslich, ob man konsequenterweise dann nicht auch die Diatomeen, die doch auch eine Sondergruppe bilden, aus dem biologischen Kreis der Algen herauslösen müsste. Und wie wären jene Grünalgen zu behandeln, die wie manche Flechtengonidien in Kultur heterotroph im Dunkeln leben können, ohne das Chlorophyll zu verlieren? Sind das deswegen schon Bakterien?

Es wurde allgemein bedauert, dass Stanier nicht am Symposium und damit an der Diskussion teilnehmen konnte, zumal er, wie Castenholz erwähnt, wesentliche Beiträge bieten könnte, und zumal er bereits über Blaualgen unter Verwendung der Bakteriennomenklatur zu publizieren begonnen hat.

Eine eigentliche Resolution wurde nicht gefasst. Doch betrachteten alle Teilnehmer den Aufbau einer zweiten Nomenklatur als verhängnisvoll und waren einhellig der Meinung, es sollte auch in Zukunft an einer einzigen Nomenklatur festgehalten werden.

### 3.2 Zur Problematik der Abgrenzung von Blaualgentaxa

*Einführung* (Whitton). Wie bei anderen Organismengruppen gibt es bei Blaualgen Merkmale, die klar und eindeutig fassbar sind, und die damit eine Abgrenzung taxonomischer Einheiten ohne prinzipielle Schwierigkeiten ermöglichen. Solche Merkmale sind beispielsweise das Vorhandensein oder Fehlen von Heterocysten, Bildung oder Fehlen von echten Verzweigungen bei Hormogonalen, Teilung der Zellen in einer, zwei oder drei Richtungen des Raumes bei Chroococcales. Andere Merkmale sind viel schwerer fassbar. So ist die Ausbildung von Scheiden bei Hormogonalen eine graduelle Angelegenheit. Hier liegen die grossen Schwierigkeiten der Cyanophyten taxonomie. Bei der Beschreibung neuer Taxa, die sich gewis-

sermassen nur graduell von bereits bekannten Formen unterscheiden, ist daher grosse Zurückhaltung am Platze.

*Diskussion.* Die grundlegende Frage bei der Abgrenzung der Taxa ist nach Golubić die nach der genetischen Identität. Wir haben bisher keine Anhaltspunkte, dass unter Cyanophyten genetische Information ausgetauscht wird. Daraus ergeben sich Schwierigkeiten: Eine «Art» lässt sich in viele Klone auftrennen, von denen unter Umständen jeder seine eigene ökologisch gesteuerte Variabilität besitzt. Komárek geht in der Praxis aus von in der Natur vorliegendem Material (nicht von Kulturen). Zwei ähnliche Naturformen, die wir statistisch unterscheiden können, sind als zwei verschiedene Taxa zu bezeichnen. Das Ausgehen von im Laboratorium kultivierten Klonen führt ins Uferlose, nicht nur bei Blaualgen: Unter hundert *Chlorococcum*-Klonen in Kultur finden sich kaum zwei völlig identische. Jeden Klon als besonderes Taxon mit einem Namen zu belegen, wird völlig sinnlos, zumal sich diese Klone in der Natur nicht unterscheiden lassen. Castenholz berichtet über seine reichen Erfahrungen mit gegen 50 Stämmen von *Mastigocladus laminosus*. Sie zeigen kleine Differenzen, doch lassen sich alle praktisch sofort als *Mastigocladus laminosus* im klassischen Sinne identifizieren. Schiemann sieht Schwierigkeiten, wenn in der Natur, wie zu erwarten, an einem Standort nicht alle Stämme einer Art vorkommen. So können an zwei verschiedenen Stellen zwei etwas verschiedene Populationen auftreten, ohne dass sich zwei Taxa rechtfertigen liessen. Golubić möchte den Ausdruck «Art», «Species» in Anlehnung an *Anagnostidis* ersetzen durch «Formenschwarm» («Cluster»). Man muss sich vor Augen halten, dass bei den Cyanophyten jede sogenannte Art eine Sammelart darstellt. Für die Praxis brauchen wir zur Verständigung Bezeichnungen für die einzelnen Formen. Sie liegen in den klassischen Artnamen vor. Auch für Thomas und Fott sind eindeutige Bezeichnungen das wichtigste. Ob zwei Taxa auf Art- oder Gattungsniveau unterschieden werden, ist eine Frage der Erfahrung und zum Teil des persönlichen Geschmacks.

### 3.3 Die Bedeutung physiologischer Merkmale in der Blaualgentaxonomie

*Einführung* (Castenholz). The basis of taxonomy, of course, should be the genetic relatedness of organisms as determined by as critical an analysis of the genetic apparatus as possible. Progress has been made in this area with prokaryotes, guanine-cytosine percentages, DNA-DNA hybridization results, and the identification of partial sequences of nucleotides of the 16 s r-RNA subunit. All other criteria of taxonomy attempting to reflect natural relationships must ultimately bow to the actual nature of the genetic materials and the degree of similarity.

However, it will be necessary for some long time yet to use the practical methods of examining morphological, ultrastructural, chemical and physiological features of blue-green algae. These can only reflect the potential given the organism by the genetic information and is then expressed as a result of various environmental stimuli or elicited only at certain times in morphogenetic cycles.

So, at present, the blue-green algae have many morphological characters which are used with varied success, the useful ultrastructural characters are growing in number as are the chemical aspects of specific cell structures and of functions, but the physiological features have not yet been very much used except at higher levels of

classification. This is to be expected, since blue-green algae do not show as many or as obvious differences in physiology as do chemoheterotrophic bacteria which have evolved following the diversity of substrates elaborated by the entire spectrum of «modern» organic evolution. Blue-green algae are basically all photoautotrophs with  $\text{CO}_2$  as carbon source and  $\text{H}_2\text{O}$  as ultimate reductant. However, a more immediate reason for the delay in using physiological criteria is the fact that few of the blue-green algae are cultured even under a single condition and even fewer under the variety of culture conditions that would be necessary to bring out physiological diversity.

So, now we must discuss what physiological characteristics might be valid, reliable, and practical ones to use in conjunction with other characters – and at what taxonomic level they may be most useful. Are any really good alone for distinguishing a blue-green algal 'species'? A dilemma may possibly arise with the use of different types of characters. Two blue-green algal populations may be distinguishable morphologically but appear identical physiologically. Under present conventions they are likely to be regarded as separate species. However, two populations may be distinct physiologically and appear morphologically alike. Should these be also regarded as separate species (since physiology certainly reflects the genome as well as morphology) or should they be called 'physiological' strains or races in order not to upset an established and complex system of classification? Perhaps this discussion should not begin with considerations of this sort or of the species concept in blue-green algae, but rather with a consideration of a starting list of possible physiological characters. R. Y. Stanier, in his 1971 treatment of unicellular blue-green algae, used several chemical characters but only a few physiological features, such as:  $\text{N}_2$ -fixation, motility, maximum temperature for growth, and light intensity sensitivity. I have included these and other possible measureable features in the following list:

*Possible physiological characters*

1. Upper temperature limit for growth.
2.  $\text{N}_2$ -fixation (in addition to the ability to produce heterocysts).
3. Sensitivity to high light intensity (probably dependent on various pigment quantities).
4. Resistance to short-wave radiation (after A. Zehnder).
5. Motility (continuous or periodic, i.e., hormogonial cycle; also phototactic ability).
6. Tolerance to low pH.
7. Salt tolerance or optimum.
8. Tolerance of freezing and drying (survival, death, or death with lysis).
9. Heterotrophic capabilities:
  - a) chemoheterotrophy (in dark),
  - b) photoheterotrophy (in light with organic substrate plus DCMU),
  - c) simple tolerance of various organics (carbohydrates).
10. Growth in liquid and on solid substrate?
11. Specific carotenoids, lipids, etc. and other chemical constituents.
12. Phycoerythrin: phycocyanin: allophycocyanin quantities and ratios (highly variable and common mutational loss of ability to synthesize phycoerythrin).

(Autorreferat)

*Diskussion.* Kohl fasst das Ziel praktischer Bestimmungsarbeit zusammen: Mit einem Minimum an Aufwand möchten wir ein Maximum an Sicherheit bei der Identifizierung eines Taxons erreichen. Von da her betrachtet Fott in Übereinstimmung mit allen Teilnehmern die morphologischen Merkmale weiterhin als die grundlegende Kategoriengruppe. Sie sind die Basis, auf der auch in Zukunft die Taxonomie aufzubauen ist. Physiologische Unterschiede sollen vorerst die intraspezifische Aufstellung von Varietäten begründen. Die Feststellung physiologischer Unterschiede sollte dann freilich einer exakteren morphologischen Analyse rufen. Denn effektiv finden sich zwischen vorerst nur physiologisch verschieden scheinenden Stämmen oft auch kleine, bisher übersehene morphologische Differenzen. Golubić erwähnt die oft beobachtete Überlappung morphologischer und/oder physiologischer Daten benachbarter Formen: In diesen Fällen hilft oft die Kombination und Korrelation kleiner Unterschiede weiter. Korrelieren zwei überlappende Eigenschaften gut, so besteht grosse Wahrscheinlichkeit für das Vorliegen zweier Taxa. Korrelieren drei oder mehr solche Merkmale, so liegen mit praktisch hundertprozentiger Sicherheit verschiedene Taxa vor. Hier ist der Einbezug physiologischer Daten sehr wertvoll, verleihen sie doch den Resultaten unserer Bestimmungsarbeit grössere Sicherheit. Thomas und Golubić verweisen auf eine entscheidende Schwierigkeit: Die Prüfung der in Castenholz' Liste genannten Merkmale erfordert Artreinkulturen, in manchen Fällen gar axenische Kulturen. Da noch für geraume Zeit ohnehin nur wenige Formen in axenischer Kultur vorliegen werden, wird schon aus diesem Grund die Morphologie Basis der Taxonomie bleiben müssen. Whitton und Schiemann werfen die Frage auf, in welchem physiologischen Zustand Kulturen in den Dienst der Taxonomie zu stellen seien. Eignet sich die exponentielle, die lineare oder die stationäre Phase am besten? Lässt sich die Frage überhaupt allgemein beantworten? Zehnder gibt zu bedenken, dass uns Blaualgen in der Natur, wenn man von sich eben entfaltenden Wasserblüten absieht, wohl fast nie in exponentieller Wachstumsphase begegnen.

Golubić warnt vor zu weitgehender Angleichung der Betrachtungsweise an jene der Bakteriologie. Wir haben es ja nicht mit den morphologisch wenig differenzierten Bakterien zu tun sondern mit Organismen, die sich im Laufe ihrer Entwicklung mehr oder weniger reich differenzieren. Wenn wir Kulturen in ihrer exponentiellen Wachstumsphase taxonomisch auswerten, so tun wir, überspitzt ausgedrückt, das gleiche, wie wenn wir Affen von Karotten aufgrund ihrer Gewebekulturen unterscheiden wollten. Cyanophytenkulturen, die der Taxonomie dienen sollen, müssen zudem nach dem «Zehnder-Prinzip» ([6]\*, S. 132-135) angelegt werden, das heisst: a) Wir müssen wissen, was wir kultivieren, müssen also die geographische und ökologische Herkunft und das Aussehen des Materials in der Natur kennen. Als Beleg fixieren wir eine Probe des Naturmaterials und bewahren sie für spätere Vergleiche auf. b) Wir müssen die Kulturbedingungen suchen, unter denen das Material sich morphologisch gleich entwickelt wie in der Natur. – Cyanophytenantonomie beim heutigen Stand der Kenntnisse auf blosse Anreicherungskulturen zu basieren, ist Unsinn.

Kann fragt nach dem Stellenwert der Ökologie im vorliegenden Problemkreis. Komárek: Gerade hier zeigt sich der enge Zusammenhang zwischen Physiologie und Ökologie, denn die von Castenholz aufgeführten physiologischen Eigenheiten

wirken sich in der Natur praktisch immer ökologisch aus. Eine Cyanophyce, deren physiologisches Wachstumsoptimum bei 50 °C liegt, wird in entsprechenden ökologischen Nischen konkurrenzfähig sein, sie wird also Thermen besiedeln usw. Golubić wirft die Frage nach den Unterschieden zwischen Süßwasser- und marinen Formen auf. Dass es unter den Blaualgen Meerwasser- und Süßwasserarten gibt, unterliegt keinem Zweifel. Aber unterscheiden sie sich nur physiologisch-ökologisch oder auch morphologisch? Die Literatur führt nur wenige marine Arten an. Das ist vermutlich ein Ausdruck des geringen Studiums von Cyanophyten im Meer. So gibt es kaum eine zuverlässige Beschreibung eines marinen *Scytonema*. Untersucht man aber marine Algenmatten, begegnen einem Massen von Scytonemen (vgl. S. 128). Friedmann erwähnt eine Wüstenform aus dem Kreis um *Chroococcus turgidus*, die in Kultur nur im Meerwasser-Medium wachse. Er regt an, bei der Suche nach morphologischen Besonderheiten mariner Formen die Struktur der Zellwand speziell zu beachten. Auch manche Wüstenformen besitzen eine ungewohnte optische Struktur der Zellwand. Abschliessend werden Möglichkeiten, biochemische Besonderheiten der Taxonomie nutzbar zu machen, diskutiert. Auch hier schränkt die Notwendigkeit zu kultivieren, den praktischen Einsatz ein. So betont Schiemann, biochemische Untersuchungen an in der Natur gesammeltem Material seien nur in vereinzelt Fällen möglich. Castenholz findet, das Vorhandensein oder Fehlen von Phycoerythrin sollte sorgfältig beachtet werden.

#### 4. Exkursionen

##### 4.1 Halbtagesexkursion zu den Lednicer Teichen und in die Pálavaberge (Südmähren)

Die Exkursion vermittelte vorerst einen guten Überblick über die vor Jahrhunderten künstlich angelegten bewirtschafteten Teiche. Heute stehen sie unter Naturschutz und sind besonders ornithologisch interessant. Sie sind auch oft Schauplatz von Blaualgenwasserblüten. Die Pálavaberge, ein aus Jurakalk aufgebaute Bergzug Südmährens, zeigte den floristisch interessierten Teilnehmern ihre bemerkenswerte Trockenvegetation (zum Beispiel *Stipa pennata*, *Allium flavum*, *Medicago falcata*, *Bertoa incana*, *Falcaria sioides*, *Carlina vulgaris* usw.). Eindrucksvoll war der Blick über die weiträumige mährische Landschaft.

##### 4.2 Dreitägige Exkursion in die Westkarpaten

Die von Dr. Oldřich Lhotský und seinen Mitarbeitern vorzüglich vorbereitete und geleitete Exkursion im Autocar vermittelte reiche Einblicke in Landschaften, Vegetation und Kulturstätten der Karpaten. Sie führte zu hauptsächlich drei Gruppen von Blaualgenstandorten:

- normale Quellen,
- kalte Mineralquellen,
- Thermalquellen.

Als sehr wertvoll empfanden die Teilnehmer aber auch die vielen Gelegenheiten, die persönlichen Kontakte unter sich zu pflegen und zu vertiefen.

### Reiseroute

1. Tag: Lednice, Piešťany (Schwefelthermen, 65 °C), Trenčín, Rojkov (Mineralquellen mit viel Kohlendioxid), Lúčky (Travertinkaskade), Bešeňová (Travertinkuppen mit halophiler Vegetation, Mineralquellen), Liptovský Mikuláš.

2. Tag: Demänová (Moränensee, Karstquellen, nasse Felsstandorte), Podbansko (mineralarme Quelle im Granit der Hohen Tatra), Štrbské Pleso (Touristenzentrum), Levoča (St.-Jakobs-Kirche mit grösstem gotischem Flügelaltar Europas), Sivá Brada (Mineralquellen aus Travertinkuppen. Halophile Begleitflora: *Glaux maritima*, *Plantago maritima* u. a.), Stratená (slowakisches Paradies).

3. Tag: Cañon des Flüsschens Hnilec (feuchte und überrieselte Felsen, Wasserfall), Muráň (grosse Karstquelle), Sliač (Thermalkurort), Sklenne Teplice (Schwefeltherme, 52 °C, Warmwasser-Travertinkaskade), Bratislava.

## 5. Schlußsitzung

### 5.1 Rückblick

An der wissenschaftlichen Schlußsitzung fasste Golubić die wesentlichen Ergebnisse des 7. Symposiums der IAC zusammen. Mikroskopisch eingehend studiert wurden der Komplex *Rivularia-Dichothrix-Calothrix*, Natur- und Kulturmaterial von *Chamaesiphon*, planktische Formen aus tropischen Seen. Referate vermittelten neue Erkenntnisse bei *Anabaena*, *Anabaenopsis*, *Borzia*, *Nostoc*, *Oscillatoria*, *Rivularia*, *Trichodesmium*. Weitere Vorträge machten mit verschiedenen, vor allem extremen Blaualgenstandorten bekannt: Thermalquellen, Sulphureten, der Gezeitenzone im Meer, Wüsten und der Antarktis.

Referate und Diskussionen über methodische Fragen ergaben:

a) Kulturen sind zur Lösung mancher spezieller Probleme der Blaualgentaxonomie unumgänglich. Doch kann und soll ihre allgemeine Anwendung bei der Bearbeitung taxonomischer Fragen schon aus praktisch-technischen Gründen nicht gefordert werden. Kulturmaterial, das der Taxonomie wirkliche Dienste leisten soll, muss herkunftsmässig genau definiert und auf bestimmtes Naturmaterial zurückführbar sein (Zehnder-Prinzip, vgl. Seite 147). Für Kulturmaterial soll keine Sondernomenklatur eingeführt werden. Lässt sich eine Form nicht eindeutig bestimmen, soll sie mit einer Nummer versehen werden, da eine binäre Bezeichnung sichere Identifizierung vortäuschen könnte.

b) Die Suche nach weiteren Charakterisierungsmöglichkeiten muss angesichts der wenigen morphologisch eindeutig fassbaren Merkmale vieler Blaualgen weitergehen. Da die Cyanophytenantaxonomie mit Populationen, nicht mit Individuen arbeitet, ist die Anwendung statistischer Methoden unumgänglich. Elektronenmikroskop und Rasterelektronenmikroskop sollen nach Möglichkeit eingesetzt werden. Sie können bisher unbekannte Strukturen und Unterscheidungsmerkmale zeigen. Eine zentrale Ikonothek der Blaualgen, basierend auf standardisiertem Abbildungsverfahren ist wünschbar. Friedmann wird dieses Problem weiter verfolgen. Sinnvoller Computereinsatz könnte mühsames Zusammensuchen von Daten aus Büchern und verstreuter Literatur überflüssig machen und damit die Bestimmung von Blaualgen erleichtern. Doch darf man keine Wunder erwarten; der Computer kann

uns wesentliche Entscheidungen nicht abnehmen, und die Eingabe der aus der Literatur zusammengesuchten bekannten Daten ist nicht einfach. Whitton wird sich weiterhin mit diesem Fragenkomplex befassen.

## 5.2 Ausblick

Einhellig wünschten die Teilnehmer eine Weiterführung der bereits zur Tradition gewordenen Tagungen. Das 8. Symposium der Internationalen Arbeitsgemeinschaft für Cyanophytenforschung soll, wenn möglich, zwischen Mitte Juli und Mitte August 1979 im Seenforschungslaboratorium der EAWAG/ETH in Kastanienbaum am Vierwaldstättersee veranstaltet werden und ungefähr zehn Tage dauern.

Zehnder fasste die Grundsätze zusammen, welche nach Ansicht der Teilnehmer auch in Zukunft Basis der Veranstaltungen bleiben sollen:

a) Die Taxonomie der Blaualgen ist das Grundanliegen unserer Tagungen. Alles, was ihr dient, ist an unseren Symposien willkommen, also auch ökologische und physiologische Themen, soweit sie Beziehungen zur Taxonomie haben. Dagegen gehören rein physiologische Fragestellungen an andere Veranstaltungen.

b) Methodisch-arbeitstechnisch sollen die gemeinsame mikroskopische Bearbeitung und die Diskussion von kritischen Materialien im Zentrum stehen. Besonders willkommen sind daher Referate, die Einführungen zu solcher Arbeit bieten und/oder taxonomische Fragen zur Diskussion stellen.

c) Sowohl die Arbeitsweise als auch die zur Verfügung stehenden Räumlichkeiten zwingen wie bisher zu einer Beschränkung der Teilnehmerzahl. Die Symposien der IAC, die eher den Charakter von «workshops» haben, funktionieren in ihrer herkömmlichen Eigenart nur, solange die Teilnehmerzahl das bisher übliche Niveau nicht übersteigt.

Im Namen aller Teilnehmer dankte schliesslich Kann den Veranstaltern für die ausgezeichnete Durchführung des 7. Symposiums der Internationalen Arbeitsgemeinschaft für Cyanophytenforschung.

## LITERATURVERZEICHNIS

- 1 1. Symposium über Fragen der Cyanophyceensystematik in Kastanienbaum, 1960. Schweiz. Z. Hydrol. 23, 199-206 (1961).
- 2 2. Symposium über Fragen der Cyanophyceensystematik in Kastanienbaum, 1961. Schweiz. Z. Hydrol. 24, 200-206 (1962).
- 3 3. Symposium über Fragen der Cyanophytensystematik in Kastanienbaum, 1963. Schweiz. Z. Hydrol. 26, 147-164 (1964).
- 4 4. Symposium über Fragen der Cyanophytensystematik in Kastanienbaum, 1966. Schweiz. Z. Hydrol. 29, 161-250 (1967).
- 5 5. Symposium über Fragen der Cyanophytensystematik in Kastanienbaum, 1969. Schweiz. Z. Hydrol. 32, 481-590 (1970).
- 6 6. Symposium über Fragen der Cyanophyten-taxonomie in Kastanienbaum, 3.-16. August 1972. Schweiz. Z. Hydrol. 35, 121-195 (1973).
- 7 Backhaus, D.: Beiträge zur Ökologie der benthischen Algen des Hochgebirges in den Pyrenäen. II. Cyanophyceae und andere Algengruppen. Int. Rev. Ges. Hydrobiol. 61, 471-516 (1976).
- 8 Bicudo, C. E. M., und Senna, P. A. C.: Morphological Variation in *Oscillatoria* (Cyanophyceae) in the Field and its Taxonomical Implications. Arch. Hydrobiol., Suppl. 51, Algolog. Stud. 18, 25-32 (1977).

- 9 Bourrelly, P.: Les Algues d'Eau Douce, Bd.III: Les Algues bleues et rouges, 512 S. Editions N. Boubée, Paris 1970.
- 10 Carr, N.G., und Whitton, B.A. (Hrsg.): The Biology of Blue-Green Algae. Bot. Monogr., Bd.9. Blackwell Sci. Publ., Oxford 1973.
- 11 Fierdingstad, E.: *Anabaena variabilis* status *azollae*. Arch. Hydrobiol., Suppl.49, Algolog. Stud. 17, 377-381 (1976).
- 12 Fogg, G.E., Stewart, W.D., Fay, P., und Walsby, A.E.: The Blue-Green Algae, S.459. Academic Press, London und New York 1973.
- 13 Hindák, F.: Coccal Blue-Green Algae from the Thermal Springs at Piešťany and Sklenne Teplice Spa in Slovakia. Arch. Hydrobiol., Suppl. 52, Algolog. Stud. 20, im Druck (1978).
- 14 Jeeji-Bai, N., Hegewald, E., und Soeder, C.J.: Revision and Taxonomic Analysis of the Genus *Anabaenopsis*. Arch. Hydrobiol., Suppl.51, Algolog. Stud. 18, 3-24 (1977).
- 15 Jost, M.: Die Ultrastruktur von *Oscillatoria rubescens* DC. Arch. Mikrobiol. 50, 211-245 (1965).
- 16 Kann, E.: Die Symposien der Internationalen Arbeitsgemeinschaft für Cyanophytenforschung (IAC) - Ihre Entstehung und Bedeutung. Schweiz. Z. Hydrol. 39, im Druck (1977).
- 17 Meffert, M.E., und Krambeck, H.J.: Planktonic Blue-Green Algae of the *Oscillatoria redekei* Group. Arch. Hydrobiol. 79/2, 149-171 (1977).
- 18 Schiewer, U., und Jonas, L.: Die Wirkung unterschiedlicher NaCl-Konzentrationen auf die Ultrastruktur von Blaualgen I: *Microcystis firma*. Arch. Protistenk., Jena 119, 127-145 (1977).
- 19 Staub, R.: Ernährungsphysiologisch-autökologische Untersuchungen an der planktischen Blaualge *Oscillatoria rubescens* DC. Schweiz. Z. Hydrol. 23/1, 82-198b (1961).
- 20 Zehnder, A., und Egli, B.: Zur Resistenz von Blaualgen gegen kurzwellige Strahlung. Schweiz. Z. Hydrol. 39, 167-177 (1977).
- 21 Zimmermann, U.: Ökologische und physiologische Untersuchungen an der planktischen Blaualge *Oscillatoria rubescens* DC. unter besonderer Berücksichtigung von Licht und Temperatur. Schweiz. Z. Hydrol. 31, 1-58 (1969).

Adresse des Berichtstatters: Dr. Alfons Zehnder, Limnologische Abteilung der EAWAG, CH-8600 Dübendorf.