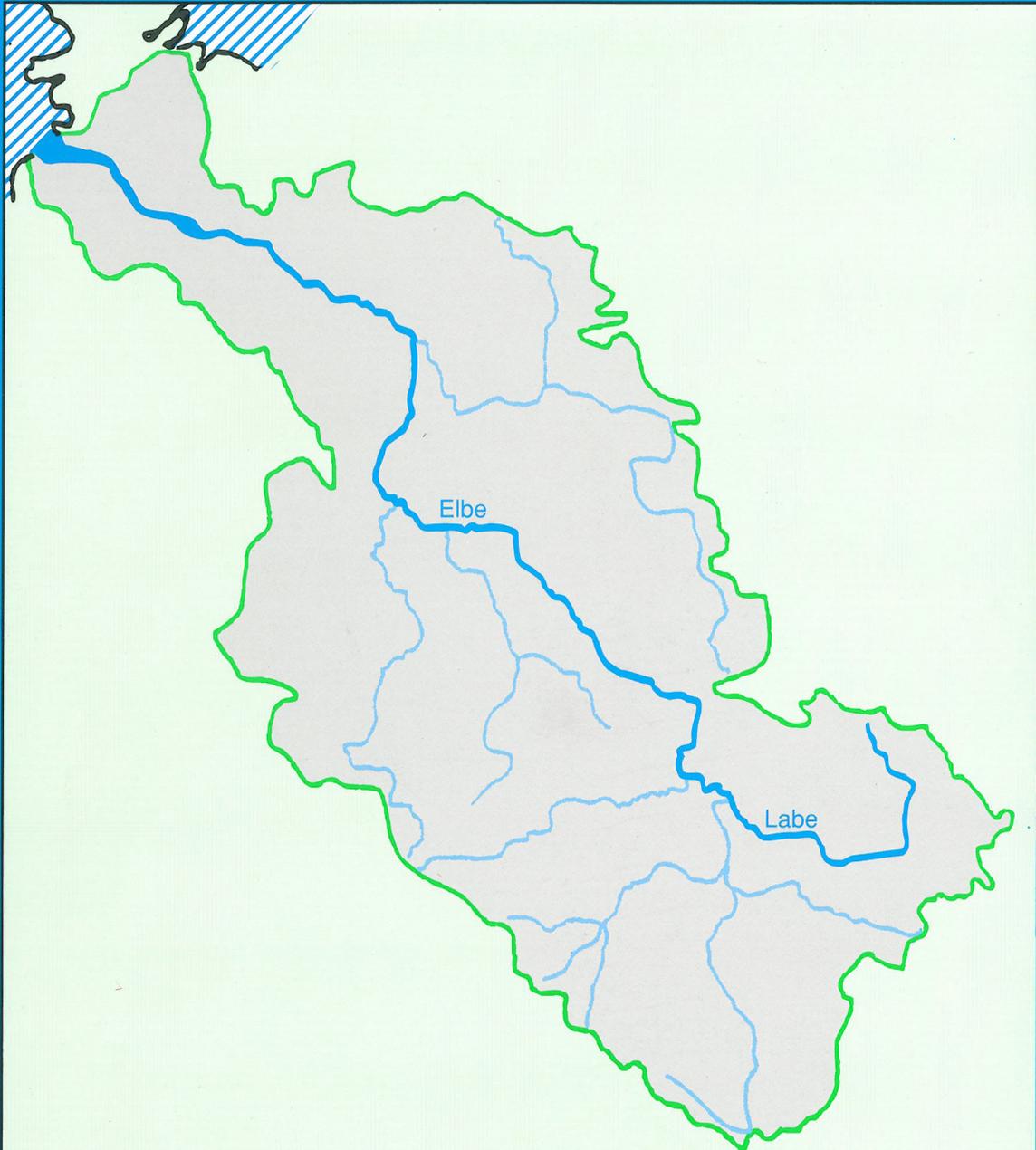




Internationale Kommission zum Schutz der Elbe  
Mezinárodní komise pro ochranu Labe



**Übersicht der planktischen Blaualgen  
(Cyanobakterien)  
im Einzugsgebiet der Elbe**



**INTERNATIONALE KOMMISSION ZUM SCHUTZ DER ELBE  
MEZINÁRODNÍ KOMISE PRO OCHRANU LABE**

**Übersicht der planktischen Blaualgen  
(Cyanobakterien)  
im Einzugsgebiet der Elbe**

Autor: Prof. Dr. Jiří Komárek, DrSc.  
Biologická fakulta Jihočeské univerzity České Budějovice  
Botanický ústav Akademie věd České republiky Třeboň  
Tschechische Republik

Fachliche Mitarbeit: RNDr. Blanka Desortová, CSc., Výzkumný ústav vodohospodářský TGM, Prag  
Dr. Lutz Küchler, Staatliche Umweltbetriebsgesellschaft, Neusörnewitz

Übersetzung: Veronika Bekele, Internationale Kommission zum Schutz der Elbe, Magdeburg

Die Publikation wurde mit freundlicher Unterstützung der ARGE ELBE herausgegeben.

Herausgeber: Internationale Kommission zum Schutz der Elbe  
Postfach 1647/1648  
D-39006 Magdeburg

Druck: Druckhaus Laun & Grzyb  
Friedensstraße 56  
D-39326 Wolmirstedt



# Inhaltsverzeichnis

	Abstract .....	5
1	Einleitung.....	5
2	Allgemeiner Teil.....	7
2.1	Quellen und Biozönosen der planktischen Blaualgen .....	7
2.2	Die Hauptgruppen der planktischen Blaualgen .....	8
3	Taxonomischer Teil .....	11
3.1	Schlüssel zur Bestimmung der Gattungen .....	11
3.2	Picoplanktische Gattungen und Arten .....	15
3.3	Nanoplanktische Gattungen und Arten .....	17
3.4	„Wasserblüten“ bildende Blaualgen .....	36
3.5	Endogloeische Arten .....	48
4	Literaturverzeichnis .....	49
5	Register .....	50
6	Abbildungen .....	53



## Abstract

Auch wenn das Phytoplankton großer Flüsse oft eine ganz spezifische Zusammensetzung hat und seine Entwicklung durch eigene Regeln beeinflusst wird, sind die stehenden Gewässer des Einzugsgebiets die Hauptquellen des Phytoplanktons. Aus dem Flußlauf der Elbe ist keine einzige Art bekannt, die ausschließlich an diesen Wasserlauf gebunden wäre. Im Potamoplankton kann jedoch eine Reihe von Arten andersartig zur Geltung kommen, als in ihren Ursprungs-Standgewässern.

Das Einzugsgebiet der Elbe ist in geographischer Hinsicht sehr ausgedehnt, was stehende Gewässer unterschiedlichen Typs bedingt. Damit ist die Voraussetzung gegeben für das Vorkommen einer Reihe von Arten aus verschiedenen Gebieten Mitteleuropas, die teilweise auch unterschiedliche ökologische Ansprüche haben.

Aufgabe dieses Handbuchs ist es, eine Übersicht über die planktischen Blaualgen (Cyanobakterien) zu liefern, die im Elbelauf vorkommen können. Die Präsentation der Taxa und ihre Beschreibung sollen gestatten, daß das Handbuch zur Bestimmung der Planktonpopulationen in der Elbe nach den im optischen Mikroskop erkennbaren Merkmalen genutzt werden kann.

### 1 Einleitung

Das Einzugsgebiet der Elbe (fig. 1; eine ausführliche Beschreibung des gesamten Einzugsgebiets wurde bereits veröffentlicht, siehe z. B. IKSE 1995, CORING 1999) bildet ein kompliziertes hydrobiologisches System mit einer Reihe von limnischen Biotopen. Diese sind mit verschiedenen Blaualgen- und Algengesellschaften besiedelt und kommen in den einzelnen Gewässerabschnitten in unterschiedlichem Maße zur Geltung.

Die Elbe gehört zu den längsten Flüssen West- und Mitteleuropas und durchfließt ein Gebiet mit fast 25 Millionen Einwohnern. Neben der Versorgung mit Trink- und Brauchwasser und der Bedeutung als Verkehrsader ist die Funktion als Vorfluter zu nennen. Ein weiterer Nutzungsschwerpunkt mit wachsender Bedeutung ist der Freizeitwert der Fließgewässer und ihrer Auen. Für den Nutzungswert der Elbe mit ihren Nebenflüssen, Talsperren, Staustufen und der Verbindung zu Teich- und Seesystemen ist der biologische und technische (Ausbau-)Zustand der Elbe einer der bedeutendsten Faktoren.

Der hydrobiologischen Situation und der Gewässergüte der Elbe muß unsere ständige Aufmerksamkeit gelten. Heute geht es nicht nur um die Sicherung des Trink- und Brauchwasseraufkommens, sondern im gleichen Maße auch um die Verbesserung der Wasserqualität im gesamten Flußsystem, und zwar von den Quellbereichen bis zur Mündung der Elbe in die Nordsee. Als Ziel steht das Erreichen einer guten bzw. sehr guten Qualität des Gewässerökosystems (Entwurf der EU-Wasserrahmenrichtlinie). Dies würde den Kriterien einer ökologisch ausgewogenen und gesunden Umwelt am besten entsprechen.

Die Belastungssituation des Gewässersystems ist entscheidend für die Erhaltung seiner natürlichen Artenvielfalt; die Artenvielfalt wiederum dient als Indikator für Qualität und Belastungssituation des Ökosystems. Die Besiedlung mit Phototrophen, d. h. mit überwiegend pflanzlichen Mikroorganismen (Blaualgen und Algen), gehört zu den wichtigsten biologischen Komponenten im gesamten Gewässerökosystem. Über die Funktion, die Zusammensetzung und die Methoden der Untersuchung von Algen in großen Flüssen gibt es eine Reihe moderner Studien, Monographien und Handbücher (z. B. WHITTON 1984, DESCY 1987, ROTT & PIPP 1999, PRYGIEL et al. 1999 u. a.).

Die richtige Bestimmung der Arten, die eine unbedingt notwendige Voraussetzung für Eingriffe in die Gewässerbiozönose sein sollte, ist jedoch nach wie vor eine komplizierte Angelegenheit. Eine Ursache für diese Kompliziertheit ist das derzeitige Defizit an Bestimmungshandbüchern und die bisher bei weitem nicht abgeschlossene Revision der bedeutsamen Gattungen. Das erschwert die Orientierung in den Hauptgruppen der mikroskopischen Pflanzen.

Dies beruht zum einen auf umfangreichen neuen Erkenntnissen aus der Ökologie der Algen und ihrer Zytologie (begründet auf einer breiten Anwendung der Elektronenmikroskopie), zum anderen auf dem Wissenszuwachs von Molekularbiologie und Genetik in der Taxonomie der Cyanobakterien und Algen in den letzten Dekaden des 20. Jahrhunderts. Diese Ergebnisse veränderten unser Wissen über alle Gruppen der niederen Pflanzen grundlegend, was sich selbstverständlich auch in ihrer taxonomischen Klassifizierung widerspiegeln muß.

Eine zusätzliche Komplikation bedeuten die Änderungen in der Artenzusammensetzung der Algen, zu denen es im Ökosystem Elbe kommt. Diese Änderungen sind nicht nur durch ständig wechselnde Einflüsse der Wasserbeschaffenheit im Fluß, sondern auch durch langfristige Veränderungen in der Zusammensetzung der Algengesellschaften und durch die Entwicklung invasiver Arten bedingt.

Ferner wurde nachgewiesen, daß die einzelnen Arten ziemlich eng bemessene ökologische Ansprüche haben (gewöhnlich nur mit einem oder wenigen limitierenden Faktoren) und infolgedessen auch begrenzte geographische Gebiete besiedeln (auch wenn diese Gebiete manchmal z. B. die gesamte nördliche gemäßigte Zone oder die gesamte tropische Zone - pantropische Arten - umfassen). Einige Typen sind jedoch in ihrem Vorkommen nur auf Mitteleuropa, den Ostseeraum, alpine Gebirgslagen usw. begrenzt. Die Flora der Blaualgen im Einzugsgebiet der Elbe enthält also nur bestimmte Arten, die für dieses Gebiet charakteristisch sind. Dieses Phänomen ist auch für die Bewertung der Vielfalt der Blaualgenflora in den Gewässern des Elbesystems bedeutsam. Aus den ferneren Gebieten können hier gelegentliche Arten vorkommen, die z. B. durch Zugvögel eingeschleppt wurden, aber in der Regel nicht dauerhaft Fuß fassen können.

Der vorliegende Überblick solle eine Orientierung unter den geläufigsten Arten der planktischen Blaualgen ermöglichen, die im Gewässerökosystem Elbe zur Geltung kommen. Das Handbuch ist auf die Bestimmung einzelner Arten auf der Grundlage leicht erkennbarer morphologischer Merkmale mit Anmerkungen zu ihrer Ökologie ausgerichtet. Grundlegende Angaben zur Biologie, Zytomorphologie und Biochemie der Blaualgen sind nicht enthalten; in dieser Hinsicht muß die Spezialliteratur der letzten Jahre zu Rate gezogen werden.

Auch bei einem so ausgedehnten Fluß wie der Elbe ist es sehr schwierig, von einer autochthonen Gesellschaft der mikroskopischen Algen zu sprechen. Es gibt keine einzige Art, die ausschließlich an das Plankton von Fließgewässern gebunden wäre. Dennoch ist das eingetragene Phytoplankton am gesamten Wasserlauf eine sehr bedeutsame Komponente der Planktonbiozönose. Sicher kann man als Primärquellen dieser Phytoplanktongesellschaft Stauhaltungen unterschiedlichster Art annehmen, aus denen das Inokulum in die Fließgewässer gelangt und hier noch eine bestimmte Zeit existiert oder sich vermehrt. Auf die Phytoplanktonentwicklung haben einerseits Abschnitte mit einer gewissen Verweildauer des Wassers einen positiven Einfluß, unabhängig davon, ob es sich um Talsperrensysteme an einigen Nebenflüssen oder um ein System von Staustufen entlang des gesamten Flusses handelt. Andererseits wirken vor allem einige Einleiter negativ auf das Phytoplankton.

Das eingetragene Phytoplankton wurde bisher nie über die gesamte Länge der Elbe untersucht. Daten über die einzelnen in das Flußsystem gelangenden Arten, ihre weitere Entwicklung in der fließenden Welle und zur ökologischen Funktion fehlen ebenfalls. Diese Übersicht enthält deshalb auch eine Auflistung der Arten, die im Plankton der Elbe potentiell vorkommen könnten. Sicher ist es keine vollständige Aufzählung, sie sollte jedoch vor allem als Grundlage für die weitere Arbeit dienen.

## 2 Allgemeiner Teil

### 2.1 Quellen und Biozöosen der planktischen Blaualgen

Im Einzugsgebiet der Elbe gibt es mehrere ausgeprägte Teilökosysteme mit einer grundverschiedenen, aber nichtsdestotrotz charakteristischen Mikroflora der Blaualgen:

- Zu den gebirgigen Quellgebieten in Mitteleuropa gehören die Oberläufe in den Regionen der Grenzgebiete von Böhmen (Riesengebirge, Isergebirge/Jizerské hory, Erzgebirge, Kaiserwald/Slavkovský les, Oberpfälzer Wald/Český les, Böhmerwald, Gratzner Bergland/Novohradské hory), aber auch Thüringer Wald und Harz in Mitteldeutschland.

Für die Oberläufe dieser Flüsse ist eine spezifische benthische Mikroflora charakteristisch, die an oligotrophe Abschnitte ohne Einleiter gebunden ist. Diese Mikroflora enthält eine Reihe von Arten, die sowohl ökologisch als auch taxonomisch bedeutsam sind. Von den Blaualgen sind es vor allem einige Arten der Gattungen *Chamaesiphon*, *Chlorogloea*, *Pseudanabaena*, *Tapinothrix*, *Homoeothrix* p.p., *Leptolyngbya* und *Phormidium*. Diese Arten sind nicht an einer Planktonentwicklung beteiligt; i. d. R. fehlt in den obersten Abschnitten auch das Plankton aus anderen Quellen. Bei den meisten Bächen bzw. Flüssen kommt es jedoch bald (gewöhnlich schon nach einigen km) zu einer Verschmutzung, wodurch diese Mikroflora total dezimiert wird.

- Die mittleren Abschnitte der Elbenebenflüsse haben bereits eine stark verarmte benthische Blaualgenflora. Es spielen hier vor allem Grün- und Kieselalgen eine Rolle, die sich in Abhängigkeit von sehr vielgestaltigen Faktoren unterschiedlich entwickeln, insbesondere in den torrentilen Abschnitten. Die Artenvielfalt der Blaualgen ist stark begrenzt, dennoch entwickeln sich lokal beträchtliche Kolonien mehrerer benthischer Arten der Gattung *Phormidium*. In den mittleren Abschnitten kommt das eingetragene Phytoplankton schon stärker zur Geltung (in Abhängigkeit von den örtlichen Gegebenheiten und der Jahreszeit). Z. B. an einigen Oberläufen auf dem Gebiet der Tschechischen Republik sind an den Fluß Teichsysteme angeschlossen, deren Phytoplankton dann im Fluß intensiv zur Geltung kommt. Auch die Periodizität des Phytoplanktons hängt von den Zuflüssen aus stehenden Gewässern ab, z. B. spiegeln sich das Ablassen des Wassers aus den Teichen in die Flüsse im Herbst, der zur Wasserblüte führende Eintrag der Blaualgen im Sommer, die planktischen Blaualgen aus den Maxima im Frühjahr usw. deutlich wider (SVOBODOVÁ 1987). Dieses reichhaltige Inokulum beeinflusst jedoch meistens nicht mehr den Hauptstrom der Elbe. Unterhalb von Talsperren kann es lokal zur Entwicklung einiger Arten aus den Oberläufen kommen.

Im weiteren Flußverlauf haben Systeme von Talsperren bzw. Staustufen eine so große Verweildauer, daß sich die Algengesellschaften verändern und nach eigenen, z. T. deutlich anderen Gesetzmäßigkeiten entwickeln.

- Das Plankton des Elbestroms im Abschnitt von Jaroměř bis zur Mündung ist ein Gemisch aus vielen Planktongesellschaften, das aus Stauhaltungen stammend in den Hauptstrom kommt. Dieses Gemisch wird weiterhin durch artenreiches Phytoplankton aus den großen norddeutschen Seen modifiziert, das über Zuflüsse in die Elbe gelangt.

Demgegenüber wirken sich große lokale Abwassereinleitungen, z. B. aus Industriezentren, negativ auf die Artenvielfalt aus.

- Im Elbeästuar wirkt sich der Einfluß des Salzgehalts aus. Neben Süßwasserarten kommen hier einige halophile Arten vor, die entweder aus dem baltischen Gebiet stammen oder zur Mikroflora der Küstengewässer gehören. Diese charakteristischen Arten sind eher dem Benthos bzw. dem Metaphyton zuzurechnen; typische Planktonen gibt es nur in geringerer Anzahl.

Die stehenden Gewässer, die als Primärquellen des Phytoplanktons dienen, sind sehr vielgestaltig und enthalten eine ganze Skala von Typen - von den oligotrophen über die mesotrophen Gewässer bis zu den stark eutrophierten und hypertrophen bewirtschafteten Teichen, in denen die Entwicklung der Phytoplanktongesellschaft durch den lokalen Bewirtschaftungsprozeß bedingt ist. In welchem Maße die einzelnen Arten im weiteren Flußverlauf zur Geltung kommen, ist bisher unklar. Es wurden in der Elbe bisher auch keine Blaualgenarten ermittelt, die man als spezifisch und sich in den Planktonproben immer wiederholend bezeichnen kann. Dieses Problem erfordert weitere Untersuchungen.

## 2.2 Die Hauptgruppen der planktischen Blaualgen

Bei keiner Blaualge wurde bisher ein ubiquitärer Charakter nachgewiesen. Das bedeutet, daß alle Arten einschließlich der planktischen sehr eng auf bestimmte ökologische Bedingungen spezialisiert sind, und daraus ergeben sich auch ihre unterschiedlichen Verbreitungsgebiete. Im Einzugsgebiet der Elbe kommen nur einige der bekannten planktischen Blaualgen vor. Es sind die Arten, denen die ökologischen Bedingungen der limnischen Biotope Mittel- und Nordeuropas entsprechen. Die Vielfalt der Cyanoprokaryoten im baltischen Gebiet ist jedoch außerordentlich groß. Man muß also mit dem Eindringen bzw. Vorkommen baltischer Arten im Einzugsgebiet der Elbe rechnen, und zwar sowohl von Süß- als auch Brackwasserarten.

Die planktischen Blaualgen können in vier grundlegenden Lebensformen vorkommen, die sich sowohl im Hinblick auf die Lebensstrategien als auch auf die Funktion in der Biozönose unterscheiden:

### A. Picoplanktische Arten

Einzelne lebende Solitärzellen, gewöhnlich im Durchmesser kleiner als 3 µm. Ausnahmsweise werden zum Picoplankton auch stäbchenförmige Zellen gezählt, die länger als 3 µm sind oder sogar mehr als 20 µm erreichen. Es handelt sich jedoch um Arten mit sehr schmalen Zellen (in der Regel weniger als 1 µm breit), mit denen man bei der Wasseraufbereitung wie mit anderen picoplanktischen Arten rechnen muß. Picoplanktische Blaualgen wurden bisher in einigen Hauptbiotopen gefunden: (I) in kleinen hypertrophen Gewässern, wo sie fast eine Monokulturpopulation mit einer Zelldichte bilden, die sich in einer blaugrünen Vegetationsfärbung des Wassers äußert; (II) in oligotrophen und mesotrophen Seen, in denen sie sich oft in tieferen Wasserschichten entwickeln; (III) in Brackwasserzonen, Seen und verschiedenen stehenden Gewässern mit erhöhtem Salzgehalt und (IV) im Plankton der Meere und Ozeane. Für das Einzugsgebiet der Elbe kommen die ersten drei der genannten Gruppen in Betracht. Arten aus diesen Biotopen können in stehenden Gewässern eine bedeutende Rolle spielen, aber auch direkt in den Wasserlauf gelangen oder sich in beträchtlicher Menge in kleineren Gewässern im Überschwemmungsgebiet der Elbe, in Altwassern und Seitenkanälen mit stagnierendem oder nur leicht fließendem Wasser entwickeln.

Die Taxonomie und die Bestimmung der picoplanktischen Blaualgen sind ziemlich schwierig, da die morphologischen Merkmale unzureichend und die Abmessungen sehr klein sind. Die einzelnen Arten werden in der Regel als „*Synechococcus* sp.“ bezeichnet, in Wirklichkeit handelt es sich jedoch mindestens um die drei ausreichend differenzierbaren Gattungen *Cyanobium*, *Synechococcus* und *Synechocystis*. Gemeinsame Merkmale sind die kleinen Abmessungen und die parietale Anordnung der Thylakoide in den Zellen. Unterschiedlich sind die Lebensstrategie, die Art der Teilung und teilweise auch die Grundform der vegetativen Zellen, die uns eine erste Orientierung bei der Bestimmung ermöglicht.

Rezente wurde bei einigen picoplanktischen Stämmen auch die Produktion toxischer Stoffe festgestellt. Die picoplanktischen Blaualgen gehören also zu den bedeutenden Komponenten des Phytoplanktons, bei denen weitere Untersuchungen der natürlichen Populationen und ihrer metabolischen Aktivität notwendig sind.

### B. Nanoplanktische Arten

Sie enthalten meistens mikroskopische koloniebildende Blaualgen, bei denen die Zellen unterschiedlich groß (von 0,5 bis 6, ausnahmsweise bis 12 µm im Durchmesser) und von unterschiedlich gestaltetem, farblosem Schleim mit unterschiedlicher Struktur und mit begrenztem oder zerfließendem Rand umgeben sind. Die Kolonien sind amorph und unregelmäßig, mehr oder weniger kugel- oder plättchenförmig. Bei kugelförmigen Kolonien sind die Zellen manchmal durch ein System von Schleimsträngen verbunden. Zu den nanoplanktischen Blaualgen gehören auch einige fadenförmige Arten. Diese wachsen entweder in einzelnen Fäden oder bilden kleine Bündel aus mehreren Fäden. Die Zellen haben keine Gasbläschen oder nur vereinzelte und lokalisierte Aertope im Zentrum der Zellen oder an den Querwänden. Stark entwickelte Populationen bewirken eine grünliche oder olivgrüne Vegetationsfärbung des Wassers, aber keinesfalls eine makroskopisch sichtbare Wasserblüte. Nanoplanktische Blaualgen sind sehr häufig Bestandteil vielgestaltiger Planktonpopulationen, Monokulturpopulationen entstehen sehr selten.

Die nanoplanktischen Blaualgen enthalten eine große Menge Arten aus der Reihe der kokkalen und der meistens feinen trichalen Gattungen (meist aus der Familie der Pseudanabaenaceae). Die Vielfalt der nanoplanktischen Blaualgen ist besonders reich in oligotrophen und mesotrophen stehenden Gewässern, nur einige Arten bilden in stark eutrophen und hypertrophen Gewässern reichere Populationen. Einige Arten sind an spezielle ökologische Bedingungen gebunden und haben auch begrenzte Verbreitungsgebiete. Über die metabolischen Aktivitäten und die Toxizität dieser Arten weiß man nicht viel; in Kulturen wurden die meisten Arten nie untersucht. Ihre Kultivierung ist sehr schwierig: Die Kolonien, die für die einzelnen Gattungen charakteristisch sind, zerfallen, die Zellen wachsen in monströsen Formen, und die Bestimmung der Kulturen nach der Isolation und ohne Kenntnis des ursprünglichen Materials ist oft unmöglich.

Von den koloniebildenden Gattungen kann man am häufigsten Vertreter der Gattungen *Aphanocapsa*, *Aphanothece*, *Coelosphaerium*, *Cyanodictyon*, *Cyanonephron*, *Merismopedia*, *Radiocystis*, *Rhabdoderma*, *Rhabdogloea* und *Snowella* antreffen. Von den fadenförmigen Gattungen sind die bedeutendsten *Limnothrix*, *Planktolyngbya* und *Pseudanabaena* (Pseudanabaenaceae), für die oft einzelne oder einige wenige Aérotope oder Granula im Zentrum der Zellen oder an den Querwänden charakteristisch sind. Aus der Familie der Phormidiaceae könnte im Einzugsgebiet der Elbe auch die Gattung *Tychonema* vorkommen, die aus den kühlen Seen Nordeuropas bekannt ist, aber hier bisher nicht bestätigt wurde.

Die meisten nanoplanktischen Arten entwickeln sich primär in stehenden Gewässern, von wo sie in das transportierte Plankton in den Flüssen gelangen. Über die weitere Vermehrung und Vegetation dieser Arten ist nicht viel bekannt.

### C. „Wasserblüten“ bildende Arten

Diese Gruppe enthält einen großen Komplex von Arten aus den Gattungen, die durch die Fähigkeit charakterisiert sind, in den Zellen fakultativ oder obligat Gasbläschen zu bilden, die zu Gruppen vereint sind (= Aérotope, früher als „Gasvakuolen“ bezeichnet). Die Gasbläschen verursachen eine besondere Aufsteigestrategie in der Wassersäule (WALSBY 1981, FAY 1983 etc.). Diese Strategie kommt allerdings nur in stehenden Gewässern zur Geltung. Für Flüsse wurden keine besonderen Arten dieses ökologischen Typs gefunden, es sind jedoch zahlreiche Fälle bekannt, wo starke Wasserblüten von Blaualgen in die Flüsse gelangen und sich dort weiter entwickeln. Es sieht so aus, als ob einige Arten aus diesem Milieu jedoch bald verschwinden werden, was auch Arten der Gattungen *Microcystis*, *Anabaena* und *Aphanizomenon* betreffen wird, die unter mitteleuropäischen Bedingungen am häufigsten vorkommen. Im Gegensatz dazu sind Fälle eines langen Transports der Blaualgen aus der Wasserblüte aus einigen tropischen Flüssen bekannt (insbesondere der Art *Cylindrospermopsis raciborskii*).

Die Blaualgenkolonien dieses Typs sind bei stärkerer Entwicklung makroskopisch sichtbar. Sie entwickeln sich in Form von Flocken unterschiedlichen Charakters. Bei massenhafter Entwicklung bilden sie eine auffällige „Wasserblüte“, die eine große Biomasse produziert. Diese Wasserblüten sind das Ergebnis der Eutrophierung der stehenden Gewässer und spielen neben der starken Produktion von Biomasse auch in hygienischer Hinsicht eine wesentliche Rolle. Sie rufen zahlreiche Allergien hervor. In den letzten Jahren wurden intensiv die Stämme untersucht, die spezifische Toxine produzieren (Hepatotoxine, Neurotoxine, Saxitoxine: z. B. bezeichnet als Mikrocystine, Nodularin, Cylindrospermopsin). Über die toxischen Blaualgen gibt es ausführliche Spezialliteratur (CODD 1995, HALLEGRAEF et al. 1995, CARMICHAEL 1997, FALCONER ed. 1998, CHORUS et al. ed. 1999 etc.).

Die Gattungen, die Gasbläschen enthalten und sich an den „Wasserblüten“ beteiligen, sind in allen taxonomischen Hauptgruppen der Blaualgen vertreten. Von den kokkalen Gattungen stammen die wichtigsten Arten aus der Gattung *Microcystis*, weitere sehr häufige Vertreter sind einige Arten der Gattung *Woronichinia*. Ferner kommen oszillatoriale (d. h. fadenförmige) Blaualgen vor, von denen die wichtigsten zur Gattung *Planktothrix* gehören; weitere bedeutsame Planktongattungen aus dieser Gruppe (*Arthrospira*, *Trichodesmium*) haben eine abweichende Ökologie und Verbreitung und wurden im Einzugsgebiet der Elbe bisher nicht gefunden. Die meisten Gattungen in den „Wasserblüten“ stammen aus der Ordnung Nostocales, d. h. aus der Gruppe der fadenförmigen Blaualgen, die auch Heterozyten und Dauerzellen - Akineten bilden können. Diese Blaualgen können also auch im Stickstoffmetabolismus der stehenden Gewässer eine Rolle spielen, über ihre Funktion in Flüssen ist jedoch nicht viel bekannt.

Die häufigsten nostocalen Vertreter sind Arten aus den Gattungen *Anabaena* und *Aphanizomenon*, in geringerem Maße können in diesem Gebiet auch Vertreter der Gattungen *Anabaenopsis* und *Gloeotrichia* (*G. echinulata*) vorkommen. Sehr bedeutsame Planktonarten aus der wichtigen Gattung *Nodularia* treten gehäuft in der Ostsee auf, sie sind jedoch alle mehr oder weniger halophil. Ihr Vorkommen im Einzugsgebiet der Elbe selbst ist also mit Ausnahme von Brackwasserstandorten an der Mündung der Elbe in die Nordsee unwahrscheinlich. Eine weitere bedeutsame Gattung der Wasserblüten, *Cylindrospermopsis*, ist tropisch (mit etwa 10 Arten). Die geläufigste, stark toxische Art *C. raciborskii* weist in den letzten Jahren eine Invasionstendenz in gemäßigte Zonen auf (starke Populationen dieser Art sind schon aus dem gesamten Einzugsgebiet der Donau bekannt). Im Einzugsgebiet der Elbe trat diese Art jedoch bisher im wesentlichen nicht auf.

#### **D. Epiphytische und benthische Arten**

An den Fäden der Blaualgen und anderer Algen und im Schleim der koloniebildenden Arten kommen charakteristische Arten vor, die nur an diese Lebensart gebunden sind, in den Biozöosen der Fließgewässer spielen sie jedoch keine wesentliche Rolle. An den Oberläufen mit einer reichlicheren benthischen Mikroflora treten oft epiphytische Arten an den Fäden festsitzender Grünalgen in Erscheinung, aber wenn sie sekundär ins Plankton gelangen, sind es nur vereinzelte Fälle ohne Bedeutung im transportierten Phytoplankton. In noch geringerem Maße kommen ähnliche Arten am Mittel- und Unterlauf der Flüsse vor.

Häufiger kommen im Plankton Hormogonien oder einzelne Fäden vor, ggf. kleine Anhäufungen von Fäden der benthischen Arten, die in das transportierte Phytoplankton freigesetzt werden. An den Wehren, Staudämmen, im steinigem Gewässerbett oder im Litoral der Flüsse entwickeln sich mehrere charakteristische cyanoprokaryote Arten zwischen den überwiegenden Kieselalgenesellschaften, die mitunter abreißen und vom Wasser weggetragen werden. In der Regel handelt es sich nur um ein vorübergehendes und meist zufälliges Auftreten ohne besondere Bedeutung. Am häufigsten sind es Fragmente der Fäden der benthischen Arten der Gattung *Phormidium*, in geringerem Maße kommen Vertreter der Familien Pseudanabaenaceae (benthische Arten der Gattung *Pseudanabaena*, *Geitlerinema*, *Leptolyngbya*) oder Oscillatoriaceae (*Oscillatoria*) vor.

#### **E. Endogloeische Arten**

Ebenfalls ohne größere produktive Bedeutung, aber oft mit charakteristischem Vorkommen sind Arten, die ausschließlich an das Leben im Schleim anderer Blaualgen gebunden sind. In unserem Fall handelt es sich insbesondere um einige endogloeische Arten aus dem Schleim der planktischen Blaualgen. Sie können in einigen Populationen der Blaualgen gehäuft vorkommen, und ihr Auftreten kann ein Indikationswert für die Ermittlung des Ursprungs der gesamten Population sein. Von den einzelligen Blaualgen gehören zu solchen Arten insbesondere Vertreter aus den Gattungen *Aphanothece* und *Synechocystis*, von den fadenförmigen insbesondere Arten aus der Gattung *Pseudanabaena* (S. 33).

### 3 Taxonomischer Teil

#### 3.1 Schlüssel zur Bestimmung der Gattungen

Anm.: Bei der Bestimmung ist immer eine größere Menge von Individuen aus der gesamten Population zu untersuchen.

- 1a Einzellige oder koloniebildende Gattungen, niemals fadenbildend (Chroococcales).....2
- 1b Deutlich fadenförmige Gattungen .....28
- 2a Immer einzelne Zellen, nur nach der Teilung bleiben manchmal zwei Tochterzellen für kürzere Zeit zusammen .....3
- 2b Die Zellen sind mit Hilfe von Schleim oder Schleimgebilden zu mehrzelligen Kolonien verbunden ..5
- 3a Zellen immer oval oder stäbchenförmig .....4
- 3b Kugelförmige Zellen, nur kurz nach der Teilung halbkugelförmig .....  
.....3. Gattung **Synechocystis** (S. 16)
- 4a Ovale Zellen, selten bis kurz-zylindrisch, höchstens 3 µm lang ..... 1. Gattung **Cyanobium** (S. 15)
- 4b Zellen immer gestreckt, zylindrisch bis stäbchenförmig, 1,5 bis 15 µm lang.....  
..... 2. Gattung **Synechococcus** (S. 16)
- 5a Zellen unregelmäßig oder in undeutlichen Reihen mittels unterschiedlich strukturiertem oder fast farblosem Schleim zu verschieden großen Kolonien vereint.....6
- 5b Zellen nach einem bestimmten Schema zu Kolonien aggregiert, entweder in plättchenförmigen, flachen Kolonien oder kugelförmigen und sphärischen Gebilden, oft mit radialer Anordnung der Zellen an der Peripherie der Kolonie oder mit einem besonderen System von Strängen im Zentrum der Kolonie ..... 18
- 6a Zellen deutlich oval, spindel- oder stäbchenförmig, manchmal leicht gebogen, aber immer mit deutlicher bilateraler Symmetrie, d. h. mit einer Längsachse (entlang einer Achse gestreckt).....7
- 6b Kugel-, halbkugelförmige oder breit-ovale Zellen, aber keinesfalls deutlich entlang einer Achse gestreckt.....11
- 7a Sehr kleine Zellen, in Kolonien oft zu unregelmäßigen, mitunter kurzen von Schleim umgebenen Reihen aggregiert.....8
- 7b Zellen in Kolonien manchmal in einer überwiegenden Richtung ausgerichtet, aber nicht in deutlichen Reihen, oder ganz unregelmäßig verteilt .....9
- 8a Kurz-zylindrische Zellen, bis 2,5 µm lang; locker in Kolonien; zwischen den länglichen Zellen oder an den Zellen sind schmale streifenförmige Eisenkonkretionen (im Mikroskop erscheinen sie als kleine punkt- oder strichförmige Ablagerungen) ..... 4. Gattung **Cyanocatena** (S. 18)
- 8b Ovale bis stäbchenförmige Zellen, 1,5 bis 4,5 µm lang; ohne Eisenkonkretionen in Kolonien .....  
..... 5. Gattung **Cyanodictyon** (S. 18)
- 9a Amorphe Kolonien, Zellen vollkommen unregelmäßig angeordnet, oval bis stäbchenförmig, 1 bis 6,5(11) µm lang; Zellen oval bis kurz-stäbchenförmig .....6. Gattung **Aphanothece** (S. 19)
- 9b Kolonien in der Regel gestreckt mit Zellen, die oft in ± einer Richtung orientiert sind, nur alte Kolonien unregelmäßig mit unregelmäßig angeordneten Zellen; Zellen stäbchenförmig oder langspindelförmig, (3)4 bis 12(20) µm lang ..... 10
- 10a Zellen ± zylindrisch mit abgerundeten Enden ..... 7. Gattung **Rhabdoderma** (S. 20)
- 10b Zellen deutlich spindelförmig.....8. Gattung **Rhabdogloea** (S. 21)
- 11a Zellen zu unregelmäßigen reihenförmigen Schleimkolonien zusammengesetzt, mitunter in zwei oder mehr Reihen nebeneinander, oft ziemlich lang ..... 5. Gattung **Cyanodictyon** (S. 18)
- 11b Zellen in Kolonien eines anderen Typs, nie in reihenförmigen Schleimkolonien zusammengesetzt  
..... 12

- 12a Kolonien ± sphärisch oder unregelmäßig mit unregelmäßigen Eisenkonkretionen in Form kleiner dunkler Körner zwischen den Zellen oder um die Zellen, Zellen fast kugelförmig, 0,6 bis 6 µm im Durchmesser ..... 9. Gattung **Cyanogranis** (S. 21)
- 12b Kolonien verschiedenen Typs ohne Eisenkonkretionen ..... 13
- 13a Zellen im Zentrum ± kugelförmiger oder unregelmäßiger Kolonien unregelmäßig angeordnet, an der Peripherie in kurzen, radial und allseitig ausgerichteten Reihen ..... 10. Gattung **Radiocystis** (S. 22)
- 13b Zellen bilden an der Peripherie der Kolonien nie radiale Reihen ..... 14
- 14a Zellen in unregelmäßigen Kolonien meistens in einer Schicht angeordnet, häufig an der Peripherie oder in flachen, aber stark gebogenen Kolonien ..... 11. Gattung **Pannus** (S. 22)
- 14b Zellen sind in den Kolonien räumlich angeordnet (d. h. im Schleim im Zentrum und an der Peripherie der Kolonie) ..... 15
- 15a Zellen ± zu kubischen Gebilden aggregiert ..... 12. Gattung **Eucapsis** (S. 23)
- 15b Zellen ganz unregelmäßig in Kolonien angeordnet, bilden keine kubischen Gebilde ..... 16
- 16a Zellen in den Kolonien sehr zahlreich (unzählbar), oft dicht aneinander gehäuft, kugel- oder halbkugelförmig, wachsen vor der weiteren Teilung immer zur ursprünglichen Größe und Kugelgestalt heran ..... 17
- 16b Zellen locker in Kolonien angeordnet und häufig voneinander getrennt (zählbar), teilen sich oft, ohne die ursprüngliche Kugelgestalt zu erreichen (in Kolonien findet man auch viele halbkugelförmige Zellen); Zellen (0,7)1,7 bis 12,2 µm im Durchmesser, teilen sich in drei und mehr Ebenen in den Folgegenerationen und bilden also innerhalb der Kolonien oft kleine Anhäufungen mit räumlich angeordneten Zellen; um die einzelnen Zellen herum mitunter eigene Schleimhüllen ..... 14. Gattung **Chroococcus** (S. 24)
- 17a Zellen 0,5 bis 3 µm im Durchmesser, immer ohne Aerotope ..... 13. Gattung **Aphanocapsa** (S. 23)
- 17b Zellen (0,8)1,5 bis 8,5(10) µm im Durchmesser, immer mit entwickelten zu Aerotopen verbundenen Gasbläschen (im optischen Mikroskop als dunkelbraune Einschlüsse in den Zellen erscheinend) ... 31. Gattung **Microcystis** (S. 37)
- 18a Flache Kolonien, meistens mit Zellen in einer Fläche, tafelförmig oder verschieden gebogen ..... 19
- 18b Kolonien deutlich sphärisch, mit entweder in der Oberflächenschicht oder radial angeordneten Zellen, mitunter an undeutliche, aus der Mitte der Kolonie nach außen verlaufende Schleimstränge angeschlossen ..... 21
- 19a Zellen ± kugelförmig, in flachen, mitunter deutlich verbogenen Kolonien angeordnet ..... 20
- 19b Zellen länglich, in unregelmäßigen Reihen oder häufiger unregelmäßig angeordnet, dicht, so daß ihre längere Achse senkrecht zur Fläche der Kolonie ausgerichtet ist ..... 16. Gattung **Microcrocis** (S. 28)
- 20a Zellen in der Fläche angeordnet, oft stark gebogen, Kolonien vollkommen unregelmäßig ..... 11. Gattung **Pannus** (S. 22)
- 20b Zellen in der Fläche tafelförmiger Kolonien ± in senkrecht zueinander verlaufenden Reihen ..... angeordnet ..... 15. Gattung **Merismopedia** (S. 26)
- 21a Zellen an der Oberfläche ± kugelförmiger oder sphärischer Kolonien in einer Schicht oder radial angeordnet, immer ohne innere Schleimstränge ..... 22
- 21b Inmitten der sphärischen Kolonien ist ein System von Schleimsträngen entwickelt, die mitunter sehr undeutlich oder durch eine dichte Schicht von Peripheriezellen überdeckt sind (die gesamte Population ist zu färben und zu untersuchen!); die Zellen haften an den Enden dieser Stränge .... 25

- 22a Zellen in der Oberflächenschicht kugelförmiger oder sphärischer Kolonien, deutlich gestreckt, oval bis stäbchenförmig, mit ihrer längeren Achse in der Oberflächenschicht angeordnet  $\pm$  tangential, unregelmäßig ..... 17. Gattung **Lemmermanniella** (S. 28)
- 22b Zellen in der Oberflächenschicht der sphärischen Kolonien vollkommen kugelförmig; wenn sie leicht gestreckt sind (breit-oval), sind sie in der Kolonie radial angeordnet.....23
- 23a Zellen vollkommen kugelförmig, nur nach der Teilung halbkugelförmig (Teilungsfläche in der Ebene der Kolonienoberfläche).....24
- 23b Zellen kugelförmig bis geringfügig verlängert, breit-oval, immer radial an der Peripherie der Kolonie angeordnet, mitunter zueinander verschoben (sind nicht vollkommen in einer Oberflächenschicht) .. ..... 18. Gattung **Coelomoron** (S. 28)
- 24a Ältere Kolonien unregelmäßig, unregelmäßig „zerrissen“, lappig, dennoch bleibt der Charakter einschichtiger, stark verbogener, flacher Gebilde erhalten ..... 11. Gattung **Pannus** (S. 22)
- 24b Kolonien (auch alte) immer kugelförmig oder sphärisch mit in einer Oberflächenschicht angeordneten kugelförmigen Zellen..... 19. Gattung **Coelosphaerium** (S. 29)
- 25a Zellen oval bis kurz-stäbchenförmig, mitunter leicht bogenförmig durchgebogen, sitzen mit ihrer längeren (konkaven) Seite am Ende der sich pseudodichotom verzweigenden Stränge auf..... ..... 20. Gattung **Cyanonephron** (S. 30)
- 25b Zellen kugel-, ei-, umgekehrt eiförmig oder breit-oval; wenn sie irgendwie langgestreckt sind, setzen sie sich mit einem Ende am Ende der Stränge fest, und ihre Position in der Kolonie ist also deutlich radial .....26
- 26a System von zentrischen, relativ dünnen Strängen im Zentrum der Kolonie ist locker, mehr oder weniger pseudodichotom verzweigt, mitunter schon ohne Färbung im optischen Mikroskop deutlich (besser ist jedoch die Beobachtung im Phasenkontrast oder das Färben der Probe!); Zellen an der Peripherie kugel-, ei- oder umgekehrt eiförmig, meistens relativ locker angeordnet (nur in alten Kolonien selten mit dichter Anordnung der Zellen)..... 21. Gattung **Snowella** (S. 30)
- 26b Zentrische Stränge sind relativ dick, oft sehr wenig deutlich (färben!), nur selten verzweigt; Zellen sind an der Peripherie leicht oder deutlich gestreckt, gewöhnlich dicht, immer radial am Ende der Stränge angeordnet .....27
- 27a Stränge verzweigen sich nie und bilden eigentlich ein System von radial angeordneten Schleimröhrchen, die aus dem Zentrum der Kolonie nach außen verlaufen (dieses System zeigt sich nichtsdestotrotz gewöhnlich nur als fein und radial strukturiertes Schleimzentrum der Kolonie); die Zellen an der Peripherie sind gewöhnlich sehr dicht angeordnet, immer radial, so daß sie häufig die Mitte der Kolonie überdecken (es müssen mehrere Exemplare untersucht werden); Zellen mitunter mit Aerotopen, jede am Ende eines starken (röhrchenförmigen) Schleimstranges angeordnet; Zellen (2,5)5 bis 7 x 1,5 bis 5  $\mu\text{m}$ .....22./32. Gattung **Woronichinia** (S. 31/38)
- 27b Stränge sehr dick, zerfließend, mitunter verzweigen sie sich unregelmäßig gabelartig, mitunter undeutlich (Färben notwendig!); erweitern sich an ihrem Ende und umgeben die Endzellen mit einer dünnen Schicht zerfließenden Schleims, Zellen 7 bis 15 x 2 bis 6(10)  $\mu\text{m}$  ..... 23. Gattung **Gomphosphaeria** (S. 31)
- 28a Fäden immer ohne Heterozyten und Akineten (Oscillatoriales), Aerotope werden nur bei ausgesprochen planktischen Gattungen gebildet (Gattung Nr. 33 Planktothrix - S. 39), in den übrigen Gattungen nur selten bei einigen Arten; .....29
- 28b Fäden (mit Ausnahme der Initialstadien) mit Heterozyten, zu bestimmten Zeiten auch mit Bildung von Dauerzellen (Akineten) (Nostocales); [Achtung: die Frequenz der Entstehung von Heterozyten hängt von der Ernährung ab, vor allem vom Gehalt an in der Umgebung verfügbarem Stickstoff; bei einem Stickstoffüberschuß in der Umgebung können die Populationen einiger Arten für eine gewisse Zeit vollkommen ohne Heterozyten vorkommen, es ist also immer notwendig zu beurteilen und zu bewerten, ob die strittige Population fähig ist, bei niedrigeren Stickstoffkonzentrationen Heterozyten zu bilden; im Falle der Gattung *Raphidiopsis* (Nr. 36) werden sogar nie Heterozyten gebildet, nach der Struktur der Fäden und der Bildung von Akineten wird jedoch die Zugehörigkeit dieser Gattung zur Ordnung Nostocales angenommen]; alle planktischen Gattungen der Ordnung Nostocales haben zumindest fakultativ in den Zellen Aerotope, und die meisten von ihnen gehören zu den „Wasserblüten“ bildenden Typen .....37

- 29a Fäden dicht und regelmäßig schraubenförmig gewunden, maximal 3 µm breit; benthische Arten, ins Plankton gelangen sie nur vereinzelt und sekundär..... 24. Gattung **Spirulina** (S. 31)
- 29b Fäden sind eben, leicht gebogen bis unregelmäßig zusammengedreht, aber sie sind nie regelmäßig schraubenförmig gewunden ..... 30
- 30a Maximal 3(6) µm breite Fäden ..... 31
- 30b 4 bis mehr als 20 µm breite Fäden..... 34
- 31a Fäden immer ohne Scheiden oder nur ausnahmsweise mit feinen Scheiden (unter subletalen Bedingungen); Zellen immer länger als breit..... 32
- 31b Fäden eben oder unregelmäßig gekrümmt, 0,5 bis 4 µm breit, obligatorisch mit dünnen, aber festen und deutlichen Scheiden; Zellen länger als breit, selten ± isodiametrisch ..... 28. Gattung **Planktolyngbya** (S. 35)
- 32a Zellen ohne Aerotope; Trichome meistens an den Querwänden deutlich eingeschnürt ..... 33
- 32b Zellen gewöhnlich mit deutlichen polaren Aerotopen (die sich an den Querwänden befinden); Trichome zylindrisch, an den Querwänden nicht eingeschnürt ..... 27. Gattung **Limnothrix** (S. 34)
- 33a Fäden kurz, zerfallend, meistens unregelmäßig eingeschnürt oder gebogen, mit zeitweiser charakteristischer Unterbrechung der Fäden (die Enden benachbarter Zellen sind leicht zueinander verschoben)..... 25. Gattung **Romeria** (S. 32)
- 33b Mittellange bis lange Fäden, meistens gerade, leicht bogenförmig gewölbt oder leicht verbogen, immer mit einer zusammenhängenden Reihe von Zellen, die sich mit ihren Enden berühren; sehr dünne Querwände zwischen den Zellen (die Einschnürung macht mitunter den Eindruck hyaliner „Brücken“ zwischen den Zellen)..... 26. Gattung **Pseudanabaena** (S. 33)
- 34a Fäden (2)4 bis 8(10) µm breit, Zellen ± isodiametrisch oder etwas länger oder kürzer als breit .... 35
- 34b 6 bis mehr als 20 µm breite Fäden, sehr kurze Zellen, immer wesentlich kürzer als breit..... 36
- 35a Trichome immer (zumindest teilweise) mit Zellen mit deutlichen Aerotopen; immer vereinzelt Fäden im Plankton..... 33. Gattung **Planktothrix** (S. 39)
- 35b Trichome immer ohne Aerotope; allesamt benthische koloniebildende Arten, Beläge oder Anhäufungen der Fäden im Benthos, Litoral und Metaphyton, von wo einzelne Trichome oder ihre Bruchstücke in das Plankton gelangen können..... 29. Gattung **Phormidium** (S. 36)
- 36a Fäden ohne Scheiden ..... 30. Gattung **Oscillatoria** (S. 36)
- 36b Fäden in deutlichen, festen, beständigen Scheiden, nur Hormogonien (Vermehrungsfragmente der Trichome) können aus den Fäden freigesetzt werden und kommen für kurze Zeit ohne Scheiden vor..... 34. Gattung **Lyngbya** (S. 40)
- 37a Fäden radial zu kugelförmigen Kolonien zusammengestellt, heteropolar, im Zentrum der Kolonien mit breiterer Basis mit Heterozyten, am proximalen Ende in ein deutliches haarförmiges Ende mit langen, hyalinen Zellen auslaufend; vegetative Zellen mit Aerotopen..... 35. Gattung **Gloeo-trichia** (S. 40)
- 37b Fäden entweder einzeln oder (falls sie Kolonien bilden) in bündelförmigen Anhäufungen mit ± parallel angeordneten Fäden ..... 38
- 38a Falls die Fäden mit vegetativen Zellen abschließen, sind sie verjüngt, verlängert und oft hyalin; übrige Zellen mit Aerotopen ..... 39
- 38b Falls die Fäden mit vegetativen Zellen abschließen, sind sie bis zum Ende zylindrisch, nur ausnahmsweise können die Endzellen etwas verjüngt sein, aber sie sind nie verlängert und hyalin ..... 41
- 39a An den Fäden sind nie Heterozyten entwickelt, nur Akineten am Ende der Vegetationsperiode ..... 36. Gattung **Raphidiopsis** (S. 40)
- 39b Generell sind an den Fäden Heterozyten entwickelt, wenn auch mitunter nur in geringer Anzahl . 40

- 40a Heterozyten entwickeln sich nur aus terminalen, verjüngten Zellen; immer nur Solitäräden ..... 37. Gattung **Cylindrospermopsis** (S. 41)
- 40b Heterozyten entwickeln sich nur interkalar, einzeln, in einzelnen Fäden oder bilden Bündel mit parallel angeordneten Fäden ..... 38. Gattung **Aphanizomenon** (S. 41)
- 41a Zellen immer deutlich kürzer als breit, kurz-tonnenförmig bis zylindrisch; um das Trichom ist eine Scheide entwickelt, die Heterozyten sind interkalar oder einzelne terminal; halophile Arten ..... 41. Gattung **Nodularia** (S. 47)
- 41b Zellen inmitten des Fadens ± isodiametrisch oder schwach kürzer oder länger als breit, mitunter fast kugelförmig (starke Einschnürung an den Querwänden) ..... 42
- 42a Die Heterozyten entwickeln sich ausschließlich einzeln, interkalar ..... 39. Gattung **Anabaena** (S. 43)
- 42b Die Heterozyten entwickeln sich interkalar zu zweit nebeneinander, und zwischen ihnen kommt es mit der Zeit zum Zerfall des Trichoms, so daß die endgültige Position der einzelnen Heterozyten terminal ist (es ist notwendig mehrere Fäden zu untersuchen und diesen Prozeß zu ermitteln, was nicht schwierig ist) ..... 40. Gattung **Anabaenopsis** (S. 46)

### 3.2 Picoplanktische Gattungen und Arten

In einzelnen, freischwimmenden Zellen lebende Blaualgen, deren Durchmesser oder längere Abmessung nicht größer als 3 µm ist (0,2 bis 3 µm). Ausnahmsweise werden den picoplanktischen Blaualgen auch stäbchenförmige Organismen zugeordnet, deren Länge wesentlich größer ist (bis zu 20 µm), aber deren Breite 1 µm nicht überschreitet. Bei massenhaftem Vorkommen bewirken sie eine helle blaugrüne Vegetationsfärbung des Wassers (bei einigen picoplanktischen Arten überwiegt in den Zellen das rote Phycoerythrin, und in diesem Fall kann eine rote Verfärbung eintreten; aus dem Einzugsgebiet der Elbe wurde bisher kein ähnlicher Fall registriert). Aus dem Einzugsgebiet der Elbe sind Vertreter von drei Gattungen aus der Ordnung Chroococcales bekannt:

#### (1) **Cyanobium** RIPPKA et COHEN-BAZIRE 1983 [Chroococcales, Synechococcaceae]

Einzelne Zellen oder kurz nach der Teilung in Paaren, oval, breit-oval bis kurz-zylindrisch, 1 bis 3 µm lang und 0,2 bis 1,2 µm breit, hell-blaugrün bis graugrün, manchmal mit sichtbarem Chromatoplasma, mit sehr feinen und schmalen Schleimhüllen um die Zellen (sichtbar nur im Phasenkontrast oder nach der Färbung). Zellteilung immer nur symmetrisch und senkrecht zur längeren Achse; isomorphe Tochterzellen, wachsen vor einer weiteren Teilung bis zur ursprünglichen Größe und Gestalt heran.

Aus dem Einzugsgebiet der Elbe ist nur eine Art bekannt, die nach den botanischen Nomenklaturregeln beschrieben ist, aber evident kommen hier wesentlich mehr ähnliche Arten (Morpho- und Ökotypen) vor. Bekannt sind z. B. die bisher taxonomisch nicht definierten Populationen aus dem Plankton der mesotrophen Seen in Mecklenburg und Brandenburg, in welchem Maße sie jedoch im fließenden Wasser zur Geltung kommen können, ist unklar.

- *C. plancticum* (DREWS et al.) KOMÁREK et al. 1999 [Syn.: *Synechococcus plancticus* DREWS et al. 1961] (fig. 2): Einzelne Zellen, breit-oval bis fast kurz-stäbchenförmig, blaugrün, 1,5 bis 3 x 0,9 bis 1,2 µm.

Sie entwickeln sich in kleinen eutrophen bis hypertrophen Gewässern, Teichen, Tümpeln, manchmal in den Überschwemmungsgebieten der Flüsse. Bekannt sind Fälle der massenhaften Entwicklung mit bläulicher Vegetationsfärbung des Wassers. Mehrere Standorte sind von den Oberläufen der Nebenflüsse der Elbe im Böhmischem Kessel (Česká kotlina) in Südböhmen und aus dem Einzugsgebiet der Elbe von Mělník bis Magdeburg bekannt. Wenig bekannte Art.

(2) ***Synechococcus* NÄGELI 1849**  
[Chroococcales, Synechococcaceae]

Einzelne Zellen, manchmal locker zu Gruppen angehäuft, kurz nach der Teilung in Paaren oder ausnahmsweise für eine Übergangszeit in kurzen kettenartigen Gebilden mit einigen wenigen Zellen, kurz- bis lang-zylindrisch, selten schmal-oval (stäbchenförmig mit leicht konvexen Wänden), mit abgerundeten Enden, 1,5 bis 15 x 0,4 bis 3 µm, unter suboptimalen Bedingungen können sich jedoch stark verlängerte Zellen mit einer Länge bis zu mehr als 35 bis 40 µm bilden, ohne Änderung der Breite. Der Zellinhalt ist hell-blaugrün, graublau oder rötlich, manchmal mit schwach sichtbarem Chromatoplasma. Um die Zellen herum gewöhnlich eine sehr dünne und zerfließende Schicht farblosen Schleims, die die Bildung von Kolonien unmöglich macht. Zellteilung immer nur senkrecht zur Längsachse in zwei symmetrische oder asymmetrische Tochterzellen. Zur Bildung von extrem langen Zellen (sog. Involutionzellen) und zur asymmetrischen Teilung kommt es insbesondere unter suboptimalen bis subletalen Bedingungen. Die Zellen wachsen vor einer weiteren Teilung zur ursprünglichen Größe heran.

Zwei Arten, *S. nidulans* und *S. elongatus*, können entlang des gesamten Elbelaufs und der meisten Nebenflüsse vorkommen, massenhafte Entwicklungen sind aber nicht bekannt. Meistens handelt es sich nur um ein einzelnes Vorkommen. Weitere zwei Arten sind aus dem Plankton von Seen bekannt, kommen dort aber sehr selten vor und sind an ein spezifisches Biotop gebunden.

- *S. nidulans* (PRINGSHEIM) KOMÁREK in BOURRELLY 1970 [Syn.: *Anacystis nidulans* sensu auct., non *Aphanothece nidulans* RICHTER] (fig. 3): Einzelne Zellen, stäbchenförmig, mit mehr oder weniger homogenem Inhalt, hell-graublau, gerade oder leicht gebogen, 1,5 bis 8,5 x 0,4 bis 1,3 (2,2) µm, unter ungünstigen Bedingungen bis auf mehr als 20 µm verlängert.

Im Plankton kleiner bis mittelgroßer mesotropher bis eutropher, aber meistens nicht allzu belasteter Speicher, selten auch von Seen, nicht allzu viel. Gelangt vereinzelt in das Plankton von Fließgewässern.

- *S. elongatus* (NÄGELI) NÄGELI 1849 (fig. 4): Einzelne Zellen oder locker aneinander gehäuft, zylindrisch bis sehr schmal und lang-oval, gerade oder sehr wenig gebogen, mit blaugrünem, homogenem oder unregelmäßig granuliertem Inhalt, 2 bis 9 x 1,2 bis 3 µm.

Diese Art ist primär benthisch und wächst im Litoral schwach eutropher Gewässer. Da sie jedoch nicht fest am Substrat haftet, gelangt sie zeitweilig in das Plankton, insbesondere von Fließgewässern. Immer jedoch nur fakultativ und vereinzelt.

- *S. rhodobaktron* KOMÁREK et ANAGNOSTIDIS 1995 (fig. 5): Einzelne Zellen oder nach der Teilung in Paaren, schmal-zylindrisch, stäbchenförmig, mit rötlichem oder leicht lila Inhalt, 3 bis 11 x 0,8 bis 2,3 µm.

Typische Planktonart von sauberen (bis mesotrophen) großen Seen. Ist aus dem Plankton einiger Seen auch in Mitteleuropa einschließlich dem Einzugsgebiet von Elbe und Rhein bekannt, gelangt aber wahrscheinlich nicht in die Fließgewässer.

- *S. capitatus* BAILEY-WATTS et KOMÁREK 1991 (fig. 6): Einzelne Zellen oder nach der Teilung in Paaren, sehr schmal und lang, stäbchenförmig, an den Enden bei gut entwickelten Zellen leicht köpfchenförmig erweitert, mit hellem olivgrünen oder gelblichem Inhalt, manchmal fast farblos erscheinend, in größerer Biomasse ockerfarben-gelbgrün, 4 bis 40 x 0,7 bis 1 µm.

Typische Planktonart der sauberen, mesotrophen und kühlen (unter 20 °C) nordischen Seen (Nordeuropa); in den letzten Jahren zeigte sie sich in größerer Menge in den kühlen Gebirgsstauhaltungen im Einzugsgebiet der Oberen Elbe (Talsperre Janov). In Wasserläufe geht sie offensichtlich nicht über, sie kann jedoch bei der Wasseraufbereitung Probleme verursachen.

(3) ***Synechocystis* SAUVAGEAU 1892**  
[Chroococcales, Merismopediaceae]

Einzelne Zellen, nur während der Teilung in Paaren, immer kugelförmig oder nach der Teilung halbkugelförmig, mit blaugrünem, graublauem oder olivgrünem Inhalt, manchmal mit sichtbarem Chromatoplasma. Um die Zellen herum ist eine sehr schmale, feine, farblose und am Rand zerfließende Schleim-

hülle, die nur im Phasenkontrast nach der Färbung oder im Elektronenmikroskop sichtbar ist, entwickelt. Die einfache Zellteilung führt immer zu zwei isomorphen (halbkugelförmigen) Tochterzellen, und zwar in zwei zueinander senkrechten Ebenen in den Folgegenerationen. Die Zellen wachsen vor einer weiteren Teilung zur ursprünglichen kugelförmigen Gestalt und zur mehr oder weniger gleichen Größe heran, 0,4 bis 8 (bei metaphytischen Arten bis etwa 20) µm im Durchmesser.

Von der Gattung *Synechocystis* wurden mehr als 20 Arten beschrieben, die im Plankton von Binnengewässern und Meeren vorkommen, aber auch im Metaphyton verschiedenster weiterer Biotope, manchmal auch unter extremen Bedingungen. Einige Arten sind als Symbionten pflanzlicher und tierischer Wirte bekannt. Im Plankton des Gewässersystems Elbe können normalerweise drei Arten vorkommen (eine ausführlichere Beschreibung von *S. sallensis* mit Zellen von mehr als 12 µm im Durchmesser wird weggelassen, diese Art kommt wahrscheinlich in den Moorlimnotelmen des Quellgebiets der Elbe im Riesengebirge vor, greift aber auf keinerlei Weise in das eigentliche Gewässersystem ein). Aus den verschiedenen Gebieten der gemäßigten Zone wurde eine Reihe von picoplanktischen Populationen (mit Zellen von 0,3 bis 1,5 µm) aus dem Plankton von Seen erwähnt, die auch im Einzugsgebiet der Elbe vorkommen könnten. Keine von ihnen wurde jedoch taxonomisch definiert, und ihr Vorkommen und die ökologischen Eigenschaften in diesem Gebiet müssen noch nachgewiesen und untersucht werden.

- *S. bourrellyi* KOMÁREK 1976 (fig. 7): Einzelne Zellen, kugelförmig bis breit-oval, blaugrün, bei stärkerer Vergrößerung mit sichtbarem Chromatoplasma, mit dünner Schleimhülle, 0,7 bis 1 µm im Durchmesser.

Aus Kulturen beschriebene Art, die jedoch wahrscheinlich in Mitteleuropa lokal normal im Plankton von stehenden und fließenden eutrophen Gewässern vorkommt, insbesondere in bodennahen Schichten, mitunter in beträchtlicher Menge. Die Identität all dieser Populationen muß jedoch nachgewiesen werden.

- *S. salina* WISLOUCH 1924 (fig. 8): Kugelförmige Zellen, einzeln oder nach der Teilung in Paaren, hell-blaugrün oder graugrün, mit homogenem Inhalt, 1,8 bis 4,5 µm im Durchmesser.

Im Plankton und Metaphyton von Gewässern mit höherer elektrischer Leitfähigkeit, ziemlich oft in mineralischen Gewässern und in Gewässern mit erhöhtem Salzgehalt. In kleineren eutrophierten Speichern im Einzugsgebiet von Flüssen kommt sie ziemlich verbreitet vor, z. B. am Unterlauf der Elbe, in Altwässern, Tümpeln usw. Hier bildet sie mitunter umfangreiche Populationen, und Fälle der massenhaften Entwicklung in fast monospezifischen Populationen sind bekannt.

- *S. aquatilis* SAUVAGEAU 1892 (fig. 9): Kugelförmige Zellen oder leicht oval, einzeln oder nach der Teilung in Paaren, mit hellem blaugrünen oder graublauen homogenen Inhalt oder mit kleinen, lokalen Granula, 3 bis 7 µm im Durchmesser.

Kommt im Plankton und Metaphyton kleinerer stehender Gewässer (Tümpel, künstliche Speicher, Bewässerungssysteme, Betonspeicher verschiedenen Typs usw.) vor, von wo sie gelegentlich in die Fließgewässer gelangt. Ziemlich oft auch in mittelstark belasteten Gewässern mit höherem Nährstoffgehalt. Im Einzugsgebiet der Elbe eine ziemlich verbreitete Art.

### 3.3 Nanoplanktische Gattungen und Arten

Nanoplanktische Arten sind meistens koloniebildend, wobei die Zellen im verschieden strukturierten Schleim unterschiedlich angeordnet sind. Meistens haben sie mikroskopische Abmessungen und wachsen nur ausnahmsweise zu makroskopischen Größen heran. Massenhafte Entwicklungen sind nicht häufig, und größere Populationen kommen nur in einigen Typen stehender eutropher Gewässer vor. In solchen Fällen können sie eine olivgrüne, graugrüne oder leicht blaugrüne Vegetationsfärbung des Wassers bewirken. In den Flüssen (Fließgewässern) können nanoplanktische Blaualgen allgemein vorkommen, aus dem Elbesystem sind jedoch keine Fälle ihrer massenhaften Entwicklung bekannt; in stehenden Gewässern sind sie jedoch häufig, insbesondere in Seen. Aus dem gesamten Einzugsgebiet der Elbe ist eine Reihe von kokkalen und trichalen Gattungen bekannt, die nanoplanktische Arten enthalten. Sie können einen beträchtlichen Indikationswert haben, aber über ihre sekundären Metaboliten (z. B. über die Produktion von Toxinen) gibt es bisher nur sporadische Kenntnisse.

**(4) *Cyanocatena* HINDÁK 1975**  
[Chroococcales, Synechococcaceae]

Mikroskopische, freischwimmende Kolonien mit unregelmäßig angeordneten sehr kleinen Zellen, manchmal zu unregelmäßigen kurzen mehrzelligen Reihen hintereinander zusammengestellt. Zellen kurz, zylindrisch, 0,5 bis 5 x 0,4 bis 1,2 µm mit abgerundeten Enden. An den Zellen und zwischen ihnen sind dunkle (braunschwarze) Eisenkonkretionen in Form von punkt- oder stäbchenförmigen Gebilden. Schleim sehr fein, farblos, zerfließend, oft erst nach der Färbung sichtbar. Zellteilung immer senkrecht zur Längsachse. Aus Mitteleuropa ist nur eine einzige Art bekannt. Die Gattung bedarf einer Prüfung; insbesondere ist es notwendig, die Beziehung zu einigen Arten der Gattung *Cyanodictyon* zu klären.

- *C. planctonica* HINDÁK 1975 (fig. 10): Kolonien mehr- bis vielzellig, Zellen zylindrisch bis stäbchenförmig mit abgerundeten Enden, hell-blaugrün, graublau bis fast farblos, 1 bis 2,5(5) x 0,5 bis 1,2 µm.

Im oberen und mittleren Einzugsgebiet der Elbe (Tschechische Republik, Einzugsgebiet der Saale) ist diese Art aus eutrophen stehenden Gewässern und vereinzelt aus Fließgewässern bekannt, sie bildet jedoch nie eine größere Biomasse.

**(5) *Cyanodictyon* PASCHER 1914**  
[Chroococcales, Synechococcaceae]

Kolonien freischwimmend (eine Art ist endogloeisch), mikroskopisch, mehr oder weniger sphärisch oder unregelmäßig, oft unregelmäßig netzförmig oder verlängert, zusammengesetzt aus unregelmäßigen, mitunter kurzen Reihen fast kugelförmiger, breit-ovaler bis kurz-zylindrischer Zellen. Inhalt der Zellen hell-blaugrün oder graublau, gewöhnlich homogen, Zellen 0,8 bis 4,5 µm lang. Der Schleim ist farblos, amorph, bei größeren Kolonien bildet er manchmal feine Schleimschnüre, in denen die Zellen hintereinander in Reihen angeordnet sind. Zellteilung immer senkrecht zur längeren Achse der Zellen, zur Entstehung von Zellreihen führend.

Die einzelnen Arten kommen sporadisch in eutrophen Süßwasserplanktongesellschaften vor, einige wurden nicht direkt aus dem Plankton des Einzugsgebiets der Elbe ermittelt, kommen aber in nahen Gebieten vor. Z. B. aus den Seen Südschwedens wurden die Arten *C. filiforme*, *C. tubiforme* und *C. iac* beschrieben, aus den Moorbiotopen des Quellgebiets des Böhmerwaldes *C. turfosum*. Das Vorkommen der drei Arten wurde durch mehrere Standorte im Einzugsgebiet der Elbe bestätigt.

- *C. imperfectum* CRONBERG et WEIBULL 1981 (fig. 11): Kolonien mikroskopisch, unregelmäßig sphärisch mit im undeutlichen, farblosen Schleim unregelmäßig oder zu kurzen 2- bis 8zelligen (bis zu 10 µm langen) Reihen angeordneten Zellen. Zellen sehr klein, sphärisch oder leicht oval, hell-blaugrün bis fast farblos, bis zu 1 µm im Durchmesser. In den Kolonien kommen Eisenpräzipitate in Form von kleinen punkt- oder ringförmigen Konkretionen vor.

Im Plankton mesotropher bis eutropher stehender Gewässer, von wo sie mitunter in das Flußplankton übergeht. Sehr kleine und unauffällige Art, nur bei stärkeren Vergrößerungen erkennbar. Fast kosmopolitische Art, in Mitteleuropa allgemein verbreitet. Generisch wahrscheinlich mit *Cyanocatena planctonica* identisch.

- *C. reticulatum* (LEMMERMANN) GEITLER 1925 (fig. 12): Kolonien mikroskopisch, gewöhnlich bis zu 34 µm im Durchmesser, ± sphärisch, zusammengesetzt aus farblosen Schleimschnüren (mitunter ineinander übergehend), in denen in unregelmäßigen und unterbrochenen Reihen kugelförmige bis breit-ovale Zellen angeordnet sind. Zellen hell-blaugrün, 1 bis 1,5 µm im Durchmesser. Kolonien ohne deutliche Präzipitate.

Lokal im gesamten Gebiet, vor allem im Plankton mesotropher und eutropher Stauhaltungen.

- *C. planctonicum* MEYER 1994 (fig. 13): Kolonien freischwimmend, zunächst mehr oder weniger sphärisch, später unregelmäßig verlängert bis vollkommen unregelmäßig, bis zu 150 µm lang, mit ovalen bis kurz-stäbchenförmigen Zellen, die zu kurzen Reihen zusammengestellt sind. Schleim fein, farblos, zerfließend, oft die ganze Kolonie umgebend. Zellen mit gelblichem oder blaß-blaugrünem Inhalt, ± 1,5 x 0,8 bis 1,5 µm.

Die Art ist aus dem Plankton der eutrophen Seen in Nordeuropa einschließlich Norddeutschland allgemein bekannt, lokal auch an anderen Standorten Mitteleuropas.

(6) *Aphanothece* NÄGELI 1849  
[Chroococcales, Synechococcaceae]

Kolonien freischwimmend im Plankton, im Metaphyton oder epipelisch lebend, mikroskopisch, bei einigen Arten bis makroskopisch, mit unregelmäßig angeordneten Zellen. Schleim fein, farblos, zerfließend, homogen, aber bei vielen Arten sind manchmal um die Zellen herum eigene Schleimhüllen sichtbar, insbesondere in den Randgebieten der Kolonie. Zellen oval oder stäbchenförmig mit abgerundeten Enden, meistens mit homogenem Inhalt, selten mit einzelnen Granula. Zellteilung immer nur senkrecht zur Längsachse der Zellen; die Zellen wachsen vor einer weiteren Teilung zur ursprünglichen Größe und Gestalt heran.

Vielfältige Gattung mit mehr als 60 beschriebenen Arten, von denen viele ein geographisch begrenztes Verbreitungsgebiet haben. Eine Reihe von Arten kommt in anderen als planktischen Biotopen vor, z. B. in subaerischen Biotopen. Viele Arten, insbesondere aus den tropischen Gebieten, sind bisher nicht taxonomisch beschrieben worden. Aus dem Plankton des Einzugsgebiets der Elbe wurden 8 Arten registriert; in der älteren Literatur werden auch weitere Artnamen angegeben, die jedoch im Plankton gewiß nicht vorkommen können (*A. saxicola*, *A. castagnei* und andere). Aus dem Plankton sind insbesondere sehr schwierig zu bestimmende Arten mit kleinen Zellen bekannt, zu deren Unterscheidung gewöhnlich gewisse Erfahrungen notwendig sind.

- *A. minutissima* (W. WEST) KOMÁRKOVÁ-LEGNEROVÁ et CRONBERG 1994 [Syn.: *Microcystis minutissima* W. WEST 1912, *Aphanothece pulverulenta* BACHMANN 1921] (fig. 14): Kolonien mikroskopisch, bis 140 µm im Durchmesser, mit unregelmäßig und ± dicht angeordneten, kurz-ovalen Zellen (mitunter in getrennten Gruppen). Schleim farblos, homogen, zerfließend. Zellen breit-oval bis kurz-stäbchenförmig, blaß-graublau, 1 bis 2 x 0,8 bis 1,6 µm.  
Süßwasserart im Plankton oligotropher bis eutropher Seen und Teiche, ist auch aus dystrophen Gewässern bekannt. In der gesamten gemäßigten Zone eine verbreitete Art.
- *A. bachmannii* KOMÁRKOVÁ-LEGNEROVÁ et CRONBERG 1994 [Syn.: *Aphanothece clathrata* var. *brevis* BACHMANN 1923] (fig. 15): Kolonien sehr unregelmäßig, gewöhnlich bis zu 100 µm im Durchmesser, selten größer, mit locker oder dicht, ± gleichmäßig angeordneten Zellen. Schleim sehr fein, farblos, zerfließend. Zellen kurz-oval, blaß-graublau, 0,8 bis 2 x 0,5 bis 1 µm.  
Süßwasserart oder schwach halophile Art, geläufig im Plankton großer, mesotropher Seen, Teiche und künstlicher Gewässer. Verbreitet in der ganzen nördlichen gemäßigten Zone; in Mitteleuropa verbreitete Art, kommt auch in der Ostsee vor.
- *A. clathrata* W. et G. S. WEST 1906 (fig. 16): Kolonien freischwimmend im Plankton, unregelmäßig, sehr oft abgeflacht und mitunter mit Öffnungen, bis zu 400 µm im Durchmesser, gewöhnlich mit gleichmäßig angeordneten Zellen. Schleim fein, farblos, am Rand zerfließend. Zellen kurz, stäbchenförmig, mitunter leicht gebogen, blaß-graublau, (0,8)1,5 bis 4,5 x 0,4 bis 1(2) µm.  
Süßwasserplanktonart, verbreitet in größeren mesotrophen bis eutrophen Gewässern der gesamten gemäßigten Zone, in Mitteleuropa häufig.
- *A. smithii* KOMÁRKOVÁ-LEGNEROVÁ et CRONBERG 1994 (fig. 17): Kolonien mikroskopisch, anfangs gewöhnlich ± oval im Umriß, später unregelmäßig, mit gleichmäßig und nicht allzu dicht angeordneten Zellen. Schleim farblos, homogen, am Rand undeutlich begrenzt. Zellen schmal-oval bis ellipsoid, blaß-graublau, 1,5 bis 3,5 x 1 bis 2 µm.  
Charakteristische Art im Plankton großer, sauberer, überwiegend mesotropher bis schwach eutropher Gewässer. Kommt in den gemäßigten Zonen vor, zahlreich in kühleren Gebieten (z. B. Nord-europa), lokal in stehenden Gewässern des Einzugsgebiets der Elbe.
- *A. elabens* (BRÉBISSON in MENEGHINI) ELENKIN 1938 (fig. 18): Kolonien mikroskopisch, ± sphärisch oder leicht abgeflacht, später oft angehäuft und zusammen verschwimmend. Schleim farblos, homogen oder sehr undeutlich konzentrisch geschichtet, fein, aber deutlich begrenzt. Zellen oval, selten bis fast zylindrisch, olivgrün, fakultativ mit einzelnen Aerotopen, 2,8 bis 6,5 x 1 bis 3 µm.  
Wächst anfangs epipelisch und metaphytisch, später freischwimmend im Plankton. Kommt in sauberen Seen der gemäßigten Zone vor. Wurde mehrmals im Ostseeraum ermittelt, im Einzugsgebiet der Elbe vereinzelt.

- *A. floccosa* (ZALESSKY) CRONBERG et KOMÁREK 1994 (fig. 19): Kolonien mikroskopisch, unregelmäßig, später oft angehäuft und ineinander übergehend bis makroskopisch sichtbare Anhäufungen bildend. Schleim farblos oder gelblich, an der Oberfläche deutlich begrenzt und gewöhnlich einen deutlichen Saum um die sehr dicht angehäufteten Zellen bildend (insbesondere in jüngeren Kolonien). Zellen kurz-stäbchenförmig mit abgerundeten Enden bis oval, gewöhnlich lebhaft grün mit lokalen kleinen Granula, (1,6)3 bis 4 x 0,8 bis 2,4 µm.

Epipelisch und metaphytisch im Benthos und Litoral sauberer, oligotropher oder mesotropher Seen. Art insbesondere aus Nordeuropa bekannt, in Nord- und Mitteleuropa kommt sie wahrscheinlich selten vor. In Wasserläufen kommt die Art nur sehr sporadisch vor.

- *A. nidulans* RICHTER in WITTRÖCK et NORDSTEDT 1884 (fig. 20): Kolonien anfangs mikroskopisch, unregelmäßig, später bis makroskopisch (bis zu 2 cm im Durchmesser), graugrün oder hellgraublau bis fast farblos, mit ± dicht angehäufteten Zellen. Schleim farblos, begrenzt, insbesondere bei älteren Kolonien. Zellen oval bis kurz-zylindrisch, hell-blaugrün oder graublau, an den Randpartien der Kolonie mitunter mit sichtbaren eigenen Hüllen, mit ± homogenem Inhalt, (1,6)2,5 bis 4,5 x 0,8 bis 1,9 µm.

Süßwasserart, sich im Benthos und Litoral sauberer Gewässer entwickelnd, oft mit vielfältiger Vegetation, epipelisch und im Metaphyton, von wo sie vereinzelt in das Plankton gelangt. In Mitteleuropa allgemein verbreitet, aber nicht allzu zahlreich. In der Literatur wird der Name „*A. nidulans*“ sehr oft für verschiedenste andere Arten falsch verwendet.

- *A. stagnina* (SPRENGEL) A. BRAUN in RABENHORST 1863 (fig. 21): Kolonien nur am Anfang der Vegetation mikroskopisch und unregelmäßig, später makroskopisch, kompliziert, grau bis lebhaft-olivgrün, bis 4(6) cm im Durchmesser, ± unregelmäßig sphärisch. Schleim farblos bis gelblich, anfangs zerfließend, später begrenzt, nicht strukturiert, aber insbesondere um die Zellen in den Randbereichen der Kolonie sind eigene Schleimhüllen entwickelt. Zellen oval, 3,8 bis 9(11) x (2)3 bis 5(6,8) µm.

Typische Art für verschlammte, eutrophe, aber nicht allzu belastete, meistens kleine Stauhaltungen und Buchten von Seen, wo sie sich epipelisch entwickelt. Am Ende der Vegetation steigen die einzelnen Kolonien an die Oberfläche auf, und von dort können sie zum vorübergehenden Transport in fließendes Wasser gelangen.

## (7) *Rhabdoderma* SCHMIDLE et LAUTERBORN 1900 [Chroococcales, Synechococcaceae]

Kolonien mikroskopisch, frei lebend im Plankton oder im Metaphyton und anderen Feuchtbiosphären. Der Schleim ist farblos, homogen, gewöhnlich zerfließend. Zellen immer stäbchenförmig mit abgerundeten Enden, gewöhnlich mehrmals länger als breit, locker und unregelmäßig innerhalb der Kolonie verteilt, aber insbesondere bei jüngeren, gestreckten Kolonien oft ± in einer Richtung orientiert, in seltenen Fällen auch pseudofilamentöse Reihen bildend. Zellteilung immer senkrecht zur Längsachse der Zellen, symmetrisch oder asymmetrisch. Vermehrung durch Zerfallen der Kolonien.

Von den annähernd 15 beschriebenen Arten kommen im Plankton größerer Stauhaltungen in Mitteleuropa gewöhnlich nur zwei vor, eine selten. In den Mooregebieten der gebirgigen Quellgebiete Südböhmens kommt selten eine weitere Art vor - *R. vermiculare*.

- *R. lineare* SCHMIDLE et LAUTERBORN 1900 (fig. 22): Kolonien klein, mikroskopisch, gewöhnlich nur mehrzellig, nur vereinzelt vielzellig (alte Kolonien in beträchtlichen Populationen). Schleim farblos, homogen, sehr wenig sichtbar, am Rand gewöhnlich zerfließend. Zellen lang-zylindrisch mit abgerundeten Enden, manchmal leicht gebogen, (3)4 bis 10 bis (22) x (0,8)1,5 bis 3(3,5) µm.

Planktisch in oligotrophen und mesotrophen, meistens großen, stehenden Binnengewässern. Verbreitete Art, jedoch nie in massenhafter Entwicklung. Direkt aus den Fließgewässern wurde sie nicht registriert, kann aber vorkommen.

- *R. compositum* (G. M. SMITH) FEDOROV 1967 (fig. 23): Kolonien sehr klein, mikroskopisch, gewöhnlich nur bis zu 65 µm lang, leicht gestreckt, höchstens 12zellig, aus ovalen Subkolonien zusammengesetzt. Zellen und Subkolonien mit farblosem, homogenem, schwach, aber deutlich begrenztem Schleim, in dem die Zellen oft ± in einer Richtung orientiert sind. Zellen zylindrisch mit abgerundeten Enden, hell-blaugrün, mit ± homogenem Inhalt, 4 bis 8 x 3 bis 3,5 µm.

Süßwasserplanktonart in großen, sauberen Seen der gemäßigten Zone, meistens in nördlichen Gebieten. In Mitteleuropa sehr vereinzelt.

**(8) *Rhabdogloea* SCHRÖDER 1917**  
[Chroococcales, Synechococcaceae]

Kolonien mikroskopisch (bei außereuropäischen, meistens subaerischen Arten makroskopisch), in Mitteleuropa nur im Plankton oder endogloeisch vorkommend, gewöhnlich mit geringerer Zahl locker angeordneter Zellen, die in der Kolonie oft ± in einer Richtung orientiert sind. Schleim farblos, unregelmäßig, breit, am Rand undeutlich begrenzt. Zellen immer spindelförmig, zu den Enden verjüngt, mit abgerundetem spitzen Ende, gewöhnlich mehrmals länger als breit, mit homogenem, gewöhnlich blaß-blaugrünem Inhalt. Zellteilung immer senkrecht zur Längsachse der Zellen, symmetrisch oder asymmetrisch. Vermehrung durch Zerfallen der Kolonien.

Von den 14 beschriebenen Arten kommen zwei im Plankton der stehenden Gewässer des Elbegebiets vor. Aus den gebirgigen Moorbiotopen in den Quellgebieten der Elbe und ihrer Nebenflüsse auf dem Gebiet der Tschechischen Republik ist eine weitere Art bekannt - *R. linearis*.

- *R. smithii* (R. et F. CHODAT) KOMÁREK 1983 (fig. 24): Kolonien mikroskopisch, gestreckt, gewöhnlich mit unregelmäßig spindelförmigem Umriß. Schleim farblos, homogen, zerfließend oder undeutlich begrenzt, nicht strukturiert. Zellen locker angeordnet, oft in einer Richtung orientiert, mit hell-graublauem, homogenem Inhalt, deutlich spindelförmig, (3,5)9 bis 13 x 1,4 bis 3,5 µm.

Planktisch in großen oligotrophen bis mesotrophen Süßwasserseen und -speichern; Art in Gewässern der gemäßigten Zonen verbreitet, in Mitteleuropa selten. Aus Fließgewässern nur sehr sporadische Angaben, wahrscheinlich nur sekundäres Vorkommen.

- *R. scenedesmoides* (NYGAARD) KOMÁREK et ANAGNOSTIDIS 1995 (fig. 25): Kolonien mikroskopisch, gewöhnlich nur 2- bis 4(8)zellig, mit parallel und ± dicht zu Gruppen zusammengestellten Zellen, Gruppen von sehr undeutlichem, zerfließendem Schleim umgeben (färben!). Zellen spindelförmig, immer leicht gebogen und etwas asymmetrisch, an den Enden abgerundet, 12,5 bis 21,5 x 2 bis 3,5 µm.

Planktisch in großen, mesotrophen Seen, wahrscheinlich nur in den kühleren Jahresabschnitten (unter 12 °C). Kommt sehr selten in Nordeuropa vor, sehr vereinzelt Befunde stammen aus Schleswig-Holstein und aus norddeutschen Seen.

**(9) *Cyanogranis* HINDÁK 1982**  
[Chroococcales, Synechococcaceae]

Kolonien mikroskopisch, ± sphärisch, selten unregelmäßig, mit unregelmäßig angehäuften, breit-ovalen bis fast kugelförmigen Zellen im Zentrum der Kolonie, die von breitem, farblosem und meistens zerfließendem Schleim umgeben ist; im Zentrum der Kolonie oder zwischen den Zellen kommen deutliche Präzipitate in Form verschieden großer schwarzer Granula vor. Zellteilung gemäß einer Ebene in den Folgegenerationen, Vermehrung durch Fragmentation der Kolonien.

Bisher nur zwei Arten bekannt, die beide in den Teichgebieten an den Oberläufen der tschechischen Elbenebenflüsse vorkommen, eine Art ist auch aus Bereichen an der Mittleren Elbe bekannt.

- *C. ferruginea* (WAWRIK) HINDÁK 1982 (fig. 26): Kolonien freischwimmend, ± sphärisch bis unregelmäßig mit unregelmäßig angehäuften, kugelförmigen bis breit-ovalen Zellen. Schleim farblos, homogen, fein, zerfließend, gewöhnlich erst nach der Färbung sichtbar. Zellen blaß-graublau, 0,6 bis 1,5 x 0,4 bis 1,5 µm.

Planktisch in kleinen Stauhaltungen, alten gefluteten Sandgruben, Tümpeln in den Überschwemmungsgebieten der Gewässer, gewöhnlich im Milieu mit höherem pH-Wert. Bekannt aus mehreren Standorten im Süden der Tschechischen Republik (Südböhmen), aber auch aus Mitteldeutschland. Eine Übertragung in das Plankton der Elbe ist nicht ausgeschlossen.

- *C. basifixa* HINDÁK 1982 (fig. 27): Kolonien meistens sphärisch, unregelmäßig kugelförmig oder oval. Der Schleim bildet einen Saum um die Zellen, farblos, oft begrenzt. Zellen fast kugelförmig, blaß-graublau bis hyalin, 4 bis 6 µm im Durchmesser.

Süßwasserart, im Plankton kleinerer, oft verwachsener, leicht eutropher stehender Gewässer. Aus dem Einzugsgebiet der Elbe nur aus dem Teichgebiet in Südböhmen bekannt.

#### (10) *Radiocystis* SKUJA 1948

[Chroococcales, Synechococcaceae]

Kolonien ± sphärisch oder unregelmäßig gestreckt, im Zentrum mit unregelmäßig angehäuften Zellen, am Rand mit Zellen in kurzen, unregelmäßigen, radial angeordneten Reihen. Schleim zerfließend, farblos. Zellen kugelförmig bis breit-oval, schwach blaugrün, mitunter mit vereinzelt Aerotopen. Zellteilung nur in einer Ebene in den Folgegenerationen (Entstehung radialer Zellreihen), Zellen wachsen vor einer weiteren Teilung zur ursprünglichen Größe und kugelförmigen Gestalt heran. Vermehrung durch Zerfallen der Kolonien.

Fünf Arten sind bekannt, in den tropischen Gebieten jedoch wahrscheinlich größere Artenvielfalt innerhalb dieser Gattung. Im Einzugsgebiet der Elbe kommt nicht sehr zahlreich eine einzige Art vor, die zeitweilig auch Bestandteil der Wasserblüten ist, meistens kommt sie jedoch nur in nanoplanktischen Gesellschaften zur Geltung, mit denen sie in das Phytoplankton von Flüssen übergehen kann.

- *R. geminata* SKUJA 1948 (fig. 28): Kolonien mikroskopisch, bis zu 70(350) µm im Durchmesser. Schleim farblos, homogen, zerfließend. Zellen sphärisch bis leicht breit-oval, blaugrün, mit fakultativen Aerotopen, 2,5 bis 5 x 2,7 bis 4,8 µm.

Im Plankton mesotropher bis schwach eutropher stehender Gewässer im gesamten Einzugsgebiet der Elbe, als Bestandteil des Nanoplanktons und der Wasserblüten, vereinzelt auch im Plankton von Flüssen.

#### (11) *Pannus* HICKEL 1991

[Chroococcales, Merismopediaceae]

Kolonien mikroskopisch, anfangs kugelförmig mit einer Zellschicht nur in der Oberflächenschicht, später im Umriss unregelmäßig, untergliedert in flache, lappige und verschieden gebogene Gebilde mit Zellen ± in einer Schicht. Die Zellen sind in einer dünnen Schicht von farblosem, zerfließendem Schleim angeordnet. Zellen kugelförmig, die sich in zwei zueinander senkrechten Ebenen in den Folgegenerationen teilen. Reproduktion durch Zerfallen der Kolonien.

Es wurden vier Arten beschrieben, einige mit Aerotopen in den Zellen, es handelt sich jedoch wahrscheinlich um stark unterschiedliche Typen mit heterogener taxonomischer Zugehörigkeit. Im Gegenteil, ähnliche Typen sind wahrscheinlich zahlreicher in anderen Biotopen. Im Einzugsgebiet der Elbe kommt nur eine Art im Brackwasser in der Nähe des Elbeästuars vor.

- *P. spumousus* HICKEL 1991 (fig. 29): Kolonien bis 180 µm im Durchmesser, anfangs kugelförmig und „hohl“, später unregelmäßig, in Form einer lappigen und gebogenen Fläche, in der die Zellen unregelmäßig angeordnet sind. Schleim zerfließend. Zellen hell-graublau, manchmal mit eigenen undeutlichen Schleimhüllen, 1 bis 1,5 µm im Durchmesser.

Kommt im Plankton von Brackwasserbuchten und stehenden Gewässern vor (Schleswig-Holstein).

**(12) *Eucapsis* CLEMENTS et SHANTZ 1909**  
[Chroococcales, Microcystaceae]

Kolonien mikroskopisch, mit in  $\pm 3$  zueinander senkrechten Reihen zusammengestellten Zellen; die endgültige Gestalt der Kolonie ist  $\pm$  kubisch. Die Zellen sind kugelförmig, hell-graublau oder lebhaft blaugrün, mit homogenem Inhalt oder einigen kleinen Granula im Plasma. Schleim farblos, gewöhnlich am Rand zerfließend. Die Zellen teilen sich regelmäßig in drei zueinander senkrechten Ebenen in den Folgegenerationen und wachsen vor der weiteren Teilung zur ursprünglichen Größe und Gestalt heran. Vermehrung durch Zerfallen der Kolonien.

Bisher wurden annähernd 10 Arten beschrieben, meistens aus Moorgewässern, selten auch aus anderen Biotopen. In den kleinen Mooreseen und im Metaphyton der Hochmoore in den Mittelgebirgsgebieten der Quellbereiche des Elbeeinzugsgebiets kommt selten *E. starmachii* mit kleinen, 1 bis 2,4  $\mu\text{m}$  großen Zellen vor, in die Flüsse gelangen sie jedoch nicht.

**(13) *Aphanocapsa* NÄGELI 1849**  
[Chroococcales, Merismopediaceae]

Kolonien freischwimmend im Plankton, Metaphyton, einige Arten haften auf pflanzlichem oder steinigem Substrat. Planktische Arten haben gewöhnlich nur mikroskopische Kolonien. Die Zellen dieser Arten sind kugelförmig, nach der Teilung halbkugelförmig, immer ohne Aertope, 0,5 bis 3  $\mu\text{m}$  im Durchmesser, vollkommen unregelmäßig im farblosen, zerfließenden, weniger oft begrenzten Schleim angeordnet, bei den meisten Arten ziemlich dicht. Zellteilung in zwei zueinander senkrechten Ebenen in den Folgegenerationen, Tochterzellen wachsen vor einer weiteren Teilung zur ursprünglichen Größe und kugelförmigen Gestalt heran. Vermehrung durch Zerfallen der Kolonien.

Gattung mit vielen Arten. Es wurden mehr als 100 Taxone beschrieben, von denen viele nicht revidiert wurden und deren taxonomische Position unklar ist. Im Gegenteil, in natürlichen Biotopen kommen viele Morpho- und Ökotypen vor, die wegen unzureichender morphologischer Merkmale schwer zu unterscheiden sind. Eine Reihe schwer zu definierender, besonderer Typen findet man insbesondere in tropischen und ungewöhnlichen Biotopen. Im Einzugsgebiet der Elbe kommen mehr als 10 verschiedene Arten vor, von denen *A. rivularis* und *A. fonticola* nur aus dem Benthos der oligotrophen, äußerst sauberen Quellbereiche in den Gebirgsregionen Mitteleuropas bekannt sind, aus den Moor- und Sumpfbiotopen derselben Gebiete werden die metaphytischen *A. hyalina* und *A. grevillei* angegeben. Alle diese Arten kommen im Plankton der Fließgewässer nicht vor. Aus dem Flußplankton im gesamten Einzugsgebiet sind jedoch mindestens 6 weitere Arten bekannt, die in der nanoplanktischen Gesellschaft zur Geltung kommen.

- *A. delicatissima* W. et G. S. WEST 1912 (fig. 30): Kolonien sphärisch bis unregelmäßig, bis zu 50  $\mu\text{m}$  im Durchmesser, mit  $\pm$  locker angeordneten Zellen, die gleichmäßig im farblosen, homogenen und zerfließenden Schlamm verteilt sind. Zellen graublau oder hell-blaugrün, 0,5 bis 1,2  $\mu\text{m}$  im Durchmesser.

Wahrscheinlich mit kosmopolitischer Verbreitung. Im Plankton eutropher Teiche, Seen und Talsperren, von wo sie oft auch in das Flußplankton gelangt.

- *A. incerta* (LEMMERMANN) CRONBERG et KOMÁREK 1994 (fig. 31): Kolonien  $\pm$  sphärisch, mitunter leicht abgeflacht bis etwas unregelmäßig, mit sehr dicht angeordneten Zellen, die eine hell-olivgrüne Farbe haben. Schleim farblos, Zellen 0,5 bis 2,7  $\mu\text{m}$  im Durchmesser.

Wahrscheinlich mit kosmopolitischer Verbreitung. Im Plankton der größeren mesotrophen bis eutrophen stehenden Gewässer, geläufige Art auch in Mitteleuropa.

- *A. holsatica* (LEMMERMANN) CRONBERG et KOMÁREK 1994 (fig. 32): Kolonien unregelmäßig, oft lappig und durchbrochen, mit relativ dicht und gleichmäßig angeordneten Zellen. Schleim farblos, zerfließend, Zellen hell-graublau, 0,8 bis 1,2  $\mu\text{m}$  im Durchmesser.

Sehr zahlreiche kosmopolitische Art, verbreitet in allen eutrophen Gewässern Mitteleuropas, häufig in Talsperren und Flüssen.

- *A. parasitica* (KÜTZING) KOMÁREK et ANAGNOSTIDIS 1995 (fig. 33): Kolonien unregelmäßig, gewöhnlich flach, am Substrat haftend (meistens an Unterwassergefäßpflanzen), mit dicht und unregelmäßig angeordneten Zellen. Schleim farblos, zerfließend. Zellen kugelförmig, blaß-graublau oder graugrün, 1 bis 2 µm im Durchmesser.

Kommt lokal im Litoral aller eutrophen Gewässer einschließlich der Flüsse vor. Reißt sich sehr selten von der Unterlage los und gelangt ins Plankton, dann ist sie jedoch fast nicht von *A. holsatica* zu unterscheiden.

- *A. nubilum* KOMÁREK et KLING 1991 (fig. 34): Kolonien mikroskopisch, unregelmäßig sphärisch mit charakteristisch gewelltem Rand. Schleim farblos, ± begrenzt, um die Zellen einen schmalen Saum bildend. Zellen ziemlich dicht und mitunter ungleichmäßig angeordnet, kugelförmig, hell-blaugrün, 1,2 bis 2 µm im Durchmesser.

Selten im Plankton großer Seen, Art bisher nur aus Europa und Afrika bekannt. In Mitteleuropa kommt sie nur sporadisch vor, ist z. B. aus Dänemark, Schleswig-Holstein und den norddeutschen Seen bekannt.

- *A. conferta* (W. et G. S. WEST) KOMÁRKOVÁ-LEGNEROVÁ et CRONBERG 1993 (fig. 35): Kolonien mikroskopisch, bis zu 80 µm im Durchmesser, sphärisch bis unregelmäßig, mit relativ wenigen und ungleichmäßig angeordneten Zellen. Schleim fein, farblos, homogen, zerfließend. Zellen kugelförmig, hell-blaugrün oder graublau, 1,5 bis 2,4 µm im Durchmesser.

Im Plankton mesotropher bis eutropher größerer stehender Gewässer. Geläufige Art in der gesamten gemäßigten Zone. Gelangt manchmal ins Flußplankton.

#### (14) *Chroococcus* NÄGELI 1849

[Chroococcales, Chroococcaceae]

Zellen in Gruppen, von Schleimschichten umgeben und mit eigenen Schleimhüllen (Untergattung *Chroococcus*) oder locker im dünnen Schleim angeordnet (Untergattung *Limnococcus*). Kolonien allesamt mikroskopisch, aber mitunter zu großen, makroskopischen Agglomerationen angehäuft (insbesondere bei subaerischen Arten). Schleimhüllen farblos oder geschichtet und gefärbt, meistens gelbbraun, begrenzt, selten am Rand zerfließend. Zellen anfangs kugelförmig, später bleiben sie jedoch oft halbkugelförmig oder in Form eines Kugelausschnitts. Zellen teilen sich in drei, später auch mehreren verschiedenen Ebenen in den Folgegenerationen, die Tochterzellen wachsen gewöhnlich ± zur ursprünglichen Größe (zum ursprünglichen Umfang) heran, aber nicht zur ursprünglichen Gestalt. Dieser Prozeß führt zur Bildung spezifischer Gruppen innerhalb der Kolonien und zu einer charakteristischen Zellform.

Umfangreiche Gattung mit vielen Arten (mehr als 80 anerkannte Arten), meistens in verschiedenen Metaphytontypen wachsend, an subaerischen Standorten, manchmal auch in extremen Biotopen. Zu den typischen planktischen Arten gehören nur einige Arten der Untergattung *Limnococcus*, von der Untergattung *Chroococcus* nur etwa zwei bis drei Arten. Das gilt auch für das Gebiet Mitteleuropas. Insgesamt können hier etwa zehn Arten im Süßwasserphytoplankton vorkommen, wenn auch mitunter nur sekundär, nie bilden sie eine größere Biomasse, und in der Regel sind sie nur eine untergeordnete Komponente. An die Moor- und Feuchtbiopte der Quellgebiete im Gebirge ist die Art *C. subnudus* gebunden, die jedoch nie in Flüsse übergeht.

#### (14a) *Limnococcus*

- *C. microscopicus* KOMÁRKOVÁ-LEGNEROVÁ et CRONBERG 1944 (fig. 36): Kolonien mikroskopisch, unregelmäßig, bis zu 100 µm im Durchmesser, gewöhnlich mit einer größeren Menge unregelmäßig angeordneter Zellen. Schleim farblos, zerfließend. Zellen hell-blaugrün, 0,7 bis 1,2 µm im Durchmesser.

Plankton mesotropher Seen, verbreitet in großen Seen der nördlicheren Gebiete Mitteleuropas, seltener auch in Talsperren und großen Teichen z. B. in der Tschechischen Republik. Manchmal gelangt sie auch in das Flußplankton.

- *C. minimus* (KEISSLER) LEMMERMANN 1904 (fig. 37): Kolonien mikroskopisch, sphärisch oder unregelmäßig, gewöhnlich mit kleinen Gruppen mehrerer Zellen im farblosen, zerfließenden oder sichtbaren Schleim. Zellen gewöhnlich kugelförmig, hell-graublau oder blaugrün mit homogenem Inhalt, 1,7 bis 3 µm im Durchmesser.

Planktische Art aus oligotrophen oder mesotrophen Speichern und Seen. Lokal in der gesamten gemäßigten Zone. Im Einzugsgebiet der Elbe verbreitet, geht mitunter auch in das Flußplankton über.

- *C. planctonicus* BETHGE 1935 (fig. 38): Kolonien mikroskopisch, unregelmäßig, bis zu 100 µm im Durchmesser, mit kleinen Gruppen mehrerer Zellen, die Gruppen sind unregelmäßig im farblosen zerfließenden Schleim verteilt. Zellen ± sphärisch, hell-gelbgrün, fakultativ mit vereinzelt Aerotopen, 3 bis 4 µm im Durchmesser.

Kommt selten vor, gewöhnlich im Winterplankton eutropher Teiche und Seen mit schlammigem Boden. Ist insbesondere aus den Seen in der Nähe von Potsdam bekannt.

- *C. dispersus* (KEISSLER) LEMMERMANN 1904 (fig. 39): Kolonien mikroskopisch, unregelmäßig, mit Gruppen aus (1)4 bis 32 Zellen, Gruppen im farblosen, homogenen, zerfließenden Schleim angeordnet. Zellen kugel- oder halbkugelförmig, ohne Aerotope, mit homogenem, hell-graublauem Inhalt, oft mit eigenen Hüllen, 3 bis 5 µm im Durchmesser.

Im Plankton sauberer, oligotropher bis mesotropher größerer stehender Gewässer in der gesamten gemäßigten Zone. Kommt lokal vor, manchmal sekundär auch im Plankton größerer Flüsse.

- *C. cumulatus* BACHMANN 1921 (fig. 40): Kolonien mikroskopisch, unregelmäßig, mit mehreren bis zu 8zelligen Zellgruppen, die im homogenen, farblosen und zerfließenden Schleim angeordnet sind. Zellen kugel-, halbkugelförmig oder in Form eines Kugelausschnitts, blaugrün, fakultativ mit vereinzelt Aerotopen, 5 bis 7 µm im Durchmesser.

Seltene Art, an nordische Seen gebunden, aus Mitteleuropa meistens aus dem Winterphytoplankton oligo- bis mesotropher stehender Gewässer angegeben. Erfordert eine Bestätigung.

- *C. distans* (G. M. SMITH) KOMÁRKOVÁ-LEGNEROVÁ et CRONBERG 1993 (fig. 41): Kolonien mikroskopisch, unregelmäßig, mit sehr locker angeordneten Zellen im farblosen, homogenen, meistens zerfließenden Schleim. Zellen meistens kugelförmig, hell-blaugrün, ohne Aerotope, 4,5 bis 7,5 µm im Durchmesser.

Im Plankton oligotropher bis mesotropher Seen und größerer stehender Gewässer, überall in den gemäßigten Zonen, aber nicht allzu zahlreich. Charakteristische Art, manchmal vielleicht auch in das Flußplankton übergehend.

- *C. limneticus* LEMMERMANN 1898 (fig. 42): Kolonien mikroskopisch, ± sphärisch bis unregelmäßig, mit locker verteilten Zellen (bis zu 40zellig). Schleim farblos, homogen, meist schwach begrenzt. Zellen kugel- oder halbkugelförmig, hell-blaugrün, mitunter mit vereinzelt Granula, ohne Aerotope, 6 bis 12 µm im Durchmesser, bekannt sind auch Populationen mit größeren Zellen.

Im Plankton schwach mesotropher bis eutropher Teiche, Talsperren und Seen während des gesamten Jahres, mit Maxima im Sommer und im Herbst, bilden aber nie eine starke Biomasse. Wahrscheinlich in der ganzen Welt verbreitet. Wird relativ oft auch im Plankton von Flüssen angegeben.

#### (14b) Subg. *Chroococcus*

- *C. minutus* (KÜTZING) NÄGELI 1849 (fig. 43): Kolonien mikroskopisch, meistens nur mit 2 bis 8 Zellen, die von einem schmalen, begrenzten, farblosen Schleimsaum umgeben sind. Um diese Kolonie herum zeigt sich manchmal noch eine undeutliche, zerfließende Schleimhülle. Zellen kugel- oder halbkugelförmig, hell-blaugrün, manchmal mit vereinzelt Granula, 4 bis 12 µm im Durchmesser.

Diese Art kommt in vielen verschiedenen taxonomischen Fassungen aus unterschiedlichen Biotopen vor. Ursprünglich wurde sie jedoch aus dem Tychoplankton und Metaphyton der oligotrophen bis eutrophen Seen in Mitteleuropa beschrieben. Aus dieser Trophiestufe gibt es auch die meisten Befunde aus dem Plankton von stehenden Gewässern und Flüssen im Gewässersystem der Elbe. Es ist eine verbreitete Art, sie kommt jedoch nie in stärkerer Biomasse vor.

- *C. obliteratus* RICHTER 1886 (fig. 44): Kolonien immer nur mehrere, 2- bis 4(8)zellig, mit Zellen, die immer von einer schmalen, manchmal auch fein geschichteten, farblosen Hülle umgeben sind. Zellen meistens halbkugelförmig oder in Form eines Kugelausschnitts, olivgrün, gelbgrün oder hellblaugrün, oft mit einigen deutlichen Granula im Plasma, (4)6 bis 10 µm im Durchmesser.

Metaphytische Art, ziemlich gewöhnlich in Sümpfen, verwachsenen Litoralen stehender, mesotropher bis eutropher Gewässer, sie kommt jedoch nie massenhaft vor. Gelangt sekundär ziemlich oft auch in das Plankton von stehenden und fließenden Gewässern. Wird gewöhnlich falsch als „kleiner *C. turgidus*“ bestimmt.

- *C. turgidus* (KÜTZING) NÄGELI 1849 (fig. 45): Kolonien mikroskopisch, 2- bis 8(32)zellig, mitunter leicht aggregiert, mit von deutlichen, begrenzten und meistens geschichteten, farblosen Schleimhüllen umgebenen Zellen. Zellen meistens halbkugelförmig oder in Form eines Kugelausschnitts, mit homogenem, blaugrünem bis dunkel-blaugrünem Protoplast, mitunter mit vereinzelt deutlichen Granula, (6)8 bis 32(45) µm im Durchmesser.

Metaphytische Art, von subaerischen Standorten bis zum Metaphyton verschiedener Sümpfe, zum Litoral unterschiedlicher Gewässertypen und in Mooren wachsend. Wächst meistens in oligotrophen Speichern, reicht aber bis in die Eutrophie. Von dort gelangt sie sekundär in das Plankton von stehenden Gewässern und Flüssen, immer jedoch nur vereinzelt.

### (15) *Merismopedia* MEYEN 1839

[Chroococcales, Merismopediaceae]

Kolonien mikroskopisch (nur selten bei einigen Arten Durchmesser erreichend, die makroskopisch erkennbar sind), in Form von flachen tafelförmigen Kolonien, manchmal leicht gebogen, in denen die Zellen in einer Schicht in zueinander senkrechten Reihen angeordnet sind, die manchmal (bei kleineren Arten) nur sehr kurz sind. Zellen kugel- oder halbkugelförmig (nach der Teilung), graublau, blaugrün oder auch rot, im Schleim angeordnet, der meistens am Rand der Kolonie zerfließend ist. Die Zellen teilen sich in den Folgegenerationen immer nur in zwei Ebenen senkrecht zueinander und zur Fläche der Kolonien. Vermehrung durch Zerfallen der Kolonien.

Von den 30 bis 40 Arten ist fast die Hälfte aus der europäischen gemäßigten Zone beschrieben worden. Im Einzugsgebiet der Elbe kommen also mehr als 10 Arten vor, fast keine spielt jedoch bei der Produktion von Biomasse eine große Rolle. Einige Arten sind zahlreich und können im Nanoplankton eutropher stehender Gewässer subdominant werden. In unser Verzeichnis sind einige marine Arten (*M. litoralis* aus dem Litoral der Nordsee, *M. affixa*, häufige Art aus den seichten Buchten der Ostsee) nicht aufgenommen worden, ferner die subaerophytische Art *M. minima*, die von den feuchten Felsen der mitteleuropäischen Gebirge beschrieben wurde, und *M. angularis*, die in den Moorbiotopen desselben Gebiets vorkommt.

- *M. warmingiana* LAGERHEIM 1883 (fig. 46): Mikroskopisch, kleine Kolonien, oft zueinandergehäuft, zusammengesetzt aus flachen, tafelförmigen Teilkolonien mit rundlichen aggregierten Zellen. Der Schleim bildet um die Zellen einen breiteren Saum, ist aber fließend und undeutlich. Zellen kugelförmig, hell-graublau, manchmal fast farblos, 0,5 bis 1,2 µm im Durchmesser.

Planktisch in eutrophen stehenden Gewässern, mitunter mit erhöhtem Salzgehalt oder auch in teilweise belasteten Speichern, zahlreich insbesondere in den Küstengewässern Norddeutschlands, von wo sie auch in das Gewässersystem der Elbe gelangt.

- *M. tenuissima* LEMMERMANN 1898 (fig. 47): Mikroskopisch, sehr feine plättchenförmige Kolonien, gewöhnlich im Umriß rechteckig, bei stärkerer Entwicklung oft zueinandergehäuft. Schleim gewöhnlich gut erkennbar, aber farblos und leicht zerfließend. Zellen kugelförmig bis oval, hell-graublau, 0,4 bis 2 µm im Durchmesser.

Planktisch in eutrophen stehenden Gewässern, mitunter mit organischer Belastung, geläufige Art in bewirtschafteten Teichen, meistens in den warmen Jahresabschnitten. Wahrscheinlich kosmopolitische Art, allgemein auch im Flußlauf vorkommend.

- *M. hyalina* (EHRENBERG) KÜTZING 1845 (fig. 48): Kolonien sehr klein, in der Regel nur 4- bis 16zellig, mit Zellen in flachen Gruppen. Schleim farblos, zerfließend, aber oft gut zu sehen, reicht über die Zellen im schmalen Saum hinaus. Zellen ± kugelförmig oder nach der Teilung halbkugelförmig, hell-graublau, (1)2 bis 3 µm im Durchmesser.

Planktisch in verschiedenartigen mesotrophen und eutrophen stehenden Gewässern, meistens kleineren, auch im Brackwasser, verbreitete Art. Im Einzugsgebiet der Elbe in stehenden und fließenden Gewässern.
- *M. marssonii* LEMMERMANN 1900 (fig. 49): Kolonien mikroskopisch, mit dicht angehäufteten Zellen in senkrechten Reihen, mit bis zu mehr als 200 Zellen. Schleim farblos, zerfließend. Zellen kugelförmig oder nach der Teilung halbkugelförmig, mit blaugrünem Inhalt und 1 bis 3 deutlichen Aerotopen im Zentrum der Zelle, 1,3 bis 2 µm im Durchmesser.

Typischer Planktont von eutrophen Süßwasserteichen und -seen in der gemäßigten Zone Eurasiens, kommt aber nie zahlreich vor. Lokal im Einzugsgebiet der Elbe.
- *M. trolleri* BACHMANN 1920 (fig. 50): Kolonien klein, meistens nur 4- bis 16zellig, meistens mit ziemlich dicht angeordneten Zellen. Schleim farblos, zerfließend oder schwach begrenzt, bildet einen schmalen Saum um die Zellen. Zellen sphärisch oder oval, nach der Teilung halbkugelförmig, hell-graublau, gewöhnlich mit mehreren Aerotopen, 2 bis 3 µm im Durchmesser.

Planktisch in Süßwasserseen und seeartigen Speichern in der temperaten Zone, lokal. Kommt in Mitteleuropa nur sporadisch vor.
- *M. punctata* MEYEN 1839 (fig. 51): Kolonien tafelförmig, gewöhnlich quadratisch, bis zu 64zellig (selten mit größerer Zellenanzahl), mit ziemlich regelmäßiger Anordnung der Zellen in Reihen. Schleim farblos, an den Rändern schwach sichtbar bis zerfließend. Zellen kugel- oder halbkugelförmig, ohne Aerotope, hell-graublau, 2 bis 3,6 µm im Durchmesser.

Geläufige Art im Plankton eutropher stehender Gewässer, lokal im gesamten System des Elbeeinzugsgebiets.
- *M. mediterranea* NÄGELI 1849 (fig. 52): Kolonien flach oder leicht gebogen, mitunter in Teilkolonien zerfallend, mit relativ dicht zusammengefügteten Zellreihen (die Kolonien sind bis zu 64zellig oder haben auch eine noch größere Zellenanzahl). Schleim farblos, zerfließend, aber oft am Rand deutlich. Zellen in bezug auf die Größe stark variabel, kugel- oder halbkugelförmig, hell-blaugrün, (2,5)3 bis 6(7) µm im Durchmesser.

Variable Art, die weitere Untersuchungen erfordert. Kommt im Einzugsgebiet der Elbe nur an Standorten mit erhöhtem Salzgehalt vor, meistens in marinen Küstenbiotopen, Sümpfen, im Litoral und in kleineren Stauhaltungen.
- *M. glauca* (EHRENBERG) KÜTZING 1843 (fig. 53): Kolonien tafelförmig, ± quadratförmig, mit sehr regelmäßigen senkrechten Zellreihen, gewöhnlich bis zu 64zellig, seltener mit größerer Zellmenge. Schleim fein, farblos, meistens zerfließend. Zellen vollkommen kugelförmig, nur vor der Teilung leicht verlängert und nach der Teilung halbkugelförmig, hell-blaugrün, (2,8)3 bis 6 µm im Durchmesser.

Metaphytische Art sauberer Gewässer, unbelasteter Sümpfe und des Litorals von Seen, von wo sie gelegentlich in das Plankton gelangt; kommt im fließenden Wasser jedoch nur sehr vereinzelt vor.
- *M. elegans* A. BRAUN in KÜTZING 1849 (fig. 54): Kolonien mit kleiner bis großer Zellenanzahl (bis zu mehreren Hunderten), im Umriss meistens rechteckig, mitunter gebogen. Schleim farblos, oft mit deutlichem und begrenztem Rand. Zellen meist leicht oval, nach der Teilung halbkugelförmig, lebhaft blaugrün, 5 bis 9 x (4)5 bis 7 µm.

Süßwasser-, metaphytische oder epipelische Art, in Quellgebieten vorkommend, aber auch in Sümpfen, im Litoral sauberer Teiche und Seen, ist auch aus dem Litoral sauberer Flüsse bekannt; zeigt sich selten im Tychoplankton. Kommt in Mitteleuropa sporadisch vor.

**(16) *Microcrocis* RICHTER 1892**  
[Chroococcales, Merismopediaceae]

Kolonien mikroskopisch bis makroskopisch sichtbar, flach, tafelförmig, mit in einer Schicht angeordneten Zellen, mitunter anfangs mehr oder weniger in zueinander senkrechten Reihen, später unregelmäßig angehäuft. Der Schleim ist farblos und an den Rändern meistens zerfließend. Die Zellen sind immer länglich, oval bis zylindrisch und immer mit den längeren Achsen senkrecht zur Fläche der plättchenförmigen Kolonie ausgerichtet. Sie sind immer ohne Aerotope und teilen sich in den Folgegenerationen in zwei zueinander und zur Fläche der Kolonie senkrechten Ebenen. Vermehrung durch Zerfallen der Kolonien.

Ausschließlich metaphytische und benthische Arten. Von verschiedenen europäischen (auch deutschen) Standorten werden mitunter die Arten *M. irregularis* und *M. geminata* angegeben, über deren Vorkommen im Einzugsgebiet der Elbe jedoch nur sehr unvollkommene Daten vorliegen. Im Benthos (Psammon) der seichten Sandbuchten der westlichen Ostsee kommt verbreitet die charakteristische Art *M. sabulicola* vor, aber in das Gewässersystem der Elbe greift sie nicht direkt ein.

**(17) *Lemmermanniella* GEITLER 1942**  
[Chroococcales, Synechococcaceae]

Kolonien mikroskopisch, kugelförmig bis leicht unregelmäßig oval, mit Zellen  $\pm$  in einer Schicht entlang der Peripherie der Kolonie. Schleim farblos, begrenzt, ragt leicht über die periphere Zellschicht hinaus. Zellen oval bis stäbchenförmig, mit ihrer längeren Achse tangential in der Oberflächenschicht liegend, ziemlich ungleichmäßig verteilt; haben einen gelbgrünen, hell-blaugrünen oder graublauen Inhalt ohne Aerotope. Teilen sich immer nur in einer zur Längsachse der Zellen senkrechten Ebene. Vermehrung durch Zerfallen der Kolonien.

Diese Gattung umfaßt bisher nur fünf beschriebene Arten, von denen zwei in den nördlichen Regionen Deutschlands vorkommen und durch ihre Verbreitung auch das Gebiet der Unteren Elbe erfassen können.

- *L. parva* HINDÁK 1985 (fig. 55): Kolonien freischwimmend, sphärisch, oval bis unregelmäßig oval, bis zu 120 (ausnahmsweise bis zu 180)  $\mu\text{m}$  im Durchmesser. Schleim farblos, begrenzt. Zellen unregelmäßig in der Oberflächenschicht angeordnet,  $\pm$  oval, nach der Teilung in Paaren, mit gelbgrünem, hell-graublauem oder graugrünem Inhalt, 1 bis 1,8 x 0,8 bis 1  $\mu\text{m}$ .

Im Plankton stehender, eutropher, aber unbelasteter Gewässer (Sandgruben, kleine Teiche und Seen) vorkommende Art, zeitweilig auch im Plankton großer Flüsse Mitteleuropas. Besondere Populationen entwickeln sich in der Ostsee und ihren Brackwasserstandorten an der Nordküste des europäischen Kontinents.

- *L. pallida* (LEMMERMANN) GEITLER 1942 (fig. 57): Kolonien im Plankton, vollkommen kugelförmig, bis zu 85 (bis 138)  $\mu\text{m}$  im Durchmesser. Schleim farblos, deutlich begrenzt. Zellen deutlich stäbchenförmig, teilen sich quer, fügen sich aber bald parallel zueinander in der Oberflächenschicht zu kleinen Gruppen zusammen, hell-graublau und blaugrün, (0,7)1,1 bis 4,3 x 0,5 bis 1,6  $\mu\text{m}$ .

Planktisch in großen, mesotrophen bis schwach eutrophen Seen im westlichen Ostseeraum mit den Seen in Norddeutschland, die zum Einzugsgebiet der Elbe gehören.

**(18) *Coelomoron* BUELL 1938**  
[Chroococcales, Merismopediaceae]

Kolonien mikroskopisch, sphärisch oder unregelmäßig sphärisch, freischwimmend, in feinem, farblosem, fließendem Schleim. Zellen breit-oval und radial an der Peripherie der Kolonie ausgerichtet, mitunter zueinander verschoben. Schleimhüllen farblos, im Zentrum der Kolonie mehr verdichtet und später im Gegensatz dazu fließend. Zellteilung in zwei Ebenen, senkrecht zueinander und zur Oberfläche der Kolonie.

Von den neun beschriebenen Arten sind die meisten tropisch, aber auch in der gemäßigten Zone kommen wahrscheinlich weitere Typen vor. Die geläufigste Art in Mitteleuropa ist *C. pusillum*, weitere Arten wurden in diesem Gebiet bisher nicht ermittelt.

- *C. pusillum* (VAN GOOR) KOMÁREK 1988 (fig. 56): Kolonien ± sphärisch, bis zu 30 µm im Durchmesser, mit radial an der Peripherie der Kolonie angeordneten Zellen, immer leicht zueinander verschoben. Schleimhüllen farblos, zerfließend. Zellen breit-oval, hell-graublau, 2,2 bis 4,5 x 1,8 bis 4 µm.

Im Plankton stehender oder leicht fließender eutropher Gewässer, verbreitet in der gesamten nördlichen gemäßigten Zone. Lokal im Einzugsgebiet der Elbe.

**(19) *Coelosphaerium* NÄGELI 1849**  
[Chroococcales, Merismopediaceae]

Kolonien mikroskopisch, kugelförmig, mitunter aus Teilkolonien zusammengesetzt, freischwimmend. Die Zellen sind vollkommen kugelförmig oder nach der Teilung halbkugelförmig, ± in einer Schicht an der Peripherie der Kolonie verteilt. Schleim farblos, ± begrenzt. Zellteilung in den Folgegenerationen in zwei zur Oberfläche der Kolonie und zueinander senkrechten Ebenen. Vermehrung durch Zerfallen der Kolonien zu kleinen Zellanhäufungen.

Revidiert wurden etwa 15, meistens aus der gemäßigten Zone bekannte Arten, deren Verbreitung meistens auch Gebiete Mitteleuropas tangiert.

- *C. minutissimum* LEMMERMANN 1900 (fig. 58): Freischwimmende Kolonien, kugelförmig oder oval, gewöhnlich bis zu 30, selten bis zu 170 µm im Durchmesser. Zellen hell-blaugrün, ohne Aerotope, 1 bis 1,4 µm im Durchmesser.

Kommt im Plankton sauberer oder schwach belasteter Gewässer in Nordeuropa vor, insbesondere in Seen. Ist auch aus stehenden Gewässern im Bereich der Unteren Elbe bekannt.

- *C. natans* LEMMERMANN 1900: Kolonien ± sphärisch, mit ziemlich dicht in der Oberflächenschicht angeordneten Zellen, mitunter jedoch leicht aus der Mitte der Kolonie verschoben. Der Rand der Schleimkolonie ist zerfließend. Zellen kugelförmig, hell-grünlich, mit vereinzelt, fakultativen Aerotopen, 1,3 bis 1,5 µm im Durchmesser.

Wenig bekannte Art aus dem Plankton stehender Gewässer, meistens mesotropher Seen, selten in Norddeutschland vorkommend.

- *C. subarcticum* KOMÁREK et KOMÁRKOVÁ-LEGNEROVÁ 1992 (fig. 59): Kolonien kugelförmig oder unregelmäßig sphärisch bis leicht gestreckt, mitunter aus zwei bis drei Subkolonien zusammengesetzt, bis zu 110 µm im Durchmesser, mit locker in der Oberflächenschicht angeordneten Zellen. Schleim farblos, undeutlich. Zellen kugelförmig oder nach der Teilung halbkugelförmig, hell-graublau oder blaugrün, ohne Aerotope, 1,2 bis 1,6 µm im Durchmesser.

Art überwiegend in oligotrophen bis mesotrophen nordischen Seen verbreitet, kommt jedoch selten auch im Plankton von Seen und größeren stehenden Gewässern in Mitteleuropa vor, ausnahmsweise (vorübergehend) auch im fließenden Wasser.

- *C. kuetzingianum* NÄGELI 1849 (fig. 60): Kolonien ± kugelförmig, selten aus Subkolonien zusammengesetzt, bis zu 100 µm im Durchmesser, mit ziemlich dicht in zwei bis drei Schichten an der Peripherie angeordneten Zellen. Schleim farblos, zerfließend. Zellen kugelförmig oder halbkugelförmig (nach der Teilung), hell-blaugrün oder olivgrün, mit schwach granuliertem Inhalt, ohne Aerotope, 1,8 bis 3 µm im Durchmesser.

Planktisch in verschiedenartigen mesotrophen stehenden Gewässern, relativ selten; über einen möglichen Eintrag dieser Art in Fließgewässer ist nichts bekannt.

- *C. aerugineum* LEMMERMANN 1898 (fig. 61): Kolonien vollkommen kugelförmig, selten aus zwei Subkolonien zusammengesetzt, annähernd bis zu 100 µm im Durchmesser, anfangs mit locker, später dicht in einer Oberflächenschicht angeordneten Zellen. Schleim farblos, begrenzt. Zellen kugel- oder halbkugelförmig, gewöhnlich lebhaft oder blaß blaugrün, mitunter mit feinkörnigem Inhalt, ohne Aerotope, (2)2,5 bis 5,5 µm im Durchmesser.

Wächst in mesotrophen bis schwach eutrophen stehenden Gewässern ausschließlich im Plankton, aber nie in massenhafter Entwicklung, in gemäßigten Zonen. Lokal im Einzugsgebiet der Elbe.

- *C. dubium* GRUNOW in RABENHORST 1865 (fig. 62): Kolonien kugelförmig, seltener breit-oval, mitunter aus zwei bis drei Subkolonien zusammengesetzt, bis zu 150 µm im Durchmesser, in älteren Kolonien mit ± dicht in einer Schicht angeordneten Zellen. Der Schleim ist zerfließend, bildet aber einen deutlichen Saum um die gesamte Kolonie. Zellen kugelförmig, blaß-blaugrün, mit Aerotopen, 5 bis 7 µm im Durchmesser.

Kommt selten in der gemäßigten Zone in Teichen und Seen vor, gelegentlich auch in Brackwasserbiotopen. Ist aus dem Einzugsgebiet der Elbe bisher nur aus Gebieten am Unterlauf bekannt, insbesondere in der Nähe der Ostseeküste.

## (20) *Cyanonephron* HICKEL 1985

[Chroococcales, Synechococcaceae]

Kolonien freischwimmend, ± sphärisch, mitunter aus Subkolonien zusammengesetzt, mit Zellen ± an der Peripherie, an den Enden der pseudodichotom sich verzweigenden Schleimstränge haftend, die vom Zentrum der Kolonie ausgehen, die darüber hinaus ganz von feinem, farblosem, zerfließendem Schleim umgeben ist. Die Zellen sind ± zylindrisch oder oval, mit der längeren Seite am Strang haftend (und also in der Kolonie tangential angeordnet). Zellteilung nur in einer zur längeren Achse der Zelle senkrechten Ebene. Vermehrung durch Zerfallen der Kolonien.

Bisher ist nur eine Art bekannt, lokal kommen jedoch unterschiedliche Morphotypen vor, die auf eine größere Artenvielfalt innerhalb der Gattung hinweisen.

- *C. styloides* HICKEL 1985 (fig. 63): Kolonien meistens bis zu 30 µm im Durchmesser. Schleim farblos. Zellen zylindrisch, stäbchen- oder nierenförmig, leicht gebogen, mit der „konkaven“ Seite am farblosen Strang haftend, 2,3 bis 4,5 x 0,8 bis 1,2 µm. Größere Zellen wurden z. B. in Finnland gefunden.

Art aus dem Plankton seichter, hypertropher Seen in den Küstengebieten der Ostsee in Nordwestdeutschland beschrieben. Hat jedoch eine weitaus größere Verbreitung im Süßwasser. Wurde im Einzugsgebiet der Elbe an mehreren Standorten gefunden.

## (21) *Snowella* ELENKIN 1938

[Chroococcales, Merismopediaceae]

Kolonien sphärisch, oval bis schwach unregelmäßig oder aus zwei bis drei Subkolonien zusammengesetzt, mit ± in der peripheren Schicht angeordneten Zellen, am Ende der dünnen, pseudodichotom verzweigten Schleimstränge, die aus dem Zentrum der Kolonie nach außen verlaufen, haftend. Das System der Schleimstränge ist im Phasenkontrast oder nach der Färbung gut sichtbar. Die Zellen sind ziemlich weit voneinander entfernt, nur bei älteren Kolonien bilden sie eine dichtere Schicht. Zellen kugelförmig oder leicht gestreckt (dann haften sie radial an den Strängen), oval oder umgekehrt eiförmig, bei einigen Arten mit vereinzelt Aerotopen. Zellteilung in zwei zueinander senkrechten Ebenen in den Folgegenerationen, senkrecht zur Kolonieoberfläche. Vermehrung durch Zerfallen der Kolonien.

Von den sieben beschriebenen Arten, alle aus der gemäßigten Zone, kommen die zwei Arten *S. septentrionalis* und *S. fennica* (bei beiden Zellen mit Aerotopen) im gesamten Ostseeraum verbreitet vor. Direkt im Einzugsgebiet der Elbe sind drei weitere Arten bekannt, aber nahezu nur aus stehenden Gewässern.

- *S. atomus* KOMÁREK et HINDÁK 1988 (fig. 64): Kolonien ± sphärisch, bis zu 25 µm im Durchmesser. Zellen kugelförmig, hell-graublau, ohne Aerotope, 0,6 bis 1,4 µm im Durchmesser.  
Planktisch und tychoplanktisch in mesotrophen großen Speichern und Seen, selten.
- *S. litoralis* (HÄYRÉN) KOMÁREK et HINDÁK 1988 (fig. 65): Kolonien ± sphärisch, bis zu 30 (bis 95) µm im Durchmesser. Zellen kugelförmig, hell-blaugrün oder graublau, 2,4 bis 4 µm im Durchmesser.  
Planktisch in großen mesotrophen bis eutrophen Speichern und Seen. Verbreitete Art, aber nie in massenhafter Entwicklung. Kommt auch im leichten Brackwasser vor.

- *S. lacustris* (CHODAT) KOMÁREK et HINDÁK 1988 (fig. 66): Kolonien sphärisch oder leicht langgestreckt, bis zu 80 µm im Durchmesser. Zellen oval bis umgekehrt eiförmig, graublau, ohne Aertope, in älteren Kolonien mitunter ziemlich stark aggregiert, 2 bis 4 x 1,5 bis 3,5 µm.

Im Plankton mesotropher bis eutropher stehender Gewässer, häufige Art, aber nie in massenhafter Entwicklung.

## (22) *Woronichinia* ELENKIN 1933

[Chroococcales, Merismopediaceae]

Kolonien ± sphärisch, meist oval oder aus Subkolonien mit meistens in einer Schicht an der Peripherie der Kolonie radial angeordneten Zellen zusammengesetzt. Die Zellen sind dicht angeordnet, nur bei sehr jungen Kolonien sind sie voneinander getrennt. Aus dem Zentrum der Kolonie verläuft radial ein System von röhrenförmigen und unverzweigten Schleimsträngen nach außen, an deren Enden die Zellen angeordnet sind. Die Schleimstränge sind farblos, und die gesamte Kolonie ist von einer undeutlich radial geschichteten farblosen Schleimhülle umgeben. Zellteilung in zwei zueinander und zur Oberfläche der Kolonie senkrechten Ebenen. Vermehrung durch Zerfallen der Kolonien und sog. „expulsing cells“, d. h. durch einzelne sich plötzlich aus den röhrenförmigen Schleimsträngen lösende Zellen.

Von der Gattung *Woronichinia* wurden fast 20 Arten beschrieben, von denen vier in den Zellen Aertope enthalten und Wasserblüten bilden, insbesondere die sehr zahlreiche Art *W. naegeliana* (siehe Gattung Nr. 32 S. 38). Die übrigen Arten sind Bestandteil des Nanoplanktons oder leben metaphytisch. Im Ostseeraum sind von den nanoplanktischen Arten insbesondere drei zahlreich vertreten, von denen *W. karlica* und *W. elorantae* zu den nordischen Arten gehören, aber das Einzugsgebiet der Elbe bereits nicht mehr erfassen. Im Gegensatz dazu kommt *W. compacta* im westlichen Teil der Ostsee und in den als Speicher genutzten Seen der angrenzenden Gebiete zahlreich vor und tritt auch in den Seen Norddeutschlands auf. Im Benthos kleiner Wasserkörper mit Sandsohle in Südböhmen wächst *W. ruzickae*, diese Art geht jedoch nicht in das Plankton über.

- *W. compacta* (LEMMERMANN) KOMÁREK et HINDÁK 1988 (fig. 67): Kolonien unregelmäßig sphärisch oder oval, bis zu 80 µm im Durchmesser, mitunter aus Subkolonien zusammengesetzt. Zellen dicht in der Peripherieschicht angeordnet, blaugrün, umgekehrt eiförmig, ohne Aertope, am apikalen Ende oft leicht abgeflacht, 3 bis 6 x 1,5 bis 3,5 µm.

Im Plankton und Metaphyton stehender Gewässer. Im Einzugsgebiet der Elbe nur aus Bereichen der Unteren Elbe bekannt.

## (23) *Gomphosphaeria* KÜTZING 1836

[Chroococcales, Merismopediaceae]

Kolonien sphärisch bis unregelmäßig, oft aus Subkolonien zusammengesetzt, mitunter von unklarem, feinem und zerfließendem Schleim umgeben. Zellen an der Peripherie der Kolonie radial angeordnet, leicht voneinander entfernt, angeschlossen an die Enden der dicken, undeutlichen Schleimstränge, die aus dem Zentrum der Kolonie nach außen verlaufen und sich pseudodichotom verzweigen. Der Schleim der Stränge umgibt auch die eigentlichen Zellen. Die Zellen sind umgekehrt eiförmig, nach der Teilung bleiben sie für eine längere Zeit zusammen und bilden Paare von Tochterzellen mit besonderer herzförmiger Gestalt.

In Mitteleuropa kommen einige Arten vor, die jedoch nicht direkt in das Gewässersystem der Elbe eingreifen. Die wichtigsten sind *G. aponina* aus dem Metaphyton der sauberen, oligotrophen bis mesotrophen Sümpfe und dem Litoral von Gewässern und *G. salina*, die im Metaphyton von salzhaltigen Feuchtgebieten in der Nähe der Küste und im Binnenland wächst.

## (24) *Spirulina* TURPIN ex GOMONT 1892

[Oscillatoriales, Pseudanabaenaceae]

Fäden regelmäßig lose oder dicht schraubenförmig gewunden, dünn, 0,3 bis 7,5 µm breit, am Ende nicht verjüngt, intensiv sich bewegend, ohne Einschnürungen an den Querwänden, die nur wenig zu sehen sind. Scheiden um die Trichome fehlen. Zellen ± isodiametrisch oder länger als breit, mit homogenem, gewöhnlich olivgrünem oder blaß-blaugrünem Inhalt. Vermehrung mittels Fragmentation der Trichome zu motilen Hormogonien, ohne nekridische Zellen.

Annähernd 40 Arten, die meistens in Belägen und Kolonien in unterschiedlichen Wasserbiotopen leben, eine Reihe von Arten ist an Standorte mit erhöhtem Salzgehalt oder hohem Nährstoffgehalt gebunden (einige Abwassertypen ohne toxische Stoffe). Im Einzugsgebiet der Elbe trifft man auch mehrere benthische Arten an salzigen Standorten an, vor allem in durch Brackwasser beeinflussten Gebieten, an der Mündung in die Nordsee. Hier wurden die Arten *S. tenerrima*, *S. subtilissima* und *S. versicolor* ermittelt. Die Fäden weiterer vier Arten mit ähnlicher Ökologie gelangen vorübergehend und vereinzelt auch in das Plankton.

- *S. labyrinthiformis* KÜTZING ex GOMONT 1892 (fig. 68): Lager flockenartig, schmutzig-grün bis blaugrün, schleimartig, oder vereinzelt Fäden zwischen anderen Algen, ggf. freischwimmend, blaß oder lebhaft blaugrün, regelmäßig dicht schraubenförmig gewunden mit intensiver rechtsdrehender Rotation, (1,5)2 bis 3 µm breit. Windungen meistens 75 bis 120 µm lang.

Kommt im Brack- und Salzwasser vor, oft auch an Standorten im Binnenland. Die einzelnen Fäden gelangen zeitweilig ins Plankton.

- *S. meneghiniana* ZANARDINI ex GOMONT 1892 (fig. 69): Lager kompakt, schleim- bis lederartig, blaugrün. Fäden blaß bis lebhaft blaugrün oder gelbgrün, regelmäßig und locker schraubenförmig gewunden (zwischen den Windungen sind deutliche Abstände), mit rechtsdrehender Rotation, (0,5)1,2 bis 2 µm breit. Windungen meistens 3,2 bis 5 µm breit, Abstand zwischen den Windungen 2,6 bis 8 µm.

Marine litorale Art, verbreitet in Sümpfen und meeresnahen Feuchtgebieten, selten auch an salzhaltigen Standorten im Binnenland. Vereinzelt Fäden können in das Plankton angrenzender stehender Gewässer gelangen.

- *S. major* KÜTZING ex GOMONT 1892 (fig. 70): Fäden meistens einzeln zwischen den Algen, bilden selten kleine, mikroskopische Lager, meistens lebhaft blaugrün. Fäden blaugrün, dicht schraubenförmig linksdrehend gewunden, 1 bis 2 µm breit. Die Windungen berühren sich nicht gegenseitig, sind 2,4 bis 4,5 µm breit, Abstand zwischen den Spiralen gewöhnlich 2 bis 5 µm.

Kommt in Süßwasser- und Brackwasserbiotopen vor, gewöhnlich mit höherem Gehalt an organischen Stoffen. Häufige Art der küstennahen Feuchtgebiete mit Brackwasser, weniger oft in Binnengewässern. Vereinzelt Fäden gelangen gelegentlich ins Plankton.

- *S. subsalsa* OERSTED ex GOMONT 1892 (fig. 71): Lager fein, flach, schleimartig auf Substrat, gewöhnlich lebhaft blaugrün oder grün, seltener einzelne Fäden zwischen anderen Algen im Metaphyton. Fäden blaß bis lebhaft blaugrün, regelmäßig dicht rechtsdrehend schraubenförmig gewunden, (0,8)1 bis 2,2 µm breit. Die Windungen berühren sich ganz oder fast, 3 bis 5 µm breit und 2 bis 5,6 µm hoch.

Zahlreich in küstennahen Meeres- und Brackwasserbiotopen, Feuchtgebieten, küstennahen Seen, selten an Standorten im Binnenland mit höherem Gehalt an Elektrolyten. Selten vereinzelt Fäden im Plankton.

## (25) *Romeria* KOCZWARA in GEITLER 1932

[Oscillatoriales, Pseudanabaenaceae]

Fäden ohne Scheiden, einzeln oder in sehr kleinen Anhäufungen, gewöhnlich kurz (meistens mit weniger als 32 Zellen), zerfallend und unregelmäßig gebogen oder bogenförmig geschwungen, meistens mit starker Einschnürung an den Querwänden. Die Fäden (Trichome) sind mitunter aus Teilstegmenten zusammengesetzt, die miteinander mit leichter Verschiebung der benachbarten Zellen verbunden sind. Zellen immer länger als breit, zylindrisch oder lang-tonnenförmig, teilen sich immer quer. Vermehrung durch Fragmentation in kurze, mehrzellige Hormogonien bis Einzelzellen.

Meistens planktische Gattung mit fast 20 Arten, von denen im Einzugsgebiet der Elbe vier vorkommen, das Vorkommen weiterer Arten ist allerdings möglich (*R. okensis*, *R. crassa*).

- *R. chlorina* BÖCHER 1949 (fig. 72): Fäden (Trichome) einzeln, 8- bis 16zellig, leicht gebogen, an den Querwänden schwach eingeschnürt, gelbgrün,  $\pm 1 \mu\text{m}$  breit. Zellen lang-zylindrisch, 1,5 bis 2,5  $\mu\text{m}$  lang.  
Benthische Art im Süßwasser, epipelisch in stehenden Gewässern auf organischem Schlamm wachsend. Bekannt überwiegend aus Seen in Dänemark und in Norddeutschland (in der Umgebung von Hamburg). Möglicherweise handelt es sich um eine Art der Prochlorophyten.
- *R. leopoliensis* (RACIBORSKI) KOCZWARA in GEITLER 1932 (fig. 73): Fäden (Trichome) einzeln, gewöhnlich nur 4- bis 8zellig, schwach gebogen oder sigmoid, an den Querwänden eingeschnürt, blaß-blaugrün, 0,8 bis 1  $\mu\text{m}$  breit. Zellen zylindrisch, 3 bis 6  $\mu\text{m}$  lang.  
Süßwasserplanktonart, im Plankton eutropher Teiche und Seen vorkommend, gelegentlich auch im Plankton von Flüssen, relativ selten, wurde nie in größerer Menge gefunden.
- *R. gracilis* (KOCZWARA) KOCZWARA in GEITLER 1932 (fig. 74): Fäden (Trichome) einzeln, kurz, 2- bis 18zellig, unregelmäßig verdreht, an den Querwänden eingeschnürt, blaß-blaugrün, 1 bis 1,5  $\mu\text{m}$  breit. Zellen zylindrisch bis tonnenförmig, 1,3 bis 6  $\mu\text{m}$  lang.  
Im Süßwasserphytoplankton in eutrophen Teichen, Seen, Tümpeln und künstlichen stehenden Gewässern, weitestgehend sehr selten. Aus dem Einzugsgebiet der Elbe bisher nur vereinzelt aus stehenden Gewässern am Ober- und Mittellauf angegeben.
- *R. elegans* (WOŁOSZYŃSKA) KOCZWARA in GEITLER 1932 (fig. 75): Fäden einzeln, freischwimmend, unregelmäßig gekrümmt, 2- bis 12zellig, gewöhnlich mit sichtbarer farbloser, zerfließender Schleimhülle, an den Querwänden eingeschnürt, blaß-blaugrün, 1,3 bis 2  $\mu\text{m}$  breit. Zellen lang-zylindrisch, 3 bis 9  $\mu\text{m}$  lang.  
Kommt im Plankton von Teichen, größeren stehenden Gewässern und in Flüssen vor, meistens jedoch nur sporadisch. Aus dem Einzugsgebiet der Elbe ist diese Art meistens nur aus den Teichgebieten am Ober- und Mittellauf bekannt.

**(26) *Pseudanabaena* LAUTERBORN 1915**  
[Oscillatoriales, Pseudanabaenaceae]

Fäden ohne Scheiden, bei planktischen Arten einzeln und freischwimmend, bei benthischen Arten in kleinen, feinen Lagern, gerade oder leicht gewölbt, nicht eingeschnürt oder an den Querwänden eingeschnürt, nur fakultativ nicht eingeschnürt, 0,5 bis 2,5(3)  $\mu\text{m}$  breit. Zellen sehen mitunter wie durch Schleim-„Brücken“ verbunden aus, die in Wirklichkeit Teile der kurz verengten Zellen an den Verbindungswänden sind. Die Zellen sind zylindrisch oder weniger oft lang-tonnenförmig, immer länger als breit, selten (fakultativ) mit vereinzelt polaren Aerotopen. Zellteilung immer senkrecht zur Längsachse der Fäden, Vermehrung durch Fragmentation in kurze Hormogonien ohne nekroide Zellen.

Es wurden mehr als 30 Arten beschrieben, in einigen Biotopen kommen jedoch viele Morphotypen vor, deren taxonomische Klassifizierung sehr schwierig ist. Im Einzugsgebiet der Elbe treten mehrere benthische (*P. galeata*, *P. amphigranulata* u. a.), endogloische (S. 48) und planktische Arten in Erscheinung; in unsere Übersicht wurden nur Arten aufgenommen, die in der Planktongesellschaft zur Geltung kommen.

- *P. acicularis* (NYGAARD) ANAGNOSTIDIS et KOMÁREK 1988 (fig. 76): Fäden einzeln, fast gerade oder leicht gebogen, kurz, an den Querwänden nicht eingeschnürt, hell-graublau, 1 bis 1,5  $\mu\text{m}$  breit. Zellen 8 bis 12  $\mu\text{m}$  lang, apikale Zellen verlängert und  $\pm$  spitz.  
Planktisch in Seen und größeren stehenden Gewässern im gesamten Einzugsgebiet, lokal. Kann auch in Fließgewässern vorkommen.
- *P. limnetica* (LEMMERMANN) KOMÁREK 1974 (fig. 77): Fäden einzeln, gerade oder leicht gebogen, an den Querwänden nicht eingeschnürt oder schwach eingeschnürt, hell-blaugrün, 1 bis 2  $\mu\text{m}$  breit. Zellen 4 bis 12  $\mu\text{m}$  lang, Endzelle zylindrisch und abgerundet.  
Verbreitete Planktonart in verschiedenartigen mesotrophen bis eutrophen stehenden Gewässern, bildet mitunter auch stärkere Populationen, insbesondere in kühleren Jahresabschnitten. Es handelt sich jedoch um feine Fäden, so daß nie stärkere Biomasse gebildet wird. Gehen gelegentlich auch in das Plankton von Flüssen über.

- *P. tenuis* KOPPE 1924 (fig. 78): Fäden einzeln oder in Gruppen, direkt oder schwach gewölbt, an den Querwänden deutlich eingeschnürt, hell-olivgrün, 1 bis 1,5 µm breit. Zellen lang-zylindrisch bis länglich-ellipsoid, 6 bis 8 µm lang. Endzellen abgerundet.

Relativ seltene Art, kommt im Einzugsgebiet der Elbe nur vereinzelt in stehenden Gewässern Mitteldeutschlands vor. Entwickelt sich primär im Benthos von Seen, einzelne Fäden können zeitweilig in das Plankton übergehen.

- *P. catenata* LAUTERBORN 1915 (fig. 79): Fäden einzeln oder in kleinen Lagern, gerade oder schwach gebogen, an den Querwänden eingeschnürt, hell-blaugrün, 1,2 bis 2,2 µm breit. Zellen lang-zylindrisch, 1,5 bis 8 µm lang. Endzellen zylindrisch und abgerundet.

Häufige Art, sich ursprünglich im Benthos entwickelnd, von wo einzelne Fäden sekundär ins Plankton gelangen, auch in die Flüsse. Morphologisch sehr einfach, daher polymorphe Art, die in einer Reihe von Morphotypen vorkommt, in Mitteleuropa überwiegen jedoch Populationen, die der ursprünglichen Auffassung entsprechen.

## (27) *Limnothrix* MEFFERT 1988

[Oscillatoriales, Pseudanabaenaceae]

Fäden meistens ohne Scheiden, nur ausnahmsweise mit feinen Scheiden, bei planktischen Arten einzeln und freischwimmend, benthische Arten entwickeln sich in feinen Lagern, mitunter lösen sich einzelne Fäden jedoch in das Hypolimnion ab. Fäden (Trichome) gerade oder leicht gebogen, an den Querwänden nicht eingeschnürt, 1 bis 6 µm breit. Zellen lang-zylindrisch, meistens mit lokalisierten (zentralen oder polaren, d. h. an den Querwänden befindlichen) Aerotopen. Zellen teilen sich immer quer, Vermehrung durch Fragmentation der Trichome ohne nekridische Zellen.

Relativ vielfältige Gattung mit fast 20 Arten, die meistens aus Mittel- und Nordeuropa beschrieben wurden. Wenige rein planktische Arten, die sich meistens im Benthos entwickeln, von wo sie sekundär insbesondere in das Hypolimnion tiefer Seen und auch in das Plankton weiterer stehender Gewässer sowie Tümpel in Feuchtgebieten gelangen. Aus dem Einzugsgebiet der Elbe ist eine Reihe von Arten bekannt, neben den rein benthischen Arten *L. rosea* und *L. pseudospirulina* können mindestens fünf weitere Arten in einer planktischen Gesellschaft vorkommen.

- *L. meffertae* ANAGNOSTIDIS 2000 [Syn.: *Limnothrix amphigranulata* sensu MEFFERT 1987 sine typo]: Fäden gerade, hell-blaugrün, 1,8 bis 2 µm breit, an den Querwänden eingeschnürt; Endzelle abgerundet. Zellen 2,5 bis 5 µm lang, gewöhnlich mit zwei Aerotopen an den Querwänden.

Kommt im Benthos und Plankton norddeutscher Seen vor.

- *L. redekei* (VAN GOOR) MEFFERT 1987 [Syn.: *Oscillatoria redekei* VAN GOOR 1918] (fig. 80): Fäden gerade oder leicht gebogen, einzeln, gräulich-blaugrün, 1,2 bis 2,5(3,5) µm breit, an den Querwänden nicht eingeschnürt; Endzellen abgerundet, selten verlängert und ± zugespitzt. Zellen (2,5)6 bis 14 µm lang, gewöhnlich mit verschiedenen großen, einzelnen Aerotopen an den Querwänden.

Zahlreiche Art im Plankton mittelgroßer bis großer mesotropher bis eutropher Teiche, Talsperren und Seen. Mäßig kälteliebende Art, die sich insbesondere in kühlen Jahresabschnitten entwickelt. Bildet mitunter starke Populationen. Gelangt verbreitet in das Plankton von Wasserläufen.

- *L. planctonica* (WOŁOSZYŃSKA) MEFFERT 1987 [Syn.: *Oscillatoria planctonica* WOŁOSZYŃSKA 1911] (fig. 81): Fäden gerade oder leicht gebogen, einzeln, hell-blaugrün bis rötlich, 1 bis 2 µm breit, an den Querwänden nicht eingeschnürt, Endzellen zylindrisch und abgerundet. Zellen 6 bis 10 µm lang, in deren Zentrum und an den Querwänden entwickeln sich einzelne, meistens ± kugelförmige Aerotope.

Planktonart aus stehenden und fließenden Gewässern, bildet mitunter starke Populationen. Ist vor allem aus Mittel-, Ost- und Nordeuropa bekannt, wahrscheinlich im Ostseeraum stärker vertreten. Aus dem Einzugsgebiet der Elbe insbesondere vom Unterlauf der Elbe angegeben.

- *L. lauterbornii* (SCHMIDLE) ANAGNOSTIDIS 2000 [Syn.: *Oscillatoria lauterbornii* SCHMIDLE 1901] (fig. 82): Fäden gewöhnlich leicht gebogen, einzeln, gelblich-grün, 2 bis 3,8 µm breit, an den Querwänden nicht eingeschnürt oder schwach eingeschnürt, Endzellen zylindrisch und abgerundet. Zellen bis zu 12 µm lang, in ihrem Zentrum entstehen 1 bis 2 große Aertope mit unregelmäßigen Umrissen.

Saprobiontische, benthische Art, gewöhnlich Bestandteil sulphureter Gesellschaften, in einzelnen Fäden selten in das Plankton übergehend. Kommt überwiegend in kleinen Stauhaltungen, Feuchtgebieten und kleineren Seen vor, überwiegend im zentralen und nördlichen Teil Deutschlands. Zur Ökologie und Verbreitung dieser Art gibt es nur wenige Daten.

- *L. pseudovacuolata* (UTERMÖHL) ANAGNOSTIDIS 2000 [Syn.: *Spirulina pseudovacuolata* UTERMÖHL 1924] (fig. 83): Fäden einzeln, ± regelmäßig oder unregelmäßig schraubenförmig gewunden, mit vielen Windungen, hell oder lebhaft gelbgrün, 2 bis 3,2 µm breit, fakultativ mit feinen Scheiden, an den Querwänden nicht eingeschnürt, zu den Enden hin zylindrisch mit abgerundeter apikaler Zelle. Zellen 4 bis 6 µm lang, in ihrem Zentrum entsteht gewöhnlich 1 großes, unregelmäßiges Aertop.

Entwickelt sich epipelisch im schlammigen Benthos, geht später mitunter in das Hypolimnion von Seen über; in kleineren, meistens tieferen Stauhaltungen, wahrscheinlich vor allem im Sommer. Wenig bekannte Art, aus Norddeutschland beschrieben.

## (28) *Planktolynbya* ANAGNOSTIDIS et KOMÁREK 1988

[Oscillatoriales, Pseudanabaenaceae]

Fäden einzeln, freischwimmend, obligatorisch mit dünnen, aber festen und deutlichen Scheiden, maximal 3 µm breit, ± gerade oder unregelmäßig bis spiralförmig verdreht. Trichome an den Querwänden nicht eingeschnürt oder leicht eingeschnürt, Zellen ± isodiametrisch bis mehrfach länger als breit, ohne Aertope oder nur mit vereinzelt Aertopen oder Granula. Zellteilung immer quer, Vermehrung mittels Fragmentation der Trichome in Hormogonien, die aus den Scheiden freigesetzt werden.

Überwiegend Süßwasserplanktongattung mit fast 20 Arten, von denen einige begrenzte Verbreitungsgebiete haben, einige Arten kommen nur in den Tropen vor. Artenreich sind auch die nördlicheren Gebiete der gemäßigten Zone, z. B. wurden aus Skandinavien und Schleswig-Holstein einige allgemein vorkommende Arten beschrieben, die jedoch wahrscheinlich bereits nicht mehr im Bereich der Unteren Elbe vorkommen (*P. brevicellularis*, *P. capillaris*, *P. holsatica*, *P. lacustris*).

- *P. limnetica* (LEMMERMANN) KOMÁRKOVÁ-LEGNEROVÁ et CRONBERG 1992 [Syn.: *Planktolynbya subtilis* (W. WEST) ANAGNOSTIDIS et KOMÁREK 1988 sine typo] (fig. 84): Fäden einzeln, freischwimmend, dünn, gerade oder leicht gebogen, 1 bis 2 µm breit. Scheiden dünn, farblos, meistens gut sichtbar. Trichome hell-blaugrün oder graublau, an den Querwänden nicht eingeschnürt, zylindrisch über die gesamte Länge, Zellen 2 bis 8 µm lang.

Typischer Plankton mesotropher bis eutropher, größerer Stauhaltungen, kommt auch in der Ostsee vor, gelangt zeitweilig auch in das Plankton von Flüssen. Kommt mitunter in stärkeren Populationen vor, bildet jedoch nie stärkere Biomasse.

- *P. contorta* (LEMMERMANN) ANAGNOSTIDIS et KOMÁREK 1988 [Syn.: *Lynbya contorta* LEMMERMANN 1898] (fig. 85): Fäden einzeln, freischwimmend, dünn, unregelmäßig verdreht, 1 bis 2,5 µm breit. Scheiden dünn, insbesondere am Ende der Fäden sichtbar. Trichome hell-graublau, hell-blaugrün oder graublau, an den Querwänden nicht eingeschnürt, Zellen 2 bis 5(6) µm lang.

Typische Planktonart in Seen und größeren Stauhaltungen, kommt auch in der Ostsee vor. In norddeutschen Seen ziemlich verbreitet, wird auch im Plankton von Flüssen angegeben.

**(29) *Phormidium* KÜTZING ex GOMONT 1892**  
[Oscillatoriales, Phormidiaceae]

Fäden immer primär in flachen, oft makroskopischen Kolonien in Form von zusammengedrehten Fäden oder häufiger zusammenhängenden Belägen auf Substrat, fakultativ mit deutlichen Scheiden, die sich nur unter bestimmten Bedingungen entwickeln und in einigen Populationen fehlen können. Trichome meistens 2,5 bis 11 µm breit, mit ± isodiametrischen oder leicht längeren oder kürzeren als breiten Zellen.

Allesamt benthische, periphytische oder metaphytische Arten, aus denen mitunter Hormogonien oder ganze Fäden in das Nanoplankton freigesetzt werden, wo sie jedoch (im Unterschied zu den benthischen Gesellschaften) nur eine untergeordnete Rolle haben.

*Phormidium* ist eine sehr umfangreiche und taxonomisch komplizierte Gattung mit mehr als 170 revidierten Arten aus vielen unterschiedlichen Biotopen in der Welt. Insbesondere aus tropischen Gebieten und extremen Biotopen lassen sich jedoch Entdeckungen vieler weiterer Öko- und Morphotypen auf Artenniveau erwarten. Zu den Arten, deren Fäden am häufigsten im Flußplankton in Erscheinung treten, gehören z. B. *P. okenii*, *P. tergestinum*, *P. nigrum*, *P. breve*, *P. formosum* und insbesondere *P. autumnale* (fig. 86), die zu den bedeutsamsten Arten der benthischen Mikroflora der Flüsse in Mitteleuropa zählen.

**(30) *Oscillatoria* VAUCHER ex GOMONT 1892**  
[Oscillatoriales, Oscillatoriaceae]

Fäden selten einzeln, meistens in makroskopischen Kolonien in Form von Belägen auf Substrat, selten in einzelnen Fäden oder Anhäufungen von Fäden, ohne Scheiden (Scheiden entwickeln sich nur unter subletalen Bedingungen). Trichome breiter als 6,8 µm (bis zu 70 µm breit), mit sehr kurzen Zellen, immer deutlich kürzer als breit.

Meistens periphytische Arten, aus denen nur vereinzelt Hormogonien aus benthischen Lagern in das Plankton gelangen. Die verbreitetsten Arten in Mitteleuropa, die in Flußbiozöosen oder in angrenzenden stehenden Gewässern eine gewisse Rolle spielen, sind *O. tenuis*, *O. curviceps*, *O. princeps*, *O. froelichii*, *O. limosa* (fig. 87), *O. sancta* und *O. proboscidea*.

### 3.4 „Wasserblüten“ bildende Blaualgen

Diese Blaualgen entwickeln sich nur unter bestimmten Bedingungen in stehenden Gewässern. Für ihre charakteristische massenhafte Entwicklung, die durch einen bestimmten Trophiegrad bedingt ist, ist auch eine bestimmte Zeit notwendig. Makroskopische „Wasserblüten“ entstehen also nur in eutrophierten stehenden Gewässern, aus denen sie allerdings auch in Fließgewässer transportiert werden können, wo ihr Überleben von entsprechenden Bedingungen des fließenden Wassers abhängt. Im Einzugsgebiet großer Flüsse gibt es jedoch ausreichend stehende Gewässer (Altwasser, Buchten mit stagnierendem Wasser, Verbindungskanäle usw.), wohin ein ziemlich großes Inokulum verschiedener Arten gelangen kann, die hier vorübergehende massenhafte Entwicklungen mitunter auch unerwarteter Arten hervorrufen können.

Die „Wasserblüten“ der Blaualgen gehören zur Zeit zu den am meisten untersuchten Komponenten des Phytoplanktons, vor allem, weil sie zahlreiche Arten enthalten, die Toxine produzieren. Solche Blaualgenarten breiten sich leicht aus, und es sind auch ungewöhnliche Fälle der Verbreitung oder Invasion von Arten bekannt, ggf. Vorkommen von Arten mit bestimmten Verbreitungsgebieten, die vorübergehend an Standorten außerhalb der gewöhnlichen Verbreitungsgrenze in Erscheinung treten. Dennoch trifft man auch bei diesem ökologischen Typ von Blaualgen Arten an, deren Verbreitung an einen bestimmten Biotoptyp gebunden ist. Auch im Einzugsgebiet der Elbe kommen nur einige Arten vor und davon nur ein bestimmter Teil dauerhaft. Anmerkungen zur Ökologie der Verbreitung sind auch bei den folgenden Arten angegeben.

**(31) *Microcystis* KÜTZING ex LEMMERMANN 1907**  
[Chroococcales, Microcystaceae]

Kolonien anfangs mikroskopisch, später makroskopisch, freischwimmend, meistens unregelmäßig, mitunter lappig und mit Öffnungen, mit zahlreichen, unregelmäßig und mitunter sehr dicht angeordneten Zellen im farblosen, am Rand zerfließenden oder begrenzten Schleim. Zellen kugelförmig oder nach der Teilung halbkugelförmig, hell-blaugrün, im vegetativen Zustand jedoch immer mit braunen Aerotopen, die die Grundfarbe der Zellen verdecken. Die Zellen teilen sich in drei zueinander senkrechten Ebenen, die Tochterzellen wachsen vor einer weiteren Teilung zur ursprünglichen Größe und Gestalt heran. Vermehrung durch Zerfallen der Kolonien in kleine Zellgruppen im Schleim oder bis in Einzelzellen.

Die Gattung *Microcystis* gehört zu den bedeutsamsten planktischen Blaualgen, die starke „Wasserblüten“ bilden, und zahlreiche Arten produzieren Toxine. Sie umfaßt etwa 30 beschriebene Arten, sowohl mit fast kosmopolitischer Verbreitung (*M. aeruginosa*) als auch nur an gemäßigte oder tropische Zonen gebundene Arten. Sie sind morphologisch ziemlich einfach, weisen eine große Variabilität auf, und ihre Taxonomie ist also schwierig. Im Einzugsgebiet der Elbe kommen die meisten aller aus der gemäßigten Zone bekannten Arten vor. In der anschließenden Übersicht wurde die nordische, in Seen vorkommende Art *M. smithii* weggelassen, die mehrmals unter dem Namen „*Aphanocapsa pulchra*“ auch aus deutschen Seen aufgeführt, aber in letzter Zeit hier nicht ermittelt wurde.

- *M. natans* LEMMERMANN ex SKUJA 1934 (fig. 88): Kolonien mikroskopisch, unregelmäßig, bis zu 200 µm im Durchmesser, mit relativ lockerer Anordnung der Zellen. Schleim an den Rändern zerfließend. Zellen nur ± 1,5 µm im Durchmesser.

Meistens aus dem Plankton mesotropher bis schwach eutropher Seen Nordeuropas einschließlich Norddeutschlands bekannte Art, aber relativ oft mit anderen Arten verwechselt und wenig bekannt.

- *M. firma* (KÜTZING) SCHMIDLE 1902 (fig. 89): Kolonien mikroskopisch, ± sphärisch, sind nicht allzu gegliedert, ohne Öffnungen in der Kolonie, mit sehr dicht angehäuften Zellen und ± begrenztem Schleim, nur ältere Kolonien zerfließen, sind mehr unregelmäßig und haben eine lockere Zellenanordnung. Zellen (0,8)2 bis 3,7(4) µm im Durchmesser.

Im Plankton stehender Gewässer, angegeben aus dem Ostseeraum und Norddeutschland, aber in ökologischer und taxonomischer Hinsicht wenig bekannte Art. Weitere Untersuchungen notwendig.

- *M. ichthyoblabe* KÜTZING 1843 (fig. 90): Kolonien anfangs kugelförmig, später unregelmäßig, makroskopisch, aber ohne Löcher in der Kolonie, mit gleichmäßiger und relativ dichter Zellenanordnung; später teilt sich die Kolonie in kleine Ansammlungen mit angehäuften, im Schleim angeordneten Zellen mit lockerer Zellenanordnung, bis die gesamte Population in eine Masse von Einzelzellen zerfällt. Schleim immer fein, zerfließend. Zellen 2 bis 3,2 µm im Durchmesser. Beträchtliche Toxizität.

Häufige Art in Mitteleuropa, insbesondere in eutrophen Teichen, künstlichen stehenden Gewässern und Seen. Kann auch in starker Biomasse in Wasserläufe gelangen.

- *M. flos-aquae* (WITTRÖCK) KIRCHNER 1898 (fig. 91): Kolonien im Umriß unregelmäßig, aber immer kompakt, ohne Öffnungen, mit gleichmäßig und dicht angeordneten Zellen. Der Schleim geht nicht über den Rand der angehäuften Zellen hinaus. Zellen 3,5 bis 4,8 µm im Durchmesser. Am Ende der Vegetation der Kolonie werden sie dünner und zerfallen in Zellanhäufungen (kleine kugelförmige Kolonien). Es wurden nichttoxische Populationen ermittelt.

Nicht allzu häufige Art eutropher stehender Gewässer, gewöhnlich Bestandteil anderer „Wasserblüten“, monospezifische Massenpopulationen sind relativ selten.

- *M. botrys* TEILING 1942 (fig. 92): Kolonien freischwimmend, unregelmäßig sphärisch, langgestreckt oder aus Subkolonien zusammengesetzt, mit dicht angehäuften Zellen in Gruppen, mit breiter, dichter Schleimhülle, in der (insbesondere im Phasenkontrast oder nach dem Färben) radiale röhrenförmige oder hemisphärische Strukturen sichtbar sind. Zellen 5 bis 6(7) µm im Durchmesser. Toxische Populationen.

Lokal in mesotrophen bis eutrophen Seen, aus dem Einzugsgebiet der Elbe aus dem Bereich der mittel- und norddeutschen Seen bekannt. Bildet nie monospezifische Populationen, ist jedoch Bestandteil der Gesellschaften der „Wasserblüten“, wobei andere Arten dominieren. Wurde bisher nicht direkt aus Wasserläufen angegeben.

- *M. novacekii* (KOMÁREK) COMPÈRE 1974 (fig. 93): Kolonien mikroskopisch, unregelmäßig kugelförmig, später aus Subkolonien zusammengesetzt, selten mit bis zu makroskopischen Abmessungen. Die Zellen sind größtenteils im Zentrum von Teilkolonien angehäuft, vereinzelt Zellen sind auch im umgebenden Schleim verteilt. Der Schleim bildet um die Zellen einen breiten Saum, ist schwach begrenzt, hyalin oder sehr fein konzentrisch geschichtet. Zellen 2,4 bis 6 µm im Durchmesser.

Meistens Bestandteil anderer „Wasserblüten“ in eutrophen stehenden Gewässern. Hat fast kosmopolitische Verbreitung, kommt aber zahlreich überwiegend in warmen Gebieten vor, im Einzugsgebiet der Elbe nur gelegentlich und vorübergehend.

- *M. viridis* (A. BRAUN in RABENHORST) LEMMERMANN 1903 (fig. 94): Kolonien aus unregelmäßigen Gruppierungen von päckchenförmigen Teilkolonien zusammengesetzt, in denen die Zellen relativ dicht angehäuft und von Schleim umgeben sind, der leicht über die Zellanhäufungen hinausragt, mit relativ begrenztem, gebogenem und mitunter leicht lichtbrechendem Rand. Zellen (3)3,5 bis 7,9 µm im Durchmesser. Es wird eine starke Toxizität angegeben.

Keine häufige, aber verbreitete Art, meistens als Bestandteil von „Wasserblüten“-Gesellschaften, seltener auch in fast Monokulturpopulationen. Kommt ziemlich oft in stehenden Speichern des gesamten Einzugsgebiets der Elbe vor.

- *M. aeruginosa* (KÜTZING) KÜTZING 1846 (fig. 95): Kolonien unregelmäßig, oft lappig, durchbrochen (mit Öffnungen in der Kolonie), mit mittelmäßig bis dicht unregelmäßig angehäuft Zellen, bei stärkerer Entwicklung makroskopisch. Schleim am Rand zerfließend, überragt gewöhnlich nur mit einem schmalen Saum die Zellanhäufung. Zellen 4 bis 6(9,4) µm im Durchmesser. Toxische Art.

Häufige Art in eutrophen stehenden Gewässern aller Typen, mitunter in aus nur einer Art bestehenden Populationen, mächtige Biomasse bildend. Gelangt oft in Fließgewässer.

- *M. wesenbergii* (KOMÁREK) KOMÁREK in KONDRATEVA 1968 (fig. 96): Kolonien anfangs kugelförmig, später gestreckt, lappig und mit zahlreichen Öffnungen. Die Zellen sind gewöhnlich innerhalb der Kolonie ± unregelmäßig verteilt, nur ausnahmsweise dicht. Schleim deutlich, deutlich begrenzt durch einen glatten lichtbrechenden Rand. Zellen 4 bis 8,5(10) µm im Durchmesser.

Verbreitete Art, selten in Populationen mit nur einer Art, beteiligt sich mitunter jedoch an der Bildung einer mächtigen Biomasse. Es werden toxische und nichttoxische Populationen aufgeführt. Geläufig in ganz Mitteleuropa und im gesamten Einzugsgebiet der Elbe in stehenden Gewässern (Teichen, Talsperren, Seen) verbreitet.

### (32) *Woronichinia* ELENKIN 1933

[Chroococcales, Merismopediaceae]

Beschreibung der Gattung siehe S. 31 (Gattung Nr. 22). Hier ist nur eine Art aufgeführt, die eine typische „Wasserblüte“ ausbildet. Es gibt auch andere Arten mit ähnlicher Ökologie (z. B. *W. fremyi*), diese kommen jedoch nur in tropischen Gebieten vor.

- *W. naegeliana* (UNGER) ELENKIN 1933 (fig. 97): Kolonien unregelmäßig sphärisch, mitunter aus Subkolonien zusammengesetzt, bis zu mehr als 200 µm im Durchmesser, mit radial in der Peripherieschicht angehäuft Zellen. Der farblose, radial geschichtete Schleim überragt die Zellen mit einem deutlichen Saum. Zellen oval oder umgekehrt eiförmig, blaugrün, jedoch mit zahlreichen Aerotopen, die den Zellen eine dunkelbraune Farbe verleihen. Zellen 5 bis 7 x (1,5)2,5 bis 5 µm. Toxische Stämme.

Variable Art, allgemein als Bestandteil von „Wasserblüten“ in der ganzen Welt verbreitet, häufiger in der gemäßigten Zone. Bildet selten monospezifische Populationen mit großer Biomasse. Im gesamten Elbesystem verbreitet, tritt oft im transportierten Phytoplankton von Flüssen in Erscheinung.

**(33) *Planktothrix* ANAGNOSTIDIS et KOMÁREK 1988**  
[Oscillatoriales, Phormidiaceae]

Freischwimmende, einzelne Fäden, meistens gerade oder nur leicht gebogen, nahezu ohne Scheiden (Scheiden werden fakultativ nur bei einigen Metaphytarten oder unter Streßbedingungen gebildet), zylindrisch, mitunter mit verjüngten Enden und mit Kalyptra, 3,2 bis 10 µm breit. Die Zellen sind ± isodiametrisch oder leicht länger oder kürzer als das Trichom breit ist, im vegetativen Zustand immer mit braunen Aerotopen, aber mitunter mit kurzen aerotopfreien Segmenten innerhalb des Fadens. Die Zellen teilen sich immer senkrecht zur Längsachse des Fadens, Vermehrung durch Zerfallen des Trichoms zu Hormogonien.

Gewöhnliche Gattung, in mesotrophen bis eutrophen stehenden Gewässern vorkommend, mit annähernd 15 bis 20 Arten in der ganzen Welt, einige haben jedoch begrenzte Verbreitungsgebiete. Ist oft Bestandteil anderer Phytoplanktongesellschaften, bildet aber auch starke, monospezifische „Wasserblüten“. Einige Arten sind kälteliebend. Im Einzugsgebiet der Elbe verbreitete und bedeutsame Gattung, in Planktongesellschaften kommen insbesondere vier Arten zur Geltung.

- *P. mougeotii* (KÜTZING ex GEITLER) ANAGNOSTIDIS et KOMÁREK 1988 [Syn.: *Oscillatoria mougeotii* KÜTZING ex GEITLER 1932; *O. agardhii* var. *isothrix* SKUJA 1948] (fig. 98): Fäden gerade oder leicht gebogen, über die gesamte Länge gleich breit, zu den Enden nicht verjüngt, (5)5,5 bis 9,7 µm, an den Querwänden nicht eingeschnürt oder nur sehr schwach eingeschnürt. Zellen ± isodiametrisch oder schwach länger oder kürzer als breit, Endzelle abgerundet.

In stehenden, oft verschlammten Gewässern mit höherem Gehalt an organischen Stoffen. Kommt im Einzugsgebiet der Elbe nur sporadisch vor, kann aber eine monospezifische „Wasserblüte“ bilden.

- *P. suspensa* (PRINGSHEIM) ANAGNOSTIDIS et KOMÁREK 1988 [Syn.: *Oscillatoria agardhii* var. *suspensa* PRINGSHEIM 1965] (fig. 99): Fäden einzeln, gerade oder leicht gebogen, zu den Enden hin nicht verjüngt oder nur kurz und geringfügig verengt, 2,5 bis 4 µm breit, Endzelle mitunter gestreckt (bis zu 6 µm lang). Zellen fast isodiametrisch oder leicht kürzer als breit, gelbgrün, mit zwei bis drei leicht gestreckten Aerotopen.

Bildet schwache „Wasserblüten“ in mesotrophen bis eutrophen Seen. Wurde aus der Umgebung von Göttingen beschrieben, kommt selten an verschiedenen Stellen im Einzugsgebiet der Elbe vor, ist aber eine wenig bekannte Art.

- *P. agardhii* (GOMONT) ANAGNOSTIDIS et KOMÁREK 1988 [Syn.: *Oscillatoria agardhii* GOMONT 1892] (fig. 100): Fäden einzeln, gerade oder leicht gebogen, zu den Enden hin verjüngt, in der Mitte (2,8)4 bis 6 µm breit, an den Querwänden nicht eingeschnürt oder nur sehr fein eingeschnürt. Zellen meistens etwas kürzer oder länger als breit, mit hell oder lebhaft blaugrünem Inhalt und zahlreichen dunkelbraunen Aerotopen, Endzelle mitunter mit niedriger konischer Kalyptra.

Verbreitete und bedeutsame Art, kommt oft in Gesellschaft mit der nanoplanktischen Art *Limnothrix redekei* in kühleren Jahresabschnitten vor. Bildet „Wasserblüten“ in größeren Teichen, Talsperren und Seen und gelangt auch in das Flußplankton.

- *P. rubescens* (DeCANDOLLE ex GOMONT) ANAGNOSTIDIS et KOMÁREK 1988 [Syn.: *Oscillatoria rubescens* DeCANDOLLE ex GOMONT 1892] (fig. 101): Fäden einzeln, gerade oder leicht gebogen, zu den Enden hin kurz verengt, an den Querwänden nicht eingeschnürt, 4 bis 8(9) µm breit. Zellen ± isodiametrisch, mitunter etwas länger oder kürzer als breit, mit rotem Inhalt und zahlreichen Aerotopen, entwickelte Endzelle immer mit konischer Kalyptra.

Planktische Art in Seen, die in einigen, meist gebirgigen Gebieten (Schweiz, Norwegen) „Wasserblüten“ bildet (also auch mit begrenztem Verbreitungsgebiet). Dennoch kann sie vorübergehend auch außerhalb dieses Gebiets mit ständiger Verbreitung vorkommen und „Wasserblüten“ bilden, gewöhnlich jedoch nur für ein bis zwei Sommer. Im Einzugsgebiet der Elbe wurden solche vorübergehenden Vorkommen in alten ausgebeuteten Sandgruben in Südböhmen oder in den mitteldeutschen Seen verzeichnet.

**(34) *Lyngbya* C. AGARDH ex GOMONT 1892**  
[Oscillatoriales, Oscillatoriaceae]

Fäden gerade oder gebogen, selten einzeln (bei Planktonarten), häufiger in kompakten Belägen und lederartigen Lagern, fast alle breiter als  $(4,5)6\ \mu\text{m}$  (bis zu über  $60\ \mu\text{m}$  breit), immer in festen, deutlichen, mitunter geschichteten und gefärbten Scheiden. Trichome zylindrisch, aus Zellen zusammengesetzt, die immer deutlich kürzer als breit sind. Zellteilung nur senkrecht zur Längsachse des Fadens. Vermehrung mittels Fragmentation des Trichoms zu Hormogonien, die aus den Scheiden freigesetzt werden.

Umfangreiche Gattung mit mehr als 70 gut erkennbaren Arten, von denen viele ökologisch geprägt sind und auch begrenzte Verbreitungsgebiete haben. Insgesamt handelt es sich um benthische und periphytische Arten, die in makroskopischen Belägen auf verschiedenen Substraten wachsen, eine Ausnahme bilden nur drei Planktonarten, die in einzelnen, geraden Fäden und mit Zellen wachsen, die Aerotope enthalten. Neben der nordamerikanischen Art *L. birgei* und der tropischen Art *L. robusta* wurde aus den Seen Norddeutschlands die Art *L. hieronymusii* beschrieben, die jedoch sehr selten vorkommt.

- *L. hieronymusii* LEMMERMANN 1905 (fig. 102): Fäden einzeln, gerade oder schwach gebogen, 12 bis  $15,3\ \mu\text{m}$  breit, mit festen, homogenen, farblosen Scheiden. Trichome 11 bis  $14\ \mu\text{m}$  breit, an den Querwänden nicht eingeschnürt, Zellen 2,5 bis  $4\ \mu\text{m}$  lang, mit Aerotopen, Endzelle abgerundet, ohne Kalyptra.

Typische Planktonart, beschrieben aus den Seen in Norddeutschland. Kommt jedoch nur sehr sporadisch und in nicht zu großer Menge an verschiedenen entfernten Standorten in der gesamten nördlichen gemäßigten Zone vor, aber bisher wurden nie eine „Wasserblüte“ und ein bedeutsamerer Anteil in einer Biozönose verzeichnet. Es handelt sich eher um eine seltene Art.

**(35) *Gloeotrichia* J. AGARDH ex BORNET et FLAHAULT 1886**  
[Nostocales, Rivulariaceae]

Kugelförmige, makroskopische Kolonien mit radial angeordneten, heteropolaren Fäden mit basalen Scheiden, die mit den Basen in die Mitte der Kolonie ausgerichtet sind (gewöhnlich mit Heterozyten). Apikale Enden sind verjüngt und zu einem langen, haarförmigen Gebilde gestreckt, das aus sehr schmalen, langen, hyalinen Zellen zusammengesetzt ist. Vegetative Zellen tonnenförmig,  $\pm$  isodiametrisch, bei Planktonarten mit Aerotopen. Die ganze Kolonie ist von Schleim umgeben. Am Ende der Vegetationsperiode können sich am basalen Ende der Fäden über den Heterozyten Akineten bilden.

Gattung überwiegend mit epiphytischen, festhaftenden Arten, nur zwei Arten sind typische Planktonarten, und nur eine kommt zeitweilig im Einzugsgebiet der Elbe vor.

- *G. echinulata* J. E. SMITH ex RICHTER 1894 (fig. 103): Kolonien makroskopisch, freischwimmend, kugelförmig, gewöhnlich 1 bis 3, selten bis zu 8 mm im Durchmesser, olivgrün, mit radial angeordneten Fäden. Schleimhülle fließend, farblos. Trichome an den Querwänden deutlich eingeschnürt. Zellen mit hell-blaugrünem bis olivgrünem Protoplast und Aerotopen. Abmessungen: basale Zellen  $5,5$  bis  $10\ \mu\text{m}$  breit,  $\pm$  isodiametrisch, am haarförmigen Ende bis  $14\ \mu\text{m}$  lang und 1 bis  $2\ \mu\text{m}$  breit; Heterozyten  $6$  bis  $11,5 \times 6$  bis  $10\ \mu\text{m}$ , Akineten lang-oval bis zylindrisch, bis zu  $60 \times 6$  bis  $18\ \mu\text{m}$ .

Kommt im Plankton großer mesotropher Seen an mehreren Stellen der nördlichen gemäßigten Zone vor, z. B. regelmäßig im Nordosten Europas, von wo sie mitunter in entferntere Gebiete gelangt. Aus dem Einzugsgebiet der Elbe sind sehr sporadische sowie lokal und zeitlich entfernte Befunde dieser Art aus Südböhmen (oberes Einzugsgebiet der Moldau/Vltava und der Otava) und aus den norddeutschen und Mecklenburger Seen bekannt.

**(36) *Raphidiopsis* FRITSCH et RICH 1929**  
[Nostocales, Nostocaceae]

Fäden einzeln, ohne Scheiden, freischwimmend, gerade oder leicht gebogen, isopolar, zu beiden Enden hin verjüngt, an den Querwänden nicht eingeschnürt oder eingeschnürt. Zellen zylindrisch oder tonnenförmig, immer länger als breit, zu den Enden hin gewöhnlich verlängert, fakultativ mit Aerotopen. Heterozyten fehlen, aber Akineten werden insbesondere am Ende der Vegetationsperiode ausgebildet, sind in-

terkalar, tonnenförmig bis zylindrisch, einzeln oder zu zweit bis dritt in Reihen. Die Zellen teilen sich immer quer zur Achse des Trichoms, Vermehrung durch Zerfallen der Trichome und durch Akineten.

Von den sieben beschriebenen Süßwasserarten kommt in Mitteleuropa sehr sporadisch nur *R. mediterranea* vor (fig. 104), bekannt eher aus wärmeren südlicheren Regionen. Aus dem Einzugsgebiet der Elbe wird die Art nur sehr vereinzelt und in kleiner Menge angegeben. Die taxonomischen Beziehungen der Art, insbesondere zur Gattung *Aphanizomenon*, sind nicht geklärt.

**(37) *Cylindrospermopsis* SEENAYYA et SUBBA RAJU 1972**  
[Nostocales, Nostocaceae]

Ausschließlich planktische Süßwassergattung, die in einzelnen, freischwimmenden, geraden oder leicht verdrehten bis unregelmäßig schraubenförmigen Fäden lebt, ohne Scheiden, oft zu beiden Enden hin verjüngt, an den Querwänden nicht eingeschnürt oder eingeschnürt. Zellen zylindrisch, gewöhnlich länger als breit, fakultativ mit Aerotopen. Heterozyten entwickeln sich nur aus den apikalen Zellen an beiden Enden der Fäden. Akineten entstehen dicht neben den Heterozyten oder von ihnen leicht entfernt. Zellteilung ausschließlich senkrecht zur Achse des Fadens, Vermehrung durch Zerfallen der Trichome und durch Akineten.

Es sind acht Arten bekannt, alle aus tropischen Gebieten. Die häufigste, pantropische und toxische Art *C. raciborskii* (fig. 105) verhält sich in den letzten 10 bis 20 Jahren ausgesprochen invasiv und tritt allmählich zahlreich in wärmeren Gebieten der gemäßigten Zone in Erscheinung. Bildet z. B. starke „Wasserblüten“ in der gesamten pannonischen Region einschließlich Randgebieten (Ostösterreich, Südmähren, Südslowakei). Im Einzugsgebiet der Elbe wurde diese Art bisher nicht ermittelt, da es sich jedoch um eine bedeutsame Art handelt, ist sie in unserer Übersicht aufgeführt.

**(38) *Aphanizomenon* MORREN ex BORNET et FLAHAULT 1886**  
[Nostocales, Nostocaceae]

Überwiegend planktische Gattung, in einzelnen, freischwimmenden, geraden, selten gebogenen Fäden lebend, bei einigen Arten jedoch mit parallel zu Bündeln angeordneten Trichomen, wobei die Bündel bis zu makroskopische Abmessungen erreichen. Die Fäden sind ohne Scheiden, isopolar, mit terminalen, an beiden Enden verlängerten, oft auch verjüngten und hyalinen Zellen. Die Trichome sind aus zylindrischen, selten tonnenförmigen Zellen zusammengesetzt, an den Querwänden eingeschnürt oder nicht eingeschnürt, mit einem bis mehreren Heterozyten. Gewöhnlich am Ende des Vegetationszyklus entwickeln sich auch interkalare Akineten, gewöhnlich getrennt von den Heterozyten, selten (bei einigen tropischen und subtropischen Arten) an den Seiten der Heterozyten. Die Endstruktur der Trichome im Hinblick auf die Position der Heterozyten und Akineten ist also subsymmetrisch. Zellteilung ausschließlich senkrecht zur Längsachse der Trichome, Vermehrung durch Fragmentation der Trichome und durch Akineten.

Von den insgesamt 18 Arten sind die meisten entweder nur auf die gemäßigten oder im Gegensatz dazu auf die tropischen Zonen begrenzt. Es handelt sich um bedeutsame Arten von „Wasserblüten“, in einigen wurden toxische Populationen ermittelt. Aus dem Einzugsgebiet der Elbe sind sieben Arten bekannt, in den angrenzenden Gebieten treten jedoch weitere Arten in Erscheinung, z. B. *A. skujae* in Südkandinavien, *A. hungaricum* in den östlicheren Regionen vom Balkan bis zum Ostseeraum (und wahrscheinlich mit weiteren Standorten in Westeuropa) oder *A. balticum* aus dem Plankton der Ostsee.

- *A. gracile* (LEMMERMANN) LEMMERMANN 1907 (fig. 106): Fäden immer einzeln, gerade bis leicht gebogen, (2)2,6 bis 3,7 µm breit, an den Querwänden deutlich eingeschnürt. Zellen zylindrisch bis tonnenförmig, ± isodiametrisch oder länger als breit, mit leicht granuliertem, blaugrünem Inhalt und unregelmäßig verteilten Aerotopen. Endzellen leicht verjüngt und leicht verlängert, Endzellen zur Zeit entwickelter Trichome am Ende undeutlich köpfchenförmig erweitert. Heterozyten gewöhnlich nur 1 bis 2 am Trichom, ± oval, 3,9 bis 9,8 x 3,4 bis 5,9 µm. Akineten zylindrisch-oval, entstehen einzeln (selten zu zweit bis viert nebeneinander) von den Heterozyten getrennt, an den Polen mit spezifischen kelchförmigen Gebilden, aus denen das anschließende Trichom hinausragt. Akineten 6,4 bis 16,7 x 2,9 bis 6,4 µm.

Art in eutrophen, meistens kleineren Gewässern, z. B. in den Teichen der gesamten gemäßigten Zone verbreitet, lokal im ganzen Einzugsgebiet der Elbe.

- *A. elenkinii* KISELEV 1951 (fig. 107): Fäden immer einzeln, freischwimmend, gerade oder leicht gebogen, relativ kurz, in der Mitte 2 bis 6 µm breit, an den Querwänden deutlich eingeschnürt. Zellen ± lang-oval, 5,5 bis 15,5 µm lang, mit olivgrünem bis hell-blaugrünem Inhalt und mehreren gestreckten Aerotopen, langsam zu beiden Enden hin schmaler werdend. Endzellen verlängert, stark verjüngt zu einer langen, farblosen, abgerundeten Spitze. Heterozyten entstehen an den Trichomen interkalar, je 1 bis 3 am Trichom, zylindrisch, 9 bis 12 x 3 bis 5,5 µm. Akineten entstehen je 1 bis 3 nebeneinander, getrennt von den Heterozyten, oval bis oval-zylindrisch, 11 bis 28,5 x 4 bis 7 µm.

Seltene Art, sehr selten und sporadisch in Osteuropa vorkommend. Wurde ganz vereinzelt auch an einigen Standorten im Einzugsgebiet der Oberen Elbe (Böhmen) ermittelt.
- *A. issatschenkoi* (USAČEV) PROŠKINA-LAVRENKO 1962 (fig. 108): Fäden immer einzeln, freischwimmend, gewöhnlich leicht gebogen, zylindrisch, (1,5)2 bis 4,4 µm breit, an den Querwänden nicht eingeschnürt oder nur sehr schwach eingeschnürt. Zellen zylindrisch, 4 bis 8(15,8) µm lang, mit blaß-blaugrünem oder graublauem Inhalt und fakultativen Aerotopen. Die Enden der Trichome allmählich schmaler werdend, Endzellen oft farblos, schmal zugespitzt und oft leicht gebogen. Heterozyten zylindrisch bis oval-länglich, interkalar, 1 bis 2(3) am Faden, 4,5 bis 10,9 x 1,5 bis 3 µm. Akineten entstehen solitär oder bis zu drei nebeneinander, getrennt von den Heterozyten, 6 bis 20 x 2 bis 7 µm.

Art kommt lokal in mesotrophen bis eutrophen, gewöhnlich größeren stehenden Gewässern der gesamten gemäßigten Zone sowie im Einzugsgebiet der Elbe vor, bildet jedoch nie eine größere Biomasse und gehört eher zum Nanoplankton als direkt zu den „Wasserblüten“.
- *A. flexuosum* KOMÁREK et KOVÁČIK 1989 (fig. 109): Fäden einzeln, freischwimmend, gebogen, fast über die gesamte Länge zylindrisch, 2 bis 4 µm breit, an den Querwänden nicht eingeschnürt oder sehr schwach eingeschnürt, an beiden Enden geringfügig verjüngt, mit stark verlängerten hyalinen Endzellen, die bis zu 42,8 µm lang sind. Vegetative Zellen zylindrisch, 2,5 bis 10 µm lang, mit hell-blaugrünem bis gelbgrünem Protoplast mit zahlreichen kleinen Aerotopen. Heterozyten interkalar, einzeln, am Trichom 1 bis 3, ellipsoid bis zylindrisch, 3,5 bis 12,8 x 2,8 bis 4,3 µm. Akineten einzeln oder selten zwei nebeneinander, getrennt von den Heterozyten, lang zylindrisch, 20 bis 50 x 3,5 bis 5,7 µm.

Kommt selten im Plankton und Metaphyton (ggf. im Litoral) eutropher Teiche und kleinerer Stauhaltungen vor, stärkere „Wasserblüten“ wurden bisher nicht verzeichnet. Bisher nur aus einigen Standorten der Teichgebiete in Böhmen bekannt.
- *A. yezoense* M. WATANABE 1991 (fig. 110): Fäden einzeln oder zu mikroskopischen, losen, zerfallenden Bündeln mit parallel angeordneten Fäden vereint, bis zu mehr als 300 µm lang. Trichome ± gerade, zylindrisch, an den Querwänden nicht eingeschnürt oder sehr schwach eingeschnürt, an den Enden nicht oder nur sehr geringfügig verjüngt, fast über die gesamte Länge zylindrisch, an den Enden mit verlängerten, hyalinen und an den Enden abgestumpften apikalen Zellen. Trichome 2 bis 4 µm breit, Zellen 3,1 bis 10 µm lang, Endzellen bis zu 28,8 µm lang. Zellinhalt blaugrün, mit kleinen Aerotopen. Heterozyten interkalar, am Trichom 1 bis 2, zylindrisch bis leicht oval, 4 bis 11,4 x 2 bis 5,1 µm. Akineten werden selten gebildet, getrennt von den Heterozyten, lang, zylindrisch, einzeln, 31,2 bis 48,9 x 4,7 bis 7,3 µm.

Schwache „Wasserblüten“ in mesotrophen bis eutrophen, größeren stehenden Gewässern der gesamten gemäßigten Zone, im Einzugsgebiet der Elbe nur lokal.
- *A. klebahnii* (ELENKIN) PECHAR et KALINA 2000 (fig. 111): Fäden parallel zu mikroskopischen, bis zu 3 mm langen Bündeln vereint. Trichome gerade oder leicht gebogen, zylindrisch, an den Querwänden fast nicht eingeschnürt oder sehr schwach eingeschnürt, an beiden Enden zu langen, zylindrischen, terminalen Zellen ohne Aerotope und mit Plasmaresten in Form einer feinen Granulation gestreckt, an den Enden abgerundet. Vegetative Zellen zylindrisch bis schwach tonnenförmig, ± isodiametrisch, olivgrün mit zahlreichen Aerotopen, 3,2 bis 5,7 µm breit und 4,3 bis 11,4 µm lang. Endzellen bis zu mehr als 17 µm lang. Heterozyten entstehen einzeln, am Trichom 1 bis 2, oval bis zylindrisch, 6,4 bis 10 x 3,4 bis 5,5 µm. Akineten entstehen asymmetrisch am Trichom, einzeln oder zu zweit nebeneinander, lang-zylindrisch, 20 bis 54(113) x 5,4 bis 9,3 µm.

Kommt in, meistens kleineren, stark eutrophen stehenden Gewässern mit Fischbestand und vielfältiger Gesellschaft von nanoplanktischen Algen vor. Bildet „Wasserblüten“ mit anderen Blaualgen und unter Beimischung vieler weiterer Algen. Allgemein in der gemäßigten Zone verbreitete Art, geht mitunter auch in Fließgewässer über.

- *A. flos-aquae* [LINNÉ] RALFS ex BORNET et FLAHAULT 1888 (fig. 112): Fäden parallel zu länglichen, bandförmigen Kolonien vereinigt, die bis zu 2 cm lang, freischwimmend und olivgrün sind. Die Trichome sind gerade oder leicht gebogen, zylindrisch, an den Querwänden schwach eingeschnürt, an beiden Enden zu langen, zylindrischen, terminalen Zellen ohne Aerotope gestreckt, mit strangförmigen Plasmaresten, am Ende abgerundet. Vegetative Zellen zylindrisch bis tonnenförmig mit olivgrünem Protoplast und zahlreichen Aerotopen, 4,4 bis 8 µm breit und 4 bis 12,1 µm lang, Endzellen bis zu 24,3 µm lang. Heterozyten entstehen einzeln, interkalar, 1(3) am Faden, 10 bis 18 x 5 bis 8,5 µm. Akineten interkalar, entstehen nur sporadisch, lang-zylindrisch, 40 bis 220 x 6 bis 10,8 µm. Toxische Populationen.

Im Plankton eutropher stehender Gewässer mit größerer Durchsichtigkeit, oft in monospezifischen, starken „Wasserblüten“, seltener zusammen mit anderen Arten. Bildet mitunter eine starke Biomasse.

### (39) *Anabaena* BORY ex BORNET et FLAHAULT 1886 [Nostocales, Nostocaceae]

Fäden gerade oder verdreht, entweder einzeln oder zu bündelförmigen oder belagartigen Kolonien vereint. Die Gattung umfaßt zwei große Gruppen: (I) Arten mit zusammengedrehten und zu makroskopischen Belägen vereinten Fäden, mit aerotopfreien und periphytisch wachsenden Zellen (Untergattung *Anabaena*), und (II) im Plankton in einzelnen Fäden oder in deren unregelmäßigen Anhäufungen wachsende Arten mit Zellen mit Aerotopen (Untergattung *Dolichospermum*). Die weitere Beschreibung betrifft ausschließlich diese zweite Untergattung: Trichome isopolar, gerade, gebogen oder unregelmäßig bis regelmäßig schraubenförmig gedreht, über die gesamte Länge gleich breit, nur bei einigen Arten zu den Enden hin leicht verjüngt, aber ohne verlängerte Zellen, mit metamerem Bau (die Heterozyten entwickeln sich in größerer Anzahl interkalar in ± regelmäßigen Intervallen am Trichom). Vegetative Zellen kugelförmig, tonnenförmig bis zylindrisch, meistens blaugrün mit Aerotopen. Heterozyten entstehen einzeln interkalar, Akineten neben den Heterozyten oder von ihnen getrennt, einzeln oder höchstens in Reihen zu fünf. Die Zellen teilen sich senkrecht zur Achse des Trichoms. Vermehrung durch Fragmentation der Trichome und mittels Akineten.

Umfangreiche Gattung, in der allein in der Untergattung *Dolichospermum* mehr als 80 gut definierte Arten anerkannt sind, von denen allerdings zahlreiche an tropische oder im Gegensatz dazu nordische Gebiete gebunden sind. Fast 20 Arten sind auch aus dem Einzugsgebiet der Elbe bekannt, die man in zwei große Gruppen unterteilen kann - mit geraden oder gebogenen Fäden.

- *A. affinis* LEMMERMANN 1897 (fig. 113): Fäden gerade oder leicht gebogen, parallel zu charakteristischen Bündeln zusammengesetzt, über die gesamte Länge gleich breit, 3 bis 8 µm. Zellen kugelförmig bis kurz-tonnenförmig, 2,5 bis 10 µm lang. Heterozyten ± kugelförmig, 5 bis 7,5 x 5 bis 8,5 µm. Akineten von den Heterozyten entfernt, anfangs kugelförmig, später ellipsoid bis oval, einzeln oder zwei nebeneinander, 11 bis 30 x 9,2 bis 13 µm.

Seltene, aber sehr charakteristische Art (Bündel!) in mesotrophen bis eutrophen stehenden Gewässern, bildet mitunter eine schwache „Wasserblüte“. Lokal im gesamten Gebiet.

- *A. viguieri* DENIS et FRÉMY 1923 (fig. 114): Fäden freischwimmend, immer einzeln, gerade, über die gesamte Länge gleich breit, 5 bis 9 µm. Zellen kugelförmig oder kurz-tonnenförmig, 2,6 bis 11 µm lang. Heterozyten kugelförmig, 4 bis 8 µm im Durchmesser. Akineten von den Heterozyten entfernt, ellipsoid bis oval, einzeln (sehr selten zwei nebeneinander), 13,5 bis 30 x 11 bis 16 µm.

Häufige Art in mesotrophen bis eutrophen stehenden Gewässern, bildet mitunter eine „Wasserblüte“. Geht zeitweilig in Fließgewässer über. Im gesamten Gebiet.

- *A. danica* (NYGAARD) KOMÁRKOVÁ-LEGNEROVÁ et ELORANTA 1992 (fig. 115): Fäden einzeln, gerade oder leicht gebogen, über die gesamte Länge gleich breit, meistens mit einem sichtbaren, breiten, farblosen Schleimsaum, 5 bis 7 µm breit. Zellen tonnenförmig bis ellipsoid, ± isodiametrisch bis länger als breit, 6 bis 11 µm lang. Heterozyten ± kugelförmig, 6 bis 8,5 µm im Durchmesser. Akineten interkalar, breit-oval, einzeln oder sehr selten zwei nebeneinander, 18 bis 19 x 13 bis 17 µm.

Selten im Plankton eutropher stehender Gewässer, gewöhnlich in kleineren Populationen; bekannt vor allem aus dem Ostseeraum und aus den nördlicheren Gebieten Mitteleuropas (Norddeutschland).
- *A. heterospora* NYGAARD 1949 (fig. 116): Fäden einzeln, gerade oder leicht gebogen, über die gesamte Länge gleich breit, 5 bis 6 µm. Zellen ± kugel- oder halbkugelförmig, 4 bis 6,5 µm lang. Heterozyten kugel- bis tonnenförmig. Akineten von den Heterozyten entfernt, je 1 bis 3 nebeneinander, anfangs kugelförmig bis oval, im reifen Zustand zylindrisch, 26 bis 33 x 8 bis 9 µm.

Selten im Plankton mesotropher, meistens größerer stehender Gewässer, zahlreicher in den nördlichen Teilen des Einzugsgebiets der Elbe.
- *A. solitaria* KLEBAHN 1895 (fig. 117): Fäden freischwimmend, einzeln, selten gerade, gewöhnlich leicht gebogen, über die gesamte Länge gleich breit, mit breiter, farbloser, zerfließender Schleimhülle, 6,5 bis 12 µm breit. Zellen kugelförmig bis ellipsoid, mitunter an den Polen leicht („zitronenartig“) verjüngt, 6,5 bis 12 µm lang. Heterozyten kugel- bis zitronenförmig, genauso breit wie die Zellen. Akineten lang-zylindrisch, von den Heterozyten gewöhnlich nur durch 1 bis 3(4) vegetative Zellen getrennt, 20 bis 45 x 10 bis 16 µm.

Lokal vor allem in den nördlichen Gebieten der gemäßigten Zone, im Plankton von Seen, wo sie diffuse „Wasserblüten“ hervorruft. Sehr sporadisch auch in südlicheren Gebieten.
- *A. macrospora* KLEBAHN 1985 (fig. 118): Fäden freischwimmend, einzeln, gerade oder leicht gebogen, ± gleich breit oder geringfügig zu den Enden hin verjüngt, mit sehr feinen, zerfließenden Hüllen, 5 bis 8 µm breit. Zellen ± kugelförmig, tonnen- bis leicht „zitronenförmig“, 5 bis 10 µm lang, selten länger, mit wenigen Aerotopen. Heterozyten ± kugelförmig oder ellipsoid, 6 bis 16 µm im Durchmesser. Akineten interkalar, von den Heterozyten entfernt, einzeln oder zu zweit nebeneinander, anfangs ellipsoid, später im Umriß abgerundet, 6seitig bis ovoid, am breitesten im ersten Drittel, am Ende schwach konisch verengt, 17 bis 35 x 11 bis 21 µm.

In leicht eutrophen Teichen und Seen, gewöhnlich mit größerer Menge an Huminstoffen. Relativ selten, aber bekannte, lokale Art aus dem gesamten Einzugsgebiet der Elbe.
- *A. planctonica* BRUNNTHALER 1903 (fig. 119): Fäden freischwimmend, immer einzeln, gerade oder schwach gekrümmt, über die gesamte Länge gleich breit, mit undeutlicher, zerfließender Schleimhülle, 8 bis 15 µm breit. Zellen tonnenförmig, kürzer als breit, maximal 10 (bis 13) µm lang. Heterozyten ± kugelförmig, 8 bis 16 µm im Durchmesser. Akineten interkalar, einzeln oder seltener zu zweit nebeneinander, von den Heterozyten entfernt, oval bis lang-oval, 15 bis 37 x 9 bis 21 µm.

Relativ häufige Art in kleineren Speichern und Seen, oft Bestandteil von aus mehreren Arten gebildeten „Wasserblüten“, in der gesamten gemäßigten Zone. Lokal im gesamten Einzugsgebiet der Elbe, aber häufig.
- *A. smithii* (KOMÁREK) M. WATANABE 1992 (fig. 120): Fäden freischwimmend, immer einzeln, gerade oder schwach gekrümmt, über die gesamte Länge gleich breit, 8 bis 15 µm. Zellen tonnenförmig, kürzer als breit, 3,2 bis 13 µm lang. Heterozyten ± kugelförmig, 9 bis 16 µm im Durchmesser. Akineten interkalar, einzeln, seltener bis zu 5 nebeneinander, leicht von den Heterozyten entfernt, kugelförmig, 15 bis 26(30) µm im Durchmesser.

Lokal im Plankton der mesotrophen bis schwach eutrophen Standgewässer in der gesamten gemäßigten Zone, genauso auch im gesamten Einzugsgebiet der Elbe verbreitet.

- *A. reniformis* LEMMERMANN 1898 (fig. 121): Fäden meistens einzeln oder selten in kleinen aggregierten Kolonien, unregelmäßig zusammengedreht, 3,5 bis 5,5 µm breit. Zellen tonnenförmig bis oval, mitunter leicht gebogen, gewöhnlich länger als breit, 5 bis 8 µm lang. Heterozyten kugelförmig bis ellipsoid, 4,5 bis 8 x 4,2 bis 7 µm. Akineten kugelförmig, entstehen an einer oder beiden Seiten der Heterozyten, einzeln bis (selten) zu dritt nebeneinander, 8,5 bis 11,2 µm im Durchmesser.

Seltene aus Norddeutschland beschriebene Art, kommt aber sehr sporadisch in kleineren stehenden Gewässern vor, mitunter mit erhöhtem Salzgehalt, eher im Herbst.
- *A. sigmoidea* NYGAARD 1949 (fig. 122): Fäden einzeln, unregelmäßig verdreht oder s-förmig verbogen, zerfallend (sehen oft wie Fragmente aus), freischwimmend, bildet selten knäulchenförmige Kolonien, 2,5 bis 5 µm breit. Zellen leicht länglich, ellipsoid oder tonnenförmig, 4 bis 8,5 µm lang. Heterozyten kugelförmig bis oval, 5 bis 7,5 x 4 bis 5(7) µm. Akineten entstehen interkalar, meistens einzeln, von den Heterozyten entfernt, von ihnen gewöhnlich durch 1 bis 4 Zellen getrennt, zylindrisch, 16 bis 21,5 x 7 bis 8,5 µm.

Häufiger Bestandteil von „Wasserblüten“ in eutrophen bis stark eutrophen stehenden Gewässern, selten in Populationen mit nur einer Art, gewöhnlich in Gewässern mit höherem pH-Wert. Typische Art der gemäßigten Zone, überall in Mitteleuropa verbreitet.
- *A. lemmermannii* RICHTER 1903 (fig. 123): Fäden freischwimmend, unregelmäßig verdreht, selten einzeln, häufiger zu charakteristischen, flockenförmigen Kolonien zusammengedreht, 2,5 bis 6,9 µm breit. Zellen sind tonnenförmig-länglich, 2,5 bis 12,1 µm lang. Heterozyten kugelförmig bis leicht länglich und oval, 4,7 bis 10,9 x 4 bis 6 µm. Akineten oval bis zylindrisch, leicht nierenförmig gebogen, entstehen neben den Heterozyten an beiden Seiten und bilden oft charakteristische Anhäufungen innerhalb der flockenförmigen Kolonien, 13 bis 34 x 6,7 bis 13,3 µm.

Häufige Art im Plankton eutropher stehender Gewässer aller Typen, in der gesamten gemäßigten Zone, im ganzen Einzugsgebiet der Elbe verbreitet, auch in das Flußplankton übergehend.
- *A. mendotae* TRELEASE 1889 (fig. 124): Fäden einzeln, gewöhnlich freischwimmend, weniger oft dicht unregelmäßig verdreht, über die gesamte Länge ± zylindrisch, 2,5 bis 4,5 µm breit. Zellen immer lang-tonnenförmig bis zylindrisch, 2,5 bis 12 µm lang. Heterozyten tonnenförmig bis zylindrisch, 5,4 bis 11 x 2,8 bis 7 µm. Akineten werden interkalar gebildet, von den Heterozyten entfernt, einzeln, selten zu zweit nebeneinander, lang-zylindrisch, mitunter leicht gebogen, 16 bis 30 x 4,5 bis 8,5 µm.

In Seen und größeren mesotrophen bis schwach eutrophen Stauhaltungen, gewöhnlich als Accessoire-Art von „Wasserblüten“. Lokal im Elbegebiet.
- *A. longicellularis* (PANKOW) KOMÁRKOVÁ-LEGNEROVÁ et ELORANTA 1992: Fäden einzeln, unregelmäßig schraubenförmig verdreht, freischwimmend, 5 bis 6 µm breit. Zellen zylindrisch bis tonnenförmig, 5,5 bis 10 µm lang. Heterozyten sphärisch, 5 bis 6 µm im Durchmesser. Akineten werden von den Heterozyten entfernt gebildet, ellipsoid bis kurz-zylindrisch, 9 bis 12 x 8 bis 11 µm.

Kommt im Süßwasser und mäßigen Brackwasser entlang der Ostseeküste vor.
- *A. flos-aquae* [LYNGBYE] BRÉBISSON ex BORNET et FLAHAULT 1888 (fig. 125): Fäden ± unregelmäßig schraubenförmig bis ganz unregelmäßig verdreht, freischwimmend, mitunter in flockenförmigen Kolonien, 2,5 bis 9,5 µm breit. Zellen vollkommen kugelförmig, nach der Teilung halbkugelförmig, 2,5 bis 9,5 µm lang. Heterozyten kugelförmig bis schwach ellipsoid, einzeln, interkalar, 5 bis 10 x 3,5 bis 10 µm. Akineten oval bis zylindrisch, gewöhnlich leicht gebogen, nierenförmig, von den Heterozyten entfernt, einzeln bis zu dritt nebeneinander, 12 bis 35 x 5 bis 17 µm.

Verbreitete und polymorphe Art, mitunter in eutrophen stehenden Gewässern der gesamten gemäßigten Zone mächtige „Wasserblüten“ bildend, sekundär auch in Wasserläufen. Eine der häufigsten Arten der „Wasserblüten“, kommt in den letzten Jahren in Mitteleuropa jedoch in geringerer Frequenz vor.
- *A. compacta* (NYGAARD) HICKEL 1985 (fig. 126): Fäden ziemlich regelmäßig und dicht schraubenförmig gewunden, freischwimmend, 4 bis 5 µm breit. Zellen vollkommen kugelförmig. Heterozyten sphärisch, einzeln, 5,5 bis 6 µm im Durchmesser. Akineten werden entfernt von den Heterozyten gebildet, einzeln oder in Paaren, breit-oval, 11 bis 12,5 x 8 bis 10,5 µm.

Im Plankton mesotropher und eutropher Seen und seeartiger Speicher, relativ selten bis lokal, überwiegend in den nördlichen Teilen des Gebiets (Norddeutschland), in Mitteleuropa selten.

- *A. perturbata* HILL 1976 (fig. 127): Fäden einzeln, freischwimmend, unregelmäßig gekrümmt bis unregelmäßig schraubenförmig gewunden, seltener kleinere Kolonien mit verdrehten Fäden bildend, 6 bis 10 µm im Durchmesser. Die Zellen sind vollkommen kugelförmig oder halbkugelförmig, 6 bis 10 µm lang. Heterozyten ebenfalls ± kugelförmig oder an den Polen leicht abgeflacht, einzeln, 6 bis 9 x 7 bis 10 µm. Akineten entstehen getrennt von den Heterozyten (gewöhnlich nur durch 1 bis 4 Zellen getrennt), ausnahmsweise bei den Heterozyten, einzeln, seltener 2 bis 4 nebeneinander, 11 bis 23 x 9,5 bis 14 µm.

In mesotrophen bis leicht eutrophen Seen und Teichen, bildet mitunter „Wasserblüten“. Verbreitete Art in der gemäßigten Zone, geläufiger in den nördlicheren Teilen des Einzugsgebiets der Elbe. Vereinzelt in Flüssen.

- *A. circinalis* RABENHORST ex BORNET et FLAHAULT 1888 (fig. 128): Fäden kreisförmig oder unregelmäßig spiral- bis schraubenförmig (mit niedrigen Windungen) gewunden, oder unregelmäßig zu flockenförmigen Kolonien verdreht, über die gesamte Länge gleich breit, 8 bis 11 µm. Zellen ± kugelförmig bis kurz-tonnenförmig, 4 bis 8,5 µm lang. Heterozyten kugelförmig, einzeln, interkalar, selten bis oval, 6,5 bis 13 µm breit. Akineten interkalar, lang-oval bis zylindrisch, mitunter an den Enden breit konisch verengt, mitunter leicht gebogen, einzeln, selten zu zweit, von den Heterozyten entfernt, 12,5 bis 42 x 9 bis 21 µm.

Verbreitete Art im Plankton eutropher stehender Gewässer, geht selten auch in die Flüsse über, bildet in Teichen mit dem ursprünglichen Nanoplankton oft starke „Wasserblüten“, monospezifische Populationen sind selten. Lokal im gesamten Einzugsgebiet der Elbe.

- *A. spiroides* KLEBAHN 1895 (fig. 129): Fäden freischwimmend, einzeln, ± unregelmäßig schraubenförmig zusammengedreht, mit 2 bis 13 Windungen, mitunter mit kleinen Unregelmäßigkeiten in der Windung, 6 bis 9 µm breit. Zellen ± kugelförmig, selten bis kurz-tonnenförmig, 3,5 bis 8 µm lang. Heterozyten fast kugelförmig oder tonnenförmig, einzeln, interkalar, 5,6 bis 10 µm im Durchmesser. Akineten anfangs kugelförmig, später breit-oval bis fast zylindrisch mit abgerundeten Enden, mitunter leicht asymmetrisch, interkalar, gewöhnlich von den Heterozyten entfernt, selten an ihren Seiten, einzeln, weniger oft zu zweit (dritt) nebeneinander, 15 bis 20,8 x 9 bis 14 µm.

Nicht allzu häufige Art in eutrophen Gewässern, geht selten in das Flußplankton über. Gewöhnlich Bestandteil von aus mehreren Arten bestehenden „Wasserblüten“. Bekannte Art aus der gesamten gemäßigten Zone, lokal im ganzen Einzugsgebiet der Elbe.

- *A. crassa* (LEMMERMANN) KOMÁRKOVÁ-LEGNEROVÁ et CRONBERG 1992 (fig. 130): Fäden freischwimmend, einzeln, regelmäßig schraubenförmig gewunden, gewöhnlich mit sichtbarer, breiter, farbloser Schleimhülle, 8 bis 15 µm breit. Zellen meistens kugel- bis tonnenförmig, meistens etwas kürzer als breit, 4 bis 14 µm lang. Heterozyten kugelförmig, mitunter an den Polen leicht abgeflacht, 7 bis 17 µm im Durchmesser. Akineten breit-oval mit abgerundeten Enden, mitunter leicht asymmetrisch, interkalar, von den Heterozyten entfernt, gewöhnlich einzeln (selten zu zweit nebeneinander), 15 bis 42 x 13 bis 25 µm.

Ziemlich verbreitete Art, kommt jedoch nur lokal in mesotrophen bis eutrophen stehenden Gewässern vor, von Tümpeln und Teichen bis zu kleinen Stauseen und Seen. Bildet mitunter schwache bis dichte „Wasserblüten“. Kommt im gesamten Elbesystem vor, jedoch keineswegs häufig.

#### (40) *Anabaenopsis* (WOŁOSZYŃSKA) MILLER 1923 [Nostocales, Nostocaceae]

Fäden einzeln, meistens freischwimmend, eben oder unregelmäßig bis spiralförmig verdreht, gewöhnlich mit breiten, farblosen, hyalinen und zerfließenden Schleimhüllen. Trichome sind über die gesamte Länge gleich breit, an den Enden nicht verjüngt, metamer, an den Querwänden gewöhnlich eingeschnürt. Vegetative Zellen kugel- bis tonnenförmig, mit fakultativ oder obligatorisch (bei verschiedenen Arten) vorkommenden Aerotopen. Heterozyten entwickeln sich nur interkalar, immer zu zweit nebeneinander, aber zwischen ihnen kommt es später zur Fragmentation, so daß die Endposition der Heterozyten an den Trichomen im Plankton gewöhnlich terminal ist (!). Heterozyten sind oft schmaler als die vegetativen Zellen. Akineten entstehen interkalar, solitär oder zu zweit nebeneinander. Zellteilung quer zur Achse des Fadens, Vermehrung durch Zerfallen der Trichome und mittels Akineten.

Von den annähernd 20, allesamt planktischen Arten kommen drei auch in Mitteleuropa und im Einzugsgebiet der Elbe vor, stärkere Populationen entstehen jedoch nur selten.

- *A. elenkinii* MILLER 1923 (fig. 131): Fäden einzeln, zerfallend, unregelmäßig spiralförmig verdreht, über die gesamte Länge  $\pm$  gleich breit. Zellen lang-tonnenförmig bis fast zylindrisch, 3 bis 9(12,9) x 2,8 bis 7,5  $\mu\text{m}$ , mitunter mit zahlreichen Aerotopen, die jedoch fehlen können. Heterozyten entstehen zu zweit interkalar, aber die Trichome teilen sich bald zwischen ihnen, wodurch sie in eine terminale Position gelangen. Sie sind kugelförmig bis leicht oval, 2,8 bis 7  $\mu\text{m}$  im Durchmesser. Akineten werden leicht entfernt von den Heterozyten entwickelt, einzeln oder selten zu zweit nebeneinander, breit-oval, 8,1 bis 16,8 x 7,6 bis 14,8  $\mu\text{m}$ .

Kommt im Plankton leicht eutropher, meistens kleinerer Stauhaltungen vor, von wo sie auch in das Flußplankton übergeht.

- *A. milleri* VORONICHIN 1929 (fig. 132): Fäden einzeln, freischwimmend, zerfallend oder bildet mehrere unregelmäßige, schraubenförmige Windungen, über die gesamte Länge  $\pm$  gleich breit. Zellen breit tonnenförmig, 8 bis 11 x 6,2 bis 9,9  $\mu\text{m}$ , blaugrün, mit zahlreichen kleinen Aerotopen. Heterozyten entstehen interkalar, immer zu zweit nebeneinander, nach dem Zerfall der Trichome einzeln, terminal, kugelförmig oder leicht länglich, 4,8 bis 8,8 x 4,8 bis 8,3  $\mu\text{m}$ . Akineten gewöhnlich einzeln, selten zu zweit nebeneinander, entstehen interkalar, getrennt von den Heterozyten, breit-oval bis nierenförmig, 9,6 bis 14,5 x 8 bis 12  $\mu\text{m}$ .

Ziemlich selten bis rar im Plankton eher mesotropher stehender Gewässer, im Einzugsgebiet der Elbe sehr lokal, ist jedoch aus Brackwasserstandorten Norddeutschlands bekannt.

- *A. arnoldii* APTEKAR' 1926 (fig. 133): Fäden einzeln, freischwimmend, unregelmäßig schraubenförmig gewunden, über die gesamte Länge  $\pm$  gleich breit. Zellen vollkommen kugelförmig oder nach der Teilung halbkugelförmig, 6,5 bis 10  $\mu\text{m}$  im Durchmesser, hell-olivgrün mit zahlreichen kleinen Aerotopen. Heterozyten kugelförmig bis leicht verlängert, interkalar in Paaren oder einzeln terminal, 8 bis 10,5 x 5,8 bis 9,2  $\mu\text{m}$ . Akineten ellipsoid bis oval, getrennt von den Heterozyten, einzeln oder in Paaren, 11,5 bis 14,5 x 10,4 bis 12  $\mu\text{m}$ .

Kommt im Plankton stehender Gewässer vor, oft in Speichern mit lehmiger Sohle. Im Einzugsgebiet der Elbe sehr selten, vereinzelt Befunde erfordern eine Überprüfung.

**(41) *Nodularia* MERTENS ex BORNET et FLAHAULT 1886**  
Nostocales, Nostocaceae]

Fäden einzeln oder in Lagern (belagartigen Kolonien), gewöhnlich unregelmäßig verdreht, seltener gerade, mit entwickelten Schleimscheiden, mit stark verkürzten, immer kürzeren als breiten Zellen mit oder ohne Aerotope. Trichome über die gesamte Länge gleich breit, zylindrisch, aber mit Einschnürungen an den Querwänden. Heterozyten entwickeln sich interkalar oder terminal, einzeln, meistens sind sie genauso breit wie die vegetativen Zellen und kürzer als breit. Akineten entwickeln sich in kurzen bis langen Reihen aus einzelnen Zellen und sind kürzer als breit, bis kugelförmig.

Die Gattung umfaßt (I) benthische Arten ohne Aerotope in den Zellen, mit Fäden in regelmäßigen Kolonien; von diesen Arten kommen im Einzugsgebiet der Elbe insbesondere die halophile Art *N. harveyana* vor, die sowohl von Standorten in Meeresnähe als auch aus dem Binnenland bekannt ist; (II) planktische Arten, die in selbständigen Fäden oder in verdrehten Kolonien und mit Aerotopen in den Zellen leben; diese zweite Gruppe erfaßt bedeutsame Arten, die massive „Wasserblüten“ bilden, insbesondere im Brackwasser. Kommt im Einzugsgebiet der Elbe nicht direkt vor, aber starke Populationen entwickeln sich im westlichen und mittleren Teil der Ostsee (*N. spumigena* – fig. 134, *N. baltica*, *N. litorea*).

### 3.5 Endogloeische Arten

In den Schleimkolonien und den Lagern der planktischen Blaualgen entwickeln sich mehrere Arten, die nur an diese endogloeische Lebensform gebunden sind. Ihre Bedeutung in der Biozönose ist nicht groß, dennoch werden sie in einigen Fällen zu einer charakteristischen Komponente der Phytoplanktongesellschaft. In unserer Übersicht geben wir zumindest eine Aufzählung der wichtigsten Arten an, die in Mitteleuropa vorkommen. Ihre Beschreibungen sind in der verfügbaren Spezialliteratur enthalten (HUBER-PESTALOZZI 1938, STARMACH 1956, KOMÁREK & ANAGNOSTIDIS 1998 u. a.).

- *Cyanodictyon endophyticum* PASCHER 1914: Im Schleim der planktischen Arten der Gattung *Anabaena*.
- *Aphanothece endophytica* (W. et G. S. WEST) KOMÁRKOVÁ-LEGNEROVÁ et CRONBERG 1994: Im Schleim einiger kokkaler, koloniebildender, planktischer Blaualgen (*Microcystis*, *Coelosphaerium*, *Woronichinia*, *Chroococcus*).
- *Aphanothece desikacharyi* HINDÁK 1995: Im Schleim von *Microcystis aeruginosa*, beschrieben aus dem Plankton der Donau.
- *Rhabdogloea minuta* HICKEL 1991: Beschrieben aus dem Schleim der planktischen *Microcystis floreaquae* aus Brackwasserstandorten Norddeutschlands.
- *Synechococcus epigloeicus* HINDÁK 1995: Im Schleim von *Microcystis aeruginosa*, in eutrophen, kleineren stehenden Gewässern.
- *Synechocystis endobiotica* (ELENKIN et HOLLERBACH) ELENKIN et HOLLERBACH in ELLENKIN 1938: Endogloeisch im Schleim von planktischen, kokkalen Süßwasserblaualggen (*Microcystis*, *Woronichinia*, *Chroococcus*).
- *Pseudanabaena voronichiniana* ANAGNOSTIDIS et KOMÁREK 2000: Im Schleim planktischer Rädertiere (*Rotifera*), weniger oft auch verschiedener Algen und Blaualgen.
- *Pseudanabaena endophytica* (ELENKIN et HOLLERBACH) ANAGNOSTIDIS et KOMÁREK 2000: Im Schleim der Kolonien der planktischen Arten *Microcystis aeruginosa* und *Woronichinia naegeliana*.
- *Pseudanabaena westiana* ANAGNOSTIDIS et KOMÁREK 2000: Im Schleim von *Microcystis aeruginosa* und *Woronichinia naegeliana*.
- *Pseudanabaena mucicola* (NAUMANN et HUBER-PESTALOZZI) SCHWABE 1964: Epiplanktisch und endogloeisch im Schleim einer Reihe von planktischen Cyanoprokaryoten (*Aphanothece*, *Microcystis*, *Woronichinia*, *Chroococcus*) und Grünalgen.
- *Pseudanabaena rosea* (SKUJA) ANAGNOSTIDIS 2000: Beschrieben aus dem Schleim von *Woronichinia naegeliana* aus Seen in Norddeutschland und Schweden.

#### 4 Literaturverzeichnis

- ANAGNOSTIDIS K. & KOMÁREK J. (1988): Modern approach to the classification system of cyanophytes, 3 – Oscillatoriales. – Arch. Hydrobiol./Algolog. Stud. 50/53: 327-472.
- CARMICHAEL W. W. (1997): The Cyanotoxins. – Advances in Bot. Res. 27: 211-226.
- CHORUS I. & BARTRAM J., ed. (1999): Toxic cyanobacteria in water. – E. & F. N. Spon, London, 416 pp.
- CODD G. A. (1995): Cyanobacterial toxins: Occurrence, properties and biological significance. – Wat. Sci. Tech. 32: 149-156.
- CORING E. (1999): Situation and developments of algae (diatom)-based techniques for monitoring rivers in Germany. – In: Proc. Internat. Symp., Agence de l'Eau Artoise – Picardie, Douai, France, p. 122-127.
- DESCY J.-P. (1987): Phytoplankton composition and dynamics in the river Meuse (Belgium). – Arch. Hydrobiol./Algolog. Stud. 47: 225-245.
- DESCY J.-P. & ECTOR L. (1999): Use of diatoms for monitoring rivers in Belgium and Luxembourg. – In: Proc. Internat. Symp., Agence de l'Eau Artoise – Picardie, Douai, France, p. 128-137.
- FALCONER I. R. (1998): Algal toxins and human health. – In: HRUBEC J. ed., The Handbook of Environmental Chemistry, Springer-Verlag, p. 53-82.
- FAY P. (1983): The Blue-greens (Cyanophyta – Cyanobacteria). – Stud. in Biology no. 160, 88 pp.
- HALLEGRAEFF G. M., ANDERSON D. M. & CEMBELLA A. D. (1995): Manual on harmful marine microalgae. – Intergovernm. Oceanogr. Commission UNESCO, Manuals and Guides 33: 139 pp.
- HUBER-PESTALOZZI G. (1938): Das Phytoplankton des Süßwassers. Systematik und Biologie. I. – In: Die Binnengewässer, Stuttgart, 16: 1-342.
- IKSE (1995): Die Elbe und ihr Einzugsgebiet. – Internationale Kommission zum Schutz der Elbe, Magdeburg, 47 S.
- KOMÁREK J. & ANAGNOSTIDIS K. (1986): Modern approach to the classification system of cyanophytes, 2 – Chroococcales. – Arch. Hydrobiol./Algolog. Stud. 43: 157-226.
- KOMÁREK J. & ANAGNOSTIDIS K. (1989): Modern approach to the classification system of cyanophytes, 4 – Nostocales. – Arch. Hydrobiol./Algolog. Stud. 56: 247-345.
- KOMÁREK J. & ANAGNOSTIDIS K. (1998): Cyanoprocaryota 1. Teil: Chroococcales. – In: H. Ettl et al. ed., Süßwasserflora von Mitteleuropa 19/1: 548 pp.
- LEDERER F. (1995): Several little known Cyanobacteria/Cyanoprocaryota from peat-bogs in the Šumava Mountains, Czech Republic. – Arch. Hydrobiol./Algolog. Stud. 79: 57-65.
- PRYGIEL J., WHITTON B. A. & BUKOWSKA J., ed. (1999): Use of algae for monitoring rivers 3. – Proc. Internat. Symp., Agence de l'Eau Artoise – Picardie, Douai, France, 271 pp.
- ROTT E. & PIPP E. (1999): Progress in the use of benthic algae for monitoring rivers in Austria. – In: Proc. Internat. Symp., Agence de l'Eau Artoise – Picardie, Douai, France, p. 110-112.
- SVOBODOVÁ I. (1987): Kvalitativní a kvantitativní hodnocení fytoplanktonu řeky Lužnice v letech 1985-1986. – Dipl. práce Pedagog. fak. Č. Budějovice, 70 pp.
- STARMACH K. (1966): Cyanophyta – sinice, Glaucophyta – glaukofity. – In: Flora słodkowodna Polski 2, PAN, Warszawa, 807 pp.
- WALSBY A. E. (1981): Cyanobacteria: planktic gas vacuolate forms. – In: STARR M. P. et al. ed., The Prokaryotes 1, Springer-Verlag, p. 224-235.
- WHITTON B. A., ed. (1984): Ecology of European Rivers. – Blackwell Sci. Publ., Oxford.

## 5 Register

Fettgedruckte Seitenzahlen beziehen sich auf die taxonomische Beschreibung, nicht fettgedruckte Zahlen auf die Hinweise im Text.

- Anabaena 9, 10, 15, **43**, 48  
Anabaena affinis **43**  
Anabaena circinalis **46**  
Anabaena compacta **45**  
Anabaena crassa **46**  
Anabaena danica **44**  
Anabaena flos-aquae **45**  
Anabaena heterospora **44**  
Anabaena lemmermannii **45**  
Anabaena longicellularis **45**  
Anabaena macrospora **44**  
Anabaena mendotae **45**  
Anabaena perturbata **46**  
Anabaena planctonica **44**  
Anabaena reniformis **45**  
Anabaena sigmoidea **45**  
Anabaena smithii **44**  
Anabaena solitaria **44**  
Anabaena spiroides **46**  
Anabaena viguieri **43**  
Anabaenopsis 10, 15, **46**  
Anabaenopsis arnoldii **47**  
Anabaenopsis elenkinii **47**  
Anabaenopsis milleri **47**  
Aphanizomenon 9, 10, 15, **41**, 41  
Aphanizomenon balticum 41  
Aphanizomenon elenkinii **42**  
Aphanizomenon flexuosum **42**  
Aphanizomenon flos-aquae **43**  
Aphanizomenon gracile 41  
Aphanizomenon hungaricum 41  
Aphanizomenon issatschenkoi **42**  
Aphanizomenon klebahnii **42, 43**  
Aphanizomenon skujae 41  
Aphanizomenon yezoense **42**  
Aphanocapsa 9, 12, **23**  
Aphanocapsa conferta **24**  
Aphanocapsa delicatissima **23**  
Aphanocapsa fonticola 23  
Aphanocapsa grevillei 23  
Aphanocapsa holsatica **23, 24**  
Aphanocapsa hyalina 23  
Aphanocapsa incerta **23**  
Aphanocapsa nubilum **24**  
Aphanocapsa parasitica **24**  
Aphanocapsa rivularis 23  
Aphanothece 9, 10, 11, **19**, 48  
Aphanothece bachmannii **19**  
Aphanothece castagnei 19  
Aphanothece clathrata **19, 19**  
Aphanothece desikacharyi 48  
Aphanothece elabens **19**  
Aphanothece endophytica 48  
Aphanothece floccosa **20**  
Aphanothece minutissima **19**  
Aphanothece nidulans 16, **20**  
Aphanothece saxicola 19  
Aphanothece smithii **19**  
Aphanothece stagnina **20**  
Arthrospira 9  
Chamaesiphon 7  
Chlorogloea 7  
Chroococcus 12, **24, 25, 48**  
Chroococcus cumulatus **25**  
Chroococcus dispersus **25**  
Chroococcus distans **25**  
Chroococcus limneticus **25**  
Chroococcus microscopicus **24**  
Chroococcus minimus **25**  
Chroococcus minutus **25**  
Chroococcus obliteratus **26**  
Chroococcus planctonicus **25**  
Chroococcus subnudus 24  
Chroococcus turgidus **26, 26**  
Coelomoron 13, **28**  
Coelomoron pusillum 28, **29**  
Coelosphaerium 9, 13, **29, 48**  
Coelosphaerium aerugineum **29**  
Coelosphaerium dubium **30**  
Coelosphaerium kuetzingianum **29**  
Coelosphaerium minutissimum **29**  
Coelosphaerium natans **29**  
Coelosphaerium subarcticum **29**  
Cyanobium 8, 11, **15**  
Cyanobium plancticum **15**  
Cyanocatena 11, **18**  
Cyanocatena planctonica **18, 18**  
Cyanodictyon 9, 11, **18, 18**  
Cyanodictyon endophyticum 48  
Cyanodictyon filiforme 18  
Cyanodictyon iac 18  
Cyanodictyon imperfectum **18**  
Cyanodictyon planctonicum **18**  
Cyanodictyon reticulatum **18**  
Cyanodictyon tubiforme 18  
Cyanodictyon turfosum 18  
Cyanogranis 12, **21**  
Cyanogranis basifixa **22**  
Cyanogranis ferruginea **22**  
Cyanonephron 9, 13, **30**  
Cyanonephron styloides **30**  
Cylindrospermopsis 10, 15, **41**  
Cylindrospermopsis raciborskii 9, 10, 41  
Eucapsis 12, **23**  
Eucapsis starmachii 23  
Geitlerinema 10  
Gloeotrichia 10, 14, **40**  
Gloeotrichia echinulata 10, **40**  
Gomphosphaeria 13, **31**  
Gomphosphaeria aponina 31  
Gomphosphaeria salina 31  
Homoeothrix 7

Lemmermanniella 13, **28**  
 Lemmermanniella pallida **28**  
 Lemmermanniella parva **28**  
 Leptolyngbya 7, 10  
 Limnothrix 9, 14, **34**  
 Limnothrix lauterbornii **35**  
 Limnothrix meffertae **34**  
 Limnothrix planctonica **34**  
 Limnothrix pseudospirulina 34  
 Limnothrix pseudovacuoolata **35**  
 Limnothrix redekei **34, 39**  
 Limnothrix rosea 34  
 Lyngbya 14, **40**  
 Lyngbya birgei 40  
 Lyngbya hieronymusii **40, 40**  
 Lyngbya robusta 40  
 Merismopedia 9, 12, **26**  
 Merismopedia affixa 26  
 Merismopedia angularis 26  
 Merismopedia elegans **27**  
 Merismopedia glauca **27**  
 Merismopedia hyalina **27**  
 Merismopedia litoralis 26  
 Merismopedia marssonii **27**  
 Merismopedia mediterranea **27**  
 Merismopedia minima 26  
 Merismopedia punctata **27**  
 Merismopedia tenuissima **26**  
 Merismopedia trolleri **27**  
 Merismopedia warmingiana **26**  
 Microcrocis 12, **28**  
 Microcrocis geminata 28  
 Microcrocis irregularis 28  
 Microcrocis sabulicola 28  
 Microcystis 9, 12, **37, 48**  
 Microcystis aeruginosa 37, **38, 48**  
 Microcystis botrys **37**  
 Microcystis firma **37**  
 Microcystis flos-aquae **37, 48**  
 Microcystis ichthyoblabe **37**  
 Microcystis natans **37**  
 Microcystis novacekii **38**  
 Microcystis smithii 37  
 Microcystis viridis **38**  
 Microcystis wesenbergii **38**  
 Nodularia 10, 15, **47**  
 Nodularia baltica 47  
 Nodularia harveyana 47  
 Nodularia litorea 47  
 Nodularia spumigena 47  
 Oscillatoria 10, 14, **36**  
 Oscillatoria curviceps 36  
 Oscillatoria froelichii 36  
 Oscillatoria limosa 36  
 Oscillatoria princeps 36  
 Oscillatoria proboscidea 36  
 Oscillatoria sancta 36  
 Oscillatoria tenuis 36  
 Pannus 12, 13, **22**  
 Pannus spumosus **22**  
 Phormidium 7, 10, 14, **36**  
 Phormidium autumnale 36  
 Phormidium breve 36  
 Phormidium formosum 36  
 Phormidium nigrum 36  
 Phormidium okenii 36  
 Phormidium tergestinum 36  
 Planktolyngbya 9, 14, **35**  
 Planktolyngbya brevicellularis 35  
 Planktolyngbya capillaris 35  
 Planktolyngbya contorta **35**  
 Planktolyngbya holsatica 35  
 Planktolyngbya lacustris 35  
 Planktolyngbya limnetica **35**  
 Planktothrix 9, 14, **39**  
 Planktothrix agardhii **39**  
 Planktothrix mougeotii **39**  
 Planktothrix rubescens **39**  
 Planktothrix suspensa **39**  
 Pseudanabaena 7, 9, 10, 14, **33**  
 Pseudanabaena acicularis **33**  
 Pseudanabaena amphigranulata 33  
 Pseudanabaena catenata **34**  
 Pseudanabaena endophytica 48  
 Pseudanabaena galeata 33  
 Pseudanabaena limnetica **33**  
 Pseudanabaena mucicola 48  
 Pseudanabaena rosea 48  
 Pseudanabaena tenuis **34**  
 Pseudanabaena voronichiniana 48  
 Pseudanabaena westiana 48  
 Radiocystis 9, 12, **22**  
 Radiocystis geminata **22**  
 Raphidiopsis 13, 14, **40, 41**  
 Raphidiopsis mediterranea 41  
 Rhabdoderma 9, 11, **20**  
 Rhabdoderma compositum **21**  
 Rhabdoderma lineare **20**  
 Rhabdoderma vermiculare 20  
 Rhabdogloea 9, 11, **21**  
 Rhabdogloea linearis 21  
 Rhabdogloea minuta 48  
 Rhabdogloea scenedesmoides **21**  
 Rhabdogloea smithii **21**  
 Romeria 14, **32**  
 Romeria chlorina **33**  
 Romeria crassa 32  
 Romeria elegans **33**  
 Romeria gracilis **33**  
 Romeria leopoliensis **33**  
 Romeria okensis 32  
 Snowella 9, 13, **30**  
 Snowella atomus **30**  
 Snowella fennica 30  
 Snowella lacustris **31**  
 Snowella litoralis **30**  
 Snowella septentrionalis 30  
 Spirulina 14, **31, 32**  
 Spirulina labyrinthiformis **32**  
 Spirulina major **32**

Spirulina meneghiniana 32  
Spirulina subsalsa 32  
Spirulina subtilissima 32  
Spirulina tenerrima 32  
Spirulina versicolor 32  
Synechococcus 8, 11, 16  
Synechococcus capitatus 16  
Synechococcus elongatus 16, 16  
Synechococcus epigloeicus 48  
Synechococcus nidulans 16, 16  
Synechococcus rhodobaktron 16  
Synechocystis 8, 10, 11, 16, 17  
Synechocystis aquatilis 17  
Synechocystis bourrellyi 17  
Synechocystis endobiotica 48  
Synechocystis salina 17  
Synechocystis sallensis 17  
Tapinothrix 7  
Trichodesmium 9  
Tychonema 9  
Woronichinia 9, 13, 31, 38, 48  
Woronichinia compacta 31, 31  
Woronichinia elorantae 31  
Woronichinia fremyi 38  
Woronichinia karelica 31  
Woronichinia naegeliana 31, 38, 48  
Woronichinia ruzicka 31

## 6 Abbildungen

Die zeichnerischen Darstellungen wurden von folgenden Autoren übernommen:

2: Orig.; 3: KOMÁREK 1989, KOMÁRKOVÁ-LEGNEROVÁ & CRONBERG 1994; 4: KOMÁREK 1970; 5: KOMÁREK & ANAGNOSTIDIS 1998; 6: BAILEY-WATTS & KOMÁREK 1991; 7: Orig.; 8: ANAGNOSTIDIS 1961, SKUJA aus STARMACH 1966; 9: SKUJA 1956; 10: HINDÁK 1975; 11: KOMÁRKOVÁ-LEGNEROVÁ & CRONBERG 1994; 12: LEMMERMANN 1898, KOMÁRKOVÁ-LEGNEROVÁ & CRONBERG 1994; 13: HICKEL 1981; 14: NYGAARD 1949, KOMÁRKOVÁ-LEGNEROVÁ & CRONBERG 1994; 15: BACHMANN 1923, KOMÁRKOVÁ-LEGNEROVÁ & CRONBERG 1994; 16: G. M. SMITH 1920, KOMÁREK 1958, KOMÁRKOVÁ-LEGNEROVÁ & CRONBERG 1994; 17: G. M. SMITH 1920, KOMÁRKOVÁ-LEGNEROVÁ & CRONBERG 1994; 18: TEILING 1942, HEGEWALD et al. 1975; 19: ZALESSKY 1926, CRONBERG & KOMÁREK 1994; 20: HEGEWALD et al. 1975, KOMÁREK 1975; 21: WOŁOSZYŃSKA aus HUBER-PESTALOZZI 1938, KOMÁRKOVÁ-LEGNEROVÁ & CRONBERG 1994, FORBES aus KOMÁREK & ANAGNOSTIDIS 1998; 22: G. M. SMITH 1920, KOMÁREK 1958; 23: G. M. SMITH 1920, FEDOROV 1967; 24: HINDÁK 1984; 25: NYGAARD 1949; 26: HINDÁK 1975, 1982; 27: HINDÁK 1982; 28: SKUJA 1948; 29: HICKEL 1991; 30: G. M. SMITH 1920, KOMÁRKOVÁ-LEGNEROVÁ & CRONBERG 1994; 31: G. M. SMITH 1920, KONDRATEVA et al. 1984; 32: NYGAARD 1949, KOMÁREK 1958, KOMÁRKOVÁ-LEGNEROVÁ & CRONBERG 1994; 33: TARNAVSCHI 1956, FRITSCH aus HOLLERBACH et al. 1953; 34: NYGAARD 1949; 35: G. M. SMITH 1920, KOMÁRKOVÁ-LEGNEROVÁ & CRONBERG 1994; 36: KOMÁRKOVÁ-LEGNEROVÁ & CRONBERG 1994; 37: G. M. SMITH 1920, WOJCIECHOWSKI 1971; 38: TEILING 1942; 39: G. M. SMITH 1920, KOMÁRKOVÁ-LEGNEROVÁ & CRONBERG 1994; 40: BACHMANN 1941; 41: G. M. SMITH 1920, YACUBSON 1974, KOMÁRKOVÁ-LEGNEROVÁ & CRONBERG 1994; 42: KOMÁREK 1958; 43: G. M. SMITH 1920, KOMÁREK 1975; 44: KOMÁREK 1975; 45: GEITLER 1942, MESSIKOMMER 1943, KOMÁREK 1956, KOMÁREK aus FOTT 1959; 46: HINDÁK 1992; 47: KOMÁREK 1958; 48: HINDÁK 1992; 49: HINDÁK 1992; 50: HINDÁK 1992; 51: G. M. SMITH 1920, KOMÁREK 1975; 52: KOSINSKAJA 1948; 53: GEITLER 1960, KOMÁRKOVÁ-LEGNEROVÁ & CRONBERG 1994; 54: TEILING 1944, G. M. SMITH 1950, KOSINSKAJA aus KONDRATEVA et al. 1984; 55: HINDÁK 1985; 56: VAN GOOR 1924, KOMÁREK 1958; 57: KOMÁRKOVÁ-LEGNEROVÁ & CRONBERG 1985; 58: SKUJA 1964; 59: KOMÁREK & KOMÁRKOVÁ-LEGNEROVÁ 1992; 60: NÄGELI 1849, KOMÁREK & KOMÁRKOVÁ-LEGNEROVÁ 1992; 61: KOMÁREK 1958, KOMÁRKOVÁ-LEGNEROVÁ & CRONBERG 1994; 62: SCHMULA aus GEITLER 1932; 63: HICKEL 1985; 64: KOMÁREK 1958; 65: KOMÁREK 1958, KOMÁREK & HINDÁK 1988; 66: KOMÁREK 1958, KOMÁREK & HINDÁK 1988; 67: KOMÁREK & ANAGNOSTIDIS 1998; 68: SKUJA aus STARMACH 1966; 69: KOMÁREK 1989; 70: GEITLER 1932, KOMÁREK 1988; 71: NYGAARD aus HUBER-PESTALOZZI 1938, KOMÁREK 1988, 1989; 72: BÖCHER 1949; 73: KOCZWARA aus GEITLER 1932; 74: KOCZWARA aus GEITLER 1932; 75: KOMÁREK 1958; 76: NYGAARD 1949; 77: KOMÁREK 1958; 78: KOPPE aus GEITLER 1932; 79: SKUJA aus STARMACH 1966, LAUTERBORN aus GEITLER 1925; 80: VAN GOOR und SKUJA aus ANAGNOSTIDIS & KOMÁREK 1988; 81: WOŁOSZYŃSKA 1985; 82: LAUTERBORN aus GEITLER 1932, SKUJA aus ANAGNOSTIDIS & KOMÁREK 1982; 83: SKUJA aus STARMACH 1966; 84: FRÉMY aus HINDÁK 1985, HINDÁK 1985; 85: KONDRATEVA aus HINDÁK 1985, HINDÁK 1985; 86: KOMÁREK 1972; 87: GOMONT 1892, ANAGNOSTIDIS & KOMÁREK 1988; 88: ZALESSKY 1926; 89: FRÉMY 1930, WOJCIECHOWSKI 1971; 90: KÜTZING 1845, TEILING 1942, KOMÁRKOVÁ-LEGNEROVÁ & CRONBERG 1994; 91: CROW und CANABAEUS aus HUBER-PESTALOZZI 1938, KOMÁREK 1996; 92: TEILING 1942, KOMÁREK 1996; 93: KOMÁREK 1958; 94: TEILING 1941, KOMÁREK 1958; 95: TEILING 1941, CROW aus HOLLERBACH et al. 1953, KOMÁREK 1958, KIRCHNER aus KONDRATEVA et al. 1984; 96: TEILING 1941, KOSINSKAJA aus HOLLEBRACH et al. 1953, KOMÁREK 1958; 97: KOMÁREK 1958, KOMÁRKOVÁ-LEGNEROVÁ & CRONBERG 1994; 98: SKUJA 1948, KÜTZING aus STARMACH 1966, KOMÁREK 1984; 99: KOMÁREK 1996; 100: KOMÁREK 1958, KOMÁREK 1984; 101: GOMONT aus GEITLER 1932; 102: FRÉMY aus GEITLER 1932; 103: G. M. SMITH 1920, KOMÁREK 1958; 104: SKUJA aus HUBER-PESTALOZZI 1938; 105: HORECKÁ & KOMÁREK 1979; 106: KOMÁREK & KOVÁČIK 1989; 107: KOMÁREK 1958, KISELEV aus KONDRATEVA 1968; 108: HINDÁK & MOUSTAKA 1988; 109: KOMÁREK 1958, KOMÁREK & KOVÁČIK 1989; 110: HINDÁK & MOUSTAKA 1988, WATANABE 1991; 111: KOMÁREK & KOVÁČIK 1989; 112: KOMÁREK 1958; 113: KOMÁREK 1958, WATANABE 1992; 114: DENIS & FRÉMY aus GEITLER 1932, NYGAARD 1949, KOMÁREK 1958; 115: NYGAARD 1949; 116: NYGAARD 1949, KOMÁRKOVÁ-LEGNEROVÁ & ELORANTA 1992; 117: SKUJA aus STARMACH 1966, KLEBAHN aus KONDRATEVA 1968; 118: KLEBAHN aus GEITLER 1932, WATANABE 1992; 119: KOMÁREK 1958, KISELEV aus KONDRATEVA 1968; 120: KOMÁREK 1958, KONDRATEVA 1968; 121: APTEKAR' aus KONDRATEVA

1968; **122**: NYGAARD 1949; **123**: G. M. SMITH 1920, KOMÁREK 1958, KOSINSKAJA aus KONDRATEVA 1968; **124**: KOMÁREK 1958; **125**: KOMÁREK 1958, KONDRATEVA 1968; **126**: NYGAARD 1949; **127**: NYGAARD 1949, APTEKAR' aus KONDRATEVA 1968; **128**: KOMÁREK 1958, KONDRATEVA 1968; **129**: KOMÁREK 1958; **130**: KOMÁREK 1958; **131**: MILLER aus KONDRATEVA 1968; **132**: CYRUS 1952; **133**: APTEKAR' aus KONDRATEVA 1968; **134**: LEMMERMANN 1910, KONDRATEVA 1968, KOMÁREK et al. 1993.

Fig. 1. Hauptquellen des in den Fließgewässern im Einzugsgebiet der Elbe transportierten Phytoplanktons

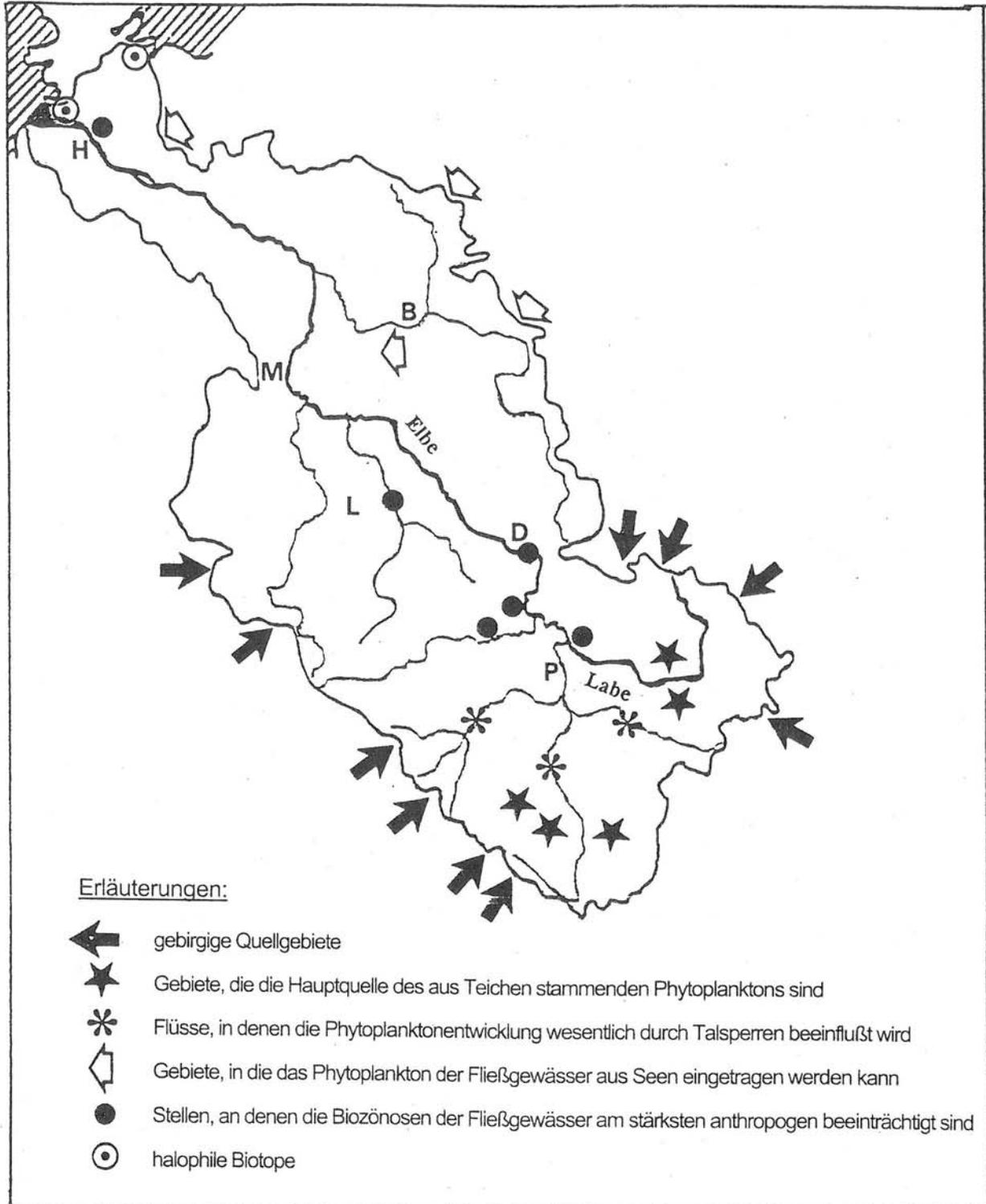


Fig. 2. *Cyanobium plancticum*



Fig. 3. *Synechococcus nidulans*

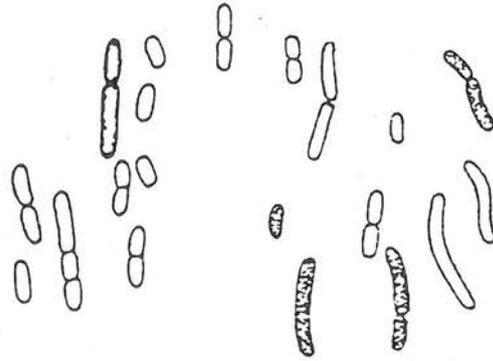


Fig. 4. *Synechococcus elongatus*

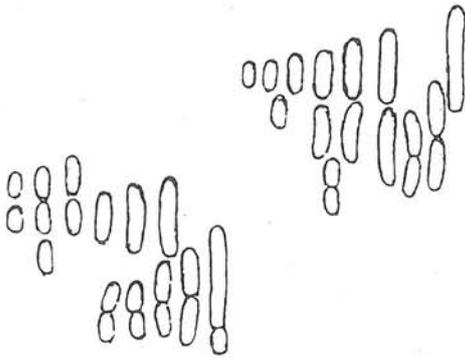


Fig. 6. *Synechococcus capitatus*

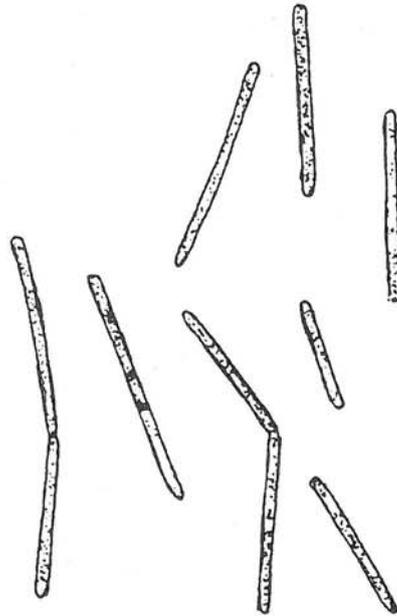


Fig. 5. *Synechococcus rhodobaktron*

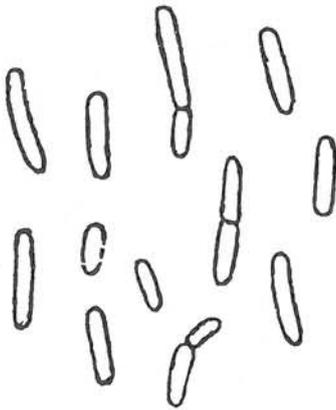


Fig. 7.. *Synechocystis bourrellyi*

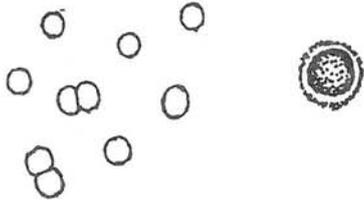


Fig. 9.. *Synechocystis aquatilis*

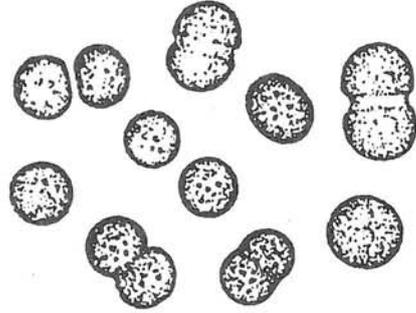


Fig. 8.. *Synechocystis salina*

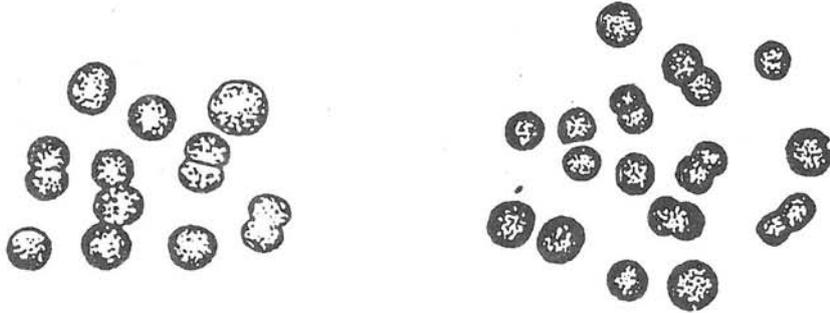


Fig. 10.. *Cyanocatena planctonica*.

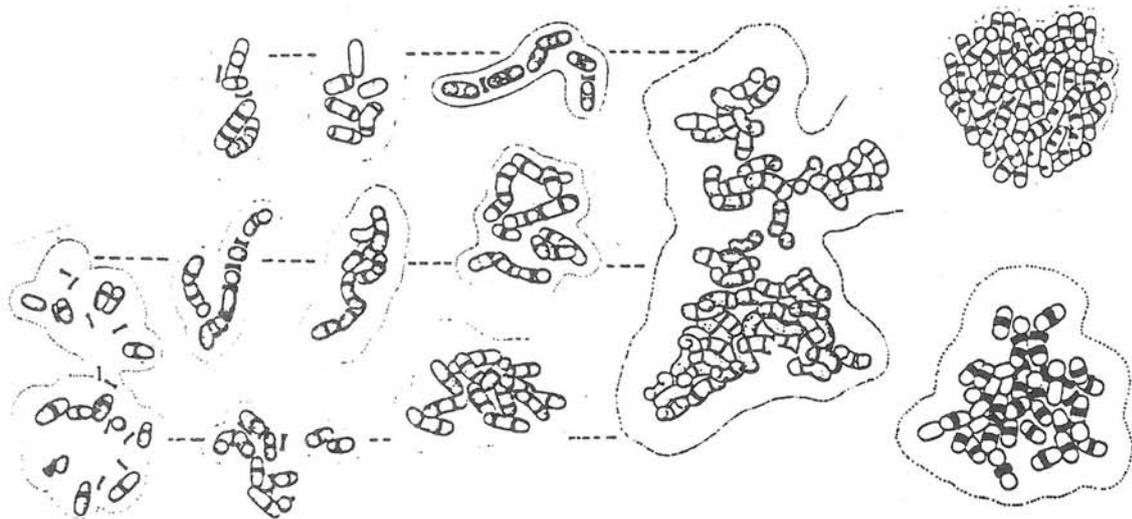


Fig. 11. *Cyanodictyon imperferctum*

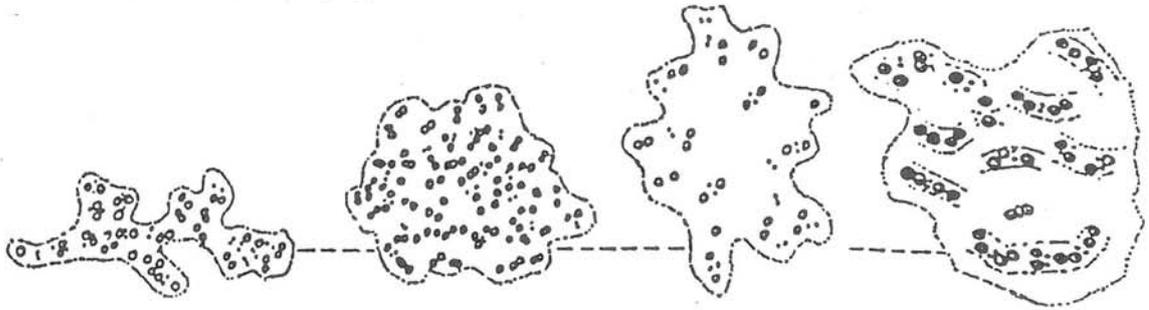


Fig. 12. *Cyanodictyon reticulatum*

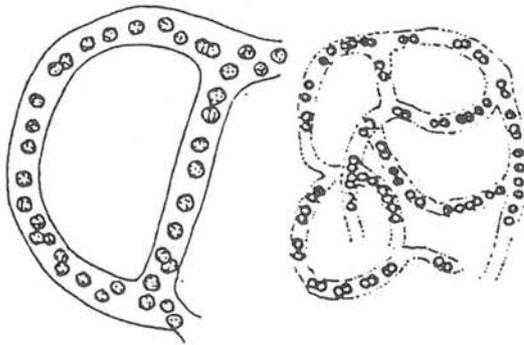


Fig. 13. *Cyanodictyon planctonicum*

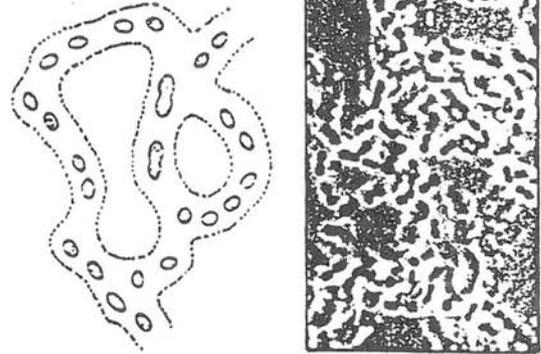


Fig. 14. *Aphanothece minutissima*

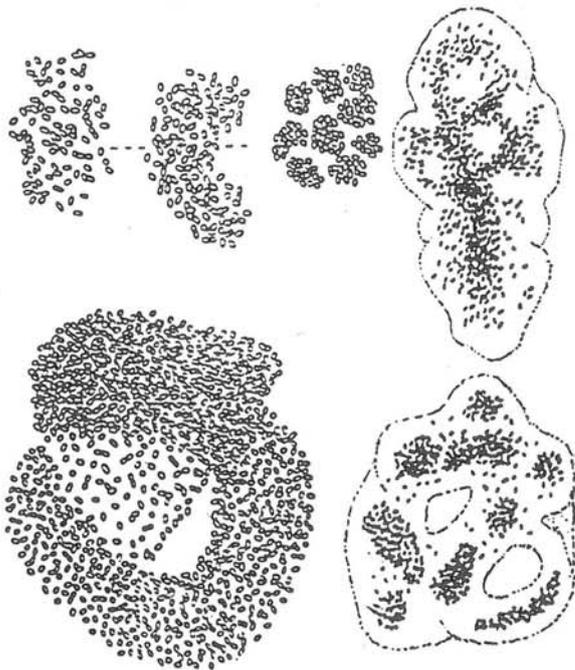


Fig. 15. *Aphanothece bachmannii*



Fig. 16. *Aphanothece clathrata*

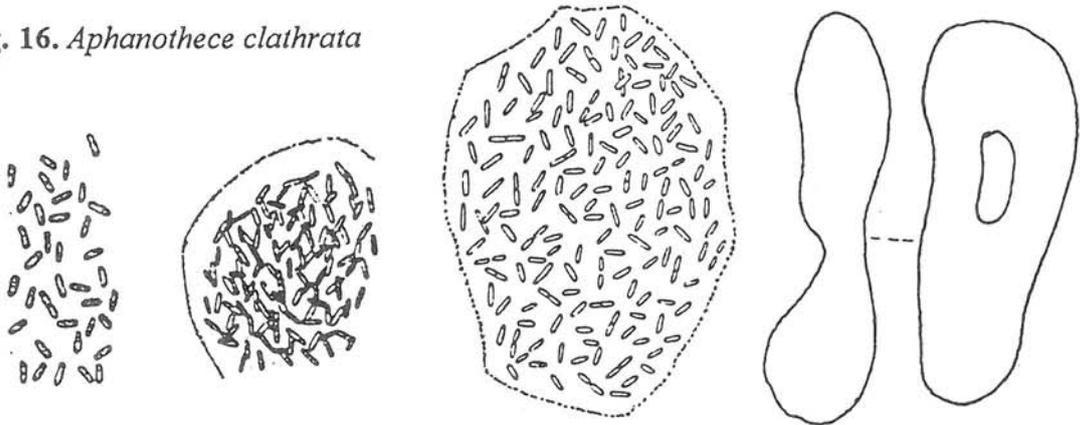


Fig. 17. *Aphanothece smithii*

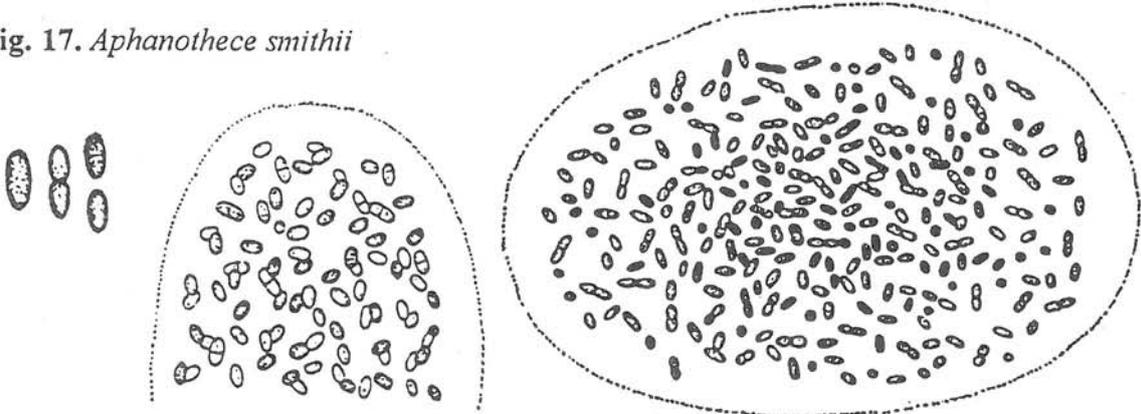


Fig. 18. *Aphanothece elabens*

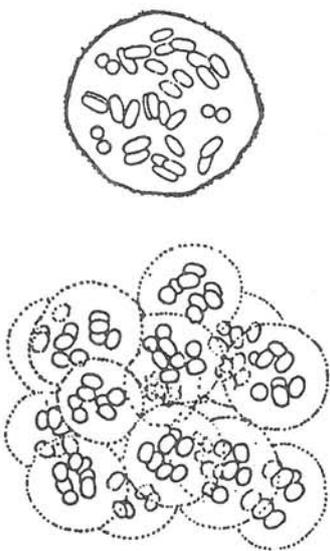


Fig. 19. *Aphanothece floccosa*



Fig. 20. *Aphanothece nidulans*

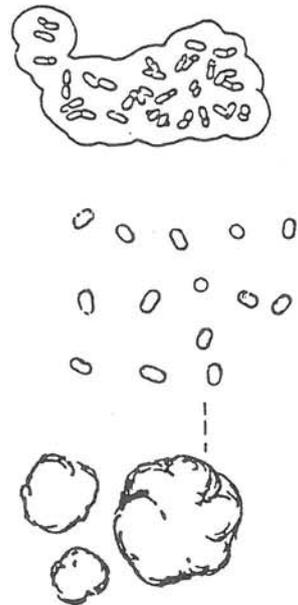


Fig. 21. *Aphanothece stagnina*

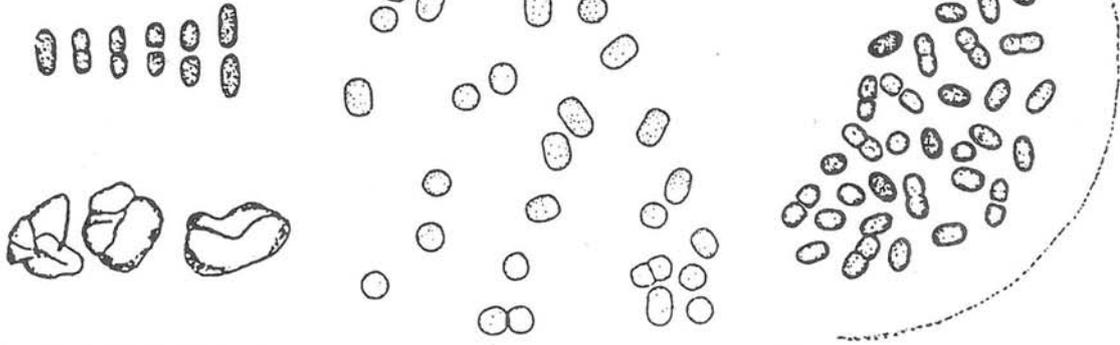


Fig. 22. *Rhabdoderma lineare*

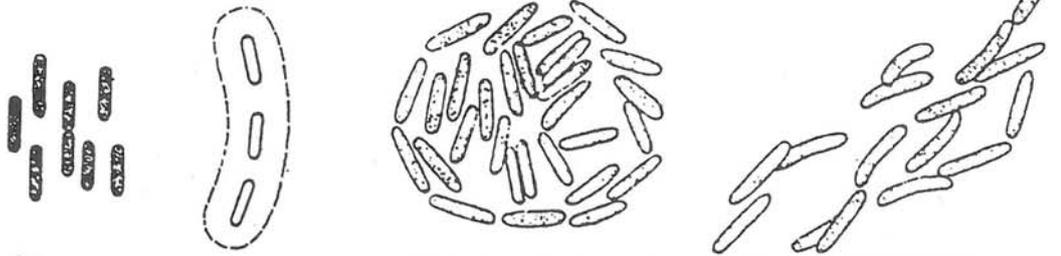


Fig. 23. *Rhabdoderma compositum*

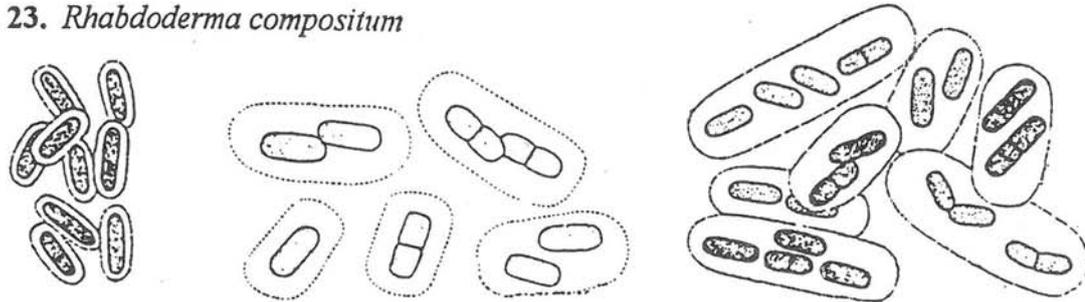


Fig. 24. *Rhabdogloea smithii*

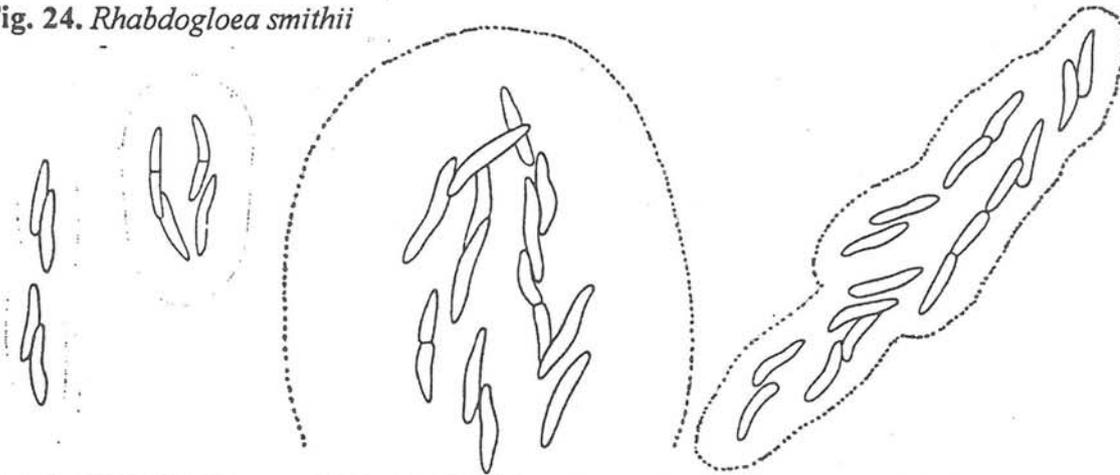


Fig. 25. *Rhabdogloea scenedesmoides*

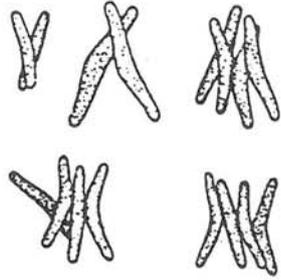


Fig. 27. *Cyanogranis basifixa*

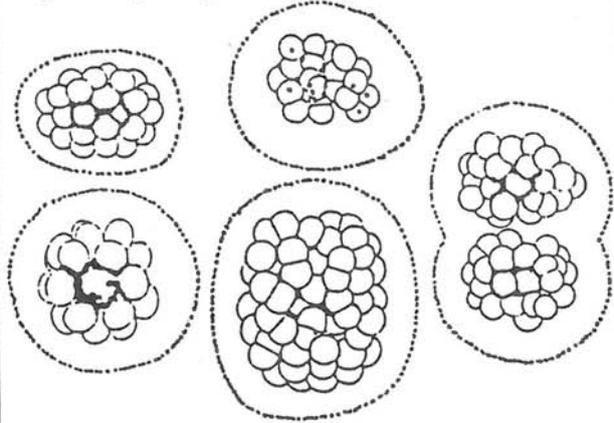


Fig. 26. *Cyanogranis ferruginea*

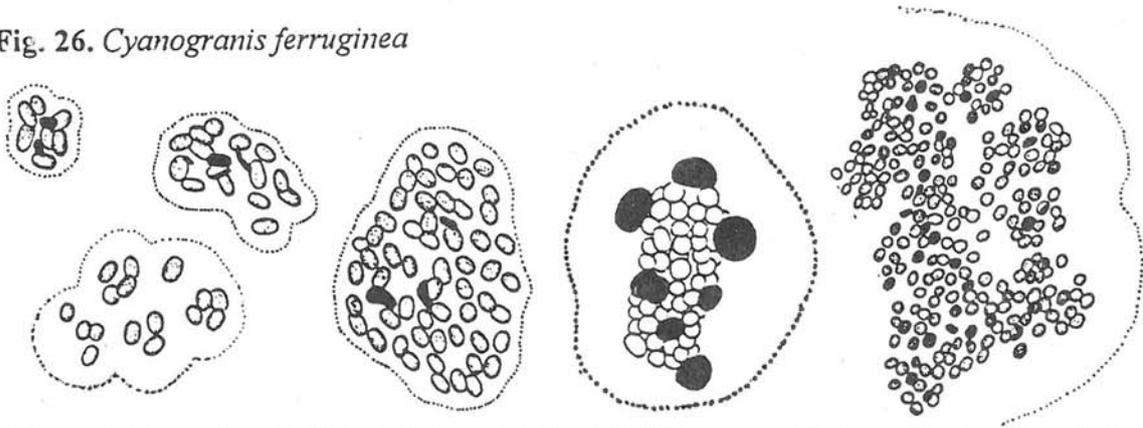


Fig. 28. *Radiocystis geminata*

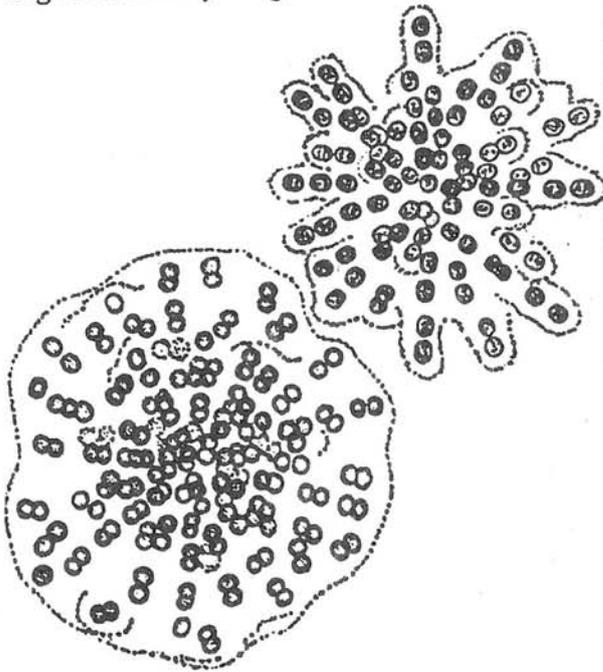


Fig. 29. *Pannus spumosus*



Fig. 30. *Aphanocapsa delicatissima*

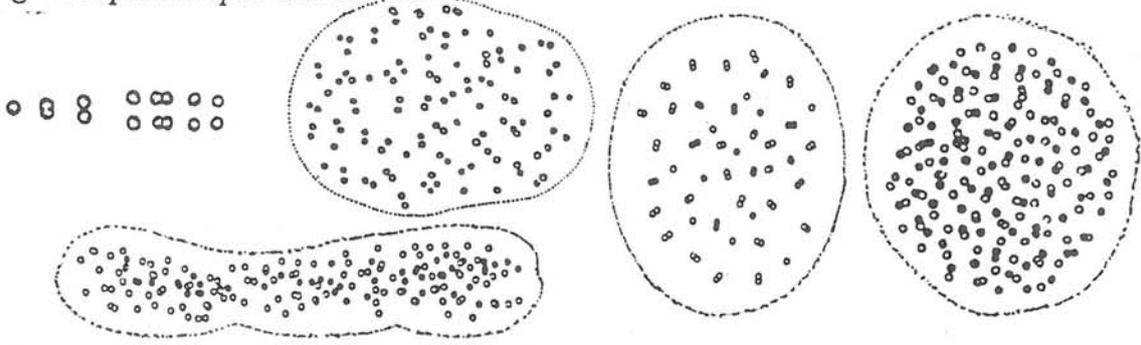


Fig. 31. *Aphanocapsa incerta*

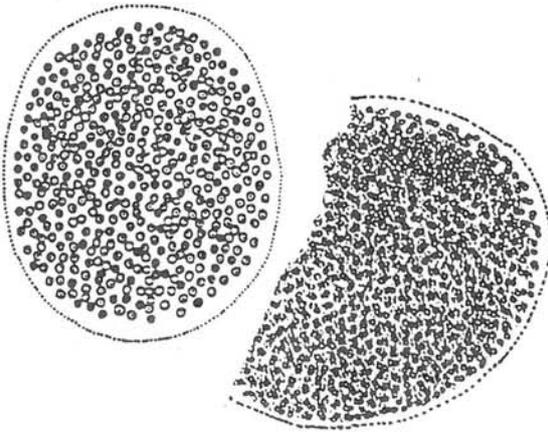


Fig. 32. *Aphanocapsa holsatica*

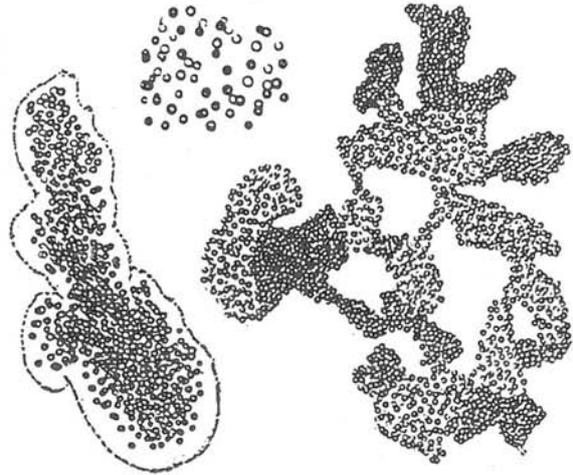


Fig. 33. *Aphanocapsa parasitica*

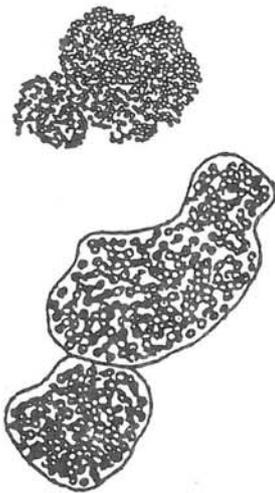


Fig. 34. *Aphanocapsa nubilum*

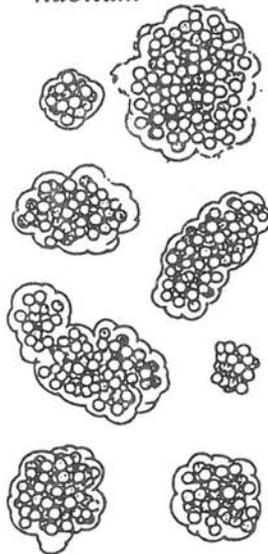


Fig. 35. *Aphanocapsa conferta*

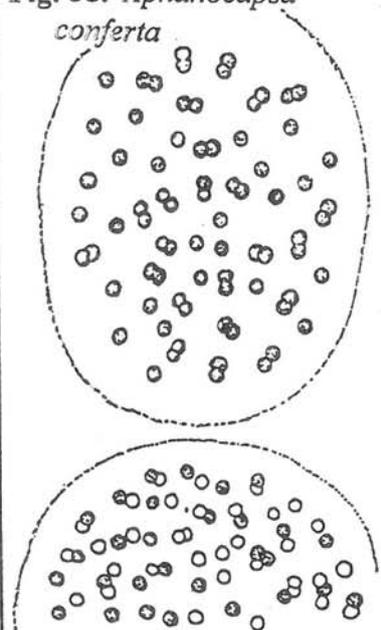


Fig. 36. *Chroococcus microscopicus*

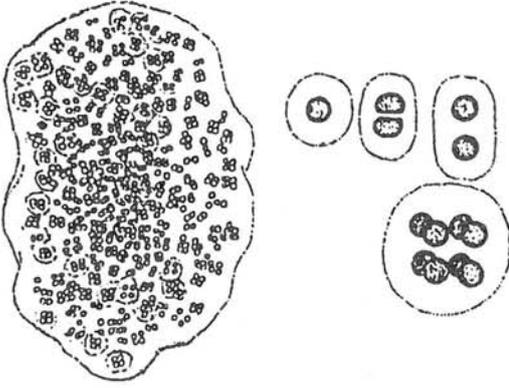


Fig. 37. *Chroococcus minimus*

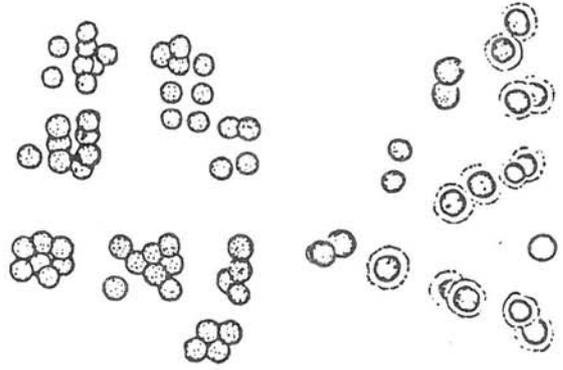


Fig. 38. *Chroococcus planctonicus*

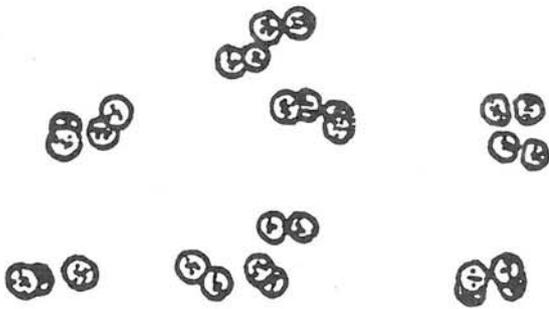


Fig. 39. *Chroococcus dispersus*

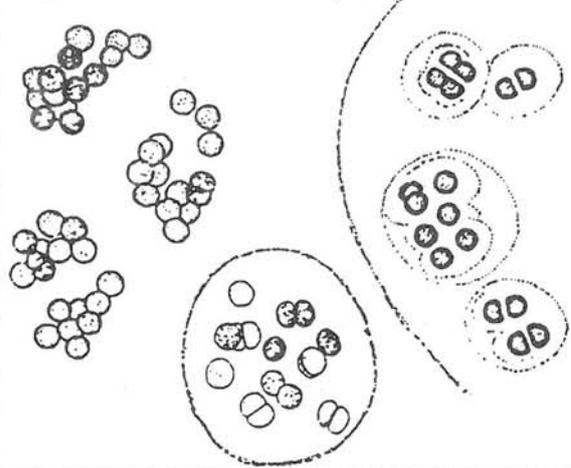


Fig. 40. *Chroococcus cumulatus*



Fig. 41. *Chroococcus distans*

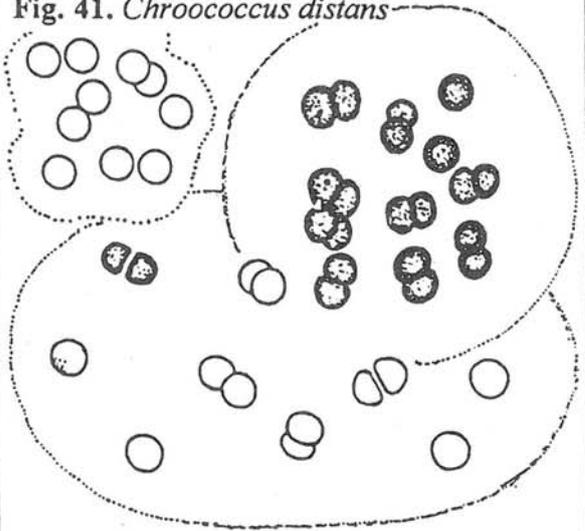


Fig. 42. *Chroococcus limneticus*

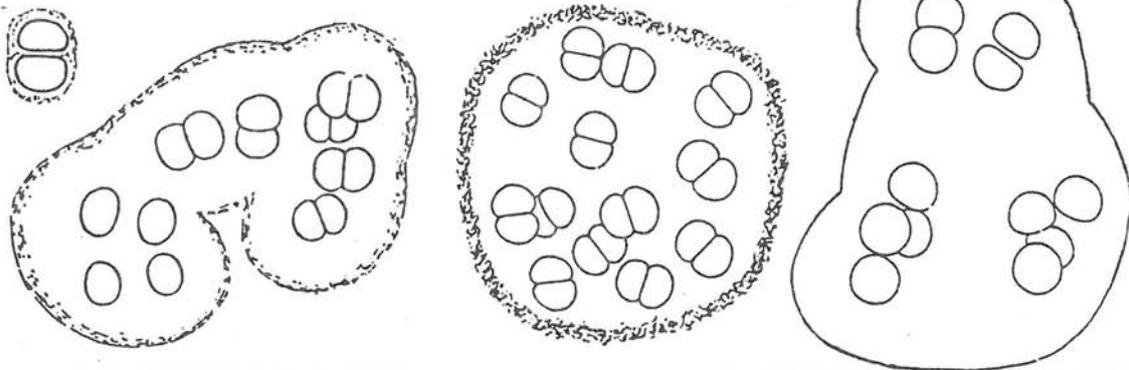


Fig. 43. *Chroococcus minutus*

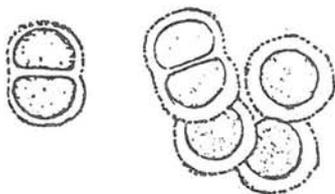


Fig. 44. *Chroococcus obliterated*

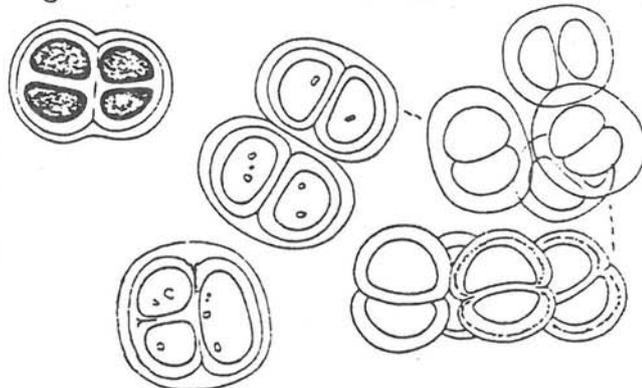


Fig. 45. *Chroococcus turgidus*

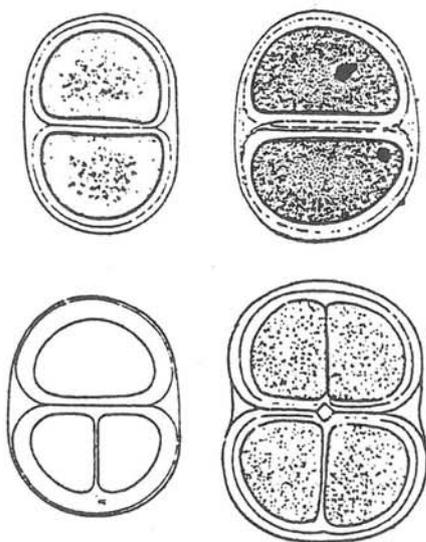


Fig. 46. *Merismopedia warmingiana*

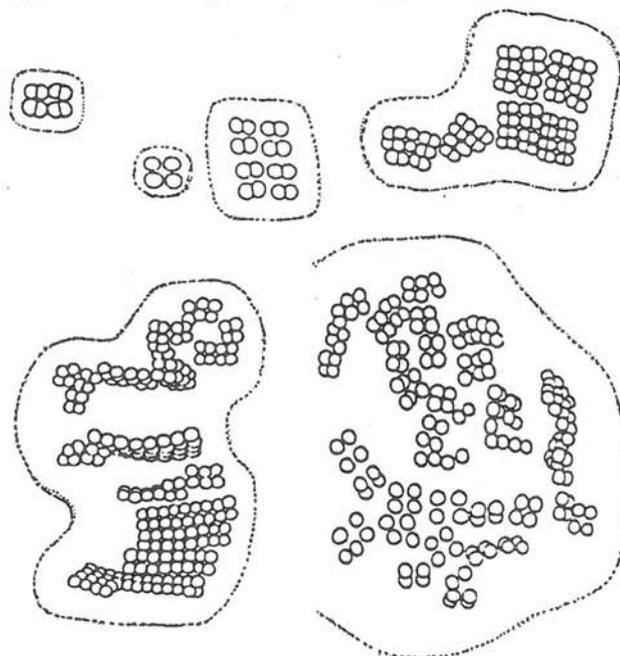


Fig. 47. *Merismopedia tenuissima*

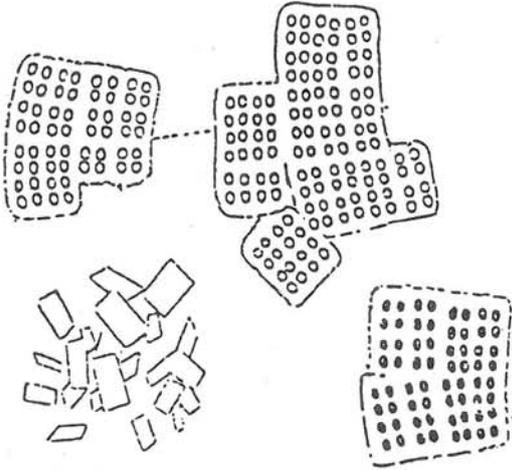


Fig. 48. *Merismopedia hyalina*

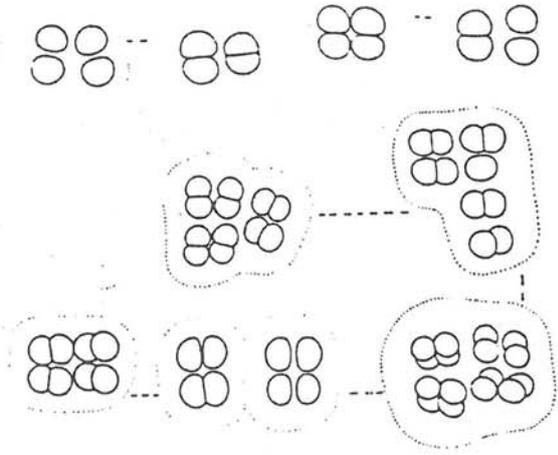


Fig. 49. *Merismopedia marssonii*

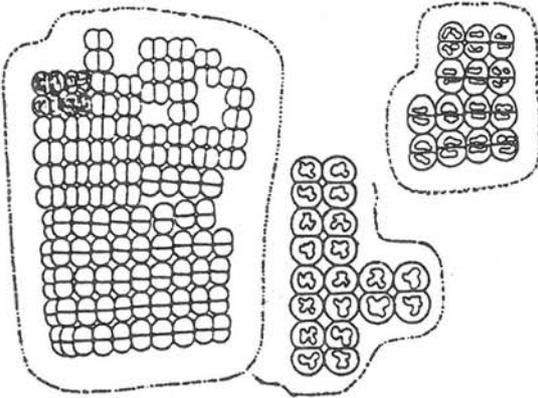


Fig. 50. *Merismopedia trolleri*

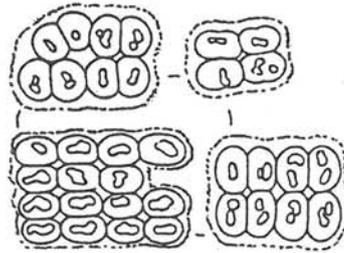


Fig. 51. *Merismopedia punctata*

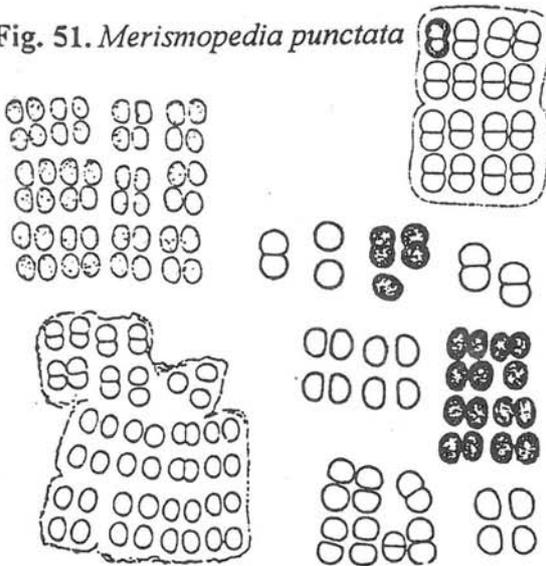


Fig. 52. *Merismopedia mediterranea*

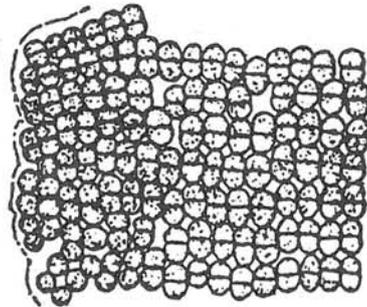


Fig. 53. *Merismopedia glauca*

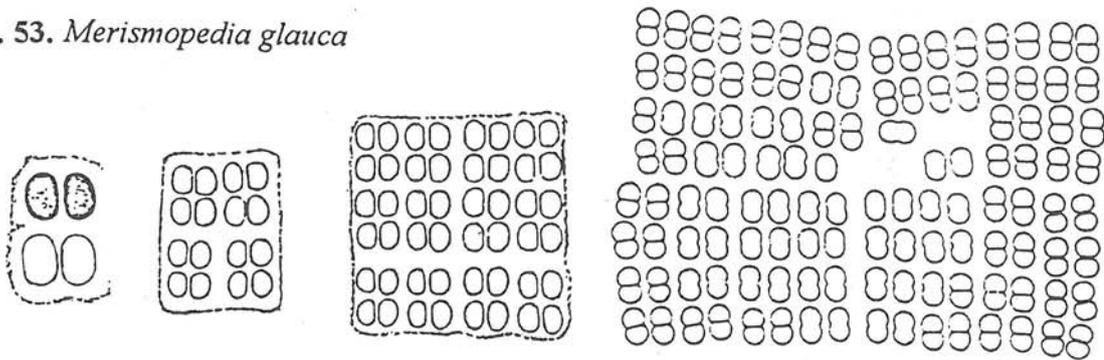


Fig. 54. *Merismopedia elegans*

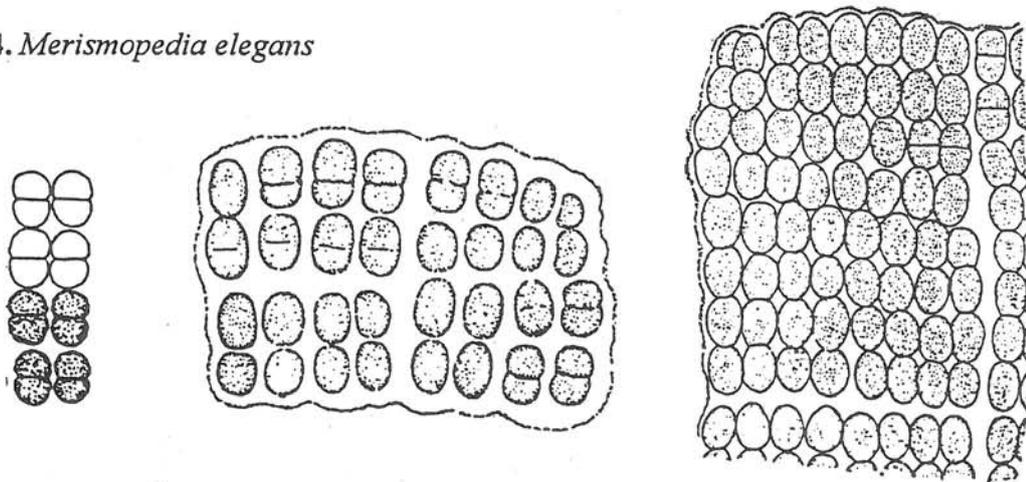


Fig. 55. *Lemmermanniella parva*

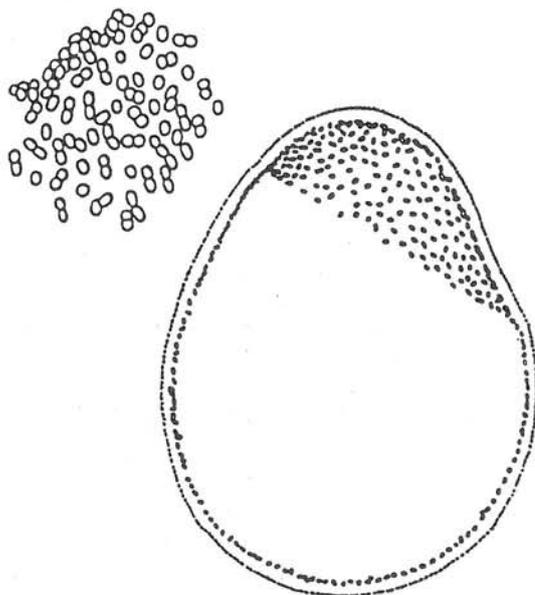


Fig. 56. *Coelomoron pusillum*

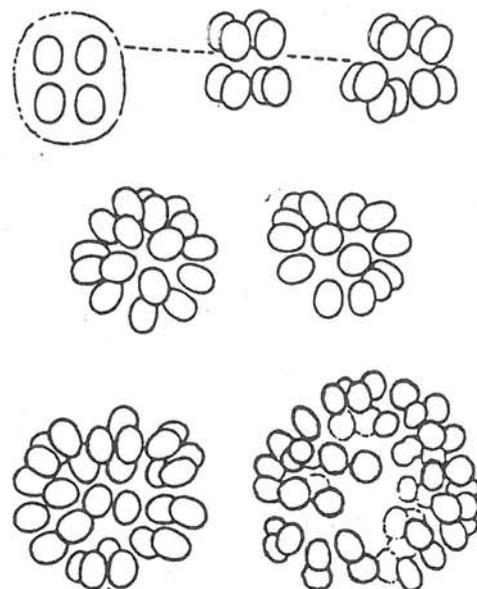


Fig. 57. *Lemmermanniella pallida*

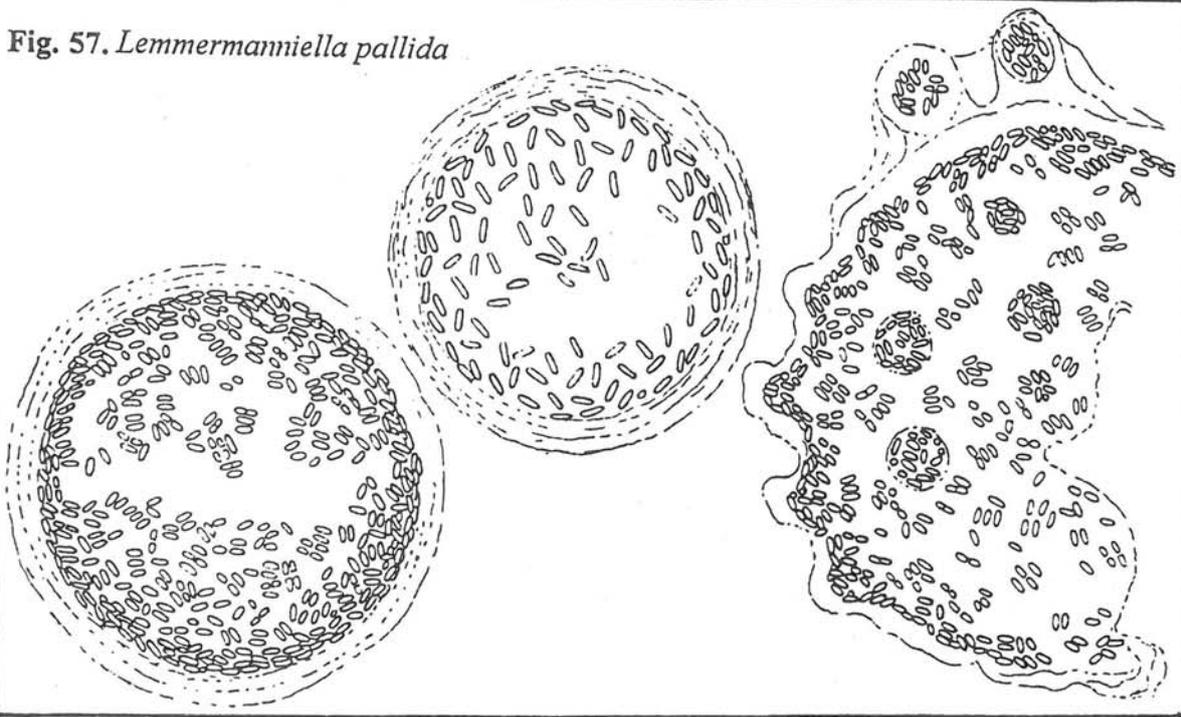


Fig. 58. *Coelosphaerium minutissimum*

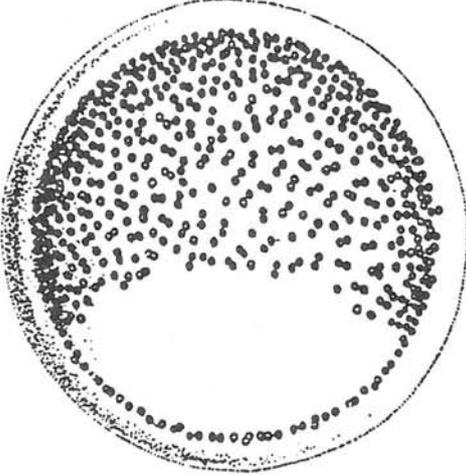


Fig. 59. *Coelosphaerium subarcticum*

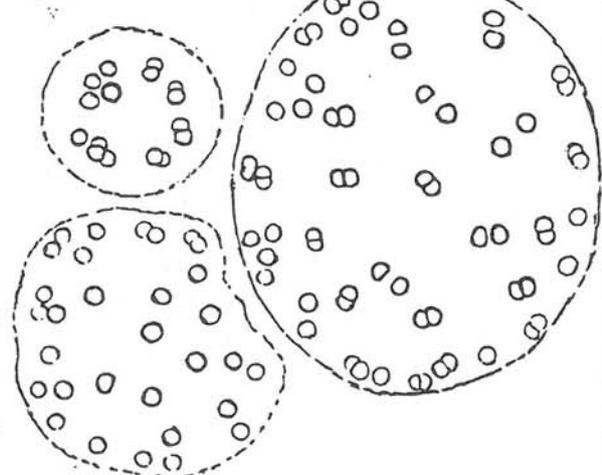


Fig. 60. *Coelosphaerium kuetzingianum*

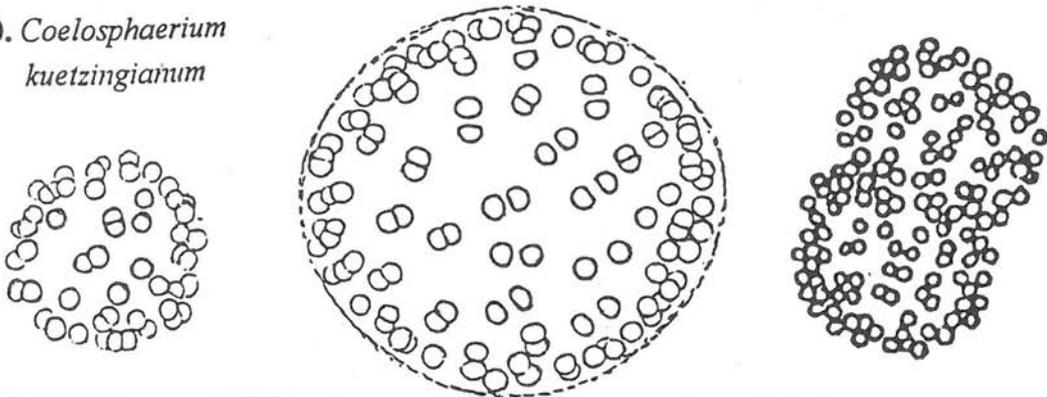


Fig. 61. *Coelosphaerium aerugineum*

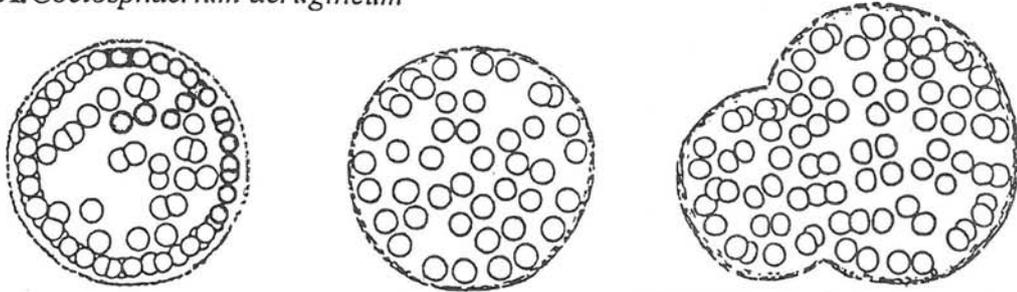


Fig. 62. *Coelosphaerium dubium*

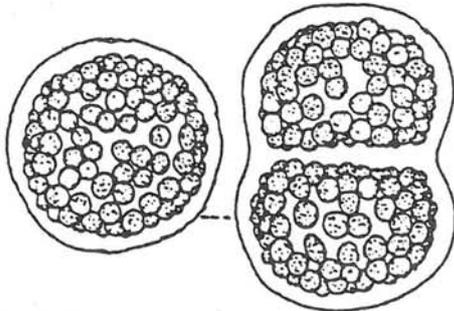


Fig. 63. *Cyanonephron styloides*

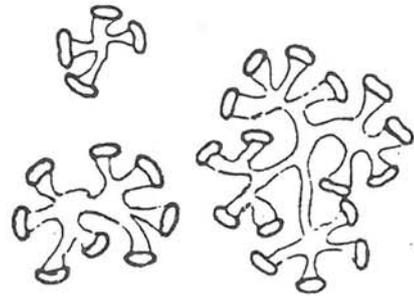


Fig. 64. *Snowella atomus*

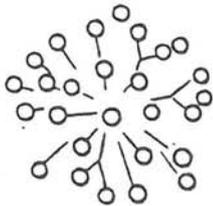


Fig. 65. *Snowella litoralis*

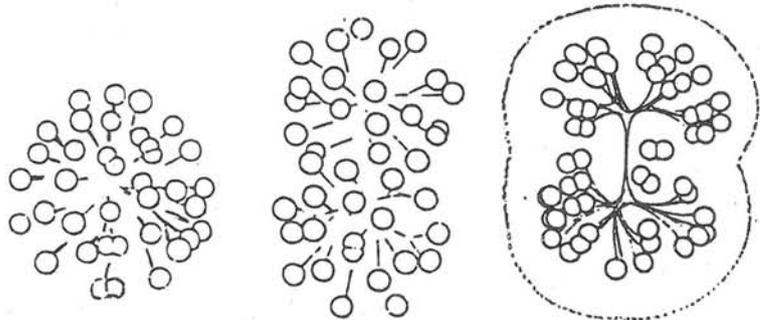


Fig. 66. *Snowella lacustris*

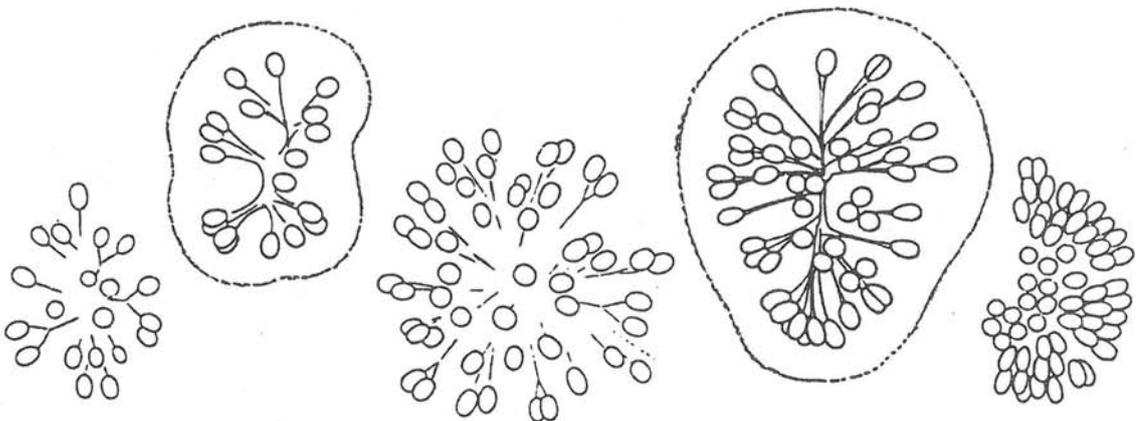


Fig. 67. *Woronichinia compacta*

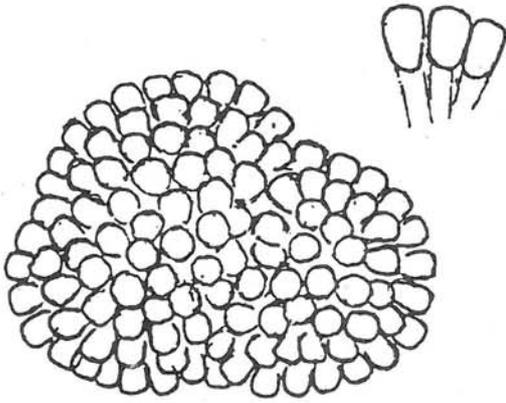


Fig. 70. *Spirulina major*

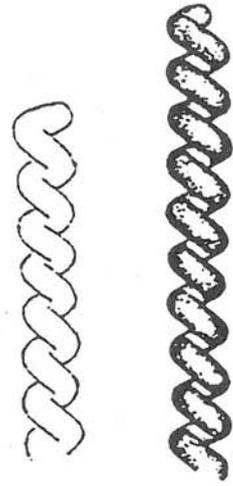


Fig. 68. *Spirulina labyrinthiformis*



Fig. 69. *Spirulina meneghiniana*

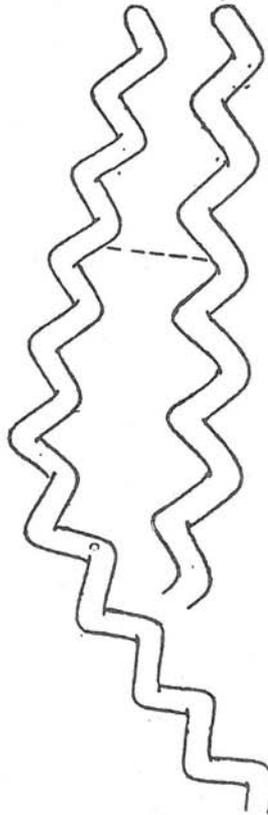


Fig. 71. *Spirulina subsalsa*

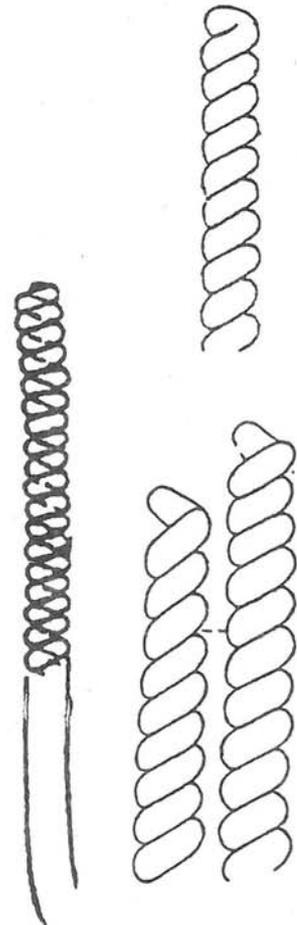


Fig. 72. *Romeria chlorina*

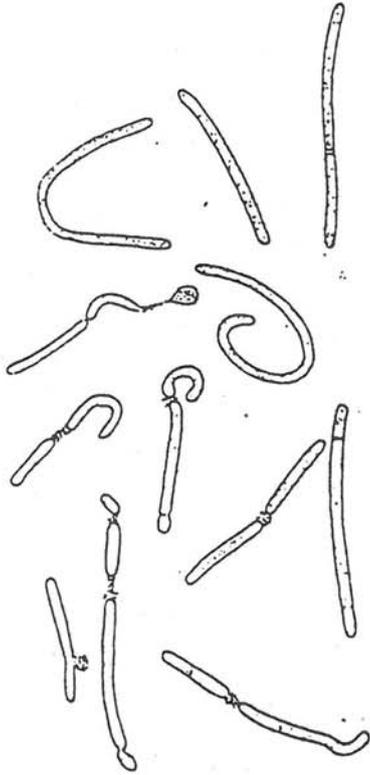


Fig. 73. *Romeria leopoliensis*

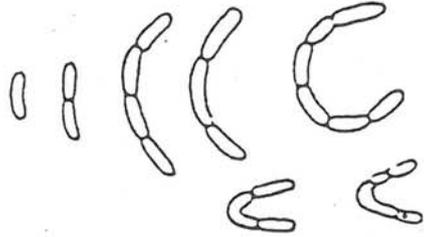


Fig. 74. *Romeria gracilis*

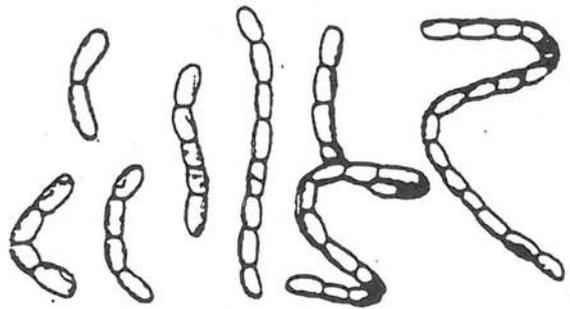


Fig. 75. *Romeria elegans*

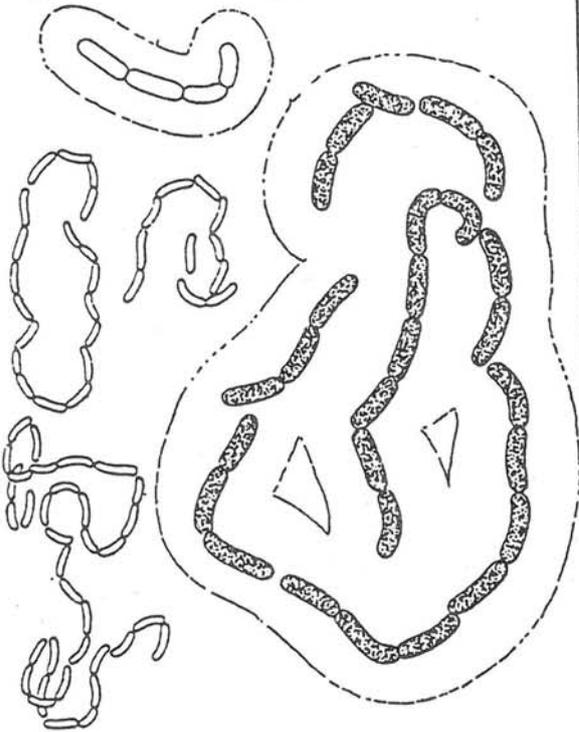


Fig. 76. *Pseudanabaena acicularis*

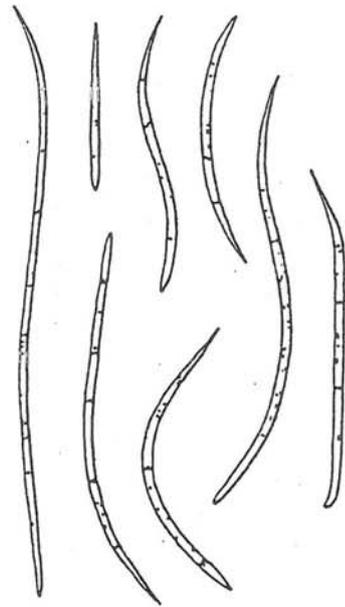


Fig. 77.

*Pseudanabaena limnetica*

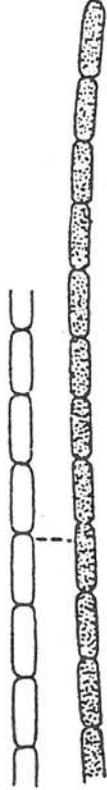


Fig. 78.

*Pseudanabaena tenuis*



Fig. 79.

*Pseudanabaena catenata*

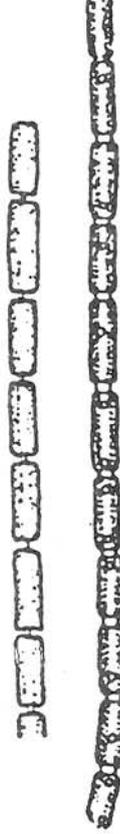


Fig. 80.

*Limnothrix redekei*

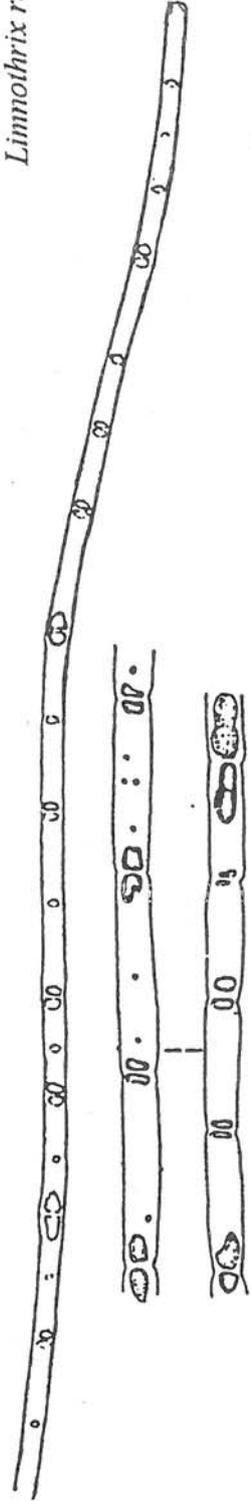


Fig. 81.

*Limnothrix planctonica*

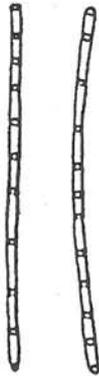


Fig. 82.

*Limnothrix lauterbornii*

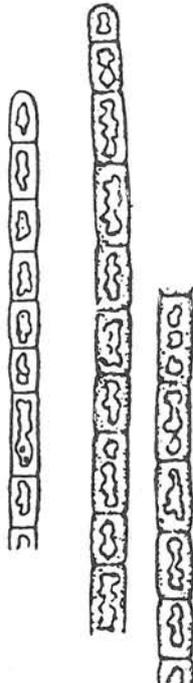


Fig. 83.

*Limnothrix pseudovacuiolata*



Fig. 84.

*Planktolyngbya limnetica*

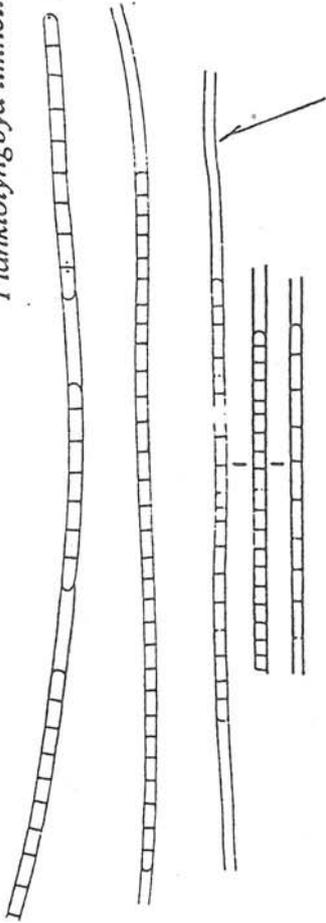


Fig. 85. *Planktolyngbya contorta*

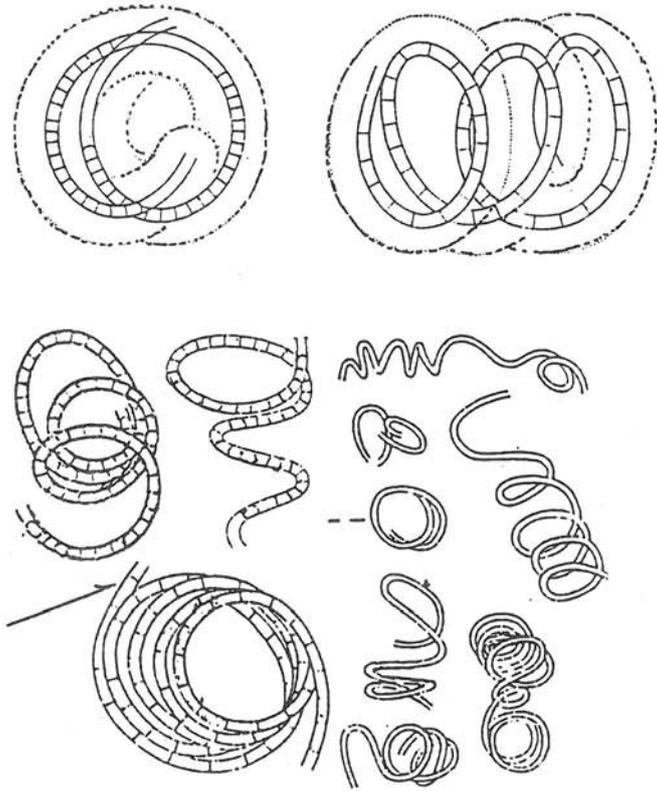


Fig. 86. *Phormidium autumnale*

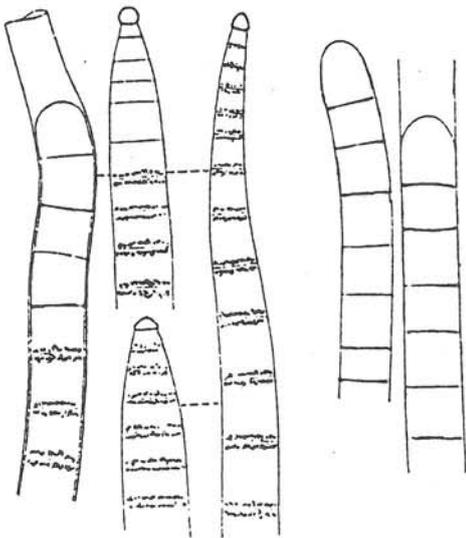


Fig. 87. *Oscillatoria limosa*

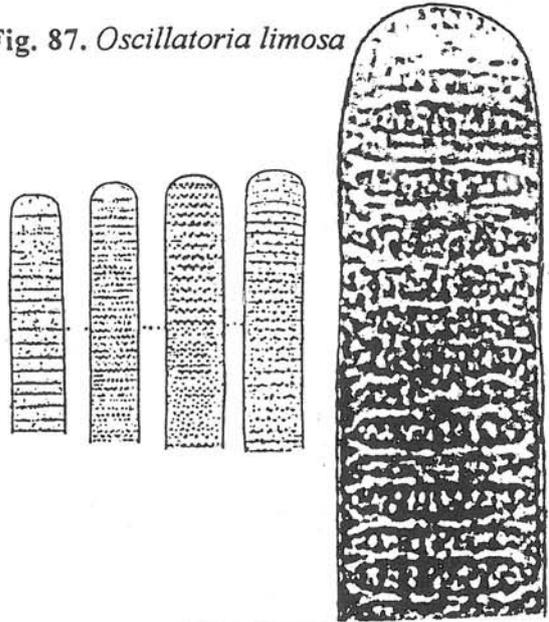


Fig. 88. *Microcystis natans*

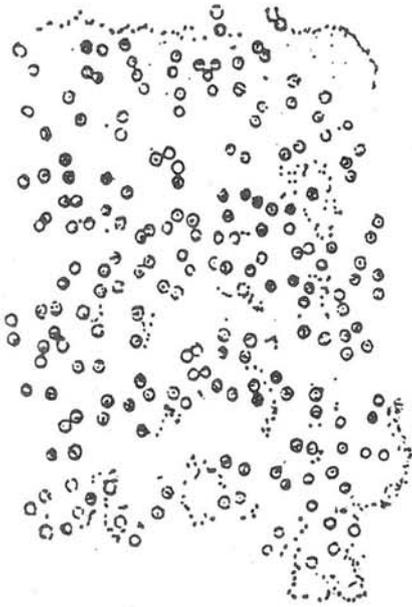


Fig. 89. *Microcystis firma*

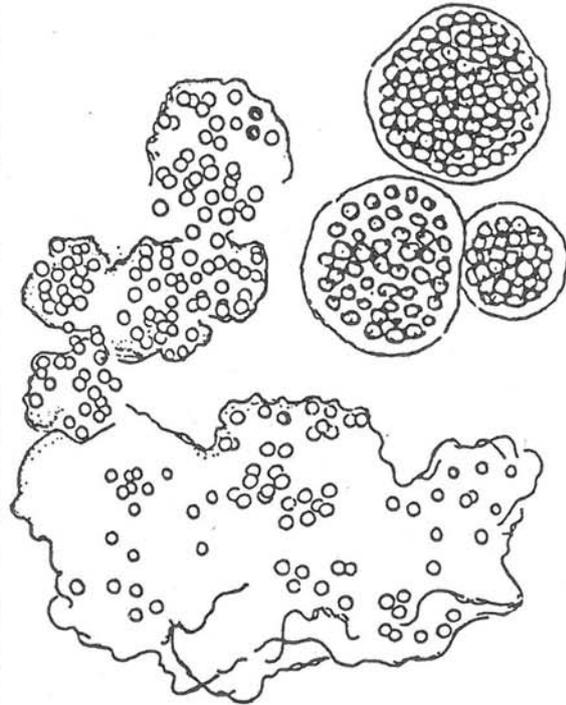


Fig. 90. *Microcystis ichthyoblabe*

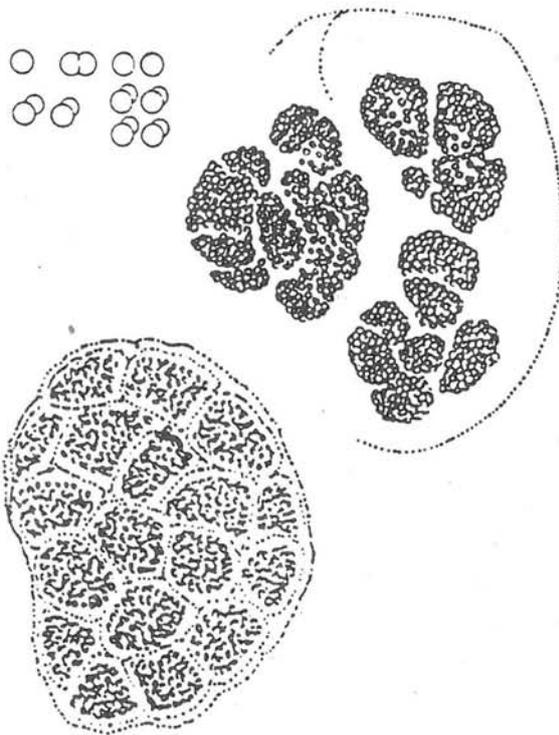


Fig. 91. *Microcystis flos-aquae*

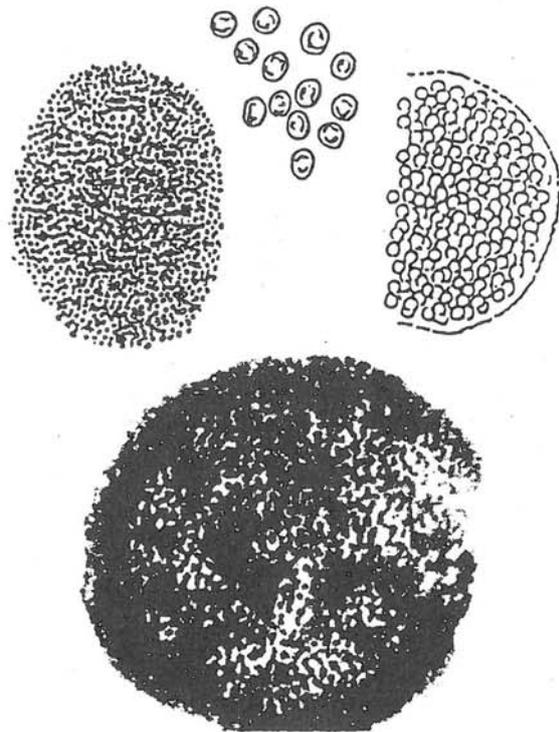


Fig. 92. *Microcystis botrys*

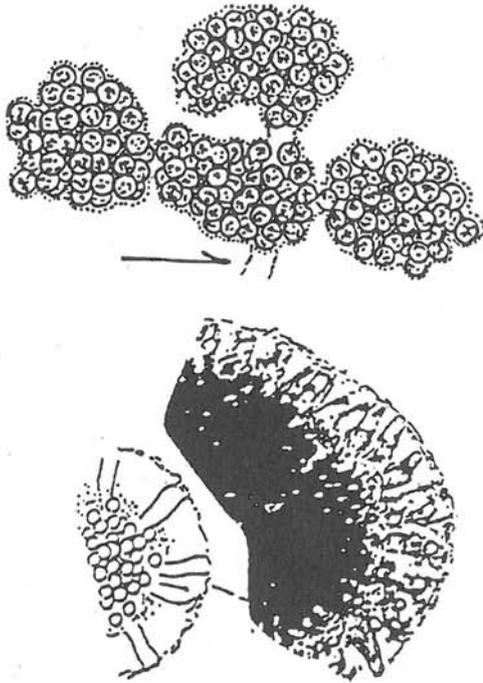


Fig. 93. *Microcystis novacekii*

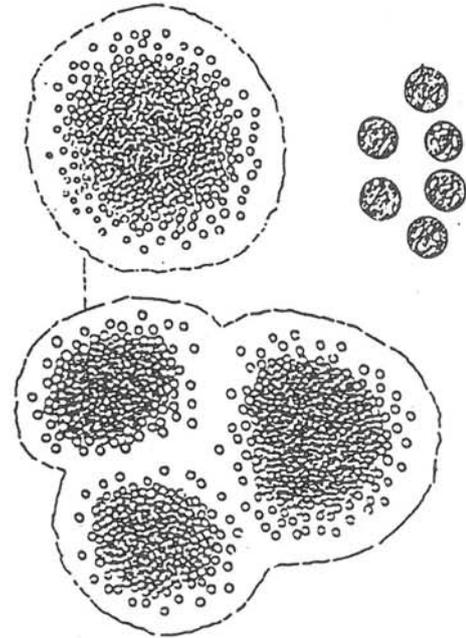


Fig. 94. *Microcystis viridis*

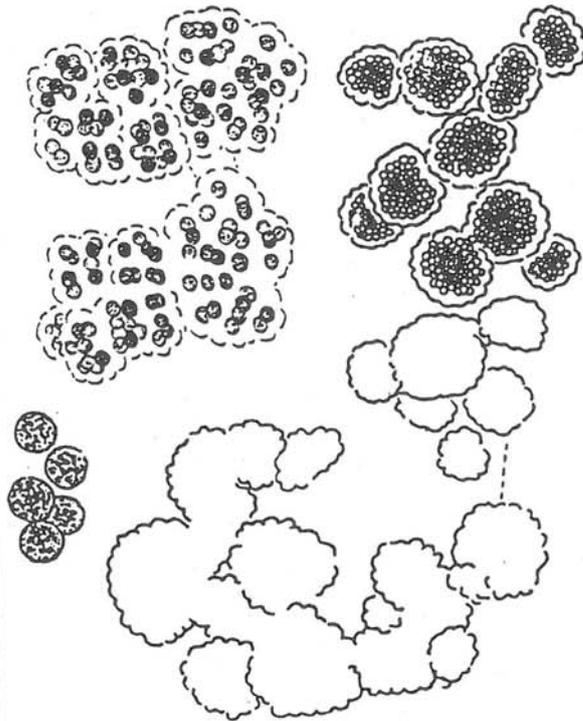


Fig. 95. *Microcystis aeruginosa*

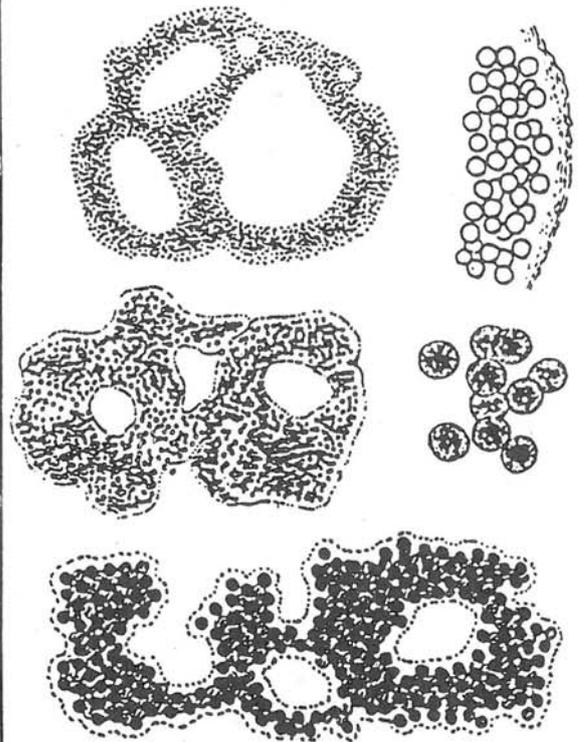


Fig. 96.

*Microcystis wesenbergii*

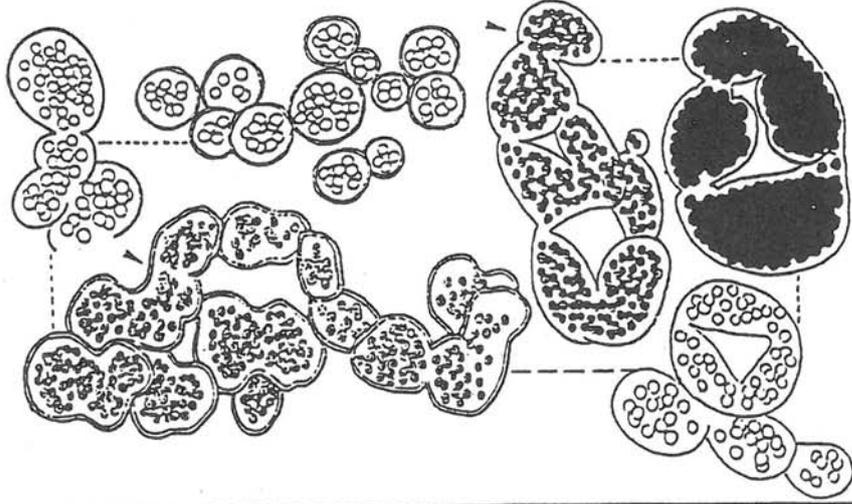


Fig. 97. *Woronichinia naegeliana*

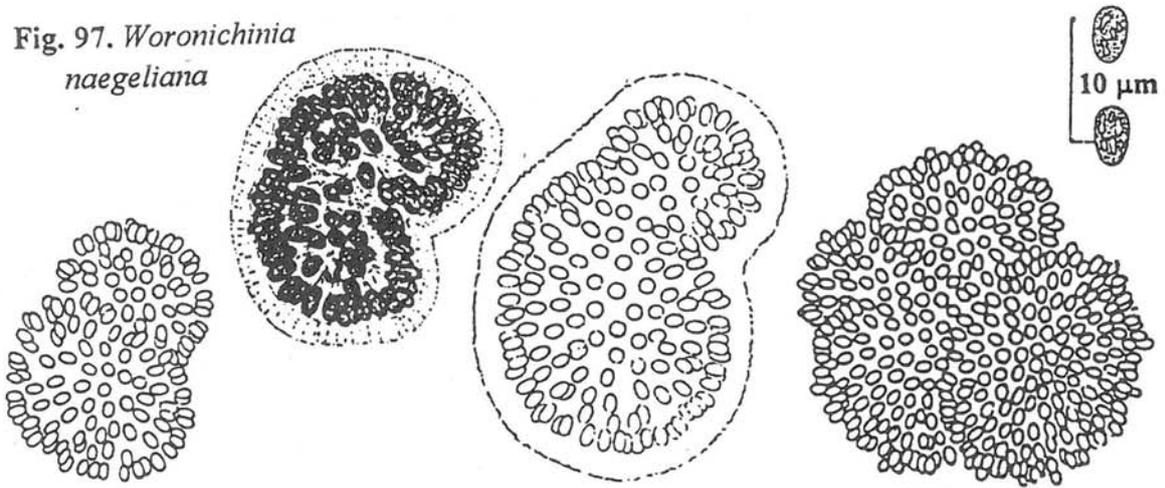


Fig. 98. *Planktothrix mougeotii*

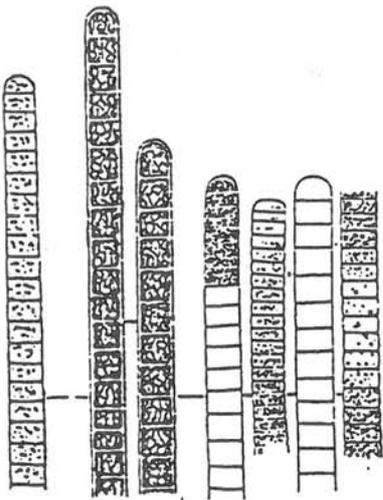


Fig. 99.

*Planktothrix suspensa*

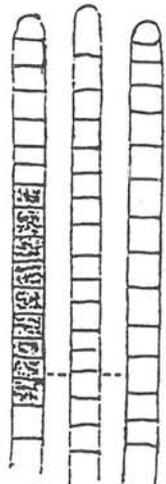


Fig. 100. *Planktothrix agardhii*

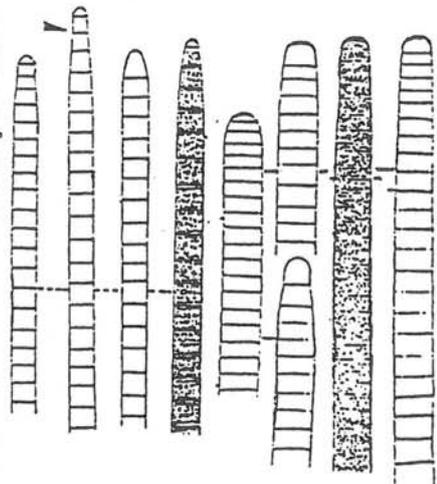


Fig. 101. *Planktothrix rubescens*



Fig. 102. *Lyngbya hieronymusii*



Fig. 103. *Gloeotrichia echinulata*

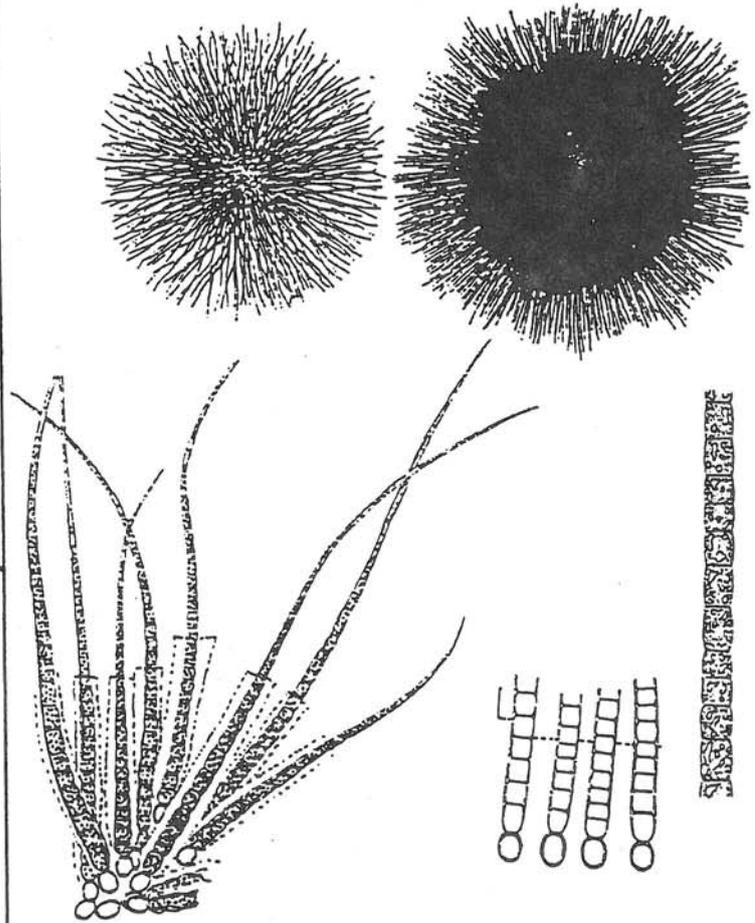


Fig. 104. *Raphidiopsis mediterranea*

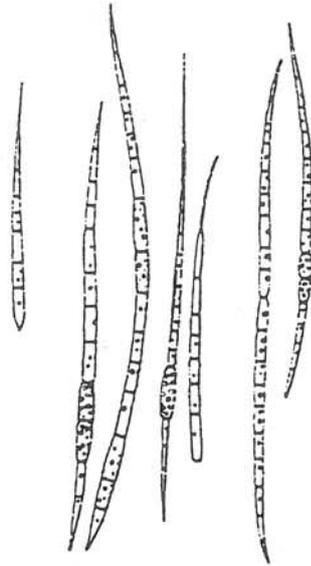


Fig. 105.

*Cylindropermopsis raciborskii*

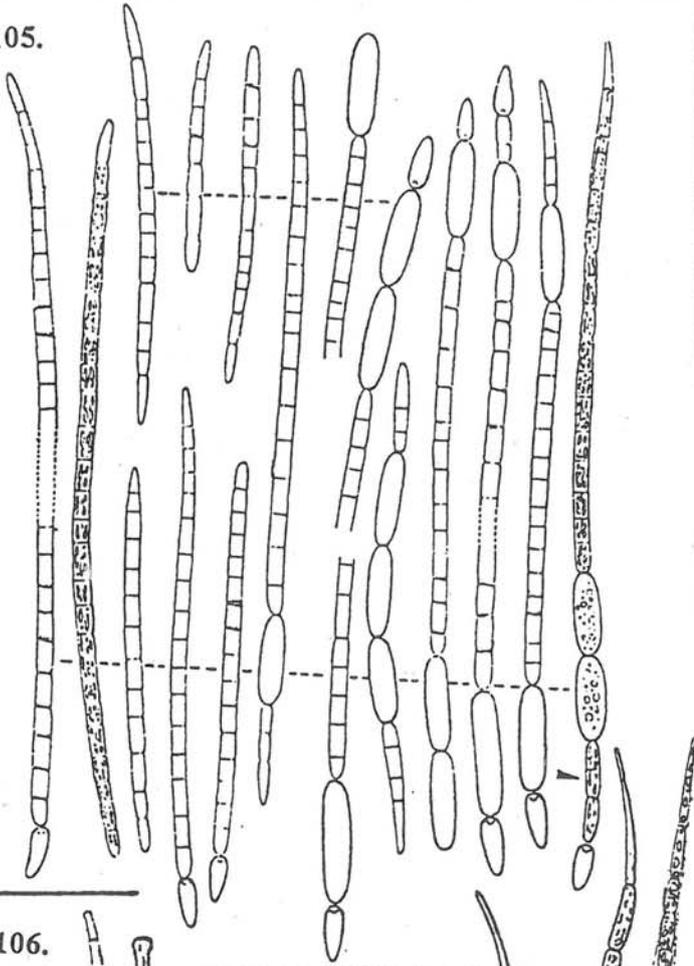


Fig. 106.

*Aphanizomenon gracile*

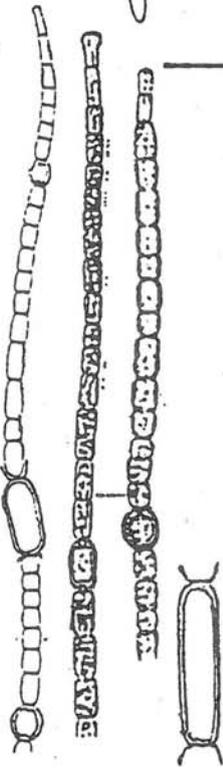


Fig. 107.

*Aphanizomenon elenkini*

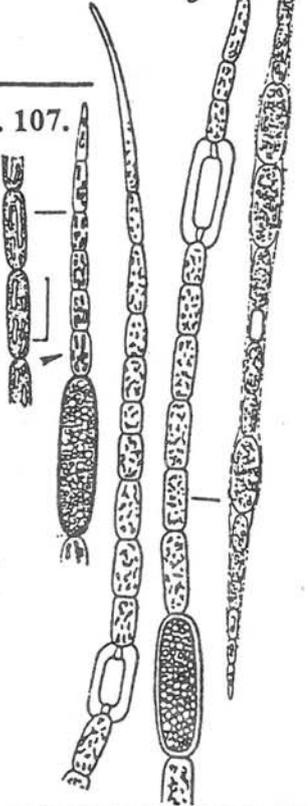


Fig. 108. *Aphanizomenon issatschenkoi*

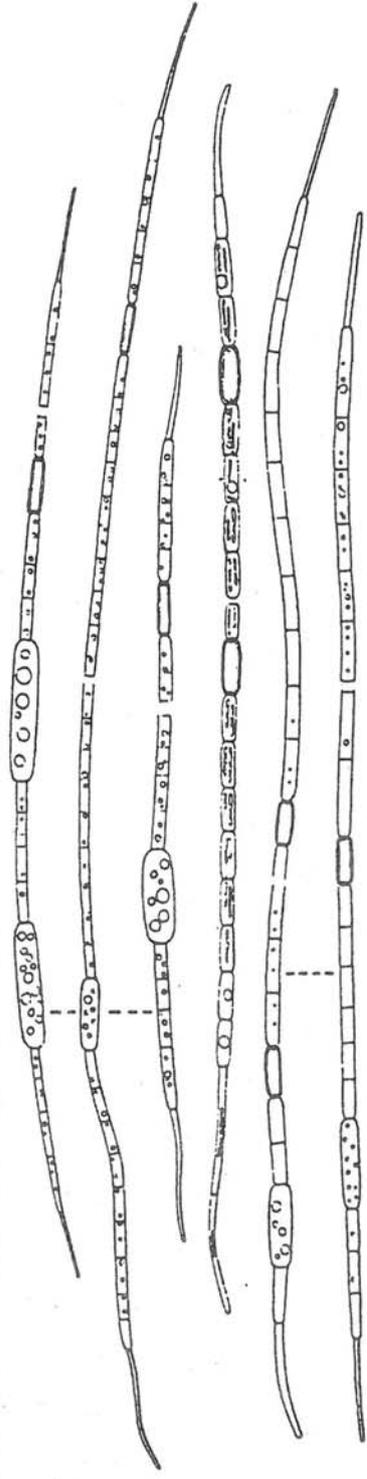


Fig. 109. *Aphanizomenon flexuosum*

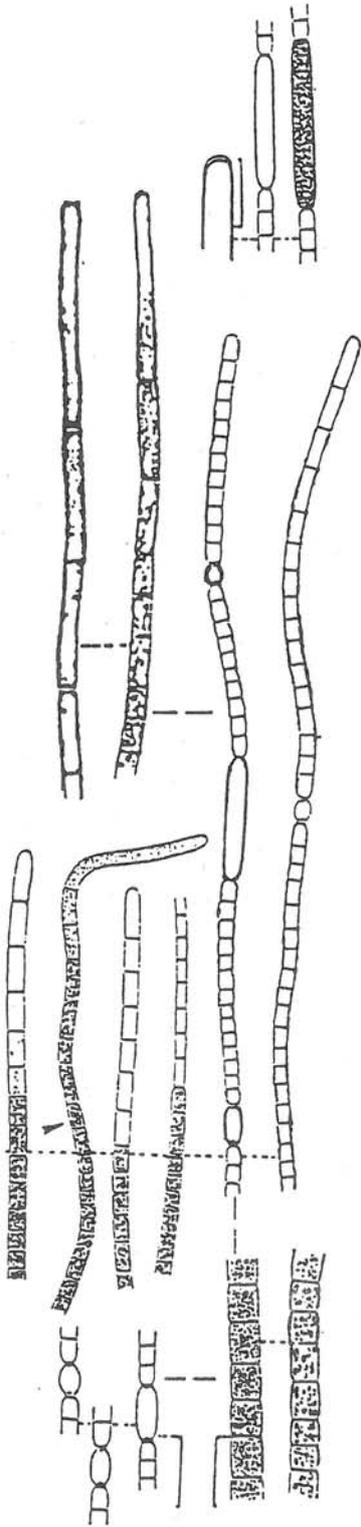


Fig. 110. *Aphanizomenon yezoense*

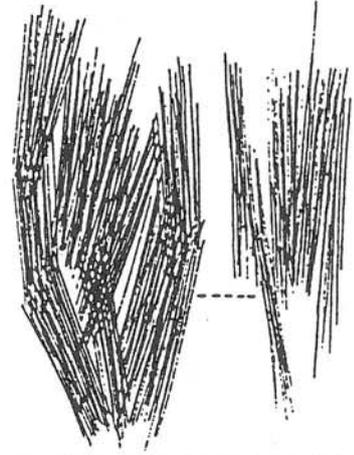
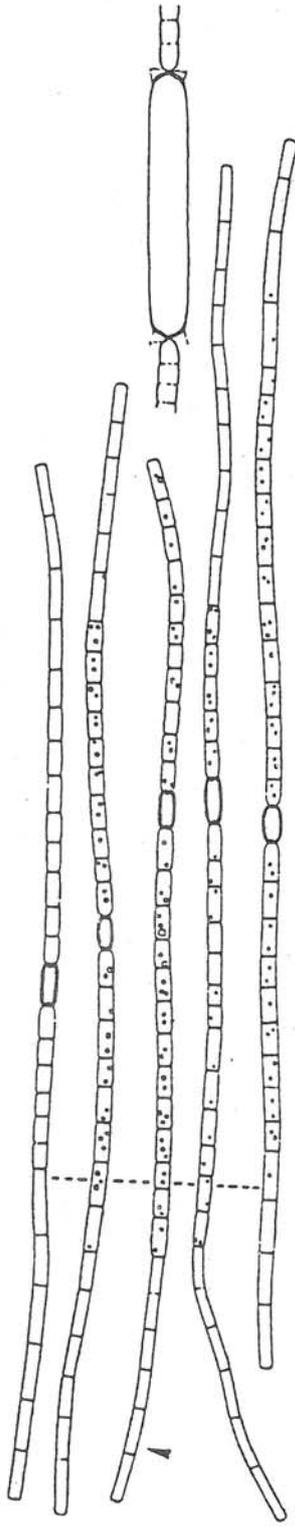


Fig. 111. *Aphanizomenon klebahnii*

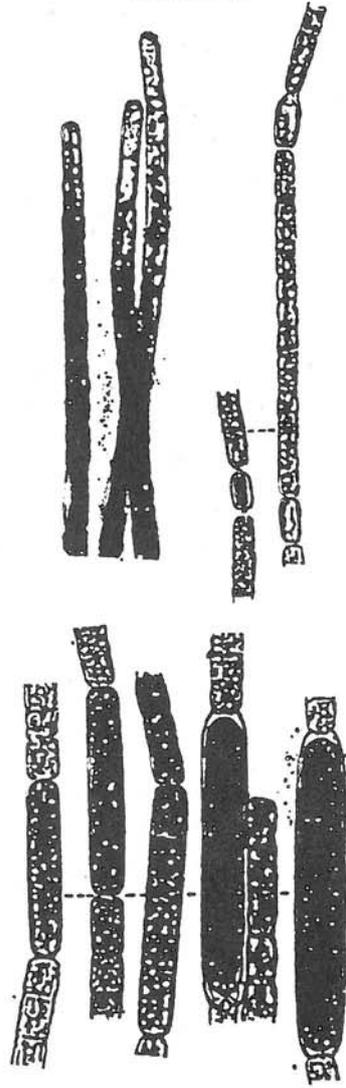


Fig. 112. *Aphanizomenon flos-aquae*

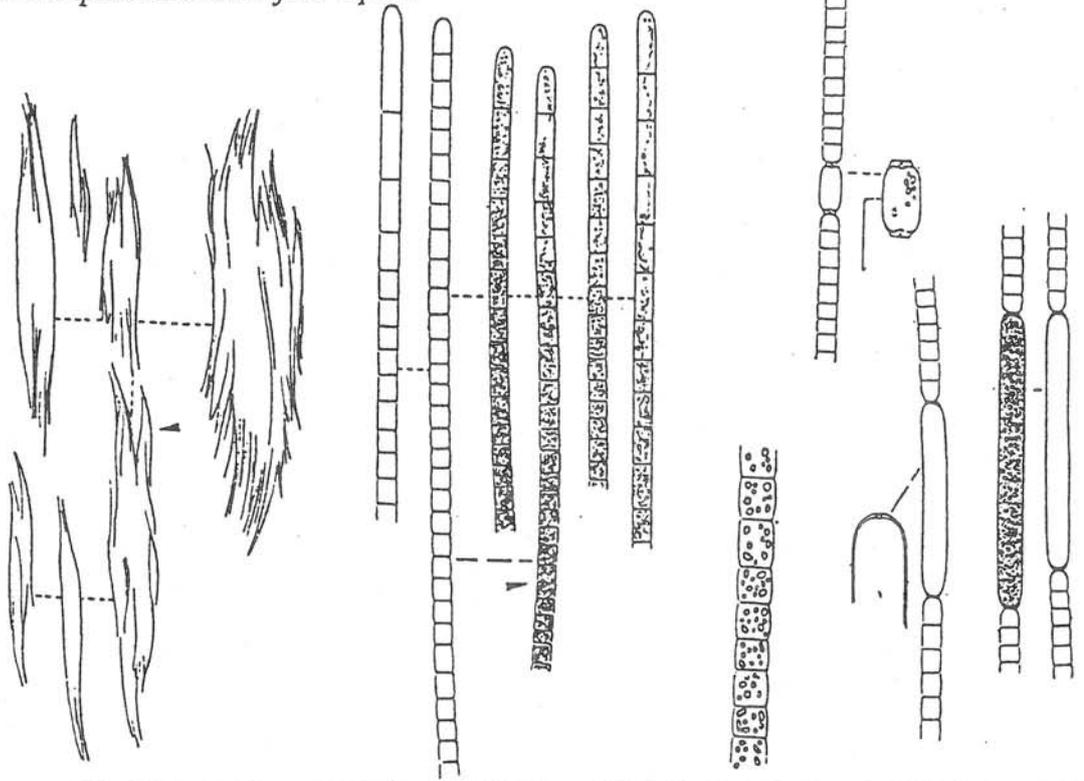


Fig. 113. *Anabaena affinis*

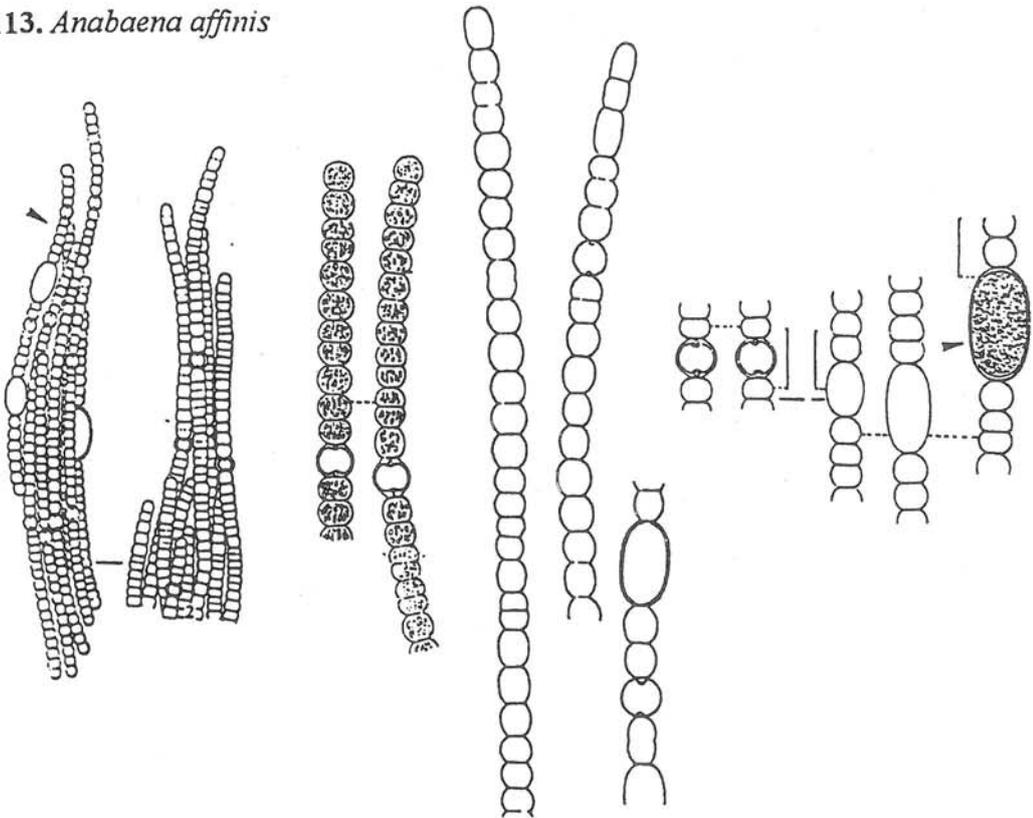


Fig. 114. *Anabaena viguieri*

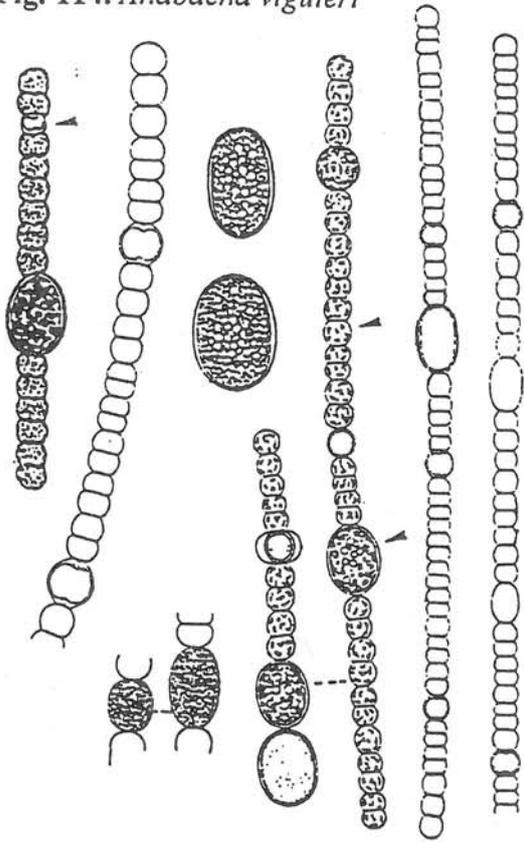


Fig. 115. *Anabaena danica*

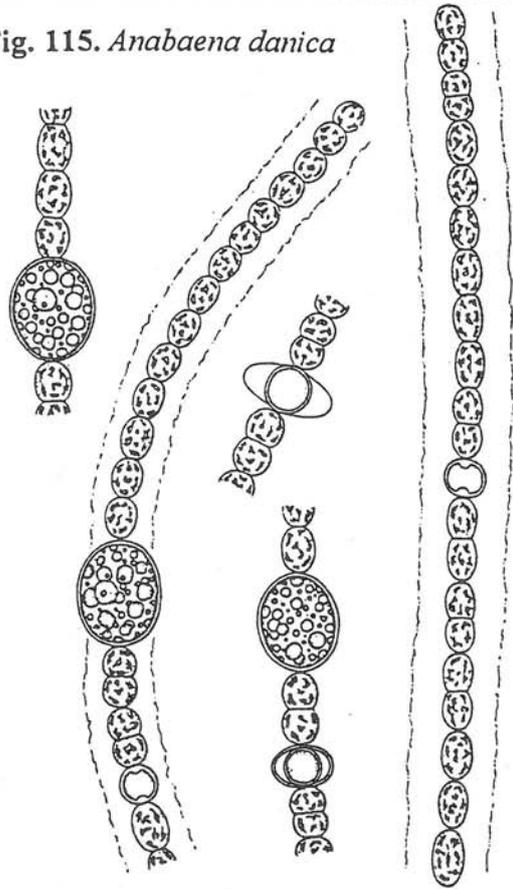


Fig. 116. *Anabaena heterospora*

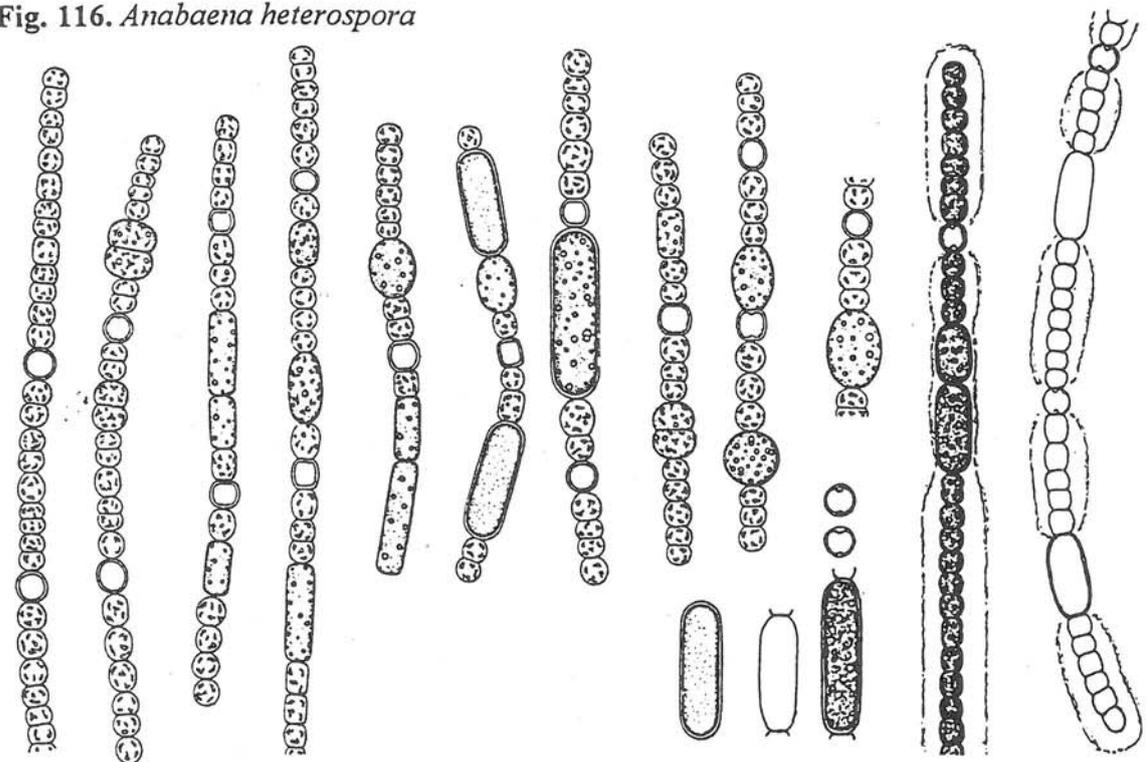


Fig. 117.

*Anabaena solitaria*

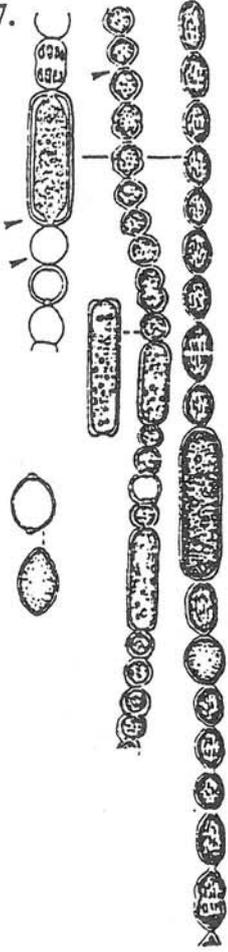


Fig. 118.

*Anabaena macrospora*

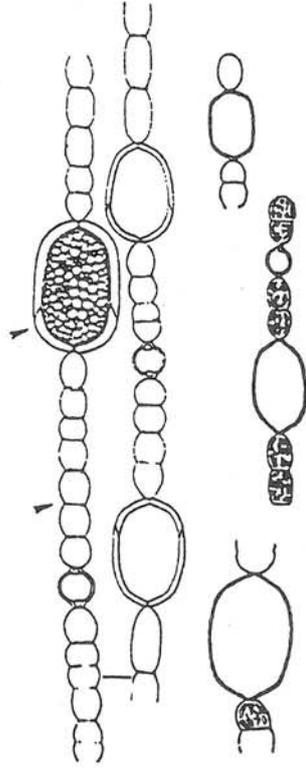


Fig. 119. *Anabaena planctonica*

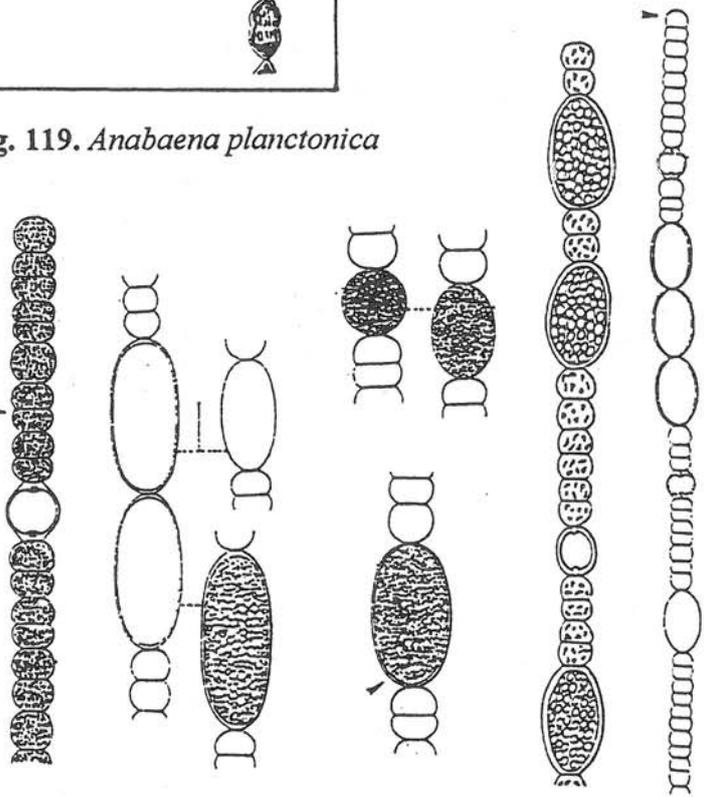


Fig. 120. *Anabaena smithii*

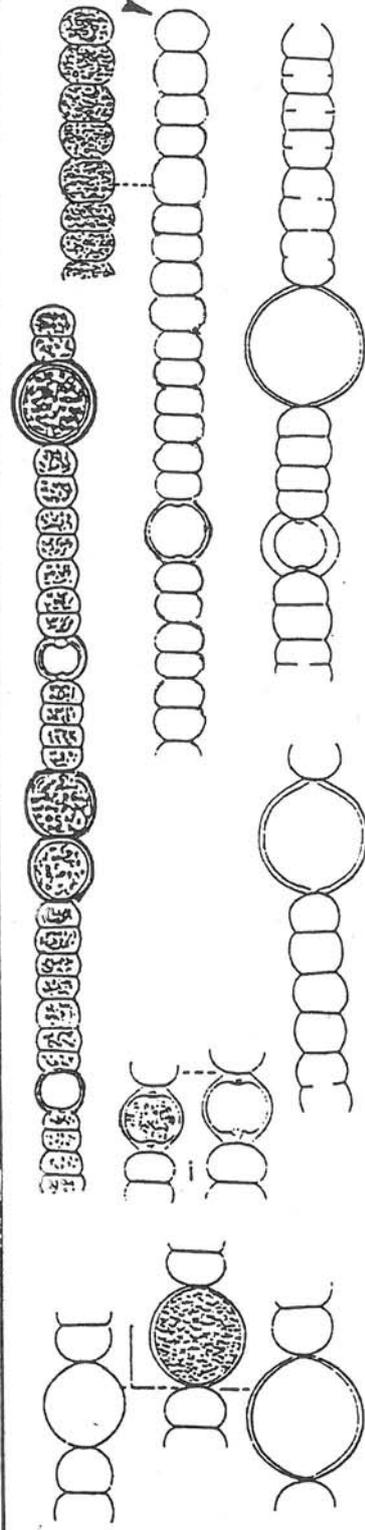


Fig. 121. *Anabaena reniformis*

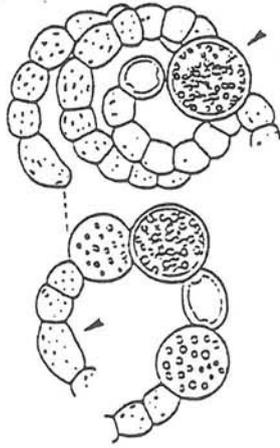


Fig. 122. *Anabaena sigmaidea*

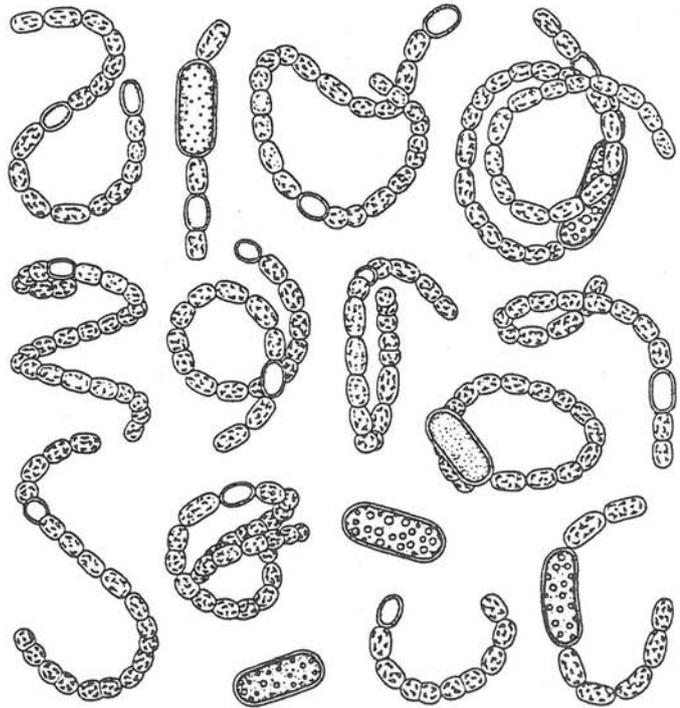


Fig. 123. *Anabaena lemmermannii*

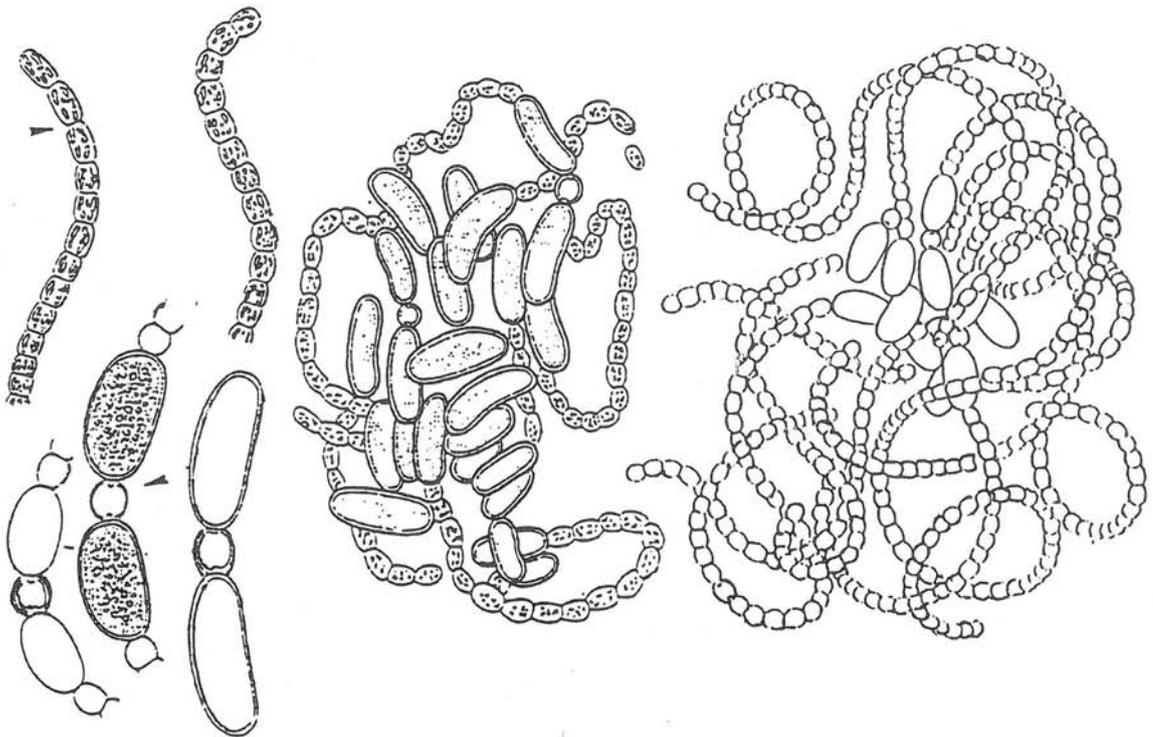


Fig. 124. *Anabaena mendotae*

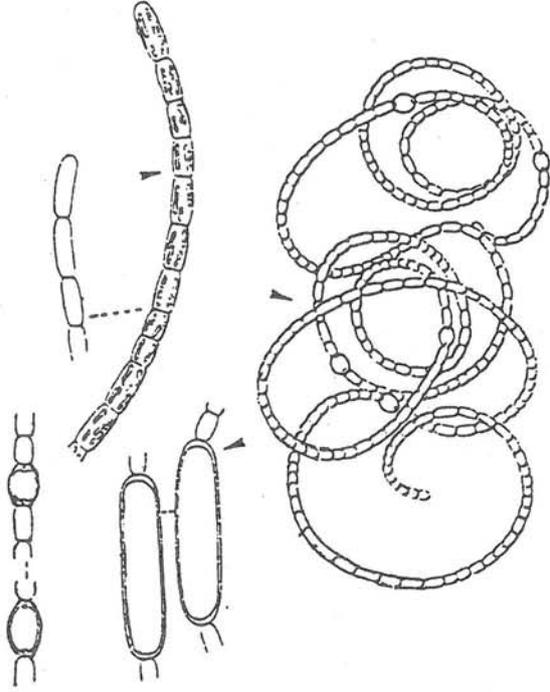


Fig. 126. *Anabaena compacta*

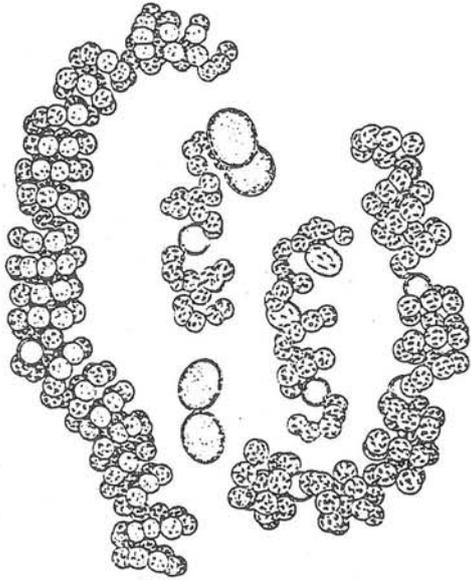


Fig. 125. *Anabaena flos-aquae*

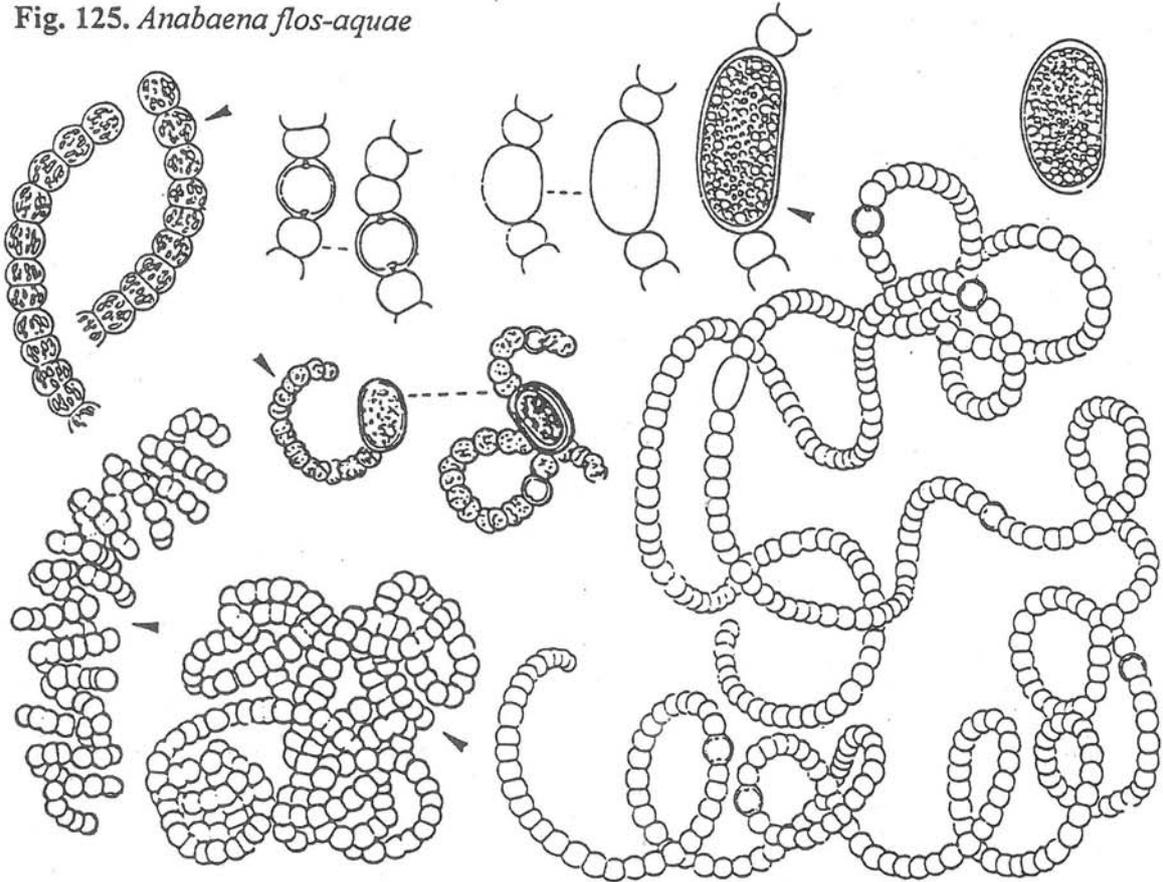


Fig. 127. *Anabaena perturbata*

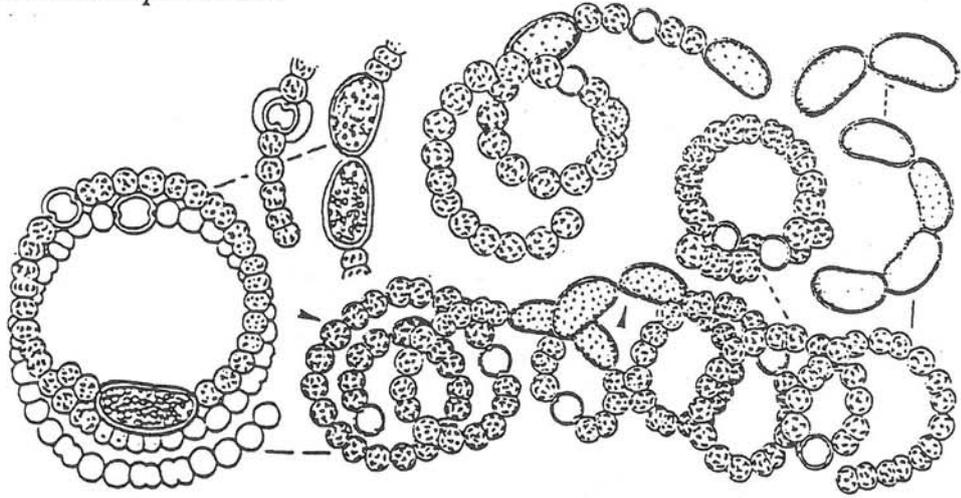


Fig. 128. *Anabaena circinalis*

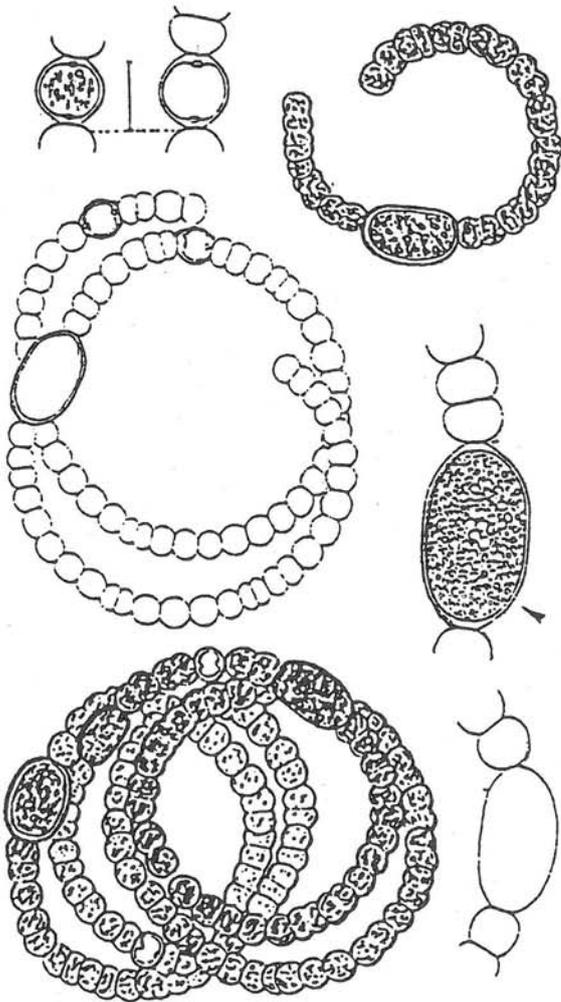


Fig. 129. *Anabaena spiroides*

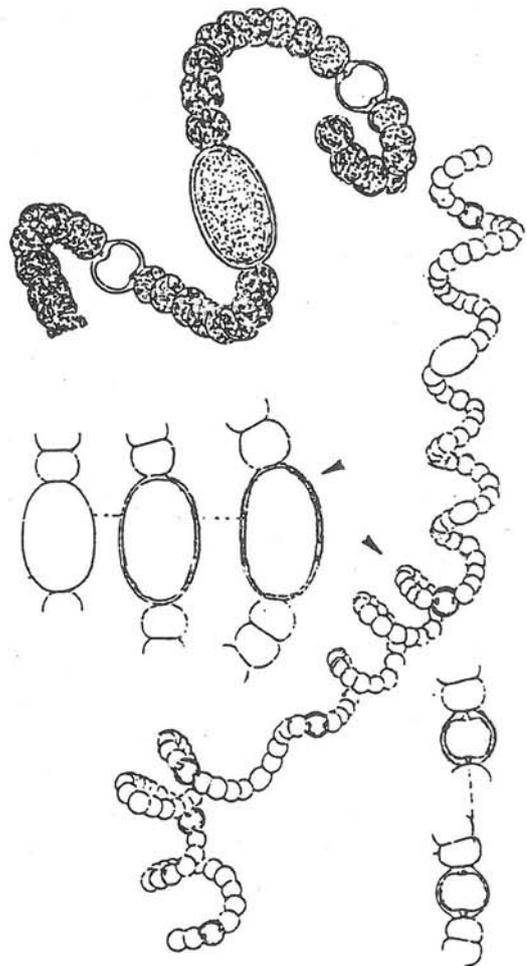


Fig. 130. *Anabaena crassa*

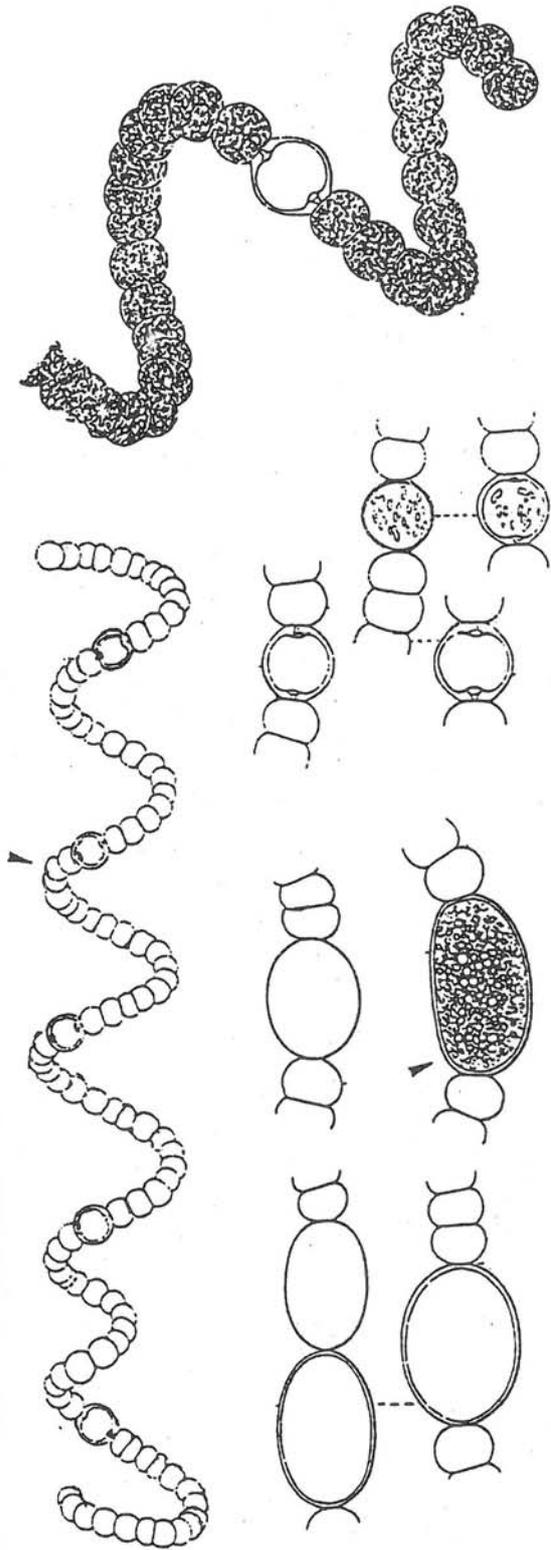


Fig. 131. *Anabaenopsis elenkinii*

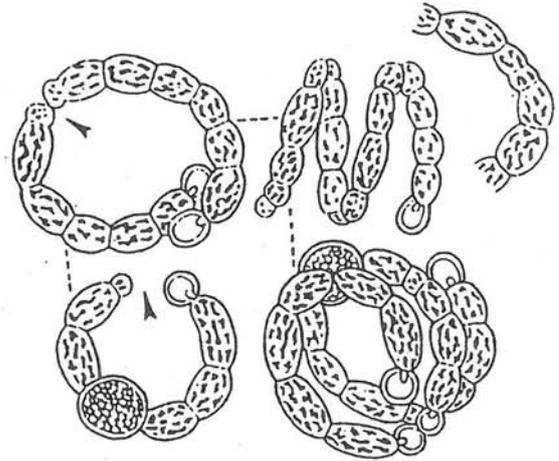


Fig. 132. *Anabaenopsis milleri*

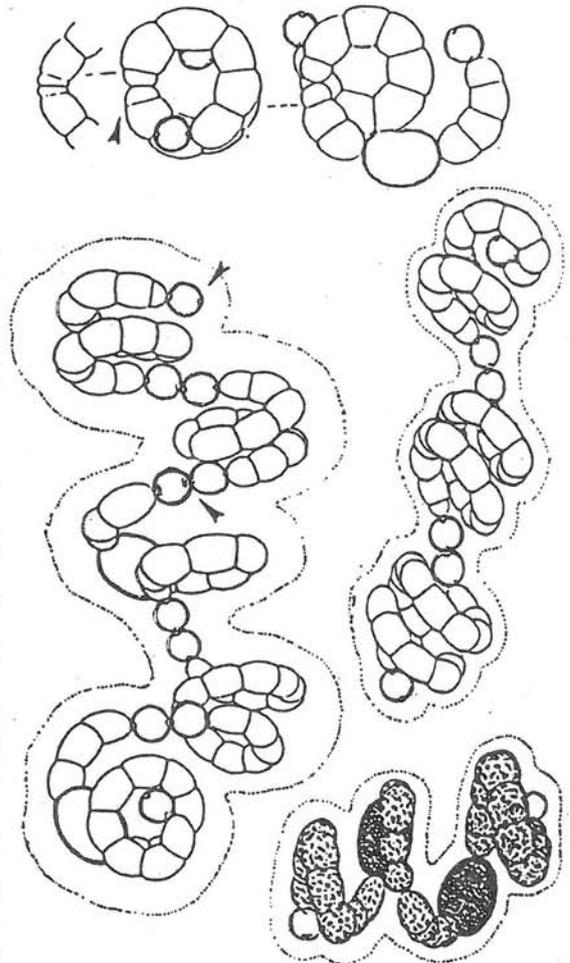


Fig. 133. *Anabaenopsis arnoldii*

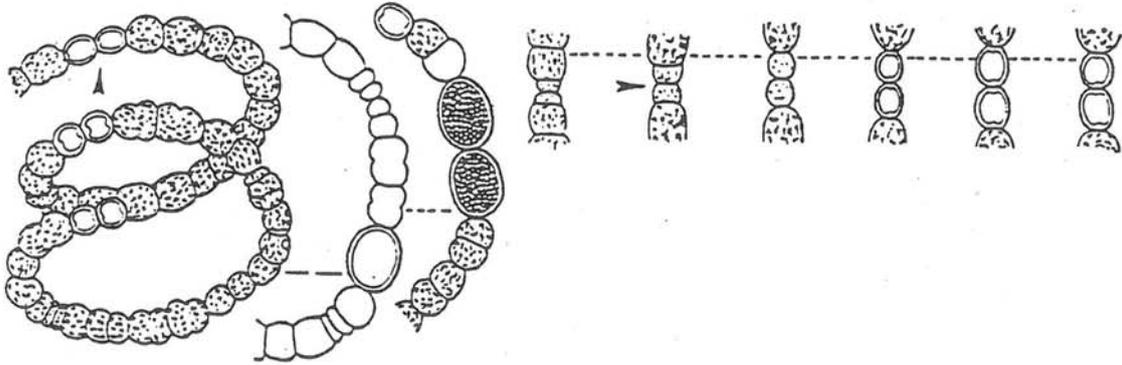


Fig. 134. *Nodularia spumigena*

