

# Litorale Aufwuchsalgen im Hoch- und Oberrhein

DIEDRICH BACKHAUS

## Kurzfassung

Im Zeitraum von 1998 bis 2004 wurden stichprobenartig die Aufwuchsalgen (ohne Bacillariophyta) in Uferbereichen von Hoch- und Oberrhein untersucht und zeichnerisch und photographisch dokumentiert. Es wurden insgesamt 163 Taxa registriert. Den höchsten Anteil nahmen die Cyanophyta mit 109 Taxa ein, gefolgt von den Chlorophyta mit 40 Taxa. Der Rest verteilte sich auf Rhodo-, Eugleno-, Crypto-, Chryso-, Xantho- und Phaeophyta. Die für die Algenverbreitung besonders relevanten pH- und Härtewerte des Wassers lagen im langjährigen Mittel im Hoch- und Oberrhein zwischen pH 8-8,3, bzw. 8-9,7° dH (Gesamthärte). Im weitgehend unberührten, sehr sauberen und sehr schnell fließenden Hochrheinabschnitt unterhalb Schaffhausen erreichten *Chamaesiphon oncobyrsoides*, *Ch. polonicus*, *Stichosiphon pseudopolymorphus*, *Pleurocapsa fusca*, *Homoeothrix janthina* und *Ulothrix zonata* höhere Abundanzen und bestimmten dort weitgehend das Besiedlungsmuster. Eine große Gruppe von Taxa war mit z.T. hohen Abundanzen über die gesamte Strecke von Hoch- und Oberrhein verteilt. Hierzu zählten *Hydrococcus cesatii*, *Siphononema polonicum*, *Chamaesiphon polymorphus*, *Chroococcopsis fluviatilis*, *Pleurocapsa minor*, *Xenotholus kernerii*, *Phormidium subfuscum*, *Ph. retzii*, *Ph. uncinatum*, *Ph. subfuscum*, *Schizothrix calcicola*. Eine weitere Gruppe hatte ihren Verbreitungsschwerpunkt nur im Oberrhein, zum Teil erst im Abschnitt nördlich des Kaiserstuhls. Aspektbildend waren in dieser Gruppe *Cladophora glomerata*, *Gongrosira incrustans*, *Audouinella chalybea*, *Hildenbrandia rivularis*, *Homoeothrix varians*, *Phormidium corium*, *Microcoleus subtorulosus*. *Calothrix parietina*, *Aphanocapsa parasitica*, *Chlorogloea rivularis*, *Schizothrix lardacea* und andere Kleinformen bildeten zusätzlich eine dichte ± gallertige Schicht auf den meisten submersen Substraten. Als Besonderheiten für den Rhein, wenn auch zum Teil nur mit niedrigen Abundanzen präsent, sind hervorzuheben: *Gloeocapsa sanguinea*, *Chroococcus bituminosus*, *Ammatoidea normannii*, *Pseudophormidium rhenanum*, *Schizothrix cf. funiculus*, *Thorea hispida*, *Apistonema commutatum*, *Pleurocladia lacustris*, *Dilabifilum incrustans*, *Gongrosira leptotricha*. Es sind dies in der Mehrzahl Formen, die insgesamt eine geringe Verbreitung besitzen und deshalb in den Fundlisten von Fließwasseralgen kaum Erwähnung finden. Andere Taxa, die in früheren Jahren ein stärkeres Vorkommen im Rhein zeigten, wie *Rivularia biasolettiana*, *R. haematites*, *Tolypothrix lanata* wurden nicht mehr gefunden.

## Abstract

### Littoral periphytic algae in the upper Rhine River (SW Germany)

During 1998 to 2004 periphytic algae (without diatoms) were randomly sampled in littoral stretches of the "High-" and "Upperrhine"-River for examination. All taxa, which could be identified were documented by drawing and microphotography. In total 163 taxa were recorded of which the largest fraction is represented by the Cyanophyta with 109 taxa followed by the Chlorophyta with 40 taxa. The remainders were distributed to the Rhodo-, Eugleno-, Crypto-, Chryso-, Xantho- and Phaeophyta. Regarding the chemical environment of this Rhine-stretch, the values of pH and water hardness – commonly factors of high influence on algal distribution – ranged within the small level of pH 8-8,3, respectively 8-9,7° dH (German Gesamthärte), expressed as means of long time measurements during the period 1988 - 2003. In a short river stretch below the town of Schaffhausen, which is characterized by fast flowing, very clean and almost natural water conditions, *Chamaesiphon oncobyrsoides*, *Ch. polonicus*, *Stichosiphon pseudopolymorphus*, *Pleurocapsa fusca*, *Homoeothrix janthina*, and *Ulothrix zonata* reached high degrees of abundance and determined the pattern of the algal association. A relative large group of algal taxa, partly just with high degrees of abundance, covered the entire distance of the "High-" and "Upperrhine". In this community were included *Hydrococcus cesatii*, *Siphononema polonicum*, *Chamaesiphon polymorphus*, *Chroococcopsis fluviatilis*, *Pleurocapsa minor*, *Xenotholus kernerii*, *Phormidium uncinatum*, *Ph. subfuscum*, *Ph. retzii*, *Schizothrix calcicola*. Yet another group of taxa mainly was confined to the "Upperrhine" below the town of Basel, partly only in the river stretch downstream of the "Kaiserstuhl" mountains. The structure of this group was dominated by *Cladophora glomerata*, *Gongrosira incrustans*, *Audouinella chalybea*, *Hildenbrandia rivularis*, *Homoeothrix varians*, *Phormidium corium*, and *Microcoleus subtorulosus*. *Calothrix parietina*, *Aphanocapsa parasitica*, *Chlorogloea rivularis*, *Schizothrix lardacea* and other minute species formed here a supplementary ± dense, gelatinous layer on most of the submerged substrates. A special feature of the Rhine, though with little abundance, is the presence of *Gloeocapsa sanguinea*, *Chroococcus bituminosus*, *Ammatoidea normannii*, *Pseudophormidium rhenanum*, *Schizothrix cf. funiculus*, *Thorea hispida*, *Apistonema commutatum*, *Pleurocladia lacustris*, *Dilabifilum incrustans*, and

*Gongrosira leptotricha*. These are mostly species with minor spreading and therefore are barely recorded in the finding lists of river algae. Other taxa that had a stronger presence in the Rhine earlier on, such as *Rivularia biasolettiana*, *R. haematites* and *Tolypothrix lanata* were not longer to be found during the current research.

#### Autor

Dr. DIEDRICH BACKHAUS, Schulte-Bernd-Str. 47, D-48161 Münster, Tel. 0 25 34 / 97 38 87.

## 1. Einleitung

Über die Aufwuchsalgen im Hoch- und Oberrhein sind unsere Kenntnisse bis in die Gegenwart hinein gering und lückenhaft. Nach den frühen Beobachtungen von LAUTERBORN (1910, 1916, 1917, 1941-1942), die im wesentlichen nur die makroskopisch auffälligen Arten berücksichtigten, hat JAAG (1938) den Hochrheinabschnitt von Stein bis Eglisau intensiver untersucht, aber den kleinen Formen der coccalen Substratbesiedler wenig Beachtung geschenkt. Auch die Aufsammlungen von ZIMMERLI (1991) reichen nur den Hochrhein abwärts bis Basel und bieten kaum Anhaltspunkte für systematisch-taxonomische Fragen. Die im Rahmen des „Aktionsprogramms Rhein“ der Internationalen Kommission zum Schutze des Rheins“ (IKSR) von SCHMITZ (1993) und ROTT und WALSER (1996) vorgelegten Aufwuchs-Untersuchungsberichte beschränken sich auf den Hochrhein, wobei bei SCHMITZ auch nur Diatomeen Berücksichtigung finden. Für den Oberrhein enthalten erst wieder die Untersuchungen von MAUCH (1988) und von RÖMPP (1997) nähere Hinweise zum Aufwuchsbild, wenn auch nur für den Flussbereich bei Karlsruhe.

Die vorliegende Untersuchung verfolgt das Ziel, das Bild periphytischer Algenbesiedlung im Hoch- und Oberrhein weiter zu füllen und damit die Grundlage für spätere Vergleiche zu verbessern. Den Anstoß zu diesem Vorhaben gaben einige gelegentliche Probenahmen an verschiedenen Stellen des Rheins, die eine Fülle von Taxa zum Vorschein brachten, die in keiner der oben angeführten Untersuchungen erwähnt waren. Andererseits wurden etliche Algenarten nicht gefunden, die offenbar in früheren Jahren stärker präsent waren.

Der Schwerpunkt der eigenen Untersuchungen liegt auf systematisch-taxonomischer Ebene und stellt die Bilddokumentation der vorgefundenen Taxa in den Vordergrund. Da keine regelmäßigen

Inspektionsfahrten im Zeitraster über die gesamte Beobachtungsstrecke durchgeführt werden konnten, sind Aussagen über die jahreszeitlichen Entwicklungszyklen des Besiedlungsbildes nur beschränkt möglich.

## 2. Probenstellen

Die unter Beobachtung genommene Flussstrecke beginnt kurz unterhalb Schaffhausen und reicht bis in den Raum Speyer, insgesamt eine Länge von rund 340 km. Der Flussabschnitt vom Bodensee bis Basel wird allgemein als Hochrhein bezeichnet. Für die Strecke von unterhalb Basel bis in den Raum Mainz hat sich die Bezeichnung Oberrhein eingebürgert. Der Zugang zur Probenahme erfolgte jeweils vom badischen Ufer aus.

Es wurden folgende 10 Probenstellen ausgewählt (Abb. a, Tafel 1 bis 4):

### 1. Hochrhein bei Balm, Fluß-km 60.

Die hier zum Teil flachen Uferbereiche erlauben einen relativ leichten Zugang zu kleinen überströmten Felsbrocken und Flussgeröllen. Prägend für das Besiedlungsbild sind die vorhandenen Kalkgesteine.

### 2. Hochrhein bei Reckingen, Fluß-km 90-91.

Schnellfließender Bereich mit schotterartiger Uferzone.

### 3. Hochrhein bei Murg, Fluß-km 125.

Abschnitt mit verlangsamter Strömung, große Felsbrocken in Ufernähe.

### 4. Hochrhein bei Wyhlen, Fluß-km 157.

Flache Uferstelle mit mäßig schnell überströmten Felsbrocken.

### 5. Oberrhein bei Weil, Fluß-km 173.

Uferregion nahe der Palmrain-Brücke, verlangsamte Strömung.

### 6. Restrhein bei Neuenburg, Fluß-km 199.

Flachwasserbereich mit großen Unterschieden in der Strömung.

### 7. Oberrhein bei Kappel-Grafenhausen, Fluß-km 261.

Geringe Strömungsgeschwindigkeit, Uferschüttung mit größeren Felsbrocken.



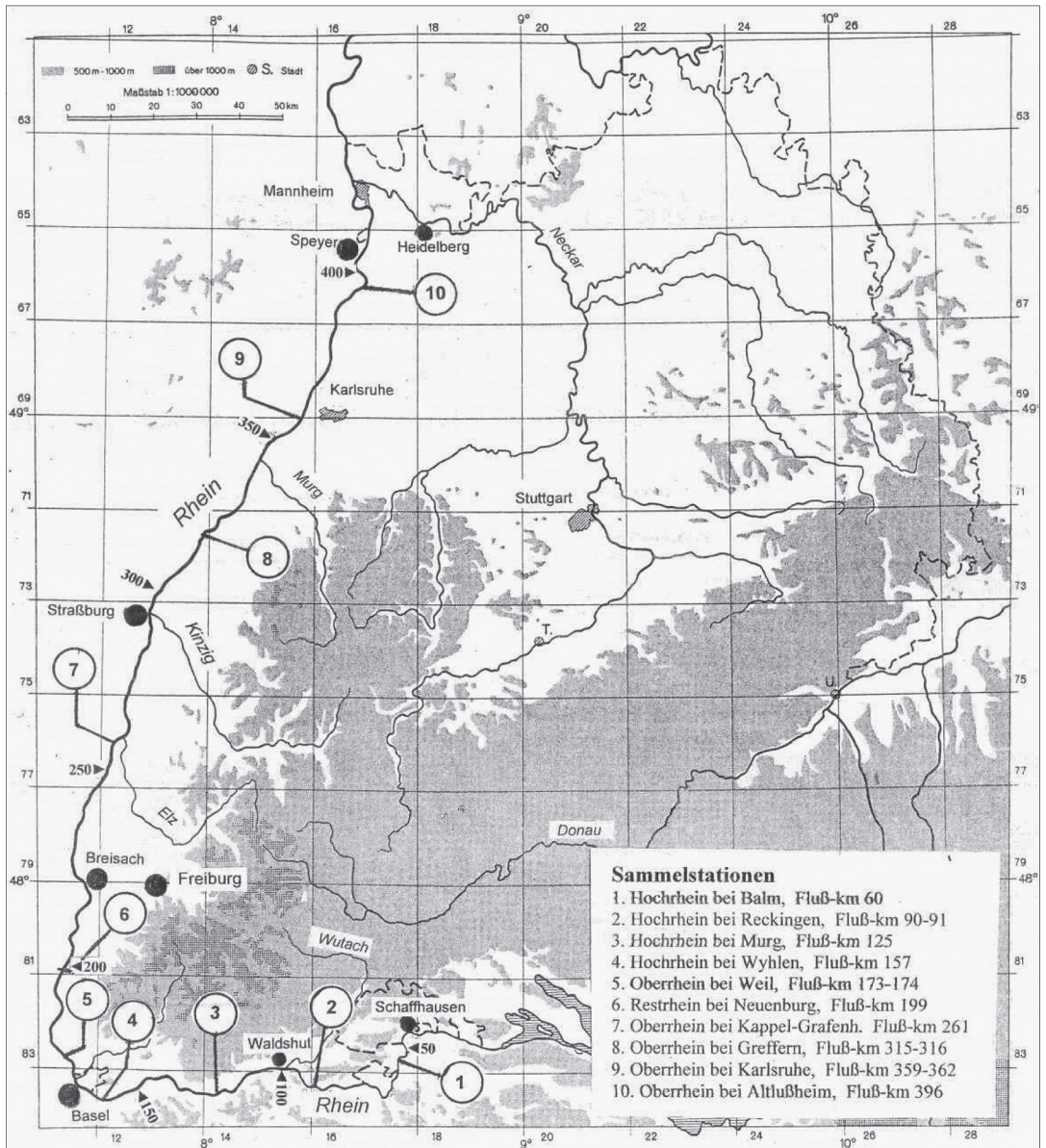


Abbildung a). Verteilung der Sammelstationen am Hoch- und Oberrhein.

8. Oberrhein bei Greffern, Fluß-km 315-316.  
Geringe Strömungsgeschwindigkeit, Uferschüttung mit größeren Felsbrocken.

9. Oberrhein bei Karlsruhe, Fluß-km 359-362.  
Sammelstellen auf Bühnen und Uferschüttungen, ferner auf den Ansaugrohren der Gewässergüte-

messstation der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, hohe Strömungsgeschwindigkeit.

10. Oberrhein bei Altlußheim, Fluß-km 396.  
Breite Uferschüttung mit groben Felsbrocken, flacher Uferbereich mit relativ langsamer Strömung.

Am Hochrhein wurden die Probenstellen zweimal, am Oberrhein 2-4 mal, in der Region um Karlsruhe bis zu 10 mal besucht, vorwiegend bei niedrigen Wasserständen im Spätsommer.

### 3. Methodik

Für die Probengewinnung wurden alle Substrate abgesammelt, soweit sie vom Ufer aus bis in ca. 60 cm Tiefe zugänglich waren. Um das Besiedlungsmosaik der Mikrophyten ungestört beobachten zu können, wurden neben den üblichen Kratzproben ganze Steine oder mit Hammer und Meißel abgeschlagene Gesteinsplitter mitgenommen. Das Probenmaterial wurde in 4% Formal fixiert, z. T. auch lebend transportiert.

Am Arbeitsplatz wurden die Gesteinsproben, aber auch pflanzliche Substrate, mit einem Carl Zeiss-Binokular mit Vario-Optik unter starker Vergrößerung abgesucht und von den unterscheidbaren Besiedlungskomponenten Teile mit sehr spitzen Feinmechaniker-Pinzetten auf Objektträger übertragen. Die mikroskopische Untersuchung erfolgte mit einem Carl Zeiss-Photomikroskop I.

Alle Algenzeichnungen wurden mit einem Carl Zeiss „Zeichenapparat für Mikroskope Standard“ ausgeführt. Für die fotografische Bilddokumentation wurde anfangs Filmmaterial des Typs Ilford FP4 für Schwarzweiß-Aufnahmen und Kodak ET 160 für Farbaufnahmen verwendet. Später wurde für alle Aufnahmen eine NIKON Coolpix 995 Digitalkamera eingesetzt.

Der Beobachtungszeitraum erstreckte sich von September 1998 bis September 2004 mit gelegentlichen Besuchen vor Ort.

Für die Abschätzung der Mengenverhältnisse bei der vorgefundenen Algenbesiedlung wurde in Anlehnung an BACKHAUS (1967 a) und MAUCH (1988) eine Schätzskala verwendet. In ihr wird die Präsenz durch Abundanzwerte wiedergegeben, in der sich auch die Siedlungsdichte widerspiegelt.

- 1 = sehr selten, Einzelfund
- 2 = selten, wenig, spärlich
- 3 = zerstreut, mäßige Dichte
- 4 = ziemlich häufig, ziemlich dicht, reichlich
- 5 = häufig, viel, dicht
- 6 = sehr häufig, sehr viel, sehr dicht

Diese Werte beziehen sich auf die Befunde, die sich aus der Besiedlungsdichte vor Ort (auf den

Substraten) und aus der mikroskopischen Differenzierung ergeben. In den Fundtabellen (Tab.1 und 2) sind die jeweils höchsten ermittelten Abundanzwerte wiedergegeben.

### 4. Gewässerchemismus

Die Gewässergüteüberwachung der LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (LfU) in Karlsruhe unterhält am Hoch- und Oberrhein eine Reihe von Dauermesseinrichtungen, die einen umfassenden Einblick in den Gewässerchemismus erlauben [LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (LfU) 2004 b]. Für die vorliegende Untersuchung wurden Daten für den Zeitraum 1998-2003 zur Verfügung gestellt [Abb. b) bis f)].

In den langjährigen Mittelwerten zeigen die für die Algenverbreitung wichtigen Milieufaktoren pH, Säurekapazität (KS<sub>4,3</sub>), Kalzium (Ca) und Magnesium (Mg) ein auffallend einheitliches enges Konzentrationsniveau über die gesamte Flussstrecke von Öhningen (km 23) bis Mannheim (km 426): pH 7,9-8,3, KS<sub>4,3</sub>: 2,4-2,8 mmol, Ca: 45,1-54,8 mg/l, Mg: 7,3-8,8 mg/l.

Ein besonderes Charakteristikum im Chemismus des Rheins stellt der Verlauf der Chloridkonzentrationen dar. Im Hochrhein und im Oberrheinabschnitt bis fast in die Höhe von Breisach bewegen sich die Werte im Bereich von nur 6-10 mg Cl/l, um dann hochzuschneiden in den Größenbereich von rund 50 mg Cl/l. Hervorgerufen wird dieser Anstieg durch die Einleitung von Salzabwässern aus der elsässischen Kalisalzindustrie in den Rhein bei Fessenheim. Im weiteren Flussverlauf bis Mannheim klingt diese Belastung nur geringfügig bis auf durchschnittliche Werte von ca. 45 mg/l ab. Die elektrische Leitfähigkeit zeigt einen entsprechenden Verlauf [Abb. d)].

Demgegenüber steigen die Konzentrationen der Nährstoffparameter Phosphat und Nitrat im Flussverlauf fast kontinuierlich an: P-PO<sub>4</sub>: von 0,01 auf 0,04 mg P/l, N-NO<sub>3</sub>: von 0,7 auf 1,6 mg N/l. Die niedrigen Werte im oberen Teil des Hochrheins weisen auf den sauberen Zustand dieses Gewässerabschnittes hin [Abb. e) und f)].

Von der Gewässergüteeinstufung her, dargestellt in der „Biologischen Gewässergütekarte Baden-Württemberg nach LAWA, Stand 1998“ (LANDES-

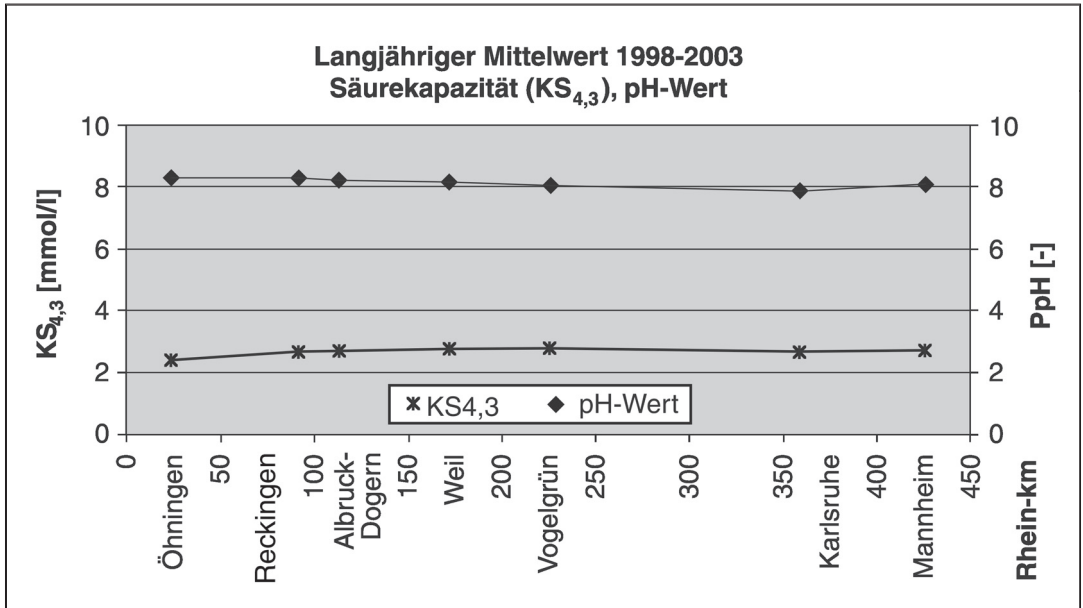


Abbildung b). Säurekapazität ( $KS_{4,3}$ ) und pH-Werte im Hoch- und Oberrhein.  
Quelle: Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg.

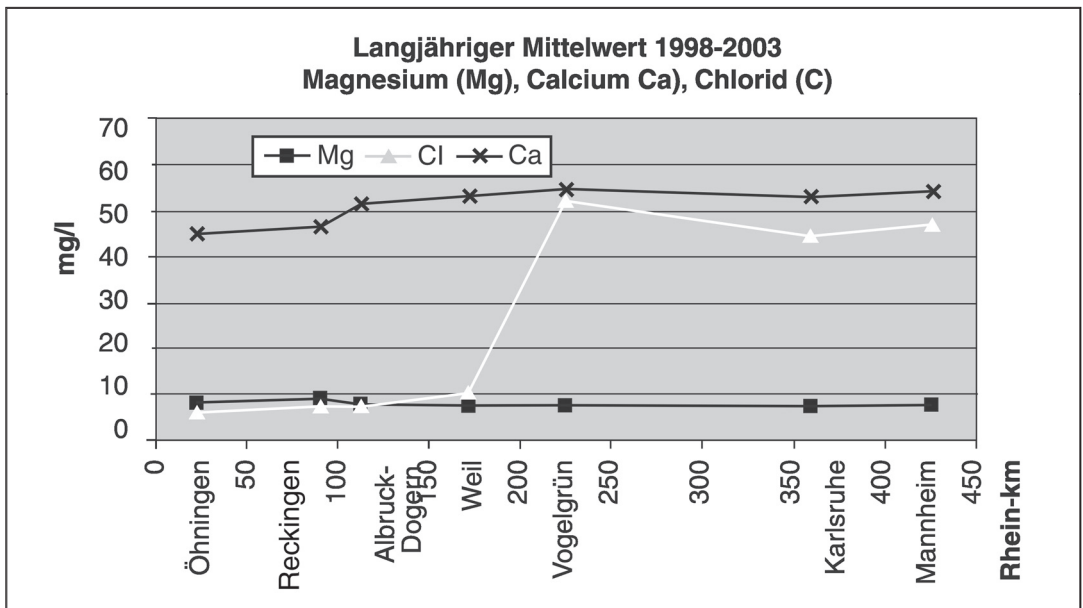


Abbildung c). Magnesium (Mg)-, Calcium (Ca)- und Chloridgehalte im Hoch- und Oberrhein.  
Quelle: Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg.

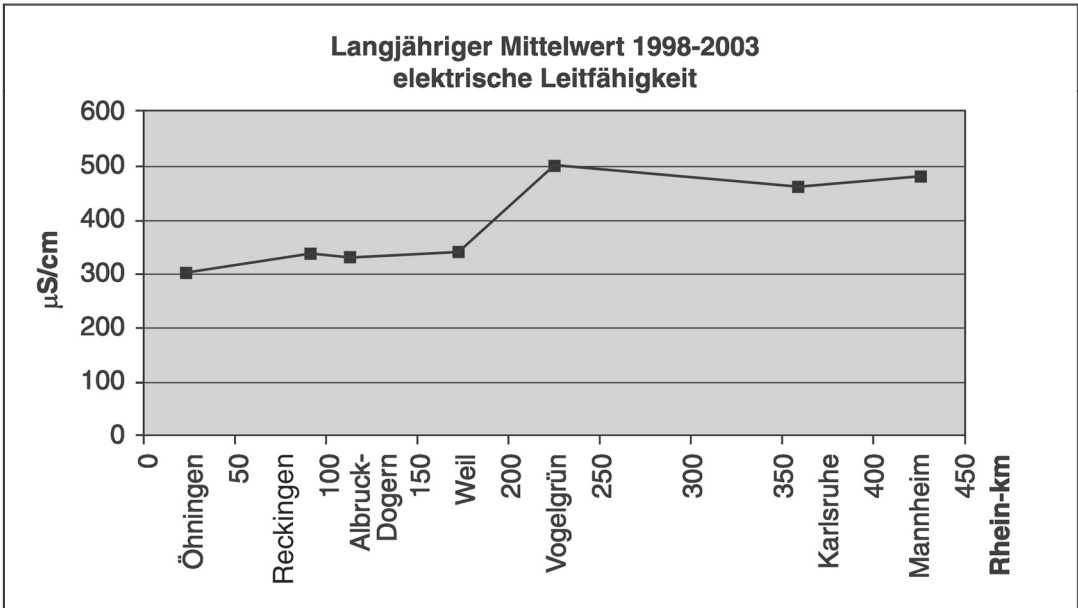


Abbildung d). Verlauf der elektrischen Leitfähigkeit im Hoch- und Oberrhein.  
Quelle: Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg.

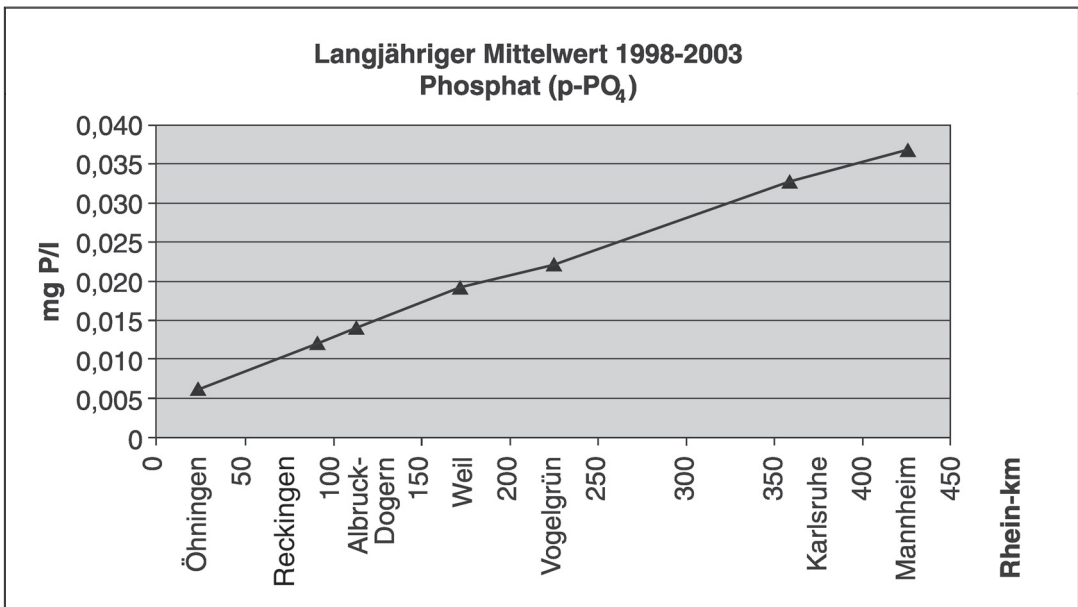


Abbildung e). Langjähriger Mittelwert des Phosphatgehaltes im Hoch- und Oberrhein.  
Quelle: Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg.

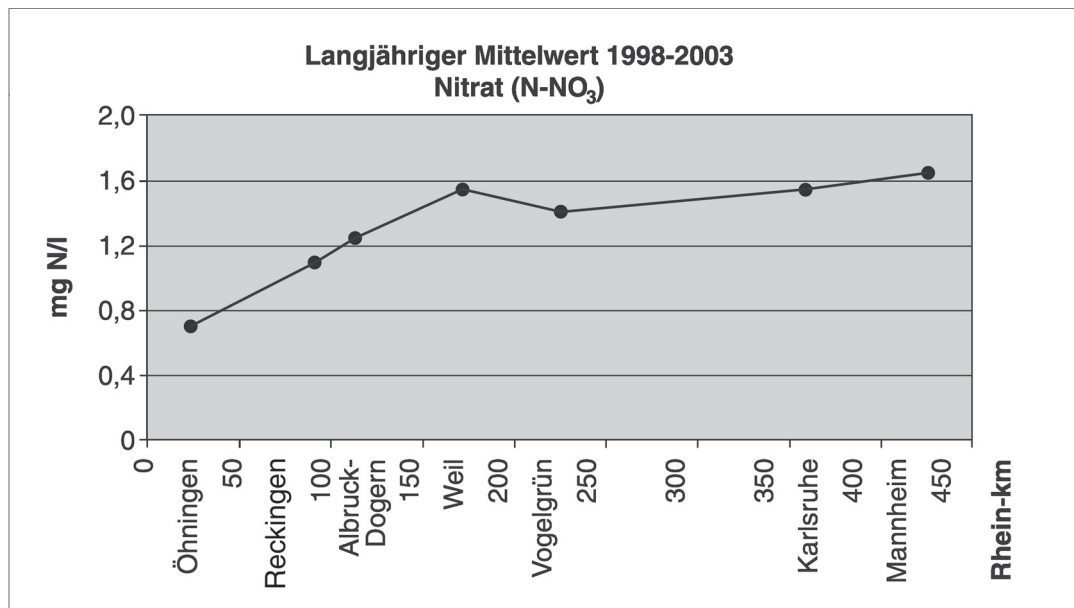


Abbildung f). Langjähriger Mittelwert des Nitratgehaltes im Hoch- und Oberrhein. Quelle: Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg.

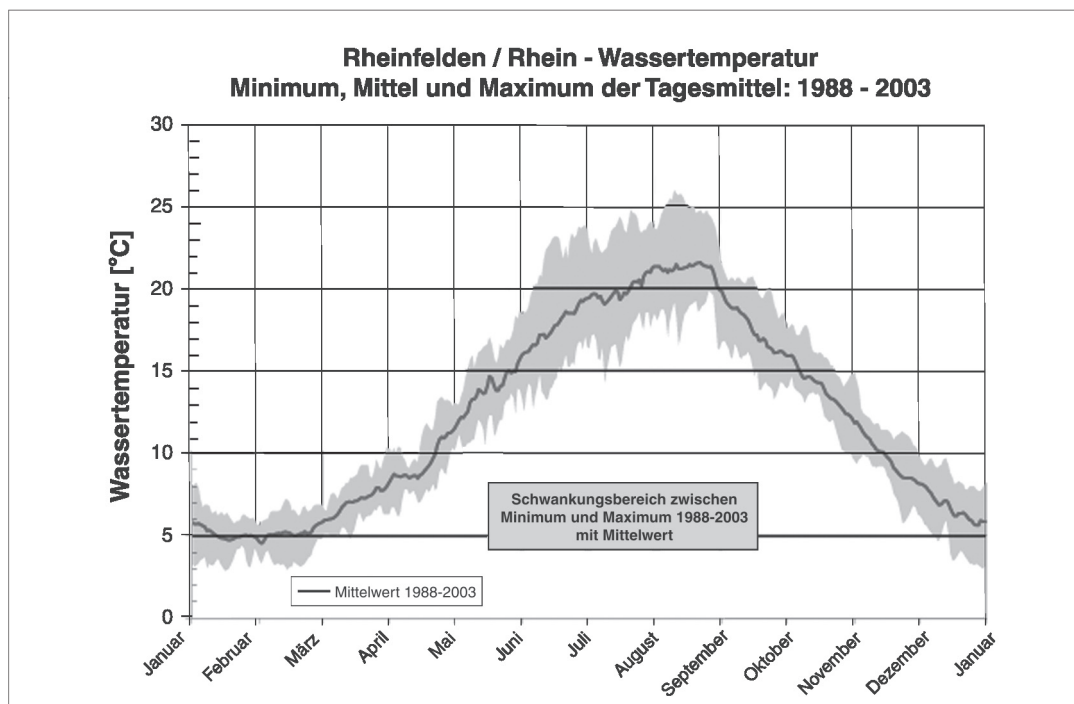


Abbildung g). Jahreszeitlicher Verlauf der Wassertemperatur im Hochrhein bei Rheinfelden, gemittelt über den Zeitraum 1988 bis 2003. Quelle: Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg.



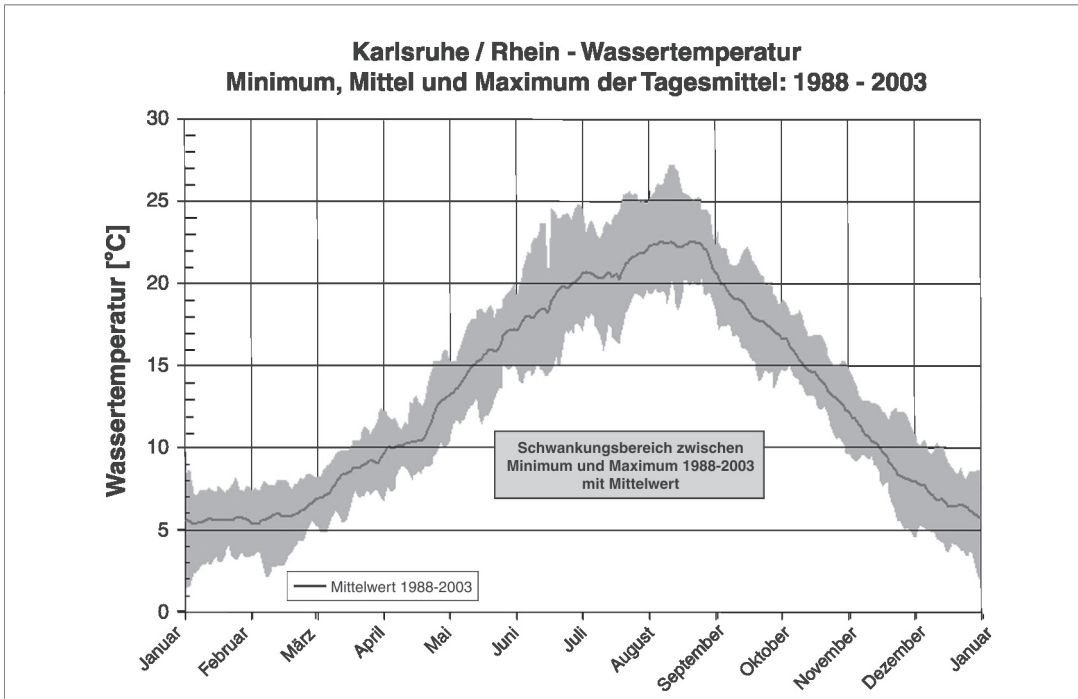


Abbildung h). Jahreszeitlicher Verlauf der Wassertemperatur im Oberrhein bei Karlsruhe, gemittelt über den Zeitraum 1988 bis 2003. Quelle: Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg.

ANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG 2004) zählt der Hochrhein bis zur Einmündung der Wutach zur Gewässergüteklasse I-II (gering belastet). Im weiteren Verlauf bis Basel fällt die Qualität auf Güteklasse II (mäßig belastet) ab, um unterhalb von Basel für eine kurze Strecke sogar auf Güteklasse II-III (kritisch belastet) herabzugehen. Die Verhältnisse verbessern sich schnell wieder auf Güteklasse II, fallen jedoch unterhalb Straßburg noch einmal für ca. 40 km wieder auf Güteklasse II-III ab. Danach verbleibt der Rhein bis zur Neckarmündung weiter in der Güteklasse II.

Das Temperaturregime im Hochrhein unterscheidet sich nur wenig von dem im Oberrhein. Im langjährigen Mittel reicht die Jahresamplitude der Wassertemperatur bei Rheinfeldern (km 150) von rund 5° bis 21,5° C, im Oberrhein bei Karlsruhe (km 359) von 5,5° bis 22,5° C. Die sommerlichen Extremwerte erreichen (jeweils im August) im Hochrhein 26° C, im Oberrhein etwas über 27° C [Abb. g) und h)].

## 5. Ergebnisse

In den Aufsammlungen aus Hoch- und Oberrhein wurden insgesamt 163 Cyanobakterien- und Algentaxa analysiert. Besonders auffällig ist hierbei der überproportional hohe Anteil der Cyanophyten mit 109 Taxa. Den nächsthöheren Anteil nehmen die Chlorophyten mit 40 Taxa ein. Der Rest verteilt sich auf die Rhodo-, Eugleno-, Crypto-, Chryso-, Xantho- und Phaeophyta. Die Auflistung der einzelnen Taxa und die Verteilung der ermittelten Abundanzwerte an den einzelnen Sammelstationen ist in Tabelle 1 dargestellt.

Im Verlauf der Fließstrecke zeigen die Abundanzwerte für viele Taxa zum Teil erhebliche Schwankungen, auch wenn der Gewässerchemismus sich kaum verändert. Dies dürfte in erster Linie als Auswirkung der unterschiedlichen Strömungsbedingungen zu werten sein, die durch die vielen Staueinrichtungen am Fluß hervorgerufen werden. Außerdem werden unterschiedliche Substratbedingungen mit hineinspielen.

Tabelle 1. Artenliste für den Hoch- und Oberrhein mit Abundanzvermerken.

Sammelstationen: Hochrhein: 1. Balm (km 60), 2. Reckingen (km 90-91), 3. Murg (km 125), 4. Wyhlen ( km 157)  
 Oberrhein: 5.Weil (km 173), 6. Neuenburg (km 199), 7. Kappel (km 261), 8. Greffern (km 315),  
 9. Karlsruhe ( km 360), 10. Altlußheim (km 396).

Sammelstationen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Cyanobacteria</b>										
<i>Ammatoidea normanii</i>	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Aphanocapsa elachista</i>	-	-	-	-	3	-	-	2	-	-
<i>Aphanocapsa fonticola</i>	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-
<i>Aphanocapsa muscicola</i>	-	-	-	-	-	-	-	2	2	-
<i>Aphanocapsa parasitica</i>	-	-	-	1	-	-	3	2	5	2
<i>Aphanocapsa parietina</i>	-	-	-	1	-	-	2	-	-	-
<i>Aphanocapsa pulchra</i>	-	-	-	2	2	-	-	-	-	-
<i>Aphanocapsa rivularis</i>	1	2	1	3	2	2	3	2	3	2
<i>Aphanothece castagnei</i>	-	-	-	-	3	-	-	2	-	-
<i>Aphanothece endophytica</i>	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-
<i>Aphanothece nidulans</i>	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Aphanothece saxicola</i>	-	-	-	-	2	-	-	2	-	-
<i>Calothrix braunii</i>	-	-	-	-	2	-	3	-	1	-
<i>Calothrix fusca</i>	-	-	-	-	-	3	-	1	-	-
<i>Calothrix parietina</i>	2	2	2	3	3	-	4	4	-	3
<i>Chamaesiphon confervicolus</i>	3	3	-	-	-	-	3	-	-	-
<i>Chamaesiphon fuscus</i>	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-
<i>Chamaesiphon incrustans</i>	3	2	-	-	1	1	3	3	3	-
<i>Chamaesiphon oncobrysoides</i>	6	3	-	1	-	-	-	-	-	-
<i>Chamaesiphon polonicus</i>	5	4	1	2	2	2	1	2	2	1
<i>Chamaesiphon polymorphus</i> -	3	2	1	2	5	5	3	4	4	-
<i>Chamaesiphon subglobosus</i>	4	3	-	2	2	2	-	-	-	-
<i>Chlorogloea microcystoides</i>	3	-	-	1	1	4	2	-	4	-
<i>Chlorogloea rivularis</i>	-	-	-	2	-	-	2	-	4	-
? <i>Chlorogloea</i> spec.	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chondrocystis dermochroa</i>	2	-	1	2	4	-	2	4	2	-
<i>Chroococcopsis fluviatilis</i>	4	3	2	3	2	4	3	2	4	4
<i>Chroococcopsis gigantea</i>	3	2	3	1	1	-	-	-	4	-
<i>Chroococcus bituminosus</i>	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-
<i>Chroococcus cohaerens</i>	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chroococcus minutus</i>	-	-	-	-	1	2	2	2	3	3
<i>Chroococcus montanus</i>	-	2	1	2	3	-	-	-	-	-
<i>Chroococcus oblitteratus</i>	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-
cf. <i>Chroococcus polyedrififormis</i>	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-
<i>Chroococcus</i> cf. <i>prescottii</i>	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-
cf. <i>Chroococcus quaternarius</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chroococcus varius</i>	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
<i>Cyanobium diatomicola</i>	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-
cf. <i>Cyanodermatium gelatinosum</i>	2	3	3	2	2	2	2	3	4	3
cf. <i>Cyanosarcina fontana</i>	-	-	-	-	-	-	-	1	1	2
cf. <i>Entophysalis</i> spec.	-	-	-	-	-	2	-	-	2	-

Sammelstationen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Gloeocapsa kützingiana</i>	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-
<i>Gloeocapsa sanguinea</i>	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-
<i>Gloeocapsopsis pleurocapsoides</i>	-	-	-	-	1	-	-	-	2	-
<i>Gloeocapsopsis spec.</i>	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-
<i>Homoethrix crustacea</i>	-	-	2	-	-	3	-	-	2	-
<i>Homoeothrix gracilis</i>	-	-	-	2	-	-	-	2	3	2
<i>Homoeothrix janthina</i>	4	4	-	2	-	-	-	-	3	-
<i>Homoeothrix juliana</i>	-	-	1	3	-	2	-	3	4	-
<i>Homoeothrix margalefii</i>	-	-	-	-	-	4	-	4	5	2
<i>Homoeothrix nidulans</i>	3	2	-	-	-	2	-	-	2	-
<i>Homoeothrix varians</i>	2	3	-	4	3	5	5	4	4	2
<i>Hydrococcus cesatii</i>	5	5	2	2	3	2	-	-	4	-
<i>Hydrococcus rivularis</i>	3	1	2	3	-	3	-	3	3	3
<i>Hyrocoleum homoeothrichum</i>	-	-	-	-	4	-	-	2	2	-
<i>Hyella fontana</i>	-	-	-	4	-	1	-	-	3	1
<i>Hyella maxima</i>	3	3	1	1	-	3	-	-	-	-
<i>Jaaginema mirabilis</i>	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
<i>Jaaginema pseudogeminatum</i>	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Komvophoron constrictum</i>	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
<i>Leptolyngbya foveolarum</i>	3	-	2	3	3	-	-	-	2	2
<i>Leptolyngbya lagerheimii</i>	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-
<i>Leptolyngbya cf. tenuis</i>	-	-	-	2	-	-	-	2	-	-
<i>Leptolyngbya spec. (1,5 µm Ø)</i>	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
<i>Lyngbya nigra</i>	-	-	-	-	-	-	-	4	2	-
<i>Microcoleus lacustris</i>	-	-	-	2	-	-	-	2	-	-
<i>Microcoleus subtorulosus</i>	-	-	-	-	-	-	-	4	4	2
<i>Nostoc cf. cuticulare</i>	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nostoc sphaericum</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Phormidium acutissimum</i>	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-
<i>Phormidium aerugineo-coeruleum</i>	-	-	-	-	-	-	-	3	4	-
<i>Phormidium boryanum</i>	-	-	-	-	-	-	2	1	-	-
<i>Phormidium corium</i>	-	-	2	3	2	-	2	4	2	2
<i>Phormidium cortianum</i>	-	2	-	2	-	-	-	1	2	-
<i>Phormidium favosum</i>	-	-	-	-	-	-	-	2	2	3
<i>Phormidium fragile</i>	3	2	2	2	-	-	-	-	-	-
<i>Phormidium kützingianum</i>	-	-	-	-	-	-	3	2	4	-
<i>Phormidium retzii</i> (Ag.)	4	-	5	1	3	-	-	4	4	4
<i>Phormidium spec. I (2,5 µm Ø)</i>	-	-	-	-	-	-	-	2	2	-
<i>Phormidium spec. II (5,5 µm Ø)</i>	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
<i>Phormidium subfuscum</i>	-	-	4	-	-	-	4	4	-	2
<i>Phormidium subfuscum</i> var. <i>joannianum</i>	-	-	2	-	-	-	-	4	-	-
<i>Phormidium uncinatum</i>	4	4	2	2	2	-	5	4	4	4
<i>Planktolyngbya subtilis</i>	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pleurocapsa aurantiaca</i>	3	3	-	2	-	-	-	2	-	-
<i>Pleurocapsa fusca</i>	4	4	1	-	2	-	2	3	3	3
<i>Pleurocapsa minor</i>	5	5	3	3	3	5	3	3	5	5

[illegible]

Sammelstationen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Chlorophyta</b>										
<i>Chlorococcum</i> spec.	-	-	-	1	-	4	-	3	1	-
<i>Chlorotylum cataractarum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-
<i>Cladophora glomerata</i>	3	2	-	3	3	3	4	3	4	3
<i>Cladophora rivularis</i>	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Closterium</i> cf. <i>pseudolunula</i>	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-
<i>Coleochaete soluta</i> var. <i>minor</i>	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
<i>Cosmarium laeve</i>	2	-	-	-	-	3	-	-	-	-
<i>Dilabifilum incrustans</i>	3	2	2	2	-	-	-	-	-	-
cf. <i>Endoderma cladophorae</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Enteromorpha pilifera</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
? <i>Gloeotila</i> spec.	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gongrosira debaryana</i>	2	2	2	2	2	2	-	-	2	-
cf. <i>Gongrosira disciformis</i>	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-
<i>Gongrosira fluminensis</i>	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-
<i>Gongrosira incrustans</i>	2	-	-	3	-	4	4	4	3	3
<i>Gongrosira leptotricha</i>	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Klebsormidium rivulare</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Oedogonium</i> spp.	3	2	2	-	2	1	-	-	3	-
<i>Palmella mucosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-
<i>Protoderma frequens</i>	2	-	-	-	-	2	-	-	3	-
<i>Pseudendoclonium basiliense</i>										
v. <i>brandii</i>	2	2	-	-	-	2	-	-	3	-
<i>Pseudendoclonium prostratum</i>										
v. <i>prostratum</i>	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-
<i>Rhizoclonium hieroglyphicum</i>	-	-	-	2	-	-	-	3	-	-
<i>Schizomeris leibleinii</i>	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Sphaerobotrys fluviatilis</i>	3	2	-	-	-	2	-	-	2	-
<i>Spirogyra</i> spp.	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-
<i>Sporotetras pyriformis</i>	3	2	-	-	-	2	-	-	3	1
<i>Stigeoclonium aestivale</i>	1	-	-	-	-	-	-	3	2	2
<i>Stigeoclonium falklandicum</i>	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Stigeoclonium falkl. var. anglicum</i>	-	-	-	-	-	-	-	4	4	3
<i>Stigeoclonium farctum</i>	3	-	-	1	2	-	-	-	2	-
<i>Stigeoclonium farctum</i> v. <i>rivulare</i>	2	-	-	-	-	-	4	2	-	-
<i>Stigeoclonium lubricum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3
<i>Stigeoclonium tenue</i>	-	3	-	-	-	2	-	3	3	1
<i>Tetraspora gelatinosa</i>	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ulothrix subtilissima</i>	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-
<i>Ulothrix tenerrima</i>	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ulothrix zonata</i>	4	3	2	-	-	-	-	-	2	-
<i>Uronema</i> cf. <i>conferviculum</i>										
	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
<b>Lichenes</b>										
<i>Verrucaria</i> spec.	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-



Bei der Verteilung der einzelnen Taxa im Hoch- und Oberrhein zeichnet sich in Ansätzen eine leichte Zonierung ab (vergl. Tab. 2). So enthält der Hochrhein eine Reihe von Arten, die nur dort vorkommen, wie *Chamaesiphon oncobyrsoides*, *Stichosiphon pseudopolymorphus*, *Pleurocapsa aurantiaca*, *Ammatoidea normannii*, *Phormidium fragile*, *Phaeodermatium rivulare*, *Dilabifilum incrustans*, *Gongrosira leptotricha* und verschiedene Kleinformen. Andere haben ebenfalls im Hochrhein ihren Verbreitungsschwerpunkt, kommen mit geringen Abundanzwerten aber auch weiter flussabwärts noch vor. Hierzu gehören *Homoeothrix janthina*, *Chamaesiphon polonicus*, *Pleurocapsa fusca*, *Hyella fontana*.

Eine relativ große Gruppe ist nur auf den Oberrhein beschränkt, wobei der Übergangsbereich von Hoch- zu Oberrhein bei Weil (Stat. 5) sich noch durch eine eigene Prägung hervorhebt. Hier bestimmen *Chroococcus bituminosus*, *Gloeocapsa sanguinea* und *Hydrocoleum homoeothrichum* das Besiedlungsbild. Im weiteren Flussverlauf, z.T. erst nördlich des Kaiserstuhls, treten Arten hinzu, die nur hier präsent sind, so einige *Schizothrix*- und *Phormidium*-Arten, *Lyngbya nigra*, *Microcoleus subtorulosus*, *Audouinella chalybea*, *Thorea hispida*, *Pleurocladia lacustris* und verschiedene andere.

Die größte Gruppe ist ökologisch weniger differenziert und über beide Flussbereiche verteilt. Hierzu zählen so bekannte Formen wie *Hydrococcus cesatii*, *Pleurocapsa minor*, *Siphononema polonicum*, *Chroococcopsis fluviatilis*, *Xenotholos kernerii*, *Homoeothrix varians*, *Phormidium retzii*, *Ph. uncinatum*, *Gongrosira incrustans* und viele andere.

Verglichen mit anderen größeren europäischen Flüssen, aus denen Untersuchungen benthischer und periphytischer Algen bekannt sind, wie z.B. Donau (BACKHAUS 1968 a, HINDÁK & ZÁHUMENSKÝ 1983, KANN 1983), Themse (JOHN, JOHNSON & MOORE 1990, JOHN & MOORE 1985 a,b), Tees (HOLMES & WHITTON 1981), Weser (BEHRE 1961), Flüsse in Italien (DELL'UOMO 1991), treten im Rhein in auffälliger Form der Artenreichtum (ohne Diatomeen) und seine besondere Zusammensetzung hervor. Zwar sind viele Arten in fast allen Flüssen vertreten, wie *Calothrix parietina*, *Chamaesiphon polymorphus*, *Chlorogloea microscytoides*, *Homoeothrix varians*, *Hydrococcus cesatii*, *Phormidium aeruginea-*

*coeruleum*, *Ph. favosum*, *Ph. corium*, *Ph. subfuscum*, *Ph. uncinatum*, *Pleurocapsa minor*, mehrere *Schizothrix*-Arten, *Cladophora glomerata*, *Gongrosira incrustans*, mehrere chlorococcale Formen sowie verschiedene *Ulothrix*- und *Stigeoclonium*-Arten u.a. Daneben sind jedoch im Rhein Aufwuchsformen anzutreffen, die in den meisten anderen Fundlisten selten oder gar nicht auftauchen. Hierzu gehören *Ammatoidea normannii*, *Chamaesiphon oncobyrsoides*, *Chlorogloea rivularis*, *Chroococcus bituminosus*, *Gloeocapsa sanguinea*, *Homoeothrix gracilis*, *H. nidulans*, *Pleurocapsa aurantiaca*, *Pl. fusca*, *Pseudophormidium edaphicum*, *Thorea hispida*, *Apistonema commutatum*, *Pleurocladia lacustris*, *Dilabifilum incrustans*, *Gongrosira leptotricha* und weitere Taxa, die wegen sehr niedriger Abundanzwerte oder Einzelfunde nicht stärker in Erscheinung treten (s. Tabelle 1 und 2).

Einige der für den Rhein hervorzuhebenden species verdienen mehr Aufmerksamkeit, da sie aus systematisch-taxonomischer Sicht besonderes Interesse hervorrufen und ihre Zugehörigkeit im Zuge dieser Untersuchung nicht geklärt werden konnte. Von den Cyanophyceen zählen hierzu cf. *Chlorogloea* spec., cf. *Cyanodermatium gelatinosum*, ?*Entophysalis* spec., *Schizothrix* cf. *funiculus* und die als *Xenococcus* spec. I und II bezeichneten chroococcalen Kleinformen. Bei den Chlorophyta ist ?*Gloeotila* spec., cf. *Gongrosira disciformis* und *Gongrosira leptotricha* zu nennen, von denen eine systematische Bestätigung noch offen steht.

Bei allen handelt es sich um Erstfunde für den Rhein. Für einen Teil von ihnen besteht die Vermutung, dass es sich um noch unbeschriebene Formen handelt. Die einzelnen Fälle werden im Teil 6. "Artenverzeichnis" im Detail diskutiert.

Einige der von LAUTERBORN (1910, 1917, 1918, 1941-1942) zu Anfang des 20. Jahrhunderts noch als auffälligen und charakteristisch für den Rhein beschriebenen Cyanophyten, wie *Rivularia biasoletiana*, *R. haematites*, *Tolypothrix penicillata* und *Tolypothrix lanata*, wurden im Verlauf der vorliegenden Untersuchung nicht mehr oder nur noch in Einzelexemplaren gefunden. Auch die Mitte der 70iger Jahre im Litoralbereich bei Karlsruhe häufig beobachtete Grünalge *Monostroma bullosum* (BACKHAUS, unpubliziert) wurde nicht mehr angetroffen.

Tabelle 2. Verteilung der im Hoch- und Oberrhein vorgefundenen Aufwuchsarten mit Abundanzvermerken.

Sammelstationen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Hochrhein					Oberrhein				
<i>Stichosiphon pseudopolymorphus</i>	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Aphanothece nidulans</i>	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Pseudanabaena mucicola</i>	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Xenococcus spec. I</i>	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Gloeobotrys chlorinus</i>	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.
? <i>Gloeotila spec</i>	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Gongrosira leptotricha</i>	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ammatoidea normanii</i>	3	1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Phaeodermatium rivulare</i>	3	2	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Phormidium fragile</i>	3	2	2	2	.	.	.	.	.	.
<i>Dilabifilum incrustans</i>	3	2	2	2	.	.	.	.	.	.
<i>Chamaesiphon oncobyroides</i>	6	3	-	1	.	.	.	.	.	.
<i>Pleurocapsa aurantiaca</i>	3	3	-	2	.	.	.	.	.	.
<i>Hyella maxima</i>	3	3	1	1	-	3	.	.	.	.
<i>Chamaesiphon subglobosus</i>	4	3	-	2	2	2	.	.	.	.
<i>Chamaesiphon confervicolus</i>	3	3	-	-	-	-	3	.	.	.
<i>Chlorogloea microcystoides</i>	3	-	1	1	4	2	-	4	.	.
<i>Chondrocystis dermochroa</i>	2	-	1	2	4	-	2	4	2	.
<i>Chroococcopsis gigantea</i>	3	2	3	1	1	-	-	-	4	.
<i>Homoeothrix janthina</i>	4	4	-	2	-	-	-	-	3	.
<i>Hydrococcus cesatii</i>	5	5	2	2	3	2	-	-	4	.
<i>Siphononema polonicum</i>	4	4	-	1	-	4	-	2	1	.
<i>Xenotholos starmachii</i>	3	4	2	2	3	2	-	4	3	.
<i>Chamaesiphon incrustans</i>	3	2	-	-	1	1	3	3	3	.
<i>Homoeothrix nidulans</i>	3	2	-	-	-	2	-	-	2	.
<i>Bangia atropurpurea</i>	2	-	-	1	1	-	4	3	1	.
<i>Heribaudiella fluviatilis</i>	1	-	-	2	-	2	2	-	4	.
<i>Oedogonium spp</i>	3	2	2	-	2	1	-	-	3	.
<i>Pseudendoclonium basiliense v.brand.2</i>	2	-	-	-	-	2	-	-	3	.
<i>Protoderma frequens</i>	2	-	-	-	-	2	-	-	3	.
<i>Sphaerobotrys fluviatilis</i>	3	2	-	-	-	2	-	-	2	.
<i>Stigeoclonium farctum</i>	3	-	-	1	2	-	-	-	2	.
<i>Ulothrix zonata</i>	4	3	2	-	-	-	-	-	2	.
<i>Aphanocapsa rivularis</i>	1	2	1	3	2	2	3	2	3	2
<i>Calothrix parietina</i>	2	2	2	3	3	-	4	4	-	3
<i>Chamaesiphon polonicus</i>	5	4	1	2	2	2	1	2	2	1
<i>Chroococcopsis fluviatilis</i>	4	3	2	3	2	4	3	2	4	4
cf. <i>Cyanodermatium gelatinosum</i>	2	3	3	2	2	2	2	3	4	3
<i>Homoeothrix varians</i>	2	3	-	4	3	5	5	4	4	2
<i>Hydrococcus rivularis</i>	3	1	2	3	-	3	-	3	3	3
<i>Leptolyngbya foveolarum</i>	3	-	2	3	3	-	-	-	2	2
<i>Phormidium retzii</i>	4	-	5	1	3	-	-	4	4	4
<i>Phormidium uncinatum</i>	4	4	2	2	2	-	5	4	4	4
<i>Pleurocapsa minor</i>	5	5	3	3	3	5	3	3	5	5
<i>Pleurocapsa fusca</i>	4	4	1	-	2	-	2	3	3	3
<i>Pseudophormidium edaphicum</i>	4	4	1	2	4	4	2	2	2	2
<i>Xenotholos kernerii</i>	4	3	2	2	2	3	2	3	4	4

[illegible]

## 6. Artenverzeichnis

Das Artenverzeichnis enthält vorwiegend Angaben zur Morphologie und Systematik der vorgefundenen Taxa. Zur Information über autoökologische Belange wird auf die umfangreiche Zusammenstellung von Literaturangaben im Bericht des BAYERISCHEN LANDESAMTES FÜR WASSERWIRTSCHAFT (1998) „Trophiekartierung von aufwuchs- und makrophytendominierten Fließgewässern“ verwiesen, in dem auch eine größere Anzahl von Rheinalgen erwähnt wird.

### Cyanobacteria

**Ammatoidea normannii** W. et G. S. WEST  
Abb. 59

Fäden immer zu mehreren in kleinen Büscheln oder Knäueln vereint, in der Fadenmitte 5-6 µm breit. Scheiden braungelb, zur Mitte hin geschichtet. Trichome in den mittleren Abschnitten 3-4 µm breit, am Ende 1,5 µm breit, an den Querwänden deutlich eingeschnürt, nicht in ein Haar auslaufend. Zellen stets kürzer als breit, ca. 1 µm lang. Im Hochrhein bei Balm zwischen *Pleurocapsa aurantiaca*, *Xenotholos kernerii*, *Chamaesiphon oncobyrsoides*, *Ch. subglobosus* u.a. auf Steinen in mäßiger bis schneller Strömung, zerstreut.

**Aphanocapsa elachista** W. et G. S. WEST  
Abb. 2

Kolonien ohne fest umrissene Außenlinie, als mehr oder weniger amorphe Zellhaufen eingebettet zwischen anderen Aufwuchsalgen. Zellen kugelig, 1,5-2 µm im Durchmesser, ohne Gasvakuolen, Inhalt graugrün.

Im Hochrhein von Balm bis Wyhlen und auch im Oberrhein bei Karlsruhe vereinzelt auf *Cladophora* oder in der Aufwuchsschicht auf Steinen, selten.

**Aphanocapsa fonticola** HANS GIRG  
Abb. 7, 294

Kolonien formlos oder bei isolierter Lage auch mit distinkter Außenhülle. Zellen kräftig blaugrün gefärbt, sehr dicht gelagert, 3-4 µm groß, z.T. polygonal verformt, vor der Teilung etwas verlängert. Individualhüllen verschleimend, in Verbindung mit einer festeren Koloniehülle jedoch erkennbar.

Die Abgrenzung gegenüber *A. rivularis* ist schwierig. Sie wird hier aufgrund der etwas größeren Zellmaße von *A. fonticola* gegenüber *A. rivularis* am gleichen Standort (3-4 µm gegenüber

2,5-3 µm), der Ausbildung fester Koloniehüllen, die bei *A. rivularis* nie beobachtet wurde, sowie der auffallend blaugrünen Zellfärbung getroffen. *A. rivularis* war stets nur blaß graublau gefärbt. Im Oberrhein bei Greffern im Aufwuchs auf Steinen zwischen *Schizothrix*-Arten, zerstreut.

**Aphanocapsa muscicola** (MENEHINI) WILLE  
Abb. 3, 152

Zellen einheitlich 3,2 µm groß, in weicher, formloser, farbloser Gallerte, ziemlich weit von einander gelagert, Individualhüllen nicht erkennbar, Zellinhalt blassgrau, homogen. Gegenüber *A. pulchra* kann eine Abgrenzung aufgrund der kleineren Zelldimensionen, der nichtplanktischen Lebensform und der weniger dichten Zellpackung gezogen werden.

Im Oberrhein bei Greffern und Karlsruhe in der weichen Aufwuchsschicht auf Steinen der Uferschüttung bis hinauf in die Wasserwechselzone, selten.

**Aphanocapsa parasitica** (KÜTZING) KOMÁREK et ANAGNOSTIDIS

Abb. 1, 5, 150, 151

Kolonien gallertig, formlos, blaß-grau bis grauschwarz, am Substrat festgeheftet. Zellen 1-2 µm Ø, dichter gelagert als bei *A. elachista*. Gallerte farblos. In den Bereichen mit weniger aufgequollener Gallerte ist um jede Zelle ein individueller Hohlraum erkennbar. Diese unmittelbare Gallertumgrenzung tritt verschiedentlich als distinkte Linie hervor.

Im Hochrhein nur kleine Lager ohne nennenswertes Vertikalwachstum, sehr selten. Im Oberrhein großflächige, stark aufgewölbte Kolonien bildend, selten (Greffern, Altlußheim) bis häufig (Karlsruhe).

**Aphanocapsa parietina** NÄGELI  
Abb. 153

Kolonien klein, amorph, olivgrün. Zellen kugelig mit homogenem Inhalt, 6 µm im Durchmesser. An der Peripherie der Kolonien sind Zellen mit zarter eigener Hülle erkennbar.

Im Hochrhein (Wyhlen) mit *A. rivularis* in der Aufwuchsschicht auf Steinen, sehr selten. Im Oberrhein nur bei Kappel beobachtet, Zellen dort mit 4-4,5 µm Ø auffallend kleiner, möglicherweise einer anderen Art zuzuordnen.

**Aphanocapsa pulchra** (KÜTZING) RABENHORST  
Abb. 8

Zellen kugelig, 3,5-4,5 (-5) µm Ø, blaß-graublau, eingebettet in weicher, formloser Gallerte. Die

Kolonien erreichen eine Größe von ca. 50-100 µm. Der Abstand zwischen den einzelnen Zellen ist auffallend groß.

In Anlehnung an GOLUBIĆ (1967), der *A. pulchra* im Litoral des Vrana-Sees zwischen mürben Kalkkrusten fand, wird die alte Nomenklatur hier beibehalten. So wie im Vrana-See kommen auch hier im Hochrhein die Kolonien in lockeren Kalkausfällungen in einem sauberen, klaren, kalkreichen Gewässer vor. Die Vereinigung von *A. pulchra* mit *A. grevillei*, wie es von GEITLER (1932), STARMACH (1966), KONDRATJEVA, KOVALENKO et PRUCHODKOVA (1984) favorisiert wird, bzw. mit *Microcystis smithii* durch KOMÁREK et ANAGNOSTIDIS (1999) würde eine Zuordnung zu Formen aus sauren Gewässern, bzw. Planktonformen bedeuten. Beides trifft hier nicht zu.

Im Hochrhein bei Wyhlen und Weil zwischen lockeren Kalkausfällungen in der gallertigen Aufwuchsschicht auf Steinen, selten.

**Aphanocapsa rivularis** (CARMICHEL) RABENHORST  
Abb. 4, 154, 155, 295

(*Aphanocapsa anodontae* HANSRIGG)

Kolonien unregelmäßig geformt, gallertig. Zellen kugelig, 2,5-3 µm Ø, vor der Teilung bis 5 µm Ø, dicht bis sehr dicht gelagert. Zellinhalt homogen, blaß-blaugrau.

Im Hochrhein und Oberrhein überall verbreitet, meist zwischen anderen Aufwuchsalgen auf Steinen in mäßiger bis schneller Strömung, seltener auch als Epiphyt auf *Cladophora*, selten bis ziemlich häufig.

**Aphanothece castagnei** (BRÉBISSEON) RABENHORST  
Abb. 11, 296

Zellen ellipsoidisch, (3,0-3,5) x (4,5-5) µm groß, ganz vereinzelt auch nur 2,5 x 4,0 µm groß, dicht gepackt in kleinen formlosen Gallertlagern. Individuelle Hüllen und gemeinsame Gallerte gelblich bis gelbbraun. Individualhüllen im Kolonieninnern undeutlich, zur Peripherie hin konkreter und deutlicher, fein granuliert, z.T. mehrschichtig.

Im Oberrhein in der weichen Aufwuchsschicht auf Steinen bei Weil und Greffern, selten bis zerstreut.

**Aphanothece endophytica** (W. et G. S. WEST)

KOMARKOVA-LEGNEROVA et CRONBERG

Kolonien mehr oder weniger endogloeisch in der weichen Aufwuchsschicht auf Steinen im mäßig schnell fließenden Bereich. Gallerte weich, amorph. Zellen vor der Teilung 2,5 µm lang, 1,6 µm breit, gerade mit gerundeten Enden, blass-

grau. Der Abstand zwischen den einzelnen Zellen ist auffallend groß. Die vorliegende Form dürfte zu der von KOMÁREK et ANAGNOSTIDIS (1999, S. 77) erwähnten species mit größeren Zellabständen „epiphytically and endogloeically in periphytic algae“ gehören.

Nur im Hochrhein bei Wyhlen gefunden, selten.

**Aphanothece nidulans** RICHTER in WITTRICK et NORDSTEDT

Abb. 9

Lager klein, nur 20-25 µm groß, unregelmäßig ausgebreitet, Ränder teils zerfließend, teils sichtbar begrenzt, Gallerte farblos. Zellen zylindrisch, 1 µm breit, 1,5-2,5 µm lang, blaß-grau.

Im Flachbereich auf Steinen in der weichen Aufwuchsschicht, zerstreut.

**Aphanothece saxicola** NÄGELI

Abb. 10, 156

Kolonien gelatinös, amorph, Gallerte der Kolonien farblos, nur an festeren Außenrändern leicht gelbbraun. Zellen oval oder oval-zylindrisch, 2,4 x (3,5-4) µm groß, blaugrau, ohne sichtbare eigene Umhüllungen. Die Zellen sind etwas breiter als von KOMÁREK et ANAGNOSTIDIS (1999) angegeben.

Im Oberrhein in der weichen Aufwuchsschicht auf Steinen der Uferschüttung, selten.

**Calothrix braunii** BORNET et FLAHAULT

Abb. 63, 220

Fäden sehr kurz, an der Basis 10-12 µm, kurz oberhalb 10 µm breit, Trichome 7-8 µm breit. Zellen kürzer als breit, 4-5 µm lang, an den Querwänden eingeschnürt. Heterocyste halbkugelig, außerhalb der Scheide. Scheiden farblos, eng, glatt, geschichtet, aber nicht zerfasernd.

Im Oberrhein bei Weil, Kappel und Karlsruhe, sehr selten bis zerstreut.

**Calothrix fusca** BORNET et FLAHAULT

Abb. 76, 221

Fäden an der Basis leicht zwiebelartig verdickt, dort bis 14 µm breit, in der Mitte 9-10 µm breit. Trichome nur im unteren Trichombereich an den Querwänden leicht eingezogen, nicht in ein Haar auslaufend. Zellen 6-8 µm breit, kürzer als breit, 4-5 µm lang. Scheiden dünn, fest, farblos, nicht zerfasert.

Die fehlende Haarbildung und die glatten Scheiden könnten ein Hinweis darauf sein, dass möglicherweise eine andere Art als *C. fusca* vorliegt. Auf die Schwierigkeit der systematischen Einordnung des Rhein-Probenmaterials hat bereits



RÖMPP (1997) hingewiesen (dort auch Verweise auf weiterführende Literatur). Aufgrund der Ähnlichkeit der vorgefundenen Formen mit den von AKIYAMA et al. (1977, Tafel 23, Fig. 3 c,d) abgebildeten Fäden wird jedoch die Entscheidung für *Calothrix fusca* beibehalten.

Im Oberrhein bei Kappel auf Steinen im Flachwasserbereich (zerstreut) und bei Karlsruhe auf dem stärker umflossenen Wasser-Ansaugrohr der dortigen Rheinüberwachungsstation (sehr selten).

**Calothrix parietina** THURET

Abb. 62, 99, 326-329

Fäden einzeln oder in kleinen Gruppen, an der Basis 10-12 µm breit, bis 130 µm lang. Trichome an den Querwänden eingeschnürt, an der Basis 6 µm, in der Fadenmitte 2,5-3 µm, an der Spitze 0,5 µm breit. Zellen an der Basis 1,5 µm lang, an der Spitze bis 6 mal so lang wie breit. Heterocysten basal, flach-halbkugelig. Scheiden dick, braun, nur bei älteren Exemplaren deutlich geschichtet. In der Wasserwechselzone der Rheinuferanschüttung bildet sich verschiedentlich ein zusammenhängender schmutzig-brauner Belag aus einem Gemisch von *Calothrix parietina* mit *Chondrocystis dermochroa*. In ihm sind die Fäden stärker ineinander verschlungen und weisen häufig Verzweigungen auf, wodurch Ähnlichkeiten mit *Tolypothrix* entstehen (Abb. 99, 329). Vergleichbare Formen hat bereits Golubic (1967) für das Titiseelitoral abgebildet. Nicht selten treten paarweise entgegengesetzt orientierte einporige Heterocysten auf, bei denen das Fadenwachstum dann auch in entgegengesetzter Richtung erfolgt (Abb. 328).

Im gesamten Hoch- und Oberrhein mit unterschiedlichen Abundanzen verbreitet, im Oberrhein von Weil bis Greffern ziemlich häufig bis häufig.

**Chamaesiphon confervicolus** A. BRAUN in RABENHORST 1865

Abb. 35, 191

(*Chamaesiphon curvatus* NORDSTEDT)

Zellen einzeln oder in kleinen Gruppen, länglich-zylindrisch, zur Basis hin allmählich verschmälert, gerade oder gebogen, an der Basis (mit Hülle) 22,5 µm, am Apex 4-4,5 µm breit, bis 50 µm lang. Zellinhalt homogen, blau-grau. Exosporen 1-3, Pseudovagina dünn, distinkt, farblos. Von den Zellmaßen her umfasst das Probenmaterial sowohl die *var. confervicolus* als auch die *var. angustus*.

Im Hoch und Oberrhein als Epiphyten auf *Cladophora* und Wassermoosen, zerstreut.

**Chamaesiphon fuscus** (ROSTAFINSKI) HANSGRIG  
Abb. 33, 192, 193

(*Chamaesiphon ferrugineus* FRITSCH)

Nur Jugendstadien auf einem Glasscherben beobachtet. Zellen 1,5-2 µm breit, 2-5 µm hoch. Pseudovaginae noch nicht ausgebildet, Exosporen nur vereinzelt. Das Material entspricht den Beobachtungen von BACKHAUS (1967 b, Abb. 6) an *Ch. fuscus* in der oberen Donau.

Im Hochrhein bei Wyhlen, selten.

**Chamaesiphon incrustans** GRUNOW in RABENHORST 1865

Abb. 189, 190

Zellen einzeln oder in kleinen Gruppen, gerade, mehr oder weniger zylindrisch, zur Basis hin kurz verjüngt und ± spitz auslaufend., 4 µm breit, 10-15 µm lang, mit 1-2 Exosporen. Zellinhalt homogen, grau. Pseudovagina zart, farblos. Das Hoch- und Oberrheinmaterial entspricht vorwiegend dem Typus von *Ch. incrustans* f. *incrustans* KOMÁREK et ANAGNOSTIDIS 1999.

Im Hoch- und Oberrhein überall präsent als Aufwuchs auf *Cladophora*, *Audouinella*, Wassermoosen und Makrophyten, selten bis zerstreut, bei Greffern stellenweise ziemlich häufig.

**Chamaesiphon oncobyrsoides** GEITLER

Abb. 38, 198

Lager gallertig-schleimig, sehr weich, ausgebreitet. Sporangien mit zugehörigen Exosporen mehr oder weniger in Reihen angeordnet, relativ dicht gelagert, jedoch keine kompakte Masse bildend. Zellen ellipsoidisch bis zylindrisch, 2,7-3 µm breit, bis 5 µm lang, graublau oder lila-farbig. Von GEITLER (1932) und KANN (1972) wird die Ähnlichkeit von *Ch. oncobyrsoides* mit *Ch. subglobosus* betont. Da beide Arten im Hochrhein gemeinsam vorkommen und z.T. sogar Mischlager bilden, ist eine Unterscheidung gut möglich. Die Sporangien von *Ch. oncobyrsoides* sind überwiegend länglich-zylindrisch, länger als die von *Ch. subglobosus*, und zeigen die charakteristische Anordnung in Reihen, während die Sporangien von *Ch. subglobosus* eher rundlich-gedrunken sind und nie eine geordnete Ausrichtung zeigen.

Im Hochrhein zählt *Ch. oncobyrsoides* im Abschnitt Balm – Reckingen mit zu den bestandsbildenden Arten und bildet dort eine 2-3 mm dicke weiche, graublaue bis blassgraue Schicht auf den meisten Steinen. Die rötliche Färbung wurde

nur in schattigen Bereichen beobachtet. Im Gegensatz zu vielen anderen Arten der Flachwasserbereiche dringt *Ch. oncobyrsoides* nach ROTT und WALSER (1996) offenbar in größeren Mengen auch in die tiefen Bereiche der Flusssohle vor. Im Oberrhein verschwindet die Art vollständig, obwohl sie nach KANN (1973) euryök sein dürfte.

**Chamaesiphon polonicus** (ROSTAFINSKI) HANS-GIRG

Abb. 37, 310, 311

Kolonien kastanienbraune Flecken bildend, bei optimaler Entwicklung sind Sporangien und Exosporen zu einem fast parenchymatischen Lager aus  $\pm$  aufrechten Zellreihen zusammengedrängt (Abb. 37). Sporogene Zellen rundlich, ellipsoidisch oder abgeplattet, mit deutlichem Granulum, 3,5-5  $\mu\text{m}$  breit, 3-5  $\mu\text{m}$  lang. Exosporen kleiner oder ebenso breit wie die Mutterzelle, rundlich, z.T. auch gestaucht oder abgeplattet. Pseudovagina fest, glatt, rotbraun, selten auch mehr rostbraun, dem Sporangium eng anliegend, am Rande nicht absteht und nicht aufgefasert.

Im Hochrhein im Abschnitt Balm – Reckingen zählt *Ch. polonicus* mit zu den dominierenden Aufwuchsformen (häufig – ziemlich häufig). Ab dem Sammelpunkt Murg nimmt die Abundanz stark ab, die Art bleibt jedoch im gesamten weiteren Flussverlauf bis Altlußheim präsent, wenn auch nur im Abundanzbereich „sehr selten“ oder „selten“.

**Chamaesiphon polymorphus** GEITLER

Abb. 41, 196, 197

Kolonien grau mit leicht bräunlichem Schimmer, gallertig, unterschiedlich groß, von kleinen Clustern im Aufwuchsgemisch bis hin zu vielschichtigen, ausgedehnten Bestandsflächen auf überströmten Steinen. Zellen oval-ellipsoidisch, gerundet-keilförmig, zylindrisch oder rundlich, z.T. in  $\pm$  radiärer Anordnung, 3-6  $\mu\text{m}$  breit, (3-) 4-8  $\mu\text{m}$  lang. Exosporen 1-4, meist gestaucht, Granulum sehr klein und schwer erkennbar. Pseudovaginae dünn, an der Basis fest und distinkt, zum Apex hin zarter und verschleimend. Eine regelrechte Schleimkappe ist meist nicht zu erkennen.

Im Hochrhein bis einschließlich Weil meist selten, im Oberrhein ab Neuenburg ziemlich häufig bis häufig.

**Chamaesiphon spec.**

Abb. 36

Zellen 7-9(-10)  $\mu\text{m}$  lang, an der Basis 3,5-4  $\mu\text{m}$ ,

apikal 2,5  $\mu\text{m}$  breit, mit kleinem Granulum, blaugrau, Sporangien leicht birnenförmig, in Gruppen beieinanderstehend, keine geschlossenen Lager bildend, dem Substrat nur lose verhaftet. Pseudovagina an der Basis rundlich, fast halbkugelig, glatt, fest, nach oben hin dem Zellkörper eng angeschmiegt, zart auslaufend, nicht geschichtet, farblos. Exosporen kugelig, einzeln, 2,5  $\mu\text{m}$   $\varnothing$ . Die eng anliegende, beinahe kugelige Form der Pseudovagina ist ungewöhnlich für Freilandformen, zumal von *Chamaesiphon subglobosus*, bei dem man zunächst Anknüpfungspunkte suchen könnte (vergl. BACKHAUS 1976, GEITLER 1932, KANN 1972). Aus Kulturmateriale sind jedoch bei KOMÁREK et al. ANAGNOSTIDIS (1999, Fig. 487) Wuchsformen dargestellt, die von den Umrissen her gewisse Ähnlichkeiten mit dem Hochrheinmaterial aufweisen. Auch die Zellmaße scheinen im passenden Größenbereich zu liegen. Ähnliche Ausprägungen sind andererseits auch bei jungen Einzelzellen von *Chamaesiphon aggregatus* (JANČEK.) GEITLER angedeutet (STARMACH 1957). Weiterhin ist eine Verbindung mit *Ch. oncobyrsoides* denkbar.

Im Hochrhein bei Balm in der gallertigen Aufwuchsschicht auf Steinen, selten

**Chamaesiphon subglobosus** (ROSTAFINSKI) LEM-MERMANN

Abb. 39, 194, 195

Kolonien von lockerem, unregelmäßigem Aufbau, Zellen durch Druck leicht voneinander trennbar. Sporangien rund bis eiförmig, 2,5-3  $\mu\text{m}$  breit, 3,5  $\mu\text{m}$  lang, graublau, Granulum klein, nicht immer erkennbar. Exosporen rund, 1,5  $\mu\text{m}$  im Durchmesser, meist einzeln, seltener bis zu 3 in einer Reihe, meist im Zellverband verbleibend, bisweilen aber auch durch Massenproduktion das Probenmaterial überschwemmend. Pseudovagina farblos, zart, zerfließend. *Ch. subglobosus* bildet im Hochrhein bei Balm Mischlager mit *Ch. oncobyrsoides*, von dem er jedoch durch Zellform und Färbung unterschieden werden kann (siehe Kommentar bei *Ch. oncobyrsoides*). Die Abgrenzung gegenüber *Ch. polymorphus* kann wegen der Ausprägung unterschiedlicher Wuchsformen mancherorts schwierig werden, ist bei gemeinsamem Auftreten jedoch meist eindeutig.

Im Hochrhein bei Balm im Mischlager mit *Pleurocapsa minor* ziemlich häufig, im weiteren Fußverlauf bis in den Raum Karlsruhe selten bis zerstreut, als Epiphyten auf *Cladophora* und zwischen anderen Aufwuchsalgen auf Steinen.

**Chlorogloea microcystoides** GEITLER

Abb. 27, 167, 168

Zellen rundlich, nur während der Teilungsstadien gegenseitig abgeplattet und dann halbrund bis polygonal verformt, zu relativ kleinen gallertigen Kolonien vereint. Zellhüllen gallertig verfestigt, jedoch wenig distinkt. Umrisslinien der Hüllen etwas rau oder granuliert. Zellen 2-2,4 µm im Durchmesser, grau. Kolonien flach, von unregelmäßigem Umriß, blassgrau. Die Ausbildung von Zellreihen, wie sie beim Material von KOMÁREK et KALINA (1965, Abb. 8) typisch zu sein scheint, ist bei der Hochrheinform in Ansätzen erkennbar, aber nicht deutlich ausgeprägt. Bei KOMÁREK & MONTEJANO (1994) werden im Gegensatz zu GEITLER (1932) und KOMÁREK & ANAGNOSTIDIS (1999) für *C. microcystoides* Zellgrößen (ohne Hüllen) von (2,8-)3,5-5,6(-8,6) µm angegeben. Derartige große Zellen wurden im Rhein nicht beobachtet. Im Hochrhein und Oberrhein bis Greffern fast überall vorhanden, wenn auch nur in geringen Abundanz von sehr selten bis zerstreut, nur bei Greffern ziemlich häufig.

**Chlorogloea rivularis** (HANS GIRG) KOMÁREK et ANAGNOSTIDIS 1995

Abb. 29, 169-170

Lager flach, zusammenfließend, als 1-3 mm große dunkel-blaugrüne Flecken makroskopisch hervortretend. Zellen an der Basis dicht und unregelmäßig gelagert, nach oben und zu den Seiten hin weniger dicht und in deutlich erkennbare Zellreihen übergehend. Zellen 3,2-4 µm im Durchmesser, rund, oder rundlich-oval bis länglich (vor der Teilung), bei dichter Lagerung auch gegenseitig abgeplattet. Zellinhalt auffallend homogen, blaugrün. Gallerte der Kolonie farblos, ohne Anfärbung (z.B. mit Methylenblau) schwer erkennbar.

Im Hochrhein nur bei Wyhlen gefunden, selten. Im Oberrhein bei Kappel und im Raum Karlsruhe selten bis zerstreut, in Frühjahrsproben bei Karlsruhe ziemlich häufig.

**? Chlorogloea spec.**

Abb. 30, 171-175

Kolonie aus chroococcoiden Zellen aufgebaut, abgeflacht-halbkugelig, gallertig, mit seitlichen Auswüchsen in Form von Zellschläuchen. Gallerte unstrukturiert, fest, farblos, ohne feste Außenhaut. Zellen halbkugelig, länglich oder polygonal gerundet, eigene Hüllen nicht erkennbar, 5-7,5 µm breit, 4-8 µm lang, sehr dicht gelagert. In den peripheren Ausstülpungen sind die Zellen

deutlich in Reihen angeordnet, z.T. mit seitlichen Verzweigungen, im Kolonieninneren hingegen immer mehr oder weniger regellos gelagert. Der Zellinhalt ist intensiv blau gefärbt.

Es wurde nur eine Kolonie im Hochrhein bei Balm gefunden, fest angeheftet auf einem dünnen, bereits abgestorbenen, submersen Gramineenblättchen im schwach durchströmten ufernahen Flachwasserbereich. Thallus 450 µm breit, 250 µm hoch. Es muß ungeklärt bleiben, ob es sich um ein Jugendstadium einer sonst größeren Form oder um eine bereits ausgewachsene Kolonie handelt.

Die Zuordnung dieser Cyanophyceae zu einer bestimmten Gattung oder Art erscheint vorerst nicht möglich. In der Koloniform bestehen noch am ehesten Ähnlichkeiten mit *Chlorogloea epiphytica* und *Chlorogloea lithogenes* (KOMÁREK et MONTEJANO 1994). Beide sind jedoch tropische Formen und haben weitaus kleinere Zellen. Möglicherweise ist auch ein Zusammenhang mit dem Chroococcalenstadium von *Onkonema* zu suchen (GEITLER und RUTTNER 1935/36). Es ist jedoch auch nicht auszuschließen, dass es sich um eine bisher unbekannte Form handelt.

**Chondrocystis dermochroa** (NÄGELI) KOMÁREK et ANAGNOSTIDIS

Abb. 15, 301

*(Gloeocapsa dermochroa* NÄGELI)

Kolonien klein, flache, unregelmäßig geformte Zellaggregate bildend. Teilkolonien rund, 5-8 µm groß, dicht gepackt, äußere Begrenzung fest, z.T. gechichtet, braun. Zellen 1,5-2,5 µm im Durchmesser. Bei älteren Kolonien bleibt die Braunfärbung nur noch in den äußeren Teilkolonien erhalten, während zum Inneren hin sich die Teilhüllen auflösen und *aphanocapsa*-artige Zellaggregate ohne Gelbfärbung entstehen.

Im Hochrhein zusammen mit anderen Aufwuchsalgen auf Steinen im Flachwasserbereich, selten; im Oberrhein häufiger, bei Weil und Greffern als dunkelbraune Krusten in der Wellenschlagzone erkennbar.

**Chroococcopsis fluviatilis** (LAGERHEIM) KOMÁREK et ANAGNOSTIDIS

Abb. 43 a-c, 202-204

*(Pleurocapsa fluviatilis* LAGERHEIM)

Zellen meist dichtgedrängt in Gruppen beieinanderstehend, seltener einzeln. Zellinhalt von blassgrauer bis graublauer Farbe. Je nach Bestandsdichte ergeben sich unterschiedliche Zellformen: kreisrund über länglich oval bis hin

zu polygonal abgeplattet. In der Vertikalansicht sind die Zellen länglich-oval, umgekehrt birnenförmig oder keulenförmig, 2-4 µm breit, 4-7 µm lang. Isoliert stehende ausgewachsene runde Zellen erreichen einen Durchmesser bis zu 10 µm. Die ersten Zellteilungen erfolgen senkrecht zur Substratoberfläche, danach setzen Teilungen in unterschiedlich geneigten Ebenen ein. Daraus resultiert ein ca. 50-60 µm mächtiges Zellager aus 3-5 µm großen polygonal gerundeten Einzelzellen. Diese Kolonief orm hat mit den von LAGERHEIM, bzw. HANS GIRG in GEITLER (1932, Fig. 181 a-c) wiedergegebenen Abbildungen so gut wie keine Ähnlichkeit. Es fehlen die dort angegebenen kompakten vertikalen Zellreihen mit ihrem kräftigen Membrangerüst. Die Zellanhäufungen liegen vielmehr in einer form- und farblosen, schleimigen Gallerte. Das vorliegende Material entspricht dagegen einerseits weitgehend den von AKIYAMA et al. (1977, Plate 20, Fig. 3 b-c) für *Pleurocapsa fluvialis* LAGERHEIM wiedergegebenen Abbildungen, in denen ebenfalls keine festen Fadenreihen dargestellt sind. Andererseits bestehen, auch von den Zellmaßen her, Ähnlichkeiten mit der von GEITLER und RUTNER (1935/36) beschriebenen *Pleurocapsa subgelatinosa* GEITLER, die von KOMÁREK et ANAGNOSTIDIS (1999) zu *Radaisia* gestellt wurde. Als weitere Form mit morphologisch engen Beziehungen zu den Rheinproben gerät auch *Chroococcopsis fluminensis* FRITSCH (1929) ins Blickfeld, deren Vereinigung mit *Pleurocapsa minor* durch GEILER (1932) von LUND (1950) und später auch von KANN (1978) in Frage gestellt wurde. Eine definitive Klärung muß vorerst offen bleiben, doch dürfte die Zuordnung der Rheinproben zu *Chroococcopsis fluvialis* am naheliegendsten sein.

Im Hoch- und Oberrhein überall verbreitet, sowohl als Epiphyten auf *Cladophora* und Wassermoosen als auch im Bewuchs der Steine, selten bis ziemlich häufig.

#### **Chroococcopsis gigantea** GEITLER

Abb. 42, 205, 312, 313

Zellen einzeln oder in lockeren Gruppen bis hin zu dicht gepackten, z.T. übereinanderliegenden Zellhaufen. Zelldurchmesser 5-30 µm. Membran bei jungen Zellen dünn und optisch wenig abgehoben, erst bei älteren Zellen kräftig und zweischichtig, 0,5-1,5 µm dick, farblos. Die Färbung des Zellinhaltes wechselt je nach Standort von unscheinbar grau (vorwiegend im Hochrhein) bis leuchtend blau oder blau-lila (vorwiegend im Oberrhein bei Karlsruhe). Endosporenbildung häufig.

Verbreitet im Hoch- und Oberrhein als Epiphyten auf *Cladophora* und Wassermoosen und als direkte Aufwuchskomponente auf Steinen der Uferschüttung und Buhnen, meist sehr selten bis zerstreut, auf den Buhnen bei Karlsruhe ziemlich häufig.

#### **Chroococcus bituminosus** (BORY) HANS GIRG

Abb. 24, 160

Lager schwarzgrau bis pechschwarz, als ca. 1 mm starker krümeliger schwarzer Belag auf Steinen in Ufernähe makroskopisch auffallend, durch Druck sehr leicht in kleine Einzelkomponenten zerfallend. Einzelzellen graublau, rundlich bis leicht oval, 1,8-3 µm im Durchmesser, mit Hüllen 4-5 µm groß, meist in Gruppen zu 2-4, seltener bis 8 zusammenliegend. Hüllen der jungen Zellen zart und farblos, später kräftig, grau bis schwarz gefärbt, zum Teil einseitig verdickt, aber ungeschichtet.

Die Systematik von *C. bituminosus* ist unübersichtlich. Obwohl GEITLER (1932) die Zuordnung zu *Chroococcus* geklärt hat, holen STARMACH (1966) und KONDRATJEVA et al. (1984) dieses Taxon wieder zu *Gloeocapsa* zurück. KOMÁREK et ANAGNOSTIDIS (1999) ordnet es wieder *Chroococcus* zu, überführen es jedoch in *Chroococcus cohaerens* (BREBISSE) NÄGELI 1849. Da in den Hochrheinproben *C. cohaerens* in anderem Erscheinungsbild und mit deutlich größeren Zellen auftritt (Abb 159), wird hier die Nomenklatur von GEITLER (1932) übernommen.

Nur im Oberrhein bei Weil auf Granitgestein in langsamer Strömung, in Ufernähe, häufig.

#### **Chroococcus cohaerens** (BREBISSE) NÄGELI

Abb. 159

Lager klein, schleimig-gelatinös, formlos, am Rande zerfließend. Zellen rundlich, nach der Teilung halbkugelig, grau mit bräunlichem Schimmer, ohne Hülle 4-5 µm breit, mit Hülle 7 µm groß, meist zu zweit in gemeinsamer Hülle. Hüllen dünn, außen fest, ungeschichtet, farblos. Die Zellmaße und der Kolonief aufbau treffen sowohl auf *C. cohaerens* als auch auf *C. membraninus* (MENECHINI) NÄGELI zu. Beide sind jedoch keine Bewohner mitteleuropäischer Fließgewässer, so dass die endgültige Zuordnung der Hochrheinproben unsicher bleibt. Da für *C. membraninus* eine ledrige violettgrüne Kolonief orm angegeben wird, dürfte dies Art auszuschließen sein, obwohl die Abbildung für *C. membraninus* bei Akiyama et al. (1997, S.30) das Aussehen der Hochrheinform weitgehend trifft.

Im Hochrhein bei Balm auf Steinen zwischen anderen Aufwuchsalgen in schneller Strömung, selten.

**Chroococcus minutus** (KÜTZING) NÄGELI

Abb. 21, 162, 163, 304

Zellen rund, (5-) 6-8 µm im Durchmesser, nach der Teilung halbkugelig, grau, einzeln oder zu 2-4 in Subkolonien beisammen. Gemeinsame Gallerte zerfließend, kaum erkennbar, Individualhüllen sehr zart.

Im Oberrhein überall in der Aufwuchsschicht auf Steinen, selten bis zerstreut.

**Chroococcus montanus** HANSGIRG

Abb. 22, 306

Lager gallertig-knorpelig, rundlich, 50-100 µm groß, hellbraun bis dunkelbraun, aus vielen Kleinkolonien zusammengesetzt. Zellen graublau, rundlich oder leicht oval, nach den Teilungen halbkugelig oder rundlich-polygonal, ohne Hüllen 4-5 (-6) µm, mit Hüllen 5-7,5 µm groß. Subkolonien mit 2-4 Zellen, zu unregelmäßig geformten Paketen gepackt. Hüllen farblos, blaß-braungelb oder dunkelbraun, meist einfach, dünn, nur an den Stellen intensiver Braunfärbung etwas dicker und geschichtet.

Nur im Hochrhein, in der Aufwuchsschicht auf Steinen in mäßiger Strömung und in der Wasserwechselzone, selten bis zerstreut.

**Chroococcus obliteratus** RICHTER

Abb. 23, 161, 305

Zellen kugelig oder halbkugelig, ohne Hülle 5 µm, mit Hülle 8-10 µm im Durchmesser, einzeln oder zu wenigen beisammen, ohne gemeinsame einhüllende Gallerte. Individualhüllen farblos, fest, schwach geschichtet, ca. 1,5 µm stark.

Nur im Hochrhein bei Wyhlen beobachtet, in der lockeren Aufwuchsschicht auf Steinen in mäßiger Strömung, selten.

cf. **Chroococcus polyedriformis** SCHMIDLE

Abb. 18, 165, 305

Zellen mit auffallend weitem Abstand voneinander in ± formloser Gallerte eingebettet. Zellformen unterschiedlich: quaderförmig, z.T. würfelförmig, oft länglich und in sich gebogen, teilweise rundlich oder polyedrisch gerundet, 5-6 µm breit, 8-10 µm lang. Gallerte weich, farblos, mancherorts sind zerfließende Abgrenzungen einzelner Zellgruppen schwach erkennbar. Kolonien bis 60 µm groß. Die Zuordnung der vorliegenden Form zu *Chroococcus* ist nicht eindeutig, da die Zellen zu vielgestaltig sind und nicht dem eher gleich-

mäßigen *Chroococcus*-Muster entsprechen. Sie geschieht hier vornehmlich aufgrund der Ähnlichkeiten der Zell- und Kolonieförmigkeit mit der Abbildung von *Chroococcus polyedriformis* bei KOMÁREK et ANGHOSTIDIS (1999, Fig. 411 b). Die Zellen von *C. polyedriformis* sind jedoch gleichmäßiger geformt und dichter gelagert. Außerdem handelt es sich bei *C. polyedriformis* um eine tropische Art.

Im Hochrhein bei Balm als Epiphyten auf *Cladophora*, im Oberrhein nur bei Greffern, im Aufwuchsgemisch auf Steinen, sehr selten.

**Chroococcus** cf. **prescottii** DROUET et DAILY

Abb. 20

Zellen 5-6 µm im Durchmesser, rundlich bis länglich-oval, nach der Teilung eher halbkugelig, oft zu Vierergruppen beieinander. Individualhüllen nicht ausgeprägt. Koloniegallerte homogen, farblos, außen mit z.T. distinkten, z.T. eher zerfließendem Rand. Form und Anordnung der Zellen entsprechen weitgehend der Abbildung 377 d in KOMÁREK et ANAGHOSTIDIS (1999, S. 289).

Nur im Hochrhein bei Wyhlen, in der gallertigen Aufwuchsschicht auf Steinen in mäßiger Strömung, selten.

cf. **Chroococcus quaternarius** ZALESSKY

Abb. 19, 164

Kolonien mikroskopisch klein, 15-32 µm im Durchmesser, am Substrat festgeheftet, aus kleinen Subkolonien von 4-8 Zellen zusammengesetzt. Hüllen bei jungen Subkolonien deutlich hervortretend, ca. 1 µm dick, bei älteren zunehmend verschleimend und zerfließend, undeutlich, farblos. Zellen rundlich, halbrund, würfelförmig oder unregelmäßig gerundet, 4-7 µm breit, 6-10 µm lang, vor der Teilung bis 13 µm lang, grau-blau.

Die Zuordnung der vorliegenden Form zu *Chroococcus quaternarius* bleibt trotz gewisser Ähnlichkeiten bei den Zellformen unsicher, zumal es sich bei dieser Art um eine epipelische Form handelt. Weiterhin bestehen Ähnlichkeiten mit *Pseudocapsa* und mit *Cyanosarcina chroococcoides* in der Abbildung von HOFFMANN (1986, sub *Myxosarcina chroococcoides*).

Nur im Hochrhein bei Balm auf *Cladophora*, sehr selten.

**Chroococcus varius** A. BRAUN in RABENHORST 1861

Abb. 25

Kolonien sehr klein, nur 20-30 µm groß, in formloser, farbloser, hyaliner Gallerte. Zellen ohne



Hüllen 3 µm, mit Hüllen 5 µm groß. Hüllen kräftig, farblos, Schichtungen nicht erkennbar.

Im Hochrhein bei Wyhlen im lockeren Aufwuchsgemisch auf Steinen in mäßiger Strömung, sehr selten.

**Cyanobium diatomicola** (GEITLER) KOMÁREK, KOPECKÝ & ČEPÁK

Abb. 6

Zellen 0,8 µm breit, 0,2-2 µm lang, gerade, in kleinen Gruppen zwischen Diatomeen auf alten *Cladophora*-Pflanzen.

Im Oberrhein bei Karlsruhe, selten.

cf. **Cyanodermatium gelatinosum** GEITLER

Abb. 34, 182

In der Aufwuchsschicht auf überströmten Steinen der flachen Uferzonen von Hoch- und Oberrhein tritt eine chroococcale Cyanophyceenform auf, deren systematische Zuordnung nicht abschließend geklärt werden konnte. Es handelt sich um unregelmäßig halbkugelig geformte gelatinöse Kolonien, zusammengesetzt aus locker verbundenen, radial-parallel verlaufenden Zellreihen (Pseudofilamente mit 10-20 Zellen). Die einzelnen Zellen sind unregelmäßig rechteckig bis polygonal geformt, 2,5-4 µm groß, mit zum Teil deutlich hervortretender individueller Umhüllungsgallerte. Zellinhalt blaugrau, Umhüllungsgallerte farblos.

Diese Kolonien haben einerseits Ähnlichkeit mit dem status mucosus von *Pleurocapsa minor*, z.B. in den Fig. 184 a, b bei GEITLER (1932), andererseits entsprechen sie dem Habitus von *Cyanodermatium gelatinosum* in der Darstellung von GEITLER und RUTTNER (1935/36, Abb. 37). Die Zellmaße von *Cyanodermatium gelatinosum* stimmen mit dem Probenmaterial aus dem Rhein gut überein, allerdings sind die Endzellen der Pseudofilamente aus dem Rhein nicht so deutlich zugespitzt, wie es von GEITLER für *Cyanodermatium* erwähnt wird. Deren mehr rundliche Formen im Rhein und die im Endzellenbereich wiederholt anzutreffenden seitlichen Verzweigungsansätze würden mehr auf *Pleurocapsa* zutreffen. Andererseits zeigen die Kolonien des status mucosus eine weniger kompakte Form als die als *Cyanodermatium* angesprochenen Zellverbände.

Die vorläufige Einordnung des Rheinmaterials bei *Cyanodermatium* stützt sich insbesondere auf den Umstand, dass nirgendwo ein Übergang oder wenigstens eine zuordnungsfähige Nachbarschaft von eindeutigen *Pleurocapsa*-zellen zu den *Cyanodermatium*-artigen Kolonien gefunden

werden konnten. Ferner ist eine nähere Verwandtschaft zu den von LEON-TEJERA, MONTEJANO et CANTORAL-URIZA (2003) abgebildeten *Cyanodermatium*-species unübersehbar.

Im Hoch- und Oberrhein überall präsent, selten bis zerstreut, im Bereich Karlsruhe ziemlich häufig, z.T. mit rötlichem Farbton.

cf. **Cyanosarcina fontana** KOVÁČIK

Abb. 26, 166

Kolonien mikroskopisch klein, olivgrün, meist aus 4-16-zelligen Paketen zusammengesetzt. Zellen 6-8 µm groß, mit dünnen, farblosen Hüllen, auch größere Zellverbände von feiner gemeinsamer Hülle umschlossen.

Die Zellmaße und der Koloniaufbau stimmen mit den Angaben und Abbildungen von KOVÁČIK (1988) gut überein. *C. fontana* ist jedoch eine Cyanophyceenform aus Quellbiotopen und wurde bisher in Flüssen nicht gefunden. Ferner besteht eine Ähnlichkeit mit *Gloeocapsopsis magma*, insbesondere mit der Fig. 93 d in GEITLER (1932). Da braune Hüllenfärbungen, wie sie für *G. magma* sonst typisch sind, nicht immer ausgeprägt sein müssen, wäre eine Zuordnung zu diesem Taxon nicht völlig auszuschließen.

Im Oberrhein bei Greffern und Altlußheim, in der gallertigen Aufwuchsschicht auf Steinen und im Metaphyton zwischen Wassermoosen, sehr selten bis selten.

ef. **Entophysalis** spec.

Abb. 28, 176, 177

Kolonien mikroskopisch klein, flach, gallertig, gelbbraun. Zellen rundlich, oval-länglich oder unregelmäßig geformt, 2-2,5 µm groß, in parallelen Reihen senkrecht zum Substrat angeordnet. Hüllen gallertig-zerfließend, aber zum größten Teil noch individuell erkennbar. Im peripheren Bereich aus den Gallertsträngen heraustretende freie Zellen vorwiegend länglich-oval. Hüllgallerte im unteren Koloniebereich farblos, in den oberen Zweidritteln in eine schwach gelbbraune Färbung übergehend.

Die systematische Zuordnung dieser Kolonien muß zunächst ungeklärt bleiben. Gegen eine Identifizierung mit *Entophysalis cornuana* SAUVAGEAU sprechen die abweichenden Zellformen und die kleineren Zelldimensionen. Gegen eine Verbindung mit *Cyanodermatium fluminense* (FRITSCH) KOM. et ANAGN., das ebenfalls braune Kolonien ausbildet, sprechen die andersgeartete Hüllenstruktur bei den Zellen im Rheinmaterial, die kleineren Zellen und die fehlende Ausbildung

von vergrößerten Monocyten am Ende der Pseudofilamente.

Im Oberrhein bei Neuenburg und Karlsruhe in der weichen Aufwuchsschicht auf Steinen, selten.

### **Gloeocapsa kützingiana** NÄGELI

Abb. 297

Kolonien mikroskopisch klein, braungelb. Zellen ohne Hüllen (vor der Teilung) 4,5-5 µm im Durchmesser, blaugrün, Zellinhalt homogen, mit Hüllen 8 µm. Hüllen zartbraun, interne Hüllen nicht deutlich erkennbar.

Im Oberrhein bei Greffern, vereinzelt in der Aufwuchsschicht auf Steinen. Nach GOLUBIĆ (1967) wären die vorliegenden Formen als status *familiaris simplex* einzustufen.

### **Gloeocapsa sanguinea** (AGARDH) KÜTZING

Abb. 14, 298, 299, 300

Kolonien bis 50 µm groß, zusammengesetzt aus mehreren bis vielen Subkolonien innerhalb einer weiten, blasigen, glatten Hülle. Hüllen bordeauxrot gefärbt, deren Färbung bei den Teilkolonien intensiver als bei der Außenhülle. Alle Hüllen punktiert, bei den Teilkolonien stark und deutlich, bei der Gesamthülle eher zart und undeutlich. Bei den Teilkolonien sind die Hüllen oft einseitig verdickt, ohne dass eine Schichtung erkennbar wäre. Zellen blassgrau, rund, ohne Hülle 4,5-5 µm, mit Hülle 8-15 µm im Durchmesser. Subkolonien meist zweizellig, selten bis 8-zellig.

*Gloeocapsa sanguinea* gilt allgemein als eine vorwiegend subaerophytisch auf feuchten Felsen vorkommende Form. Aus Fließgewässern liegen bisher nur wenige Funde vor (KANN 1978, OEGGL 1986, SHEATH et al. 1996). Aus dem Litoral des Bodensees werden Funde von MATTERN (1970) berichtet.

Kürzlich wurde von LEDERER (2000) eine europäische Art von *Asterocapsa*, *Asterocapsa aerophytica* LEDERER, beschrieben, auf die einige der Merkmale des Oberrheinmaterials ebenfalls zutreffen, wie z.B. Zelldimensionen, Rotfärbung und Granulierung der Hüllen sowie die Ausbildung der Kolonieförmigkeit. *Asterocapsa aerophytica* scheint jedoch ein Vertreter extremer Trockenstandorte zu sein, so dass eine Identifizierung mit dem aquatischen Rheinmaterial nicht in Frage kommen dürfte.

Im Hochrhein bei Weil, in der weichen Aufwuchsschicht auf Granitgestein in der Wellenschlagzone, ziemlich häufig.

### **Gloeocapsopsis pleurocapsoides** (NOVÁČEK)

KOMÁREK et ANAGNOSTIDIS

Abb. 16, 302, 303

Kolonien klein, rundlich, 50-100 µm im Durchmesser, aus kleinen 2-4-zelligen Subkolonien zusammengesetzt. Eine gemeinsame Koloniehülle ist erkennbar. Zellen rundlich, ellipsoidisch oder unregelmäßig gerundet, z.T. gegenseitig abgeplattet, 5-7 µm groß, runde Zellen 7 µm Ø. Hüllen im Kolonieninneren zart und farblos, zur Peripherie hin kräftiger, granuliert und geschichtet, gelbbraun bis dunkelbraun gefärbt.

Im Oberrhein von Weil bis Karlsruhe auf überflossenen Steinen in der Wasserwechselzone, selten.

### **Gloeocapsopsis spec.**

Abb. 17, 158

Kolonien sehr klein, rundlich, 50-80 µm im Durchmesser, kompakt, aus dicht gelagerten kleinen, separat umhüllten Zellgruppen zusammengesetzt. Eine größere Anzahl von Subkolonien wird ihrerseits jeweils von einer gemeinsamen dünnen, distinkten Hülle umschlossen. Die Hüllen von Gesamtkolonie und Teilkolonien sind gelbbraun bis dunkelbraun gefärbt, dünn, glatt, nicht geschichtet. Die Zellen sind unregelmäßig geformt, meist länglich, manchmal leicht gebogen, z.T. gegenseitig abgeplattet, nie kugelig, (2,5-4) x (6-7,5) µm groß, intensiv blaugrün gefärbt. Individuelle Hüllen um die Einzelzellen sehr eng, genau dem Zellumriß folgend und daher nur schwer erkennbar.

Der Aufbau der Kolonien entspricht dem von *Gloeocapsopsis*, doch ist die Zusammenführung mit *Gloeocapsopsis pleurocapsoides* trotz brauner Hüllenfärbungen und annähernd gleichgroßer Zellen nicht überzeugend. Die Zellen von *Gloeocapsopsis spec.* sind durchgehend länglicher geformt und die Hüllen weder geschichtet noch granuliert.

Im Hochrhein in Form auffällig dunkelbrauner Kolonien zwischen Phormidien, *Lynbya* und *Calothrix* im Detritusbelag auf Steinen, selten.

### **Homoeothrix crustacea** WORONICHIN

Abb. 60, 217

Fäden gerade, ± parallel ausgerichtet, 3,2-4 µm breit. Trichome 2,5-3 µm breit, an den Querwänden eingeschnürt, Zellen zylindrisch oder kurz tonnenförmig, gelbgrün bis blaugrün, 1-1/3 mal so lang wie breit. Scheiden dünn, fest, kräftig, farblos bis gelbbraun. Das vorliegende Material entspricht den Abbildungen 31-33 bei KOMÁREK

und KANN (1973). Verjüngte Fadenenden oder Haarbildung wurde nicht beobachtet, aber die Endzellen sind z.T. kegelig zugespitzt. Eigenständige von *H. crustacea* aufgebaute Kalkkrusten wurden nicht beobachtet.

Im Hochrhein bei Murg, sowie im Oberrhein bei Neuenburg und Karlsruhe zwischen anderen Hormogonalen, eingebettet in lockeren Kalkausfällungen, selten bis zerstreut.

**Homoeothrix gracilis** (HANSRIG) KOMÁREK et KOVÁČIK

Abb. 57, 324, 325

(*Homoeothrix rivularis* KOMÁREK & KANN 1973)

Die Lager bilden auf Kalksteinen flache, mit lockerem Kalk durchsetzte dunkelbraune Krusten. Fäden gerade oder nur wenig gebogen, an der Basis 3-4 µm, zur Fadenmitte hin 2,5-3 µm breit, zum Ende hin nur wenig verjüngt, ca. 40-100 µm lang. Trichome 2,5-3,7 µm breit, blaß-blaugrau, nicht in ein hyalines Haar endend. Zellen kürzer als breit, 2-2,5 µm lang, zum Fadenende hin auch isodiametrisch. Scheiden rau, im unteren Drittel des Fadens dunkelbraun gefärbt, einzelne Abschnitte z.T. teleskopartig gegliedert, weiter oben glatter und farblos.

Im Hochrhein nur bei Wyhlen, im Oberrhein von Greffern bis Altlußheim, selten bis zerstreut.

**Homoeothrix janthina** (BORNET et FLAHAULT)

STARMACH

Abb. 58

Fäden von unterschiedlicher Breite und Länge; neben kurzen, nur 15-25 µm langen, etwas gedungen wirkenden Exemplaren mit Fadenbreiten von 2,5 µm sind Bestände mit langen, sehr schlanken Fäden bis zu 300 µm Länge anzutreffen, die an der Basis und über weite Strecken hinweg nur 1-1,5 µm breit sind. Bei den sehr dünnen Formen fehlt oft jede Differenzierung in Basis und Spitze oder in unterschiedliche Zellformen. Bei allen Fadentypen sind die Zellen quadratisch oder etwas länger als breit, was als unterschiedliches Merkmal gegenüber *Homoeothrix varians* gewertet werden kann. Trichome an den Querwänden schwach eingeschnürt. Scheiden sehr dünn, eng, farblos. Aufschlussreiche Hinweise zur Morphologie und Ökologie von *H. janthina* und *H. varians* werden von PFISTER (1992) gegeben.

Im Hochrhein und Oberrhein fast überall präsent, bei Balm und Reckingen ziemlich häufig, sonst selten; im Oberrhein nur bei Karlsruhe gefunden, selten.

**Homoeothrix juliana** (BORNET et FLAHAULT) KIRCHNER

Abb. 61, 218, 219

Fäden an der Basis 14-15 µm breit, in jungem Zustand meist gebogen, ältere Fäden oft sehr lang, fast wurmförmig gestreckt mit nahezu völlig parallelen Seitenlinien, bis 600 µm lang. Trichome 12 µm breit, zum Ende hin in charakteristischer Art plötzlich verjüngt, ohne dass die Scheiden sich dieser Verjüngung anpassen. Haarbildung nicht beobachtet. Scheiden glatt, farblos, im unteren Fadenteil kräftig und fest, bis zu 1,5 µm dick, im oberen Teil eher dünn und zart. Der Übergang vom kräftigen zum zarten Teil ist abrupt, teleskopartig. Zellen scheibenförmig, 2 µm lang, an den Querwänden nicht eingeschnürt. *H. juliana* wächst nicht in dichten Lagerbeständen, sondern immer nur einzeln oder in kleinen Gruppen zwischen anderen Aufwuchsalgen.

Im Hochrhein bei Murg und Wyhlen, im Oberrhein von Greffern bis Karlsruhe, sehr selten bis ziemlich häufig.

**Homoeothrix margalefii** KOMÁREK et KALINA

Abb. 56, 216, 321

Fäden aufrecht, gerade oder zur Basis hin leicht gebogen, bis 200 µm lang, an der Basis 3-8 µm breit. Trichome 3-7 µm breit, Zellen kürzer als breit, 1-3 µm lang, an den Querwänden eingeschnürt. Zellinhalt graublau. Scheiden dünn, farblos, Haarbildung selten.

*H. margalefii* fehlt im Hochrhein und tritt im Oberrhein erst ab Neuenburg in Erscheinung, dann aber sofort in großen Mengen.

**Homoeothrix nidulans** (HANSRIG) KOMÁREK

Abb. 55, 322, 323

(*Leptochaete nidulans* HANSRIG)

Fäden einzeln oder in kleinen Gruppen, aufrecht oder gebogen, unverzweigt, an der Basis leicht verdickt, am Ende nicht verjüngt, nicht in ein Haar ausgehend, bis 120 µm lang, an der Basis 2,5-3,5 µm breit. Scheiden eng anliegend, glatt, nicht geschichtet, am Ende nicht divergierend, intensiv braun gefärbt, ohne rötlichen Einschlag. Trichome an der Basis 1,5-2 (-2,5) µm breit, im restlichen Teil einheitlich 1,5 µm breit. Zellen isodiametrisch bis etwas länger als breit, 1,5-1,8 µm lang, an den Querwänden leicht eingeschnürt, Querwände selbst nur schwer erkennbar. Zellinhalt homogen, blaß-grau.

Die Fäden zeigen einheitlich ein charakteristisches peitschenartiges Aussehen: Der Schaftteil (= sichtbare braungefärbte Scheide) ist einheit-

lich 35 µm lang, der heraustretende „Peitschenfaden“ ist 70-80 µm lang. Die vorliegende Form aus dem Rhein würde von den Zellmaßen des Trichoms her gut bei *Homoeothrix fusca* f. *britannica*. GODWARD, vom Habitus der Fäden her auch bei der forma *elongata* einzuordnen sein. Dem widerspricht jedoch die rostbraune Farbe der Scheiden. Sowohl bei STARMACH (1934, 1966, 1968) als auch bei GODWARD (1937) gehört die schwarzviolette, bzw. lila-rötliche Färbung der Scheiden zum diakritischen Merkmal von *H. fusca*. Außerdem ist sie eine Charakterform für kalkarme Gewässer (KOMÁREK & KANN 1973). Auch die im Vergleich zu den formae *britannica* und *elongata* (die von STARMACH 1968 zusammengezogen wurden) viel kürzeren und wenig gebogenen, fast starren Scheiden der Rheinform sprechen gegen eine Zusammenführung mit dem Formenkreis von *H. fusca*. Gegenüber *H. rivularis* sensu KOMÁREK & KANN (1973) [= *Homoeothrix gracilis* (HANSIGIRG) KOMÁREK et KOVÁČIC 1987] bestehen, bezogen auf die Abb. 38-47 bei KOMÁREK & KANN (1973), vergl. auch PFISTER (1992), zu große Unterschiede hinsichtlich der Zellmaße und der Scheidenstruktur.

Von der Struktur und Färbung der Scheiden und der undeutlichen Gliederung der Trichome her bietet sich am ehesten eine Zuordnung des Rheinmaterials zu der von HANSIGIRG (1892) als *Leptochaete nidulans* beschriebenen Form an, wenn auch hinsichtlich der Fadenlänge Divergenzen bestehen. *Leptochaete nidulans* wurde von HANSIGIRG nur einmal in der Gallerte planktischer *Microcystis*-Arten gefunden und seitdem offenbar nie mehr wieder beobachtet. Es ist darauf hinzuweisen, dass die im Rhein gefundenen Fäden ebenfalls in einer gallertigen Algenschicht auftreten, hier vorzugsweise im Mischlager von *Chamaesiphon oncobyrsoides*, *Ch. subglobosus*, *Ch. polonicus*, *Pleurocapsa minor*, *Siphononema polonicum*, *Sporotetras* u. a. – Das Merkmal der Fadenlänge ist, wie auch bei KOMÁREK & KANN (1973) hervorgehoben wird, bei *Homoeothrix* sehr veränderlich. Ob die gegenüber der Artdiagnose längeren Fäden des Rheinmaterials noch innerhalb der natürlichen Variationsbreite liegen oder als Ökomorphose zu werten sind, müsste durch weitere Funde noch geklärt werden.

Taxonomisch ist *Leptochaete* nach KOMÁREK (1965) und KOMÁREK & KANN (1973) bei *Homoeothrix* zu integrieren.

Im Hochrhein bei Balm und Reckingen sowie im Oberrhein bei Neuenburg und Karlsruhe jeweils in der gallertigen Aufwuchsschicht auf Steinen in

mäßiger bis schneller Stömung, selten bis zerstreut, bei Neuenburg auf einigen wenigen Steinen auch stärker konzentriert und dort ziemlich häufig.

#### **Homoeothrix varians** GEITLER

Abb. 54, 214, 215

Fäden graublau, 2-3 µm breit, Trichome 1,5-2,5 µm breit, selten in ein Haar auslaufend. Scheiden je nach Standort zart oder kräftig, farblos. Zellen kürzer als breit, geldrollenartig aneinandergereiht, 1,2-1,6 µm lang, nicht granuliert.

*Homoeothrix varians* wird im Hochrhein ab Wyhlen und im Oberrhein bis in die Höhe von Karlsruhe zur dominierenden Aufwuchskomponente mit Abundanzwerten von „ziemlich häufig“ bis „häufig“. Flußabwärts verringert sich das Vorkommen bei Altlußheim bis auf „selten“.

#### **Hydrococcus cesatii** RABENHORST

Abb. 183, 184, 185

(*Onobyrsa cesatiana* (RABENHORST) RABENHORST)

Junge Kolonien flach, ausgebreitet, ± kreisförmig oder je nach Substratbeschaffenheit unregelmäßig geformt, im Alter mit starkem Vertikalwachstum. Randzellen im dichten Aufwuchsgemisch nicht immer deutlich verlängert, sonst 2 µm breit, bis 4 µm lang. Innere Zellen kleiner, isodiametrisch, (1,2-1,8)x(1,5-2) µm, blaugrün, seltener rötlich gefärbt.

Im Hoch- und Oberrhein auf *Cladophora*, Wassermoosen und auf Steinen, selten bis zerstreut, bei Karlsruhe ziemlich häufig, dort auch mit ausgeprägtem Vertikalwachstum.

#### **Hydrococcus rivularis** KÜTZING

Abb. 186, 187, 309

(*Oncobyrsa rivularis* (KÜTZING) MENECHINI)

Junge Kolonien flach, rundlich-scheibenförmig. Randzellen deutlich verlängert, 2,4-4,8 µm breit, 4,5-5,5 µm lang, Zellen im Innern ± isodiametrisch, gegenseitig abgeplattet, 2,5-5 mm im Durchmesser, blau bis blauviolett.

Im Hoch- und Oberrhein überall verbreitet, jedoch nur selten bis zerstreut.

#### **Hydrocoleum homoeothrichum** KÜTZING

Abb. 105, 255

Fäden mit unterschiedlich vielen Trichomen, wenn nur mit einem Trichom, dann 6 µm breit. Scheiden zerfließend, sehr hyalin, meist schwer erkennbar. Trichome 5,5-6 µm breit, graublau, am Ende kurz verjüngt, mit halbrunder bis kegelförmiger Endzelle, mit Kalyptra. Zellen so lang wie

breit oder etwas kürzer als breit, an den Querwänden nicht eingeschnürt und nicht granuliert. Querwände sehr zart, nur an den verjüngten Trichomenden deutlicher hervortretend. Dort sind die Zellen kürzer als breit.

Im Oberrhein bei Weil, Greffern und Karlsruhe, meist im Mischlager mit *Phormidium*- und *Schizothrix*-Arten auf Steinen in der Strömung oder artreiner in den Blattachsen von Wassermossen, selten bis ziemlich häufig.

**Hyella fontana** HUBER et JARDIN

Abb. 52, 212, 213

Thallus auf Kalksteinen zwischen anderen Aufwuchsalgen, nicht endolithisch. Der mittlere Bereich der Pseudofilamente besteht aus ziemlich kleinen coccoiden Zellen von ca. 3 µm Durchmesser, der distale Bereich geht über in ± zylindrische Zellen von 3,5-4 µm Breite und bis zu 15 µm Länge. Zellinhalt grau.

Die Zelldimensionen sind etwas kleiner als bei GEITLER (1932), bezw. KOMÁREK & ANAGNOSTIDIS (1999) angegeben, so dass das vorgefundene Material in die Nähe von *H. kalligrammos* ANAGNOSTIDIS et PANTAZIDOU rückt.

Im Hochrhein bei Wyhlen und im Oberrhein bei Neuenburg, Karlsruhe und Altlußheim auf Kalkstein oder auch in den lockeren biogenen Kalkausfällungen auf anderen Substraten, sehr selten bis ziemlich häufig.

**Hyella maxima** (GEITLER) ANAGNOSTIDIS et PANTAZIDOU

Abb. 51, 53

(*Hyella fontana* var. *maxima* GEITLER)

Thallus eingebettet in der biogen gewachsenen Kalkschicht auf überströmten Steinen. Pseudofilamente 6-8 µm breit. Zellen proximal rundlich, viereckig oder coccoid, distal zylindrisch. Neben der typischen adulten Wuchsform sind Chroococcalen-Stadien anzutreffen (Abb. 53), deren rundliche Zellen einen ziemlich einheitlichen Durchmesser von 8 µm aufweisen. Sie sind von entsprechenden Stadien von *Pleurocapsa minor* nur schwer zu unterscheiden. Vereinzelt treten kleine Gruppen von (12-13) × (15-40) µm großen Zellen auf, bei denen noch kein Teilungswachstum eingesetzt hat (Abb. 51) und die deshalb *Chroocopsis gigantea* ähneln. Der Zellinhalt ist meist auffallend blau, seltener blaugrau gefärbt. Im Hochrhein von Balm bis Murg, im Oberrhein bei Neuenburg, z.T. als ca. 1 mm<sup>2</sup> große dunkle Flecken in der Aufwuchsschicht erkennbar, sehr selten bis zerstreut.

**Jaaginema mirabilis** (BÖCHER) ANAGNOSTIDIS & KOMÁREK

Abb. 69

(*Oscillatoria mirabilis* BÖCHER)

Fäden gerade oder etwas gebogen, Zellen länger als breit, 1 µm breit, 4 µm lang, an den Querwänden nicht eingeschnürt, aber Zellen gegeneinander abgesetzt, an den Querwänden mit je 1 kleinen Körnchen.

Im Hochrhein bei Wyhlen im Lager von *Leptolyngbya foveolarum*, sehr selten.

**Jaaginema pseudogeminatum** (SCHMID) ANAGNOSTIDIS & KOMÁREK

Abb. 75

(*Oscillatoria pseudogeminata* SCHMID)

Trichome leicht wellig gewunden, an den Enden gerade, 1,5 µm breit. Zellen quadratisch oder etwas länger als breit, nur nach der Teilung etwas kürzer als breit, 1,2-2 µm lang. Endzelle etwas verlängert, abgerundet. Zellinhalt fein granuliert, oft mit einem Körnchen beiderseits der Querwände, blassgrau. Querwände deutlich hervortretend. Da das Granulum jeweils nur schwach hervortritt und auch unregelmäßig verteilt ist, ist die mögliche Zuordnung zur var. *unigranulata* Biswas nicht zwingend.

Nur im Hochrhein bei Balm vereinzelt im Lager von *Phormidium uncinatum*, aber dort nur im Bereich stark verschleimender Scheiden.

**Komvophoron constrictum** (SZAFFER) ANAGNOSTIDIS & KOMÁREK

Abb. 67, 228

(*Pseudanabaena constricta* (SZAFFER) LAUTERBORN)

Trichome einzeln im gallertig-weichen Aufwuchslager auf Steinen, Zellen 3,8 µm breit.

Im Oberrhein bei Greffern im Lager von *Lyngbya nigra*, sehr selten.

**Leptolyngbya foveolarum** (GOMONT) ANAGNOSTIDIS & KOMÁREK

Abb. 78

(*Phormidium foveolarum* GOMONT)

Fäden gerade bis gekrümmt, bisweilen ineinander verschlungen, 1,5-2 µm breit. Zellen quadratisch oder kürzer als breit, selten etwas länger als breit, 1,3-1,8 µm breit, 1-2 µm lang, graublau. Scheiden sehr dünn, stark verschleimend.

Im Hoch- und Oberrhein weit verbreitet, jedoch keine eigenen Lager bildend, sondern meist in sehr lockerem Verbund oder einzeln in der weichen Aufwuchsschicht auf Steinen oder in den Lagern verschiedener *Phormidium*-Arten, selten bis zerstreut.



**Leptolyngbya lagerheimii** (GOMONT) ANAGNOSTIDIS & KOMÁREK

Abb. 79

*(Lyngbya lagerheimii* (MÖBIUS,.) GOMONT

Fäden 3 µm breit, unregelmäßig bis schraubig gewunden, einzeln oder zu mehreren zwischen anderen Aufwuchsalgen. Zellen 2 µm breit, quadratisch oder etwas länger als breit, 1,5-2,5 µm lang, blaß blaugrün, Endzelle abgerundet. Scheiden fest, spröde, farblos. Körnchen in der Zellmitte gelegen.

Im Hochrhein bei Wyhlen und im Oberrhein bei Greffern vereinzelt im Aufwuchsgemisch auf Steinen.

**Leptolyngbya cf. tenuis** (GOMONT) ANAGNOSTIDIS & KOMÁREK

Abb. 70

Trichome 1 µm breit, Zellen 2,5 µm lang, unmittelbar nach der Teilung 1,2-1,5 µm lang, an den Querwänden leicht eingeschnürt (oft schwer erkennbar), Endzelle abgerundet, aber nicht verjüngt. Scheiden sehr zart, an den meisten Fäden nicht wahrnehmbar. Fäden unregelmäßig gebogen, abschnittsweise auch gerade. Die Identifikation mit *Leptolyngbya tenuis* ist nicht eindeutig.

Im Hochrhein bei Wyhlen und im Oberrhein bei Greffern zusammen mit *Leptolyngbya foveolarum* in der gallertigen Aufwuchsschicht auf Steinen, kein geschlossenes Lager bildend, selten.

**Leptolyngbya spec.** (1,5 µm Ø)

Abb. 71

Trichome gerade oder leicht gebogen, 1,4-1,6 µm breit. Zellen länger als breit, 2,3-2,6 µm lang, an den Querwänden nicht eingeschnürt und nicht granuliert, beiderseits mit einem kleinen, schwach sichtbarem Granulum. Endzelle zylindrisch, gerade, vorne abgerundet. Scheiden sehr zart, kaum erkennbar.

Im Oberrhein bei Greffern vereinzelt Fäden im Lager von *Phormidium uncinatum*.

**Lyngbya nigra** Ag.

Abb. 95, 241

Lager weich, hell blaugrün. Fäden lang, gerade, 10-12 µm breit. Zellen 9 µm breit, 3-4 µm lang, an den Querwänden nicht eingeschnürt und nicht granuliert. Querwände sehr zart und undeutlich. Scheiden dünn, aber sehr distinkt.

Im Oberrhein bei Greffern und Karlsruhe, nur wenige eigenständige Lager, meist im Mischlager mit mehreren *Phormidium*- und *Schizothrix*-Arten, selten bis ziemlich häufig.

**Microcoleus lacustris** (RABENHORST) FARLOW

Abb. 104, 251, 252, 334, 335

Fäden einzeln oder zu wenigen beieinander. Zellen 4,5 µm breit, so lang oder etwas kürzer oder länger als breit, je nach Teilungsfortschritt 3-6 (-7) µm lang, an den Querwänden deutlich eingeschnürt. Trichome gerade, zu den Enden hin auf eine Strecke von ca. 10-20 µm leicht verjüngt, graublau. Endzelle etwas verlängert, kegelig, verschiedentlich auch spitzkegelig zulauend. Scheiden farblos, schleimig-klebrig, 12-30 µm breit, selten verzweigt, nur wenige Trichome enthaltend, diese sind nicht tauartig umeinander gedreht.

Im Hochrhein bei Wyhlen im Lager von *Phormidium cortianum* oder im Detritusbelag von Steinen in Flachwasserzonen, selten. Im Oberrhein bei Greffern im dichten Bewuchs von *Cladophora glomerata*, selten.

**Microcoleus subtorulosus** (BRÉBISSEON) GOMONT

Abb. 103, 253, 254, 336, 337

Lager in Form lilablauer Überzüge auf Wassermoosen. Fäden sehr dicht gelagert, überwiegend parallel verlaufend. Trichome 6,2-6,5 µm breit, zum Ende hin nicht verjüngt, bis zu mehr als 20 Trichome pro Faden. Zellen quadratisch oder kürzer als breit, an den Querwänden eingeschnürt. Endzellen zylindrisch, im vorderen Teil spitzkegelig.

Im Oberrhein bei Greffern und Karlsruhe dichte Überzüge auf Wassermoosen bildend, ziemlich häufig, selten auch im Lager von *Phormidium favosum*.

**Nostoc cf. cuticulare** (BRÉBISSEON) BORNET et FLAHAULT

Abb. 225, 226

Lager sehr klein, in Form etwas flachgedrückter Kugeln, blaß-blaugrün. Fäden gebogen oder leichtgewunden, nur locker verflochten. Scheiden weich, farblos, zerfließend und nur undeutlich erkennbar. Zellen tonnenförmig, 4 µm breit, etwas länger als breit. Heterocysten etwas größer, 6 µm breit, 7 µm lang. Dauerzellen nicht beobachtet.

Die Bestimmung ist nicht eindeutig, da von den Zellmaßen her auch Übereinstimmungen mit *Nostoc rivulare* KÜTZ. gegeben sind, wie auch von ROTT & WALSER (1996) hervorgehoben wird. Es fehlen beim Hochrheinmaterial jedoch die Gelbtöne der Scheiden an der Peripherie des Lagers. Im Hochrhein bei Balm auf alten Stängeln von Wassermoosen, selten.

**Nostoc sphaericum** VAUCHER

Abb. 68, 223, 224

Lager oval-kugelig mit gelbbrauner, glatter Außenschicht, 2-3 mm groß. Fäden im Innern der Kolonie locker gelagert, über die gesamte Länge verfolgbar, zur Peripherie hin sehr dicht verschlungen, blassgrau. Scheiden nicht sichtbar. Zellen 4-4,5 µm breit, kurz-tonnenförmig. Heterocysten rundlich-oval, 5 (-8) µm breit, 6 µm lang. Dauerzellen nicht beobachtet.

Im Hochrhein bei Balm zwischen anderen Aufwuchsalgen in langsamer Strömung, im Oberrhein bei Altlußheim in den Blattachseln von Wassermoosen, sehr selten.

**Phormidium acutissimum** (KUFFERATH) ANAGNOSTIDIS & KOMÁREK

Abb. 74

*(Oscillatoria acutissima* KUFFERATH)

Lager leuchtend blaugrün. Trichome lang, gerade oder stellenweise leicht gekrümmt, am Ende leicht abgebogen und kurz verjüngt. Zellen 1,6-1,8 µm breit, 4 µm lang, an den Querwänden leicht eingeschnürt, nicht granuliert, jedoch verschiedentlich mit je einer kleinen punktförmigen Gasvakuole (?). Endzelle etwas verlängert, seitlich abgebogen oder in sich gekrümmt, am Apex verschmälert und abgerundet.

Im Oberrhein bei Karlsruhe kleine Lager vorwiegend in den Blattachseln von Wassermoosen, selten.

**Phormidium aerugineo-coeruleum** (GOMONT)

ANAGNOSTIDIS &amp; KOMÁREK

Abb. 89, 234

*(Lyngbya aerugineo-coerulea* (KÜTZING) GOMONT)

Fäden vielfach gebogen, (6-)7-7,5 µm breit, kein geschlossenes Lager bildend, meist zerstreut in Lagern anderer Oscillatoriales. Scheiden dünn, fest. Zellen 5,5-6 µm breit, kürzer als lang, 2,5-3,5 µm lang, an den Querwänden nicht eingeschnürt und nicht oder nur schwach granuliert. Trichome am Ende nicht oder kurz verjüngt. Endzelle flach kegelig mit verdickter Membran, nicht kopfig.

Im Oberrhein bei Greffern und Karlsruhe im Lager von *Phormidium*- und *Schizothrix*-Arten oder zwischen Moospflanzen Beläge bildend, selten bis ziemlich häufig.

**Phormidium boryanum** KÜTZING

Abb. 82

Fäden auffallend lang, gerade, graugrün. Trichome 2,5-3 µm breit, Zellen quadratisch oder etwas länger als breit, 2,5-3,5 µm lang, an den

Querwänden nicht eingeschnürt, nicht granuliert. Trichome zum Ende hin nicht verjüngt, Endzelle abgerundet oder stumpf-kegelig. Scheiden sehr zart, zerfließend.

Im Oberrhein bei Greffern und Altlußheim vereinzelt im Lager anderer Phormidien, sehr selten bis selten.

**Phormidium corium** GOMONT

Abb. 83

Fäden 4-4,5 µm breit, gebogen, Trichome 3,5 µm breit, zum Ende hin kurz verjüngt, Endzelle abgerundet-kegelig. Zellen quadratisch bis 1½ mal länger als breit, an den Querwänden nicht eingezogen, nicht granuliert. Querwände sehr zart, oft kaum erkennbar. Scheiden weich, zerfließend bis dauerhaft und fest.

Im Hoch- und Oberrhein weit verbreitet, meist im Mischlager mit anderen Phormidien, nur bei Greffern eigenständige Lager ausbildend, dort ziemlich häufig, sonst nur selten bis zerstreut.

**Phormidium cortianum** (MENEGHINI ex GOMONT)

ANAGNOSTIDIS &amp; KOMÁREK

Abb. 92, 96, 237, 238

*(Oscillatoria cortiana* MENEGHINI ex GOMONT)

Lager blau bis rötlich-blau, weich. Fäden lang, gerade oder weit bogig geschwungen, 6-7 µm breit. Scheiden stark verschleimend, nur in mehrschichtigen alten Lagerteilen schwach erkennbar. Trichome an den Querwänden wenig, aber deutlich eingeschnürt. Zellen 6-7 µm breit, ± quadratisch, vor der Teilung etwas länger als breit, bis 8 µm lang, nach der Teilung etwas kürzer als breit.

Im Hochrhein von Reckingen bis Wyhlen, meist in den Blattachseln von *Potamogeton*- und Moospflanzen, selten bis zerstreut, im Oberrhein meist Einzelfäden im Lager anderer Phormidien oder in der gallertigen Aufwuchsschicht auf Steinen der Uferschüttung, sehr selten.

**Phormidium favosum** (BORY) GOMONT

Abb. 85, 229, 230

Lager dunkel-blaugrün, dünn, weichledrig. Fäden meist gerade und parallel, selten unregelmäßig geschwungen oder leicht wellig gebogen. Einzelfäden tauchen öfter in den Lagern anderer Phormidien auf, z. B. bei *Ph. retzii* oder *Ph. uncinatum*. Fäden 6,5-7,5 µm breit, Trichome 6-7,3 µm breit, an den Querwänden nicht eingeschnürt, nicht oder nur undeutlich granuliert, zu den Enden hin allmählich verjüngt. Endzelle rundlich oder flach-kegelig, mit rundlicher bis kegelliger Kalyptra.



Zellen quadratisch oder etwas kürzer als breit, 5-7 µm lang. Die Querwände selbst treten nur undeutlich hervor und sind fast überall nur schwer erkennbar.

Da sich im Oberrheinmaterial *Phormidium favosum* und *Phormidium uncinatum* durch die unterschiedliche Ausprägung der Trichomenden, unterschiedliche Zell-Längen und unterschiedliche Granulierungen an den Querwänden unterscheiden lassen, wird im Gegensatz zu KANN und KOMÁREK (1970) eine Trennung der beiden Formen beibehalten (s. auch JOHN, WHITTON und BROOK 2002).

Im Oberrhein bei Greffern und Karlsruhe, Lager auf Steinen der Bühnen- und Uferschüttungen, selten bis ziemlich häufig.

#### **Phormidium fragile** GOMONT

Abb. 81

Fäden leicht gebogen, zum Teil ineinander verflochten, 2-2,5 µm breit, Trichome an den Querwänden eingeschnürt, am Ende leicht verjüngt. Zellen so lang wie breit oder etwas kürzer als breit, 2 µm breit, 1,5-2 µm lang. Endzelle spitzkegelig, ohne Kalyptra. Scheiden zerfließend. Der Aufbau des Zellfadens zeigt viel Ähnlichkeit mit dem von *Homoeothrix janthina*.

Im Hochrhein überall vertreten, im gallertigen Aufwuchsgemisch auf Steinen, besonders im Umfeld von festsitzenden Trichopterengehäusen, selten bis zerstreut. Im Oberrhein nicht mehr beobachtet.

#### **Phormidium kützingianum** (KIRCHNER) ANAGNOSTIDIS & KOMÁREK

Abb. 87, 2322, 233

(*Lyngbya kützingiana* KIRCHNER)

Fäden 4 µm breit, auffallend lang, gerade oder bogig geschwungen, Lager nicht verkalkt. Trichome 3-3,8 µm breit, am Ende nicht verjüngt. Zellen quadratisch oder etwas kürzer als breit, 2,5-3 µm lang, an den Querwänden nicht eingeschnürt, nicht granuliert. Endzelle abgerundet oder stumpfkegelig. Scheiden zart, fest, selten verschleimend.

Der Trichomaufbau und die Form der Endzelle ähneln dem von *Ph. corium*. Die vorliegende Form unterscheidet sich jedoch von diesem durch das Fehlen des für *Ph. corium* typischen Fadengeflechtes sowie durch die kürzeren Zellen. Eine weitere große Ähnlichkeit besteht mit *Lyngbya vandenberghenii* SYMOENS, eine Art, die an der Bildung von Kalktuffen beteiligt ist. Diese Cyanophyceen ist in englischen Flüssen offenbar weit ver-

breitet (JOHN, WHITTON & BROOK 2002), hat jedoch Zellen, die durchgehend länger als breit sind, und ist stets mit Kalk inkrustiert. Beides trifft auf die vorliegende Form aus dem Rhein nicht zu.

Im Oberrhein von Kappel bis Altlußheim, meist im Gemisch mit anderen fädigen Aufwuchsformen, selten bis zerstreut, im Bewuchs des Pumpenrohres zur Rhein-Messstation Karlsruhe ziemlich häufig.

#### **Phormidium retzii** (AGHARDH) GOMONT

Abb. 86, 231, 330

Lager blaugrün, dick, festsitzend, Fäden gerade, 7-9,5 µm breit. Trichome 7-9 µm breit, an den Enden nicht verjüngt. Zellen isodiametrisch oder etwas kürzer als breit, 4-8 µm lang, an den Querwänden nicht oder nur wenig eingeschnürt, nicht granuliert. Endzelle nicht verjüngt, meist abgerundet, oft mit schwach verdickter Membran. Zellinhalt leicht körnig mit kleinen Einschlüssen. Scheiden verschleimend, meist nicht sichtbar.

Im Hoch- und Oberrhein überall verbreitet, meist in Form dicker schleimiger Lager auf Steinen in langsamer Strömung, zerstreut bis ziemlich häufig.

#### **Phormidium spec. I** (2,5 µm Ø)

Abb. 73

Fäden gerade, 2,8 µm breit, Trichome 2,5 µm breit, am Ende nicht verjüngt. Zellen länger als breit, bis 5 µm lang, an den Querwänden nicht eingeschnürt und nicht granuliert. Endzelle gerade, vorn abgerundet. Zellinhalt blaß graublau, auffallend homogen.

Nur im Oberrhein bei Altlußheim, Einzelfäden im Lager von *Phormidium uncinatum*, sehr selten.

#### **Phormidium spec. II** (5,5 µm Ø)

Abb. 88

Fäden gerade, 5,1-5,6 µm breit, einzeln oder nur zu wenigen nebeneinander liegend, nicht zu einem kompakten Lager vereint. Trichome am Ende kurz verjüngt, mit flachkegeliger bis fast halbkugelförmiger Endzelle, nicht kopfig. Zellen etwas kürzer als breit, 5-5,5 µm breit, 3-4 µm lang, an den Querwänden nicht eingeschnürt, stark granuliert. Scheiden sehr dünn, stark verschleimend.

Im Hochrhein bei Wyhlen, zwischen anderen Algen in der gallertigen Aufwuchsschicht auf Steinen, sehr selten.

#### **Phormidium subfuscum** KÜTZING

Abb. 90, 235

Lager schmutzig-grün, dünn, nicht geschichtet. Fäden 11-12 µm breit, Trichome 9-11 µm breit,

am Ende mit der typischen kurzen Verjüngung und spitzkegeligen Endzelle, mit Kalyptra. Zellen  $\frac{1}{2}$ - $\frac{1}{4}$  mal so lang wie breit, Querwände zart und undeutlich, nur in der Mitte etwas distinkter hervortretend, Granulierung an den Zellwänden schwach, eher undeutlich. Zellinhalt mit auffallend körniger Struktur. Scheiden sind vielfach noch erkennbar, insgesamt jedoch stark verschleimend.

Im Hochrhein bei Murg und im Oberrhein bei Greffern und Altlußheim an flachen Uferstellen mit mäßig schneller Strömung, selten bis ziemlich häufig.

**Phormidium subfuscum** var. **joannianum** GOMONT

Abb. 91

Fäden 7 µm breit, gerade, lang. Trichome 6,5 µm breit, die übrigen Merkmale wie bei *P. subfuscum*, jedoch keine eigene Lagerbildung, sondern meist im Lager anderer Phormidien.

Im Hochrhein ab Murg und im Oberrhein bis Greffern, in Flachwasserbereichen und auf Steinen der Uferschüttung, selten bis ziemlich häufig.

**Phormidium uncinatum** GOMONT

Abb. 84, 236

Lager weich, graublau, blaugrün oder violettblau, alle Farbvarianten nebeneinander vorkommend (ohne morphologische Unterschiede). Fäden 6,2-7,5 µm breit, gerade oder wenig gebogen. Trichome 6-7,2 µm breit, am Ende mit typischer, leicht schraubiger Hakenbildung. Zellen meist  $\frac{1}{2}$  mal so lang wie breit, 2,5-3,5 µm lang, an den Querwänden granuliert. Endzelle kopfig mit  $\pm$  kegeliger Kalyptra. Scheiden dünn, verschleimend.

Die Abgrenzung gegenüber *Ph. autumnale* erfolgt trotz deren Zusammenführung bei KANN und KOMÁREK (1970) aufgrund der charakteristischen Hakenbildung, die kürzer und prägnanter als bei *Ph. autumnale* zu sein scheint, sowie aufgrund der relativ kurzen Zellen (verg. BEHRE 1961). Die von HÄDER und NULTSCH (1971) aufgeführten Merkmale zur Trennung beider Arten (Zellausbuchtungen bzw. Zelleinschnürungen an manchen Querwänden) konnten allerdings nicht beobachtet werden.

Im Hoch- und Oberrhein überall verbreitet und dominierend, meist als kompakte, bis 3 mm mächtige Lager im Bereich der Uferschüttungen und der Buhnen, zum Teil auch in Form von Mischlagern mit anderen Phormidien oder mit *Schizothrix*-Arten.

**Planktolyngbya subtilis** (W. WEST) ANAGNOSTIDIS & KOMÁREK

Abb. 72

(*Lyngbya limnetica* LEMMERMANN)

Fäden 1,3 µm breit, gerade oder leicht gebogen. Zellen 1-1,2 µm breit, 2 µm lang, an den Querwänden nicht eingeschnürt, ohne Körnchen. Endzelle abgerundet, nicht verjüngt. Scheiden eng, zart, farblos.

Im Hochrhein bei Balm vereinzelt zwischen anderen Aufwuchsalgen auf Steinen, möglicherweise vom Bodensee eingeschwemmt.

**Pleurocapsa aurantiaca** GEITLER

Abb. 50, 319, 320

Die Kolonien bilden kleine rotbraune Pusteln in der Aufwuchsschicht auf Steinen. Krusten bis 60 µm dick. Ihr basaler Teil besteht aus einem parenchymatoiden Zellager, aus dem die aufrechten Zellreihen herauswachsen. Diese Pseudofilamente stehen aufrecht dicht aneinandergepackt, einreihig, häufig dichotom verzweigt, durch Druck leicht voneinander trennbar. Zellen im ausgewachsenen Zustand tonnenförmig, meist kürzer als breit, selten quadratisch, 6-10 µm breit, 3-7 µm lang. Im chroococcoiden Lagerstatus sind die Zellen länglich-rundlich von 7-8 µm Breite und 9-10 µm Länge, je nach Teilungsfortschritt auch halbrund bis polygonal gerundet. Membran fest, distinkt, nicht geschichtet, leuchtend rotbraun. Zellinhalt blaß-graublau.

Die Abbildungen von GEITLER (1932), STARMACH (1966), KANN (1978), KONDRATJEWA et al. (1984) und KOMÁREK & ANAGNOSTIDIS (1999) zeigen keine fädigen Lagerbereiche, obwohl durchgängig von „aufrechten und mehr oder weniger parallelen Fäden“ berichtet wird. Sie dürften sämtlich dem status *frondescens* entsprechen. Nur bei STARMACH (1936) sind in den Abbildungen 9,4 und 9,9 Fadenteile abgebildet, die den Verhältnissen beim Hochrheinmaterial noch am ehesten entsprechen.

Im Hochrhein von Balm bis Wyhlen auf Steinen in schneller Stömung, selten bis ziemlich häufig; im Oberrhein nur bei Greffern, selten.

**Pleurocapsa fusca** GODWARD

Abb. 48, 316-318

(*Scopulonema fuscum* (GODWARD) STARMACH)

Kolonien makrooptisch dunkelbraune bis schwarzbraune Lager bildend, ca 50-60 µm mächtig. Pseudofilamente dicht aneinander gepackt, schwer voneinander trennbar. Zellen in den jungen Entwicklungsstadien länglich-rund-

lich oder je nach dem augenblicklichen Teilungszustand unregelmäßig polygonal geformt, 3-7 µm breit, 3-10 µm lang. Sonst herrscht eine charakteristische länglich-ovale bis spitzig-ovale Zellform vor, Zellen dann länger als breit, 3-4 µm breit, 4-12 µm lang. Zellmembran mäßig dick, distinkt, fest, braungelb gefärbt, auch in den inneren Bereichen der Kolonien. Zellinhalt blaß blaugrau.

Während Färbung und Gesamtstruktur der Kolonien aus dem Rhein mit der Diagnose von GODWARD (1937) gut übereinstimmen, bestehen hinsichtlich der Zellmaße und Zellformen bedeutende Unterschiede. GODWARD gibt als Zellbreite 2,5-4,5 µm an, während beim Rheinmaterial Zellbreiten von 3-7 µm vorherrschen. Am wichtigsten erscheint jedoch beim Rheinmaterial die Ausdifferenzierung älterer(?) Pseudofilamente zu einem Gerüst aus länglich-ovalen bis spitzig-ovalen Zellen (Abb. 48). In den Zeichnungen von GODWARD wird eher der Eindruck von rechteckigen Zellen vermittelt. Allenfalls gibt ihre Fig. 18B (S. 559) vage Hinweise auf längliche Zellen mit zugespitzten Zellpolen.

Im Hochrhein dunkelbraune bis schwärzliche Krusten auf Steinen in schneller Strömung, sehr selten bis ziemlich häufig. Im Oberrhein scheint *Pl. fusca* nur auf den stärker überströmten Buhnenköpfen bessere Wachstumsbedingungen zu finden, erreicht aber nur die Abundanzstufe „zersreut“, während sie an anderen Stellen nicht über „selten“ hinausgeht.

### **Pleurocapsa minor** HANSGIRG

Abb. 49, 209-211, 315

(*Scopulonema minus* (HANSGIRG) GEITLER

Kolonien unterschiedlich groß, oft als 2-10 mm große schmutzig-dunkelgrüne Flecken zwischen anderem Bewuchs auf Steinen makroskopisch erkennbar. Zellen in den Pseudofilamenten asymmetrisch geformt, (2-)3-8 µm breit, 2-7 µm lang, Zellinhalt dunkel-olivgrün bis hell blaugrün. Zellmembran dünn, fest, farblos, bei chroococcoiden Lagerstadien auch gelblich gefärbt. Es sind alle Entwicklungsstadien vertreten, Die Abgrenzung der Wuchsformen des status mucosus von den *Cyanodermatium gelatinosum*-ähnlichen Kolonien im Rhein ist schwierig und bedarf der weiteren Klärung (siehe Kommentar zu cf. *Cyanodermatium gelatinosum*).

*Pleurocapsa minor* zählt im Hoch und Oberrhein durchgängig mit zu den bestandsbildenden Arten im Bewuchs der Steine, unabhängig von der Strömungsgeschwindigkeit. Je nach Substratangebot erscheint sie zerstreut bis häufig.

### **Porphyrosiphon martensianus** (MENEHINI ex GOMONT) ANAGNOSTIDIS & KOMÁREK

Abb. 93, 242, 243

(*Lyngbya martensiana* MENEHINI ex GOMONT)

Fäden lang, gerade, 8-10 µm, Trichome 7,5-8 µm breit. Zellen kürzer als breit, 3,5-4 µm lang, an den Querwänden nicht eingeschnürt und nicht granuliert. Scheiden fest, kräftig, nicht zerfallend.

Im Oberrhein bei Karlsruhe und Altlußheim auf Steinen zwischen anderen Aufwuchsalgen, kein geschlossenes Lager bildend, selten bis zerstreut, auf dem Pumpenrohr zur Gütemessstation Karlsruhe ziemlich häufig.

### **Porphyrosiphon martensianus** var. **calcareus** (TILDEN) ANAGNOSTIDIS & KOMÁREK

Abb. 94

(*Lyngbya martensiana* var. *calcareus* TILDEN)

Lager in Form kleiner verflochtener Fadenknäuel in der lockeren, biogen ausgefallenen Kalkschicht auf Steinen oder als Mischlager mit Phormidien oder *Schizothrix*-Arten. Fäden unterschiedlich lang, unregelmäßig gebogen, ineinander verflochten, zum Teil aber auch starr und brüchig, 6-7 µm breit, an den Enden nicht verjüngt. Zellen ½-¼ mal so lang wie breit, bis 3 µm lang, an den Querwänden nicht eingeschnürt. Querwände zart, oft nur schwer erkennbar. Granulierung an den Querwänden vorhanden, aber ebenfalls nur schwach ausgebildet. Endzelle rundlich bis flach kegelig. Bei einigen Endzellen sind Ansätze zu einer Verdickung der Außenmembran, bzw. zur Kalyptrennbildung zu erkennen. Dieses Merkmal ist bisher nur für die var. *minor* GARDNER erwähnt.

Im Hochrhein bei Reckingen und Wyhlen, im Oberrhein von Weil bis Karlsruhe, selten bis ziemlich häufig.

### **Pseudanabaena catenata** LAUTERBORN

Abb. 66, 227

Trichome kurz, gerade oder leicht gebogen. Zellen 1,5 µm breit, 2,4 µm lang, keine Granula.

Im Oberrhein bei Karlsruhe in der weichen Aufwuchsschicht auf Steinen, sehr selten.

### **Pseudanabaena galeata** BÖCHER

Abb. 65

Trichome 1,3 µm breit, Zellen 2 µm lang. Gasvakuolen deutlich hervortretend.

Im Hochrhein bei Balm und Wyhlen vereinzelt in der weichen Aufwuchsschicht auf Steinen oder im Lager von Phormidien.

**Pseudanabaena mucicola** (NAUMANN et HUBER-PESTALOZZI) BOURRELLY  
Abb. 64

(*Phormidium mucicola* NAUMANN et HUBER-PESTALOZZI)  
Fäden 10-25 µm lang, blaß-grau. Zellen 1,3-1,5 µm breit, 1,2-1,8 µm lang, an den Querwänden breit eingezogen, so dass sie wie abgerundet erscheinen. Endzellen abgerundet oder leicht konisch. Die abgerundete Form der Zellen ähnelt stark der f. *crassa* Skuja (nach STARMACH 1966, Abb. 365), erreicht aber nicht deren Zellbreiten von 2-2,8 µm. Im Hochrhein bei Balm zerstreut in der gallertig-schleimigen Aufwuchsschicht auf Steinen in mäðiger Strömung.

**Pseudophormidium edaphicum** (ELENKIN) ANAGNOSTIDIS & KOMÁREK

Abb. 80, 240, 331-333

(*Plectonema edaphicum* (ELENKIN) VAULINA)  
Fäden 2,5-3,5 µm breit, vielfach gebogen und z.T. dicht verknäuelte, häufig zu mehreren aneinander geklebt, spärlich verzweigt, je nach Standort (Belichtung?) zu einem blaß-blaugrünen oder braunen, nestförmigen Lager vereint. Trichome 2-2,5 µm breit, an den Querwänden der Zellen nicht eingeschnürt. In älteren Fadenabschnitten sind die Zellen quadratisch oder wenig länger als breit, in meristematischen Zonen sind sie kürzer als breit, z.T. unter ¼ mal so lang wie breit. Scheiden dünn, farblos oder bräunlich bis rostbraun. Die nur spärlich auftretenden Scheinverzweigungen erschweren die eindeutige Identifizierung mit *Ps. edaphicum*. Für *Plectonema puteale* werden bei GEITLER (1932) ebenfalls nur kurze Scheinverzweigungen und gelbe bis braune Scheiden angegeben, doch sprechen die geringeren Zellmaße des Rheinmaterials (nur 2-2,5 µm anstatt 2-4 µm breit, nicht 1-4 mal länger als breit) gegen eine Zuordnung zu dieser species.

Im Hoch- und Oberrhein durchgängig, jedoch mit unterschiedlichen Häufigkeiten vertreten, entweder als kleine braune Nester in der gallertigen Aufwuchsschicht oder als blaugrüner Belag auf Gneisgestein in der Wellenschlagzone, meist in Gesellschaft mit *Pleurocapsa minor*, *Siphononema polonicum*, *Chlorogloea microcystoides* und anderen Chroococcalen, sehr selten bis ziemlich häufig.

**Pseudophormidium rhenanum** (SCHMIDLE)

ANAGNOSTIDIS

Abb. 77, 239

(*Plectonema rhenanum* SCHMIDLE)

Lager filzig, Fäden jedoch überwiegend ± parallel

ausgerichtet, 7-8 µm breit, Scheinverzweigungen sehr selten. Trichome olivgrün oder blaugrün, 6-6,5 µm breit. Zellen kürzer als breit, 2-3 µm lang, an den Querwänden nicht eingeschnürt, in meristematischen Zonen schwach, in alten Fadenabschnitten stärker granuliert. Endzelle flach kegelförmig mit verstärkter Außenmembran.

Die Beschreibung von *Plectonema rhenanum* SCHMIDLE deckt sich bei GEITLER (1932) weitgehend mit der von *Plectonema phormioides* HANSG. Es ist deshalb nicht auszuschließen, dass es sich um die gleiche species handelt. Von Schmidle (1897) wird als einziger Fundort für *P. rhenanum* trockener Rheinsand bei Altrip angegeben. Es fehlt leider ein Hinweis darauf, ob das Vorkommen auch im Rhein selbst überprüft wurde.

Nur im Oberrhein bei Karlsruhe beobachtet, auf dem Pumpenrohr zur Gütemessstation Karlsruhe, oberer Abschnitt, Wasserwechselzone, zerstreut.

**Rhabdoderma spec.**

Abb. 12

Zellen farblos, ± gerade, 0,7 µm breit, 4-12 µm lang, in formloser Gallerte. Die Form der Zellen weist auf *Rh. lineare* SCHMIDLE et LAUTERBORN, doch erlaubt die geringe Zellbreite von nur 0,7 µm keine unmittelbare Zuordnung.

Im Hochrhein bei Wyhlen metaphytisch in der lockeren Aufwuchsschicht auf Steinen, sehr selten.

**Schizothrix calcicola** (AGARDH) GOMONT

Abb. 101, 244, 245

Lager 1-2 mm dick, aus einem Geflecht unregelmäßig gebogener Fäden (Abb. 244) oder in Form strähniger Fadenbüschel (Abb. 245) zusammengesetzt, nicht verkalkt. Fäden 3-5 µm breit, Trichome 1-1,2 µm breit. Zellen so lang wie breit oder wenig länger als breit, 1-1,5 µm lang. Zellen gegeneinander abgesetzt, aber an den Querwänden nicht oder nur leicht eingeschnürt. Endzelle abgerundet oder leicht verjüngt. Scheiden weich, farblos, außen ohne feste distinkte Außenlinie, meist aufgequollen, selten auch Fäden mit festen, *Lyngbya*-artigen Scheiden.

Im Hochrhein ab Wyhlen, im Oberrhein von Weil bis Altlußheim, feste zusammenhängende Lager oder Mischlager mit anderen *Schizothrix*-Arten, teilweise auch eingestreut in Lager von Phormidien, selten bis häufig.

**Schizothrix fasciculata** (NÄGELI) GOMONT

Abb. 97, 246

Trichome 1,5 µm breit, zu wenigen oder vielen in weichen, farblosen Scheiden gebündelt,

zum zugespitzten Ende hin auf nur 1 oder wenige Trichome reduziert. Zellen quadratisch, an den Querwänden leicht eingeschnürt, Endzelle spitzkegelig. Die Fäden bilden im Rhein kein geschlossenes Lager sondern stets ein Gemisch mit anderen *Schizothrix*-Arten. Diese Gemeinschaftslager sind nicht fest verkalkt, enthalten jedoch in unterschiedlichen Mengen lockere Kalkeinschlüsse.

Im Oberrhein bei Greffern und Karlsruhe im Gemisch mit *Sch. calcicola*, *Sch. lardacea* und verschiedenen *Phormidium*-Arten, auch zwischen *Microcoleus subtorulosus* auf Moosen, sehr selten bis zerstreut.

### **Schizothrix cf. funiculus** WORONICHIN

Abb. 100, 249, 250

Lager in Form einzelner Strähnen zwischen anderen Algen eingebettet in der gallertigen Aufwuchsschicht auf Steinen. Die Fäden sind aufgebaut wie bei *Sch. lacustris*, d.h. sie enthalten im proximalen Teil nur 1-2 (-3) Trichome. Im distalen Bereich teilen sich die Bündel in mehrere Äste auf. Diese Äste enthalten nur 1 Trichom, sind auffallend lang und verlaufen über längere Abschnitte  $\pm$  parallel. Da jedes Trichom eine eigene Scheide ausbildet entsteht der Eindruck eines *Lyngbya*-Lagerteils. Die Scheiden sind farblos, fest und glatt, am Ende jedoch nicht *Schizothrix*-artig verjüngt oder zugespitzt. Trichome 3-3,2  $\mu$ m breit, am Ende nicht verjüngt. Zellen quadratisch oder etwas länger als breit, 3-3,6  $\mu$ m lang, an den Querwänden nicht oder nur leicht eingeschnürt, nicht granuliert. Endzelle abgerundet-kegelig, oft keritomisch verändert. Querwände zart, oft nur schwer erkennbar. Fäden mit mehreren Trichomen bis 15  $\mu$ m breit, mit nur einem Trichom 3,5  $\mu$ m breit. Keine Kalkinkrustationen.

Die für *Schizothrix* untypische offene Ausbildung der Fadenenden bedarf der Abklärung an umfangreicherem Material. Vom Fadenaspekt her besteht, bezogen auf die Abb. 602 bei STARMACH (1966) große Ähnlichkeit mit *Schizothrix funiculus* WORONICHIN, doch sind deren Trichome nach den Angaben bei STARMACH nur 2-2,8  $\mu$ m breit. Im Hochrhein bei Wyhlen und im Übergangsbereich zum Oberrhein bei Weil jeweils isolierte Fadenstränge in der weichen Aufwuchsschicht auf Steinen, selten.

### **Schizothrix lardacea** (CESATI) GOMONT

Abb. 102

Lager blaßblau, flach, aus einem dichten Geflecht langer Fäden zusammengesetzt, nicht ver-

kalkt, meist im Gemisch mit anderen *Schizothrix*-Arten. Zellen länger als breit, 1,5  $\mu$ m breit, 2-2,5  $\mu$ m lang, an den Querwänden nicht eingeschnürt. Endzelle vorne abgerundet. Meist nur 1 Trichom pro Faden, Faden ca. 4  $\mu$ m breit. Von JOHN, WHITTON & BROOK (2002) wird *Sch. lardacea* mit *Sch. coreacea* vereinigt.

Im Oberrhein bei Kappel und Greffern, meist im Gemeinschaftslager mit anderen *Schizothrix*-Arten und mit verschiedenen Phormidien, zerstreut bis ziemlich häufig.

### **Schizothrix tinctoria** GOMONT

Abb. 98, 247, 248

Fäden unterschiedlich lang, mehr oder weniger dicht verflochten, nicht zu einem makroskopisch sichtbaren Lager vereint, sondern stets zusammen mit anderen *Schizothrix*-Arten, sowie mit Phormidien und coccalen Aufwuchsformen. Trichome 1,2-1,5  $\mu$ m breit, Zellen quadratisch oder kürzer als breit, an den Querwänden stark eingeschnürt. Scheiden farblos, weich, verschleimend, meist nur 1 Trichom pro Faden, Faden dann 1,6  $\mu$ m breit. Fäden mit mehreren Trichomen 4-8  $\mu$ m breit. Trichome blaugrün, nicht rötlich.

Im Oberrhein von Greffern bis Altlußheim, vorwiegend im flacheren Uferbereich, zusammen mit anderen Oscillatoriaceen auf Steinen oder als Belag auf Fontinalis, sehr selten bis zerstreut.

### **Siphononema polonicum** (RACIBORSKI) GEITLER

Abb. 31, 32, 178, 179, 307, 308

(*Pleurocapsa polonica* RACIBORSKI)

Lager hellbraun bis dunkelbraun, flächig, 60-80  $\mu$ m mächtig. Pseudofilamente im unteren bis mittleren Teil des Lagers überwiegend einreihig, zur Oberfläche hin zunehmend in pleurocapsoide Zellpakete übergehend. Hüllen gallertig, die gegenseitigen Abgrenzungen der Pseudofilamente unterschiedlich deutlich. Zellen kugelig, unregelmäßig rundlich oder polygonal gerundet, selten länglich, 3-5  $\mu$ m breit, 2-6  $\mu$ m lang, blaugrün gefärbt. Bis auf den status *stigonematoides* sind alle Wuchsformen vertreten, wobei beim status *juvenilis* und status *chamaesiphonoides* die sonst typischen langgestreckten Zellen fehlen.

Neben der typischen kräftigen Form sind mikroskopisch kleine Kolonien von ähnlichem Aufbau zu finden, jedoch mit stark reduzierter Umhüllungsstruktur. Individualhüllen sind nicht ausgeprägt oder nur in schwachen Ansätzen erkennbar. Eine gemeinsame Umhüllung von Zellfamilien ist nur schwach ausgebildet. Die Zellen sind wesentlich dichter gelagert als beim Typus und mit nur



1,5-2,5 µm Größe auch beträchtlich kleiner. Die Kolonien sind im oberen Bereich leicht bräunlich gefärbt (Abb. 32, 179, 308). Diese Kleinform ist nur im Oberrhein bei Neuenburg und Greffern präsent.

*Siphononema polonicum* bildet im Hochrhein bei Balm und Reckingen, aber auch im Oberrhein bei Neuenburg sichtbare braune Flecken im Aufwuchsmosaik auf Steinen in starker Strömung, ziemlich häufig. Unterhalb Neuenburg scheint eine Zonationsgrenze zu liegen, denn weiter flußabwärts werden nur noch sehr vereinzelt Kolonien gefunden. Die oben beschriebene kleine Form erreicht bei Neuenburg und Greffern nur die Häufigkeit „selten“.

### **Stichosiphon pseudopolymorphus** (FRITSCH)

KOMÁREK

Abb. 40, 188

(*Chamaesiphon pseudopolymorphus* FRITSCH)

Lager gallertig, grau, z.T. mit bräunlichem Anflug. Sporangien blaß-graublau, ohne Granulum. Nach der Abschnürung der Exocyten bleibt ein Rest von nur 3-4 µm Länge zurück, der basal eiförmig gerundet ist, apical jedoch ± gerade abgeschnitten erscheint. Pseudovagina zart, langgestreckt zylindrisch, verschleimend, an der Basis nur wenig verstärkt, nicht braungefärbt. Exosporen ± scheibenförmig, meist zu 4-5, selten auch bis zu 10 in Reihe.

Das vorliegende Material aus dem Hochrhein weicht in folgenden Punkten von der Artdiagnose ab: 1. Die Sporangien sind mit nur 2,5-3 µm Breite im Ganzen zu schmal, obwohl von KANN (1972) auch Formen von nur 2,5 µm Breite erwähnt werden. 2. Die Pseudovagina ist nicht braun gefärbt und nicht immer distinkt ausgebildet. 3. Die Kolonien sind nicht als makroskopisch sichtbare braune Flecken oder Krusten ausgebildet. Möglicherweise liegt eine durch den Standort begünstigte, einseitig ausgeprägte Wuchsform vor. Die generelle Zugehörigkeit zu *St. Pseudopolymorphus* erscheint jedoch als sicher.

Nur im Hochrhein bei Balm, zusammen mit *Chamaesiphon polonicum*, *Ch. oncobyroides* und anderen Aufwuchsalgen einen gallertigen Überzug auf Steinen bildend, ziemlich häufig.

### **Synechocystis aquatilis** SAUVAGEAU

Abb. 13, 157

Zellen 4-5 µm im Durchmesser, blaugrau, in kleinen Gruppen in der gallertigen Aufwuchsschicht auf Steinen in mäßiger Strömung.

Nur im Oberrhein bei Karlsruhe beobachtet, selten.

### **Tolypothrix distorta** var. **penicillata** (AGHARDH)

LEMMERMANN

Abb. 222

Fäden 10 µm breit, Trichome 5,5-6 µm breit, Heterocysten einzeln. Scheiden dünn, fest, farblos bis leicht bräunlich, Scheinverzweigungen selten.

Im Oberrhein bei Weil einzelne Fäden im Gemisch mit anderen Aufwuchsalgen auf Steinen in Ufernähe, selten.

### **Xenococcus** spec.1

Abb. 44, 199-201

Zellen zu festsitzenden einschichtigen, flachen Kolonien vereint. Die einzelnen Zellen sind polar, länglich-rechteckig, apical leicht gerundet, nicht sehr dicht aneinanderschließend. Teilungsebene immer senkrecht zum Substrat. Durch unterschiedliche gegenseitige Ausrichtung der Teilungsrichtungen entstehen in der Aufsicht charakteristische keilförmige Zellgrundrisse. In sehr jungen Kolonien und an der Peripherie älterer Kolonien sind oft aus den aufeinander folgenden Teilungsschritten hervorgegangene kurze horizontale Zellreihen erkennbar. Zellen 1,6-2 µm lang, 1-1,5 µm breit, in der Vertikalen 2 µm hoch, abgeflacht, blaß-grau. Kolonien von einer sehr zarten, farblosen gemeinsamen Gallerthülle umschlossen, selten sind die Umhüllungen einzelner Zellpakete erkennbar. Es wurden Koloniegrößen bis zu 50 µm Durchmesser beobachtet. Das Flächenwachstum folgt den Gegebenheiten des Substrats, d.h. Hindernisse werden nicht überwachsen, sondern ausgespart, bzw. „umflossen“. Baeophytenbildung wurde nicht beobachtet. Wie aus den jüngsten Anfangsstadien der Kolonien ersichtlich ist, erfolgt die Fortpflanzung offenbar durch einzelne freigesetzte Zellen, die sich ihrerseits wieder mittels Gallertbildung festheften können.

Die Zuordnung zu *Xenococcus* dürfte aufgrund der diakritischen Merkmale wie Einschichtigkeit, gemeinsame Gallertumhüllung, Polarität der Zellen, alle Zellen ± von gleicher Größe, zutreffend sein. Die Abgrenzung gegenüber *Xenococcus minimus* ist aufgrund der charakteristischen keilförmigen Zellquerschnitte eindeutig.

Im Hochrhein bei Balm, zersteut als Epiphyt auf *Cladophora*. Ob die Art auch epilithisch vorkommt, müsste durch spezielle Untersuchungen abgeklärt werden. Wegen der außerordentlich kleinen Zelldimensionen ist die Identifizierung im Kratzmaterial von Steinen kaum möglich.

**Xenococcus spec. II**

Zellen winzig, mehr oder weniger kugelig mit einem Durchmesser von 0,3-0,5 µm, blaß-grau, zu flachen, scheibenartigen Kolonien zusammengeschlossen. Zellteilungsebene senkrecht zum Substrat. Gegenseitige Abplattung der Zellen nur gering, Randzellen in der Aufsicht (vor der Teilung?) von leicht ovalem Umriß. Durchmesser der Koloniescheiben 10-15 µm, immer einschichtig, einhüllende Gallerte nicht erkennbar. Die vorliegende Form ist aufgrund ihrer extrem kleinen Zellen von *X. minimus* leicht zu unterscheiden.

Im Hochrhein bei Balm als Epiphyt auf *Cladophora*, selten.

**Xenotholos kernerii** (HANS GIRG) GOLD-MORGAN et al. 1994

Abb. 45, 47, 206, 207, 314

(*Xenococcus kernerii* HANS GIRG)

Lager als kleine leuchtend blaue Punkte aus dem Aufwuchsrassen auf Steinen makroskopisch hervorgehoben, aus vielen unregelmäßig zusammengesetzten Kolonien aufgebaut. Die Entwicklung der Einzelkolonien beginnt mit charakteristischen 4-Zellstadien. Bei ausreichendem Platz wachsen diese zu mehrschichtigen Thalli mit ± runder, geschlossener Außenlinie heran. Zellen 3-6 µm breit, 4,5-7 µm lang, durch gegenseitigen Druck unterschiedlich geformt. Zellinhalt auffallend homogen, blaugrau bis blau, im Oberrhein mehr bräunlich-grau mit charakteristischem Glanz. Sporangien randständig, abgerundet, bis 8 µm im Durchmesser.

Im gesamten Hoch- und Oberrhein weit verbreitet, sowohl als Epiphyt auf *Cladophora*, Wassermoosen und Makrophyten als auch in der Aufwuchsschicht auf Steinen, selten bis ziemlich häufig.

**Xenotholos starmachii** (GEITLER) GOLD-MORGAN et al. 1994

Abb. 46, 208

(*Xenococcus minimus* var. *starmachii* GEITLER)

Lager anfangs einschichtig, dann von *Xenococcus minimus* kaum zu unterscheiden, später mehrschichtig, polsterförmig, von unregelmäßigem Umriß. Gemeinsame Gallerte nicht erkennbar. Zellen in Vertikalansicht bis 2 µm hoch, 1,5 µm breit.

Im Hoch und Oberrhein weit verbreitet, auf *Cladophora*, Wassermoosen und submersen Makrophyten, selten bis zerstreut, nur bei Greffern ziemlich häufig.

**Rhodophyta****Audouinella chalybea** (ROTH) BORY

Abb. 110, 257, 341, 342

(*Chantransia chalybea* (LYNGBYE) FRIES)

Pflanzen buschig-pinselförmig, einzeln, in Gruppen oder großflächig verteilt, blaß-braun oder braunrot, weniger rotviolett, ca 1-2 mm hoch. Verzweigung ± häufig, Zweige meist eng anliegend, überwiegend alternierend, oft so hoch wie die Hauptäste aufragend. Zellen der Hauptäste 7-9 µm breit, 30-40 µm lang. Endzellen abgerundet, niemals spitz zulaufend oder in Haaren endend. Monosporangien ellipsoidisch, zahlreich, 7-8 µm breit, einzeln oder zu zweit auf kurzen, nur 1-2 zelligen Seitenzweigen. Sohlensystem mit Kriechfäden, jedoch nicht weit ausgreifend. Der morphologische Habitus der oben beschriebenen *Audouinella*-Pflanzen aus dem Rhein stimmt mit dem von *A. chalybea* gut überein. Der bräunliche Farbton steht jedoch einer problemlosen Zuordnung zu diesem Taxon im Wege, da *A. chalybea* zu den blauen Formen zählt (NECCHI, SHEATH & COLE 1993 b). Allerdings wird von Kumano (2002, S.51) ein Hinweis gegeben, dass bei trüben, bzw. dunklen Lichtverhältnissen eine mehr bräunliche Färbung der Pflanzen resultieren kann. Auch von JAO (1941) wurde bereits auf die unterschiedliche Farbausprägung hingewiesen. Er führt die von ihm erwähnte schwärzlich-rotbraune Färbung seiner Funde auf Licht- und Temperatureinwirkungen zurück. Da das Hauptvorkommen von *A. chalybea* im Rhein im Flussbereich von Greffern und Karlsruhe liegt, in dem auch *Thorea hispida* gefunden wird, ist nicht auszuschließen, dass es sich um den Vorkeim dieser Art handelt.

Von ROTT & WALSER (1996) werden für den Hochrhein zwei unterschiedliche *Audouinella*-Arten angegeben: *Audouinella chalybea* und *Audouinella hermannii*, wobei auch für *A. chalybea* eine rötliche Färbung erwähnt wird. Das Vorkommen von *A. hermannii*, durch die zugespitzten Endzellen an den Seitenzweigen in der Regel leicht erkennbar, konnte durch die eigenen Untersuchungen nicht bestätigt werden. *Audouinella chalybea* wird auch von Mauch (1988) für den Oberrhein bei Karlsruhe erwähnt, jedoch ohne Angabe zur Färbung der Pflanzen. Im Oberrhein bei Greffern selten, bei Karlsruhe ziemlich häufig.

**Audouinella pygmaea** (KÜTZING) WEBER-VAN BOSSE  
Abb. 106, 258, 340

(*Chantransia pygmaea* KÜTZING – *Pseudochantransia leibleinii* (KÜTZING) ISRAELSON)



Sohlensystem meist großflächig ausgedehnt, irregulär, fast parenchymatisch, Fäden eng aneinanderschließend. Aufrechtes System im Hochrhein nur spärlich, im Oberrhein stärker ausgebildet. Voll ausgebildete Pflänzchen klein, makroskopisch nicht hervortretend. Vegetative Zellen der Hauptstämme und Hauptzweige 8-10 µm breit, 1-2 mal so lang wie breit, bis 15 µm lang, Endzellen bis 22 µm lang. Seitenzweige stehen im Winkel von 20-30° ab. Monosporangien ellipsoidisch, 8 µm breit. Endzellen laufen nicht spitz aus. Sohlen und aufrechte Pflänzchen sind stahlblau, blaugrau oder auch grau-grün gefärbt.

Im Hochrhein bei Reckingen nur Sohlenstadien mit kurzen aufrechten Zellfäden, zerstreut. Im Oberrhein bei Karlsruhe Wasserstämme mit stärkeren Verzweigungen, ziemlich häufig.

#### **Bangia atropurpurea** (ROTH) C. AGARDH

Abb. 109, 256

Fäden mit der Basis meist auf hartem Substrat, selten auch als Epiphyten auf Wasserpflanzen festgeheftet. Jungpflanzen lila-rot, ältere Bestände bräunlich-rot gefärbt. Einreihige Zellstränge bis 40 µm breit, nach vertikalen Teilungen bis 70 µm breit.

Im Hochrhein meist nur Keimlinge und wenig-zellige Fäden auf *Cladophora*, selten. Im Oberrhein bei Kappel rötlich-braune Watten im flachen Uferbereich, ziemlich häufig, im Raum Greffern-Karlsruhe selten bis zerstreut.

#### **Hildenbrandia rivularis** (LIEBMANN) J. AGARDH

Abb. 107, 108, 338, 339

In den zugänglichen flachen Uferbereichen des Hochrheins sind auf den Geröllsteinen nur kleine, ± einschichtige Kolonien ausgebildet. Großflächige Kolonien, wie sie insbesondere bei Rott & Walser (1996) abgebildet sind, erscheinen hier erst in größerer Tiefe auf der eigentlichen Flusssohle. Demgegenüber sind im Oberrhein auch die ufernahen Steine mit großen roten Flecken überzogen. Zur Ökologie von *Hildenbrandia* sei auf die ausführliche Studie von LUTHER (1954) verwiesen.

Im Hochrhein bei Murg und Wyhlen, selten, im Oberrhein bei Greffern und Karlsruhe ziemlich häufig, weiter flussabwärts bei Altlußheim nicht mehr beobachtet. Auch von Lauterborn (1910) wird *Hildenbrandia* aus diesem Abschnitt des Rheines nicht erwähnt.

#### **Thorea hispida** (THORE) DESVAUX, emend. SHEATH, VIS & COLE 1993

Abb. 259, 260, 343, 344

(*Thorea ramosissima* BORY)

Die Pflanzen erreichen im Oberrhein eine Größe bis zu ca. 20 cm, der überwiegende Teil liegt jedoch im Größenbereich von 5-10 cm. Die einzelnen Exemplare sind sehr reich, oft sogar netzartig verzweigt. Der Durchmesser der Hauptfadenstränge beträgt bei großen Pflanzen insgesamt ca. 1400-1500 µm, derjenige der Medulla ca. 450 µm. Bei den stärkeren Seitenästen fallen die Werte zurück auf ca. 900-1000 µm, bzw. 250-300 µm. Die assimilatorischen Fäden sind nur spärlich verzweigt, 8 µm im Durchmesser, 350-500 µm lang. Monosporangien birnenförmig, 10-16 µm lang, zahlreich. Chromatophoren violett, zum Teil auch ins Grünliche übergehend.

Das Vorkommen von *Thorea* im Rhein ist offenbar starken Schwankungen unterworfen. Nach langen Jahren eigener Beobachtung des Rheinabschnittes bei Karlsruhe wurde die Alge erstmals Anfang November 1985 wieder entdeckt. Bei den damaligen Niedrigwasserverhältnissen waren zahlreiche Buhnenfelder massenhaft besiedelt. Ein Jahr später wurde das Vorkommen von MAUCH (1988, 1989) anlässlich einer Nachuntersuchung zum SANDOZ-Chemieunfall bestätigt. Seitdem wurde ein vergleichbares Massenaufreten nicht mehr registriert. In manchen Jahren wurden überhaupt keine Pflanzen gefunden, in anderen nur vereinzelt oder in kleinen Gruppen (z.B. im Jahr 1994), darunter Exemplare von ca. 20 cm Länge. 1998 und 1999 wurde wieder ein vermehrtes Auftreten beobachtet, meist in Wassertiefen von 0,5-1 m.

*Thorea hispida* scheint rheinaufwärts eine natürliche Verbreitungsgrenze in Höhe von Karlsruhe bis zur Murgmündung zu haben. Gezielte Untersuchungsfahrten bis in den Bereich von Basel in den Jahren 1985 bis 1995 erbrachten keine Befunde oberhalb dieser Grenze. LAUTERBORN (1910) konnte *Thorea* noch bis unterhalb Straßburg verfolgen, weist aber später (1941-42) darauf hin, dass er den Schwerpunkt der Verbreitung im Raum Speyer-Ludwigshafen fand. KRAUSE (1976), der in den 70iger Jahren des letzten Jahrhunderts den Oberrhein und viele Nebengewässer intensiv beobachtet hat, fand *Thorea* nicht mehr und vermutete, dass sie im Rhein ausgestorben sei.

Nur im Oberrhein bei Karlsruhe beobachtet, meist kleinere Pflänzchen auf überströmten Steinen der Buhnenschüttungen, zerstreut.

## Euglenophyta und Cryptophyta

### **Euglena spec.**

Abb. 261

Gallertlager mit dicht gepackten *Euglena*-Zellen. Zellen 15-20 µm lang, 7-10 µm breit, ohne Geißeln. An fixiertem Material nicht näher bestimmbar.

Im Oberrhein bei Karlsruhe auf mäßig schnell überströmten Steinen der Buhnenschüttung, ziemlich häufig.

### **Cryptomonas spec.**

Abb. 111

Zellen olivgrün, jeweils in Vierergruppen in gemeinsamer, weicher, farbloser und strukturloser Gallerte. Einzelzellen durch die Fixierung verformt, ca. 6-8 µm breit, 8-12 µm lang, mit caudaler Spitze. Schlund bis unter die Zellmitte reichend. Cystenartige Mutterzellen oval mit dicker Membran, 13 µm lang, 10-11 µm breit, Hülle ca. 0,5 µm stark.

Von der Zellform her und auch was die Zellmaße anbetrifft zeigt die vorliegende Form Annäherungen an *C. caudata* SCHILLER. Von Palmella-artigen Kolonien ist von dieser Art bisher nicht berichtet. Nach PRINGSHEIM (1968) ist die Neigung zur Palmellenbildung bei Cryptomonaden jedoch nicht ungewöhnlich und von der Ernährung und Wasserzufuhr abhängig.

Im Hochrhein bei Balm, Reckingen und Wyhlen zwischen anderen Aufwuchsalgen auf Steinen in Ufernähe, selten. Im Oberrhein nur bei Neuenburg, ebenfalls in der weichen Aufwuchsschicht auf Steinen.

## **Chrysophyta**

### **Apistonema commutatum** PASCHER

Abb. 112, 262, 347

Der vegetative Zustand dieser Alge zeigt sich im Rhein vorwiegend als regellose, mehrschichtige Anhäufung rundlicher, elliptischer oder länglich gestreckter Zellen, ähnlich, wie sie auch bei WAERN (1952) für *Apistonema pyrenigerum* dargestellt sind. Nur in wenigen Fällen hängen einige Zellen direkt als Faden aneinander. Zoosporangien keulenförmig bis fast kugelig, (9-10) x (12-15) µm groß. Fadenförmige Zellen ca. 6 x 9 µm groß, mit jeweils 1 Chromatophor ohne Pyrenoid. Die Ausbildung von Zoosporangien wurde im Probenmaterial aus dem Rhein nur selten beobachtet. Im vegetativen Zustand sind die Zelllager von ganz ähnlichen Zellanhäu-

fungen bei *Pleurocladia lacustris* am gleichen Standort kaum zu unterscheiden (s. Abb. 121). Es wurden mehrfach dickwandige runde Zellen von 7-8 µm Durchmesser gefunden (Sporen?), die schlauchartig auskeimten.

Nur im Oberrhein bei Greffern als kleine Inseln im Aufwuchsgemisch auf Steinen, selten.

### **Hydrurus foetidus** (VILLARS) TREVISAN

Abb. 113

Es werden im Rhein vorwiegend nur kleine, flache, sohlenförmige Zelllager ausgebildet, aus denen allenfalls kurze Gallertschläuche mit nur 3-4 Zellen hervortreten. Auch im Frühjahr, der sonst üblichen Zeit für die Massenentwicklung der bekannten großen Gallertschläuche dieser Alge, wurde keine wesentlich andere Wuchsform beobachtet.

Im Hochrhein von Balm bis Wyhlen und im Oberrhein bei Karlsruhe jeweils kleine posterförmigen Nester auf schnell überströmten Steinen, sehr selten bis zerstreut, im Frühjahr bei Karlsruhe ziemlich häufig.

### **Phaeodermatium rivulare** HANSGIRG

Abb. 345, 346

Lager flach, Zellen deutlich gegeneinander abgegrenzt, 8-12 µm groß. Es besteht eine weitreichende Ähnlichkeit mit *Hydrurus foetidus*, die Zellpakete sind jedoch kompakter und die Zellen selbst sind individuell sehr viel unterschiedlicher geformt.

Im Oberrhein bei Balm und Reckingen, sowie im Oberrhein bei Greffern als Epiphyten auf Wasserpflanzen und zwischen anderen Aufwuchsalgen auf Steinen in schneller Strömung, selten bis zerstreut.

## **Xanthophyta**

### **Gloeobotrys chlorinus** PASCHER

Abb. 114

Gallertlager sehr weich, zerfließend, strukturlos. Zellen kugelig, 4,5-5 mm im Durchmesser, zu vielen in der Gallerte regellos verteilt, ziemlich dicht gelagert, Chloroplasten 3-4. Die aus Autosporen hervorgegangenen 4 Tochterzellen bleiben zunächst von einer distinkten gemeinsamen Hülle umschlossen. Diese verschleimt später vollständig. Isoliert liegende Zellen besitzen eine zarte eigene Gallerthülle, die mit Methylenblau anfärbbar ist. – *Gloeobotrys chlorinus* ist einerseits als Bodenalge (ETTL & GÄRTNER 1995), andererseits auch als Uferalge von Kleingewässern bekannt.

Nur im Hochrhein bei Balm, kleine Lager auf Steinen im unmittelbaren Uferbereich in der Schwanzzone des Wasserspiegels, zerstreut.

#### **Vaucheria spec.**

Im Hochrhein bei Murg Polster unterschiedlicher Größe auf Steinen mit stärkerer Detritusbedeckung, im Oberrhein bei Karlsruhe am Wasserauslaufrohr von der Gütemessstation, selten bis zerstreut. Fäden steril, (50-) 60 (-80) µm im Durchmesser.

#### **Phaeophyta**

##### **Heribaudiella fluviatilis (ARESCHOUG) SVEDELIUS** Abb. 115, 116, 117, 263, 264

(*Lithoderma fontanum* FLAHAULT)

Lager auf Steinen ab ca 2 m Tiefe als große zusammenhängende, kräftig braune Flecken ausgebildet (siehe Abbildungen bei ROTT & WALSER 1996). In den flachen Flussrandbezirken geht der Thallusaufbau meist nicht über Sohlenstadien oder spärliche, kleine Zellansammlungen mit kurzen aufrechten Fadenbildungen hinaus (Abb. 115). Diese Reduzierung entspricht den Befunden von WEHR & STEIN (1985), nach denen *H. fluviatilis* ihre optimale Entwicklung erst bei Fließgeschwindigkeiten von 1-1,20 m/s findet. - Zellen der aufrechten Fäden 6-10 µm breit, quadratisch. Verzweigungen wurden nicht beobachtet.

Die braunen Algenkrusten vom Hoch- und Oberrhein sind von LAUTERBORN (1910, 1916) als *Lithoderma fontanum* FLAHAULT bezeichnet worden. Nach jahrzehntelangen Diskussionen um die Differenzierung von *Lithoderma* und *Heribaudiella* werden *L. fluviatile*, *L. fontanum* u. *L. zonatum* von WEHR (2002) als Synonyme von *Heribaudiella fluviatilis* geführt.

Im Hochrhein nur bei Balm und Wyhlen kleine Einsprengsel im Aufwuchsgemisch auf Steinen, sehr selten bis selten. Im Oberrhein bei Neuburg und Karlsruhe, vorwiegend nur Sohlen, selten Ansätze zu aufrechten Zellreihen, selten bis zerstreut, an wenigen Stellen auch ziemlich häufig.

##### **Pleurocladia lacustris A. BRAUN**

Abb. 121, 124, 265

Diese Alge tritt nur im Oberrhein auf, und dort auch nur in Form sohlenartiger Stadien. Voll ausgebildete Pflanzen mit keulenartigen uniloculären Sporangien sind hingegen in den klaren Grundwasserausläufen des angrenzenden Taubergießengebietes ziemlich häufig vertreten

(BACKHAUS & KRAUSE 1974). Die Sohlenstadien im Rhein bestehen aus unregelmäßig angeordneten Zellaggregaten mit fast parenchymatischem Charakter. Selten sind zusammenhängende, eher fadenartige Anordnungen zu beobachten. Die Zellen sind unterschiedlich groß, rundlich bis elliptisch, 6-12 µm groß. In randständigen Arealen der Sohle nehmen einige Zellen mehr rechteckige Formen an und wachsen dort in gegliederte Filamente aus. Nur in diesem Zustand sind die Zellansammlungen als zu *Pleurocladia* gehörig zu erkennen. Sonst ist eine Abgrenzung gegenüber *Apistonema* kaum möglich. Ähnliche Formen wie im Oberrhein sind von WILCE (1966, Pl. I- Fig. 4 und Pl. II- Fig. 8) für das arktische Amerika abgebildet.

Im Oberrheinabschnitt bei Karlsruhe im Aufwuchs auf Steinen der Buhnenschüttungen, zerstreut.

#### **Chlorophyta**

##### **Chlorococcum spec.**

Abb. 120

Zellen kugelig, länglich-oval oder aufgrund gegenseitigen Druckes unregelmäßig geformt, 15-25 µm groß, vereinzelt auch bis 35 µm groß, junge runde Zellen 7-15 µm im Durchmesser. Zellfamilien aneinander hängend, jedoch ohne einen gemeinsamen Gallertmantel. Zellwände kräftig, nicht geschichtet. Zellinhalt in fixiertem Zustand nicht mehr im Detail erkennbar, jedoch 1 großes Pyrenoid jeweils deutlich hervortretend. Im Hochrhein bei Wyhlen und im Oberrhein bei Neuburg, Greffern und Karlsruhe in der gallertigen Aufwuchsschicht auf Steinen, sehr selten bis zerstreut.

##### **Chlorotylum cataractarum KÜTZING**

Abb. 134, 284

Thallus kleine, makroskopisch nicht erkennbare weiche Polster bildend, im Innern mit locker gelagerten Kalkkristallen. Fäden der Sohle unregelmäßig, zum Teil aber auch parallel verlaufend. Zellen der Sohlenfäden 11-12 µm breit, 3-9 mal so lang wie breit, überwiegend leer. Aufrechte Stämme 100-250 µm hoch, einseitig verzweigt, Zellen schmaler als die Sohlenfäden, 7-8 µm breit, 1-5 mal so lang wie breit. Leere und gefüllte Zellen unregelmäßig verteilt. Zweigspitzen oft *Ctenocladus*-artig verlängert, meist leer und wie bei Sporangien an der Spitze offen. Akineten entstehen interkalar oder an kurzen Seitenästen. Der Aufbau der im Rhein vorgefundenen Thalli ist wenig typisch für *Chlorotylum* und zeigt am ehes-

ten Ähnlichkeiten mit der von SMITH (1950, Fig. 91) und der von BOURRELLY (1966, Pl. 58-Fig. 1 und 2) dargestellten Wuchsform dieser Art. Andererseits bestehen wegen der als Sporangien(?) verlängerten Zweigenden und der Art der Akinetenbildung größere Ähnlichkeiten mit *Gongrosira circinnata*. Das Vorkommen dieser Brackwasseralge im Rhein dürfte jedoch auszuschließen sein. Auf Ähnlichkeiten dieser beiden species hat bereits BOURRELLY (1966) hingewiesen. Auch die von SHANGAO & LIEJUE (1998) wiedergegebenen Abbildungen von *C. cataractarum* mit verlängerten Endzellen der Seitentriebe gibt hinweise auf morphologische Übereinstimmungen. Im Oberrhein bei Karlsruhe auf Steinen der Uferschüttung, selten.

### **Cladophora glomerata** (L.) KÜTZING

Abb. 364, 365

*Cladophora glomerata* zählt mit zu den Charakterpflanzen von Hoch- und Oberrhein. Während im Hochrhein eher kurze, reich verzweigte Formen vorherrschen, treten im Oberrhein meist große Pflanzen von über 20 cm Länge auf, die sich auf den Steinen der Uferschüttung oft zu dichten Watten zusammenschließen. Fast alle Pflanzen tragen einen dichten Pelz von Aufwuchsalgen, der zum größten Teil aus Diatomeen besteht. Der morphologische Habitus der Einzelpflanzen entspricht der Artbeschreibung.

Im Hoch- und Oberrhein überall vertreten, im Hochrhein selten bis zerstreut, im Oberrhein zerstreut bis ziemlich häufig.

### **Cladophora rivularis** (L.) VAN DEN HOEK

Abb. 146

(*Cladophora fracta* var. *rivularis* (L.) BRAND)

Pflanzen mehrfach, oft nur einseitig verzweigt ohne durchgehend erkennbare Hauptachse. Seitenäste von gleicher Form wie die Hauptäste, vorwiegend jedoch als einfache lange Zellfäden mit spärlich besetzten kurzen Seitenästen. Zellen 40 µm breit, 3-4 mal so lang wie breit, zylindrisch. Keine rhizoidartigen Festheftungsorgane beobachtet. Die Zuordnung zu *Cl. rivularis* ist aufgrund des wenigen gefundenen Materials nicht mit letzter Sicherheit zu treffen, zumal die Abbildungen bei VAN DEN HOEK (1963) für diese Art sehr unterschiedliche Zelltypen wiedergeben. Im Hochrhein bei Balm zwischen Moospflanzen in mäßiger bis schneller Strömung, selten.

### **Closterium** cf. **pseudolunula** BORGE

Abb. 291

Zellen 170-200 µm lang, 32 µm breit, 3-5 Pyrenoiden.

Im Oberrhein bei Karlsruhe zwischen Detritus im Mischlager von Phormidien und Diatomeen, zerstreut.

### **Coleochaete soluta** var. **minor** HANS GIRG

Abb. 147

Der Thallus bildet ± runde geschlossene Zellscheiben. Zentrale Zellen 5-6 µm breit. Die radialen Zellen schließen dichter aneinander als bei den Abbildungen von PRINGSHEIM in PRINTZ (1964) dargestellt. Randzellen gelappt, 10-15 µm lang, 3-5 µm breit.

Im Hochrhein bei Wyhlen auf Glasscherben in langsamer Strömung, sehr selten.

### **Cosmarium laeve** RABENHORST

Abb. 148, 363

Zellen 15x22 µm groß, glatt, in jeder Zelhälfte mit einem großen Pyrenoid.

Im Hochrhein nur bei Balm, im Oberrhein bei Neuenburg einzeln oder in Form kleiner Nester in den nicht verkalkten Bereichen der Aufwuchsschicht auf Steinen, selten bis zerstreut.

### **Dilabifilum incrustans** (VISCHER) TSCHERMAK- WOESS

Abb. 145, 289, 290

(*Pseudopleurococcus incrustans* VISCHER)

Der Thallus besteht aus zwei unterschiedlich ausdifferenzierten Zelltypen: Basal, unmittelbar dem Substrat aufliegend, befindet sich eine im Umriß unregelmäßig geformte einschichtige Lage abgerundeter Zellen mit kräftiger Zellwand. Aus ihnen wächst ± vertikal flaschenhalsähnlich jeweils eine Zellausstülpung hervor (Fig. 145 b), aus der sich später ein aufrechtes System von Wasserstämmen entwickelt. Die runden basalen Zellpakete sind der Gattungsdiagnose zufolge (*Pseudopleurococcus* bei PRINTZ 1964) als Akineten einzustufen. Es können Einzelzellen, Doppelzellen, Viererpakete als auch Ansätze zu Zellreihen unterschieden werden. Zelldurchmesser 4-8 (-10) µm. Die aufrechten Wasserstämme stehen meist dichtgedrängt senkrecht zum Substrat (an *Gongrosira fluminensis* erinnernd) oder leicht buschig in Annäherung an die Wuchsform von *Pseudendoclonium* (*Pseudopleurococcus printzii*, wie sie bei VISCHER (1933, Abb. 12, Fig. 3) abgebildet ist. Die Zellen der Wasserstämme sind (2,5-)3-3,8 µm breit, 3-6 mal so lang wie breit. Chromatophor wandständig, muldenförmig gebogen, gelappt, 1 Pyrenoid. Seitenzweige eng

anliegend, nicht alternierend. Die längeren Zellen sind in sich leicht wellig gebogen, die Endzellen zeigen Andeutungen zu einem hakenförmigen Schwung. Das Wasserstammsystem ist locker mit Kalk inkrustiert.

Da die Artbeschreibungen von *Dilabifilum*, *Pseudopleurococcus*, *Pseudendoconium* und anderer ähnlicher Formen fast ausschließlich auf Kulturmateriale beruhen, bleibt die Zuordnung von Freilandmaterial zu einer dieser Gattungen schwierig, zumal diese Formen meist als Phycobionten von Flechten vorkommen. Auch wenn die Originalbeschreibung für *Pseudopleurococcus incrustans* von VISCHER (1956) nicht in allen Aspekten auf das vorliegende Material zutrifft, so dürfte aufgrund weiterer Berücksichtigung verschiedener Abbildungen von VISCHER (1933), TSCHERMAK-WOESS (1970) und WATANABE (1983) und der Artdiagnosen von *Dilabifilum*-Arten von JOHNSON & JOHN (1990) die prinzipielle Zuordnung zu *Dilabifilum*, und dort zu *D. incrustans* gerechtfertigt sein. Sie wird unterstützt durch den Umstand, dass *D. incrustans* außer als Phycobiont auch freilebend vorkommen kann und von Vischer anhand von Funden aus dem Hochrhein beschrieben wurde. Zu berücksichtigen ist ferner ein besonderer Hinweis von JOHNSON & JOHN (1990, S. 57) zur Gestalt der Zellen: „Frequently the outline of the cells is somewhat irregular and the terminal cells are often curved or hook-shaped.“ Diese Eigenschaften treffen auf das Hochrheinmaterial durchaus zu. Für die übrigen species fehlen diesbezügliche Angaben. Ein weiteres zutreffendes Merkmal ist die oben bereits erwähnte Verkalkung des Thallus, auf die auch von VISCHER in der Artdiagnose hingewiesen wird.

Im Hochrhein überall vertreten, entweder als kleine grüne Höcker im Aufwuchsmosaik auf Steinen oder ± als Einzelexemplare zwischen anderen Algen, selten bis zertsreut.

cf. **Endoderma cladophorae** HORNBYE

Abb. 128

Thallus sohlenartig, einschichtig, von unregelmäßigem Umriß. Im zentralen Teil sind die Zellen rundlich oder länglich gerundet, parenchymatisch aneinandergefügt, mit sehr dicken, wie aufgequollen wirkenden Zellwänden. Runde Zellen haben einen Durchmesser von 4-6 µm. Zum Rand hin findet ein Übergang zu kriechenden, gegliederten und verzweigten Fäden statt, die mit zunehmender Verzweigung unmittelbar aneinander schließen. Zellen der Fäden 2,5-3,5 µm breit, 2-3 (-4) mal so lang wie breit. Jeweils 1 Chromato-

phor pro Zelle, wandständig, gelappt, mit 1 großen Pyrenoid. Die Außenwände der Kriechfäden sind leicht wellig gebogen, die Endzellen zeigen eine typische hakenförmige Krümmung. Keine Haare, keine Borsten.

Die vorliegende Hochrheinform entspricht im Detail keiner der bei PRINTZ (1964), STARMACH (1972), MOSCHKOWA & GOLLERBACH (1986) und in der Flora Algarum Sinicarum V. (SHANGAO & LIEJUE 1998) beschriebenen und abgebildeten species von *Endoderma*, bzw. *Entocladia*. Viel Ähnlichkeit, besonders auch hinsichtlich der Gestalt der Endzellen, besteht hingegen mit der Beschreibung und Abbildung von *Endoderma cladophorae* HORNBYE bei WAERN (1952, Fig. 24 und 25). Dort sind jedoch breitere Zellen und auch Borsten erwähnt, so dass eine definitive Zuordnung unsicher bleibt. Im Hochrhein bei Balm auf den leeren Chitinschalen eines Insekten-Eigeleges, sehr selten.

**Enteromorpha pilifera** KÜTZING

Abb. 292

(*Enteromorpha flexuosa* ssp. *pilifera* (KÜTZING) BLIDING)

Zellschläuche bis 450 µm breit, im unteren (älteren) Teil mit vielen kleinen Auswüchsen übersät. Seitenäste meist nur aus einer Zellreihe bestehend, ca. 15 µm breit. Zellen ± quadratisch oder etwas länger als breit, 13 x 13 bis 16 x 14 µm groß, mit jeweils 2, seltener 3 Pyrenoiden.

Das vorliegende Hochrheinmaterial entspricht den Abbildungen 53c und 55a bei Bliding (1963). Dort wird dieses Taxon (unter *E. flexuosa* ssp. *pilifera*) als Fließwasserform bezeichnet. Nach KOEMANN (1985) ist die ssp. *pilifera* als selbständige Art *E. pilifera* zu führen und gilt im Gegensatz zu den Angaben bei BLIDING eher als eurohaline Form stehender Küstengewässer.

Im Hochrhein bei Balm zwischen Moos- und *Cladophora*-Pflanzen, sehr selten.

? **Gloeotila** spec.

Abb. 125, 270

Fäden gerade, glatt, ohne Gallerthülle. Zellen 2,5 µm breit, an den Querwänden nicht oder kaum merklich eingeschnürt, nur sehr selten Einschnürung etwas stärker mit Andeutung zu beginnendem Fadenzerfall ausgeprägt. Chromatophor ohne Pyrenoid, wandständig, charakteristisch gürtelförmig gestaltet, indem an beiden Querwänden in auffälliger Form eine runde Aussparung hervortritt, die dem Zellinnern ein *Geminella*-, bzw. *Binuclearia*-artiges Aussehen geben. Die strukturellen Merkmale der Hochrheinform treffen nach



PRINTZ (1964) in vielen Punkten auf die Gattung *Gloeotila* Kützling zu. Eine Zuordnung zu einer bestimmten species erscheint jedoch nicht möglich. Im Hochrhein bei Balm regelmäßig in der Aufwuchsschicht auf allen Steinen. Fäden immer einzeln oder zu wenigen beisammen, nie Fadenknäuel bildend, zerstreut.

#### **Gongrosira debaryana** RABENHORST

Abb. 143

Thallus flach-polsterförmig, mit weitgehend geschlossenem Umriß, kaum aufrechte Wasserstämme. Zellen überwiegend rundlich bis länglich, mit kräftiger Membran,  $\pm$  parenchymatisch zusammengeschlossen. Chromatophor mit großem Pyrenoid. Rundliche Zellen im Zentrum 6–11  $\mu\text{m}$  im Durchmesser, Zellen der seitlich auswachsenden Kriechfäden 2,5–3  $\mu\text{m}$  breit, 2–3 mal so lang wie breit. Die vorgefundenen Zellmaße sind kleiner als in der Artdiagnose angegeben, entsprechen aber den bei KANN (1978, Fig. 101) wiedergegebenen Dimensionen.

Im Hoch- und Oberrhein weit verbreitet, auf Wasserpflanzen und auf Steinen in der Strömung, selten bis zerstreut.

#### cf. **Gongrosira disciformis** FRITSCH

Abb. 137, 138, 282, 283, 358–360

Der Thallus besteht aus einer dem Substrat fest anliegenden pseudoparenchymatischen Zellscheibe, aus der sehr eng stehende, aufrechte, streng parallel ausgerichtete Zellfäden emporwachsen. Er ist nicht verkalkt. Die einzelnen Fäden sind aufgebaut aus 8–10 Zellen von 4–5  $\mu\text{m}$  Breite und 4–8  $\mu\text{m}$  Länge, Chromatophor mit je 1 Pyrenoid. Die Fäden sind unverzweigt und werden von einer gemeinsamen, festen, mit Methylenblau nicht anfärbbaren Gallerte zusammengehalten. Die daraus erwachsenden ca. 60  $\mu\text{m}$  starken, meist runden Kissen lassen sich zwar insgesamt leicht von der Unterlage lösen, die einzelnen Fäden sind jedoch nur schwer voneinander zu trennen. Die Endzellen sind leicht kugelig verbreitert und erreichen ca. 6  $\mu\text{m}$  im Durchmesser. Sie bilden offenbar keine verdickten Membranen aus, so dass unklar bleibt, ob es sich bei ihnen um Autosporenbildungen handelt (noch Jugendstadien?).

Diese bisher nur im Oberrhein bei Karlsruhe gefundene Alge zeigt vom Aufbau her zwar am meisten Ähnlichkeit mit *Gongrosira disciformis* FRITSCH (in der Wiedergabe bei PRINTZ 1964), unterscheidet sich jedoch von dieser durch wesentlich kleinere Zellmaße (Zellbreiten nur 4–5  $\mu\text{m}$  gegenüber 9–12  $\mu\text{m}$ ) und die fehlenden Kalk-

einlagerungen. Die angeschwollenen Endzellen erinnern andererseits an die Verhältnisse bei *Gongrosira fluminensis*, der sonst jedoch völlig andersgeartete Thallusaufbau schließt aber auch hier eine Zuordnung aus.

Im Oberrhein bei Karlsruhe auf glatten Betonsteinfragmenten in der Uferschüttung, selten.

#### **Gongrosira fluminensis** FRITSCH

Nur bei Neuenburg einige Fragmente gesehen. Zuordnung nicht sicher.

#### **Gongrosira incrustans** (REINSCH) SCHMIDLE

Abb. 136, 140, 281, 356, 357

Im Hochrhein und Oberrhein sind zwei unterschiedliche Wuchsformen zu beobachten, die beide mit *Gongrosira incrustans* in Verbindung gebracht werden können.

Im Hochrhein: Thallus mit aufrechten, parallelen Wasserstämmen von ca. 100  $\mu\text{m}$  Länge, nur locker mit Kalk inkrustiert. Zellen in der Sohle, bzw. an der Basis der Wasserstämme rundlich oder  $\pm$  quadratisch, 7–10  $\mu\text{m}$  breit, Zellen der Wasserstämme kürzer als breit bis doppelt so lang wie breit, 8–12  $\mu\text{m}$  breit, 7–18  $\mu\text{m}$  lang. Zellwände kräftig (Abb. 136). Diese Form zeigt weitgehende Ähnlichkeit mit der Abb. 7 B,C von BUTCHER (1932) und mit der Abb. 104 c von KANN (1978). – Die Zellmaße sind größer als die von BUTCHER (1932) angegebenen Werte, stehen aber in Übereinstimmung mit FRIEDRICH (1973), GOLUBIĆ (1967), GOLUBIĆ & FISCHER (1975) und KANN (1978), die ebenfalls größere Zellmaße nennen. (Abb. 140). Bei Wyhlen in der weichen Aufwuchsschicht auf Steinen, zerstreut.

Im Oberrhein: Kleine posterförmige Thalli von 1–2 mm Durchmesser und ca. 0,5 mm Höhe, mit Kalk fest inkrustiert. Basalteil aus rundlich bis polygonal geformten Zellen von 4–6  $\mu\text{m}$  Durchmesser aufgebaut, mehrschichtig. Wasserstämme dicht gedrängt, aufrecht, wenig verzweigt, Zweige überwiegend einseitwendig. Zellen der Wasserstämme 4–5  $\mu\text{m}$  breit, im unteren Teil der Stämme meist quadratisch, weiter oben 2–4 mal so lang wie breit. Alle Zellen mit Chlorophyll. – Die Zellen der Wasserstämme sind wesentlich ebenermäßiger und schlanker geformt als bei BUTCHER (1932) und KANN (1978) abgebildet. Dadurch ergeben sich Ähnlichkeiten mit den vegetativen Stämmen von *Chlorotylum cataractarum* KÜTZ., eine Unsicherheit für die Bestimmung, auf die auch KANN (1978) hingewiesen hat. (Abb. 140). Im Hochrhein bei Balm und Wyhlen selten bis zerstreut, im Oberrhein häufiger, dort hellgrüne



harte Krusten auf Steinen in schneller Strömung bildend, oft ziemlich häufig.

### **Gongrosira leptotricha** RAINERI

Abb. 141, 142

Thallus polster- bis strauchförmig, ca. 70 µm hoch. Zellen im Zentrum der Sohle dicht parenchymatisch aneinanderschließend, durch gegenseitigen Druck polygonal abgeflacht, z.T. auch rundlich bis 6 x 9 µm groß. Auskriechende Seitenarme mit langgestreckten Zellen, 3,5-4 µm breit, 8-11 µm lang, Endzellen z.T. flaschenförmig verjüngt. Aufrechte Stämme wie die Kriechfäden sympodial verzweigt, meist nur aus 6 aufeinanderfolgenden Zellen bestehend. Zellen (3,5-) 4 (-5) µm breit, 6-12 µm lang, jeweils 1 Chromatophor mit 1 Pyrenoid. Akinetenbildung wurde nicht beobachtet. Keine Kalkinkrustation.

Das Hochrheinmaterial unterscheidet sich gegenüber der Artdiagnose durch schmalere Zellbreiten und durch offenbar etwas höhere Wasserstämme. Da keine Akinetenbildung auftritt, ist die definitive Zuordnung zu *G. leptotricha* nicht ganz gesichert. Gegenüber *Dilabifilum incrustans* bestehen trotz ähnlichen Thallusaufbaues folgende Unterschiede: *D. incrustans* besitzt eine andere Sohlenstruktur, seine Zellen sind etwas schmaler, die Wasserstämme sind höher (bis zu 12 Zellen übereinander), der Thallus ist mit Kalk inkrustiert.

Nur im Hochrhein bei Balm zwischen anderen Aufwuchsalgen auf Steinen in mäßiger bis schneller Strömung, zerstreut.

### **Klebsormidium rivulare** (KÜTZING) MORISON & SHEATH

Abb. 126

(*Hormidium rivulare* KÜTZING)

Fäden lang, glatt, mit relativ wenigen Kniebildungen, ohne rhizoidartige Auswüchse. Zellen 8 µm breit, 1-1½ mal länger als breit, an den Querwänden nicht oder kaum merklich eingeschnürt, Chromatophor mit großem Pyrenoid.

Im Hochrhein bei Balm, meist Einzelfäden zwischen anderen Aufwuchsalgen auf Steinen in mäßig schneller Strömung, selten.

### **Oedogonium** spp. (steril)

Abb. 293

Verschiedene Arten mit unterschiedlichen Fadenbreiten zwischen 14 und 90 µm, sämtlich steril, nicht näher bestimmbar.

Im Hochrhein von Balm bis Wyhlen, im Oberrhein von Weil bis Karlsruhe, meist zwischen

*Cladophora* und Wassermoosen, sehr selten bis zerstreut.

### **Palmella mucosa** KÜTZING

Abb. 122, 266

Hellgrüne, formlos-schleimige Lager von 0,5-1 cm Größe. Zellen kugelig, 6 µm im Durchmesser, Chloroplasten becherförmig, z.T. mit gelappten Rändern und deutlichem Pyrenoid. Die Einzelzellen liegen in auffallend weitem Abstand von einander. Autosporen bis zu 8 in weit aufquellender Muttermembran.

Kolonieform und Lagerdichte der Zellen und innere Zellstrukturen stimmen mit den Funden von BACKHAUS (1968 b) in der oberen Donau überein, jedoch sind die Zelldurchmesser im Rheinmaterial etwas geringer.

Die von Ettl & Gärtner (1988) versuchte Einbeziehung von *Palmella mucosa* in *Palmellopsis gelatinosa* KORSCHIKOFF dürfte aufgrund der ökologischen Gegebenheiten auszuschließen sein. *Palmellopsis gelatinosa* ist eine Form mooriger und sumpfiger Biotope, während es sich bei Donau und Rhein um (leicht-)eutrophe, neutrale bis alkalische Gewässer handelt. – Die Lager von *Palmella mucosa* besiedeln bevorzugt die leicht durchströmten Bühnenflanken und grobsteinigen Uferschüttungen, wurden von RÖMPP (1997) aber auch in den Aufwuchssammlern einer von Rheinwasser durchströmten Versuchsanlage gefunden. Im Oberrhein nur bei Karlsruhe, zerstreut.

### **Protoderma frequens** (BUTCHER) PRINTZ

Abb. 361

(*Ulvella frequens* BUTCHER)

*Protoderma frequens* ist wie andere einschichtige sohlenbildenden Arten in den Kratzproben der Bühnen- und Uferschüttungen meist unterrepräsentiert. Dies liegt zum einen an der unzulänglichen Sammeltechnik, zum anderen aber vermutlich auch an der Dominanz des vorherrschenden Cyanophyceenbewuchses, in dem sich die Sohlensysteme nur schwer ausbreiten können. Auf frischen Kunstsubstraten, z.B. eingeschwemmten Kunststoff-Folien, gehört *Protoderma* hingegen meist in großer Zahl mit zu den Erstbesiedlern. – Im Rhein tritt *Protoderma frequens* mit unterschiedlich breiter, mit Methylenblau anfärbbare „Hofgallerte“ auf (vergl. BACKHAUS 1968 b).

Im Hochrhein bei Balm auf *Cladophora* und Glascherben, selten; im Oberrhein bei Neuenburg und Karlsruhe auf Steinen und Plastiksubstrat, selten bis zerstreut.

***Pseudendoclonium basiliense* var. *brandii***

VISCHER

Abb. 144, 287, 288, 362

Im Rhein sind zwei unterschiedliche *Pseudendoclonium*-Formen zu beobachten: Die eine weist in Richtung von *Ps. basiliense*, die andere zu *Ps. prostratum* var. *prostratum* (vergl. RÖMPP 1997). Die Entwicklung der Sohle von *Pseudendoclonium basiliense* var. *brandii* beginnt – im Gegensatz zu *Ps. prostratum* var. *prostratum* – mit einem ± geraden, mehrzelligem Primärfaden, von dem alsbald Seitenzweige auswachsen, bis eine ± geschlossene pseudoparenchymatische Zellscheibe entsteht. Die vertikale Aufwölbung des Zentralteiles durch eine anwachsende Schicht locker zusammenhaltender runder Zellen setzt ein, wenn ein Sohlenstadium von ca. 20-30 Zellen erreicht ist. Die Randzellen der Sohle haben einen Durchmesser von 5-6,5 µm und sind immer länger als breit (bis zu 20 µm lang). Der parietale Chloroplast enthält jeweils 1 Pyrenoid.

Da die Systematik der *Pseudendoclonium*-Arten vorwiegend auf Laborkulturen beruht (VISCHER 1926, 1933, TUPA 1974, JOHN & JOHNSON 1989) ist die Zuordnung von Freilandformen zu bestimmten species immer mit Unsicherheiten verbunden. Aufgrund der bei diesen drei Autoren gegebenen Beschreibungen und Abbildungen korrespondiert die oben beschriebene Wuchsform der im Rhein gesammelten Proben recht gut mit *Pseudendoclonium basiliense* var. *brandii* VISCHER. Ausschlaggebende Kriterien sind in Übereinstimmung mit JOHN & JOHNSON (1989): Ausbildung von mehr als 60 Zellen pro Individuum, das Fehlen aufrechter Filamente, Bildung 4-geißliger Zoosporen (von RÖMPP 1997 an Material gleichen Standortes nachgewiesen). Zu diesem Taxon dürfte ein Großteil der von BACKHAUS (1968 b), FRIEDRICH (1973), KANN (1978) und RÖMPP (1997) als „*Protoderma* spec. sensu BACKHAUS“ beobachteten und dargestellten Formen zu zählen sein.

Im Hochrhein bei Balm und Reckingen, sowie im Oberrhein bei Neuenburg und Karlsruhe auf Wasserpflanzen, Folienstücken und Glasscherben, weniger auf überströmten Steinen, gefunden, selten bis zerstreut, vermutlich aber mit höheren Abundanzen vertreten.

***Pseudendoclonium prostratum* var. *prostratum*** TUPA

Abb. 139, 285-286

Im Gegensatz zu *Pseudendoclonium basiliense* var. *brandii* beginnt die Entwicklung von *Ps.*

*prostratum* var. *prostratum* nicht mit einem längeren, geraden, mehrzelligem Primärfilament. Aus den ersten kurzen Fadenansätzen wachsen bereits kurze Seitenäste 1. und 2. Ordnung aus, so dass sehr schnell geschlossene pseudoparenchymatische Zellscheiben entstehen. Die einzelnen Zellen sind 6-7,5 µm breit, mehrheitlich quadratisch oder etwas kürzer als breit, selten doppelt so lang wie breit. Die Randzellen treten nur wenig aus dem Sohlenkomplex hervor. Aufrechte Filamente werden nicht ausgebildet. Die Aufwölbung des Mittelteils durch angeschwollene runde Zellen scheint erst bei größeren Sohlen einzusetzen. Dadurch wird bei jungen Stadien eine Unterscheidung von *Protoderma frequens* oft schwierig. Die im Rhein angetroffenen Wuchsformen entsprechen weitgehend der Abb. 20 bei JOHN & JOHNSON (1989).

Nur im Oberrhein bei Neuenburg und Karlsruhe beobachtet, vorwiegend auf Wasserpflanzen, seltener auf Steinen, selten bis zerstreut.

***Rhizoclonium hieroglyphicum* (C. A. AGARDH)**

KÜTZING

Abb. 149

Fäden gerade oder nur wenig gekrümmt, ohne Verzweigungen oder rhizoidartige Auswüchse. Zellen 22-28 µm breit, 50-60 µm lang. Zellwände ca. 2 µm dick.

Im Hochrhein bei Wyhlen zwischen *Cladophora glomerata*, selten; im Oberrhein bei Greffern zwischen Wassermoosen, zerstreut.

***Schizomeris leibleinii* KÜTZING**

Abb. 274

Zellfäden vorwiegend einreihig mit wenig Ansätzen zur Längsteilung.

Nur im Oberrhein bei Neuenburg, wenige Fäden zwischen *Cladophora glomerata*.

***Sphaerobotrys fluviatilis* BUTCHER**

Abb. 118, 269

Zellen zu kleinen flachgewölbten bis fast halbkugeligen Kolonien vereinigt, von feiner, mit Methylblau schwach anfärbbarer Gallertschicht umzogen. Einzelzellen oval oder zur Basis hin birnenförmig verjüngt, sehr eng aneinanderliegend, in der Aufsicht auf die Kolonie nur als runde „Kugelhaufen“ hervortretend, mit Zelldurchmessern von 3,8-4,5 µm. Im Aufwuchsgemisch auf steiniger Unterlage erscheint *Sphaerobotrys* unterrepräsentiert. Auf glatten Kunsts substraten wie Glasscherben und Plastikfolien zählt sie zu den häufigeren species.

Im Hochrhein von Balm bis Murg und im Oberrhein bei Neuburg und Karlsruhe auf Wasserpflanzen, eingeschwemmten Folien und auf Steinen, selten bis zerstreut.

### **Spirogyra** spp.

Zellfäden mit unterschiedlichen Fadenbreiten, nur steril angetroffen.

Im Oberrhein bei Neuburg und Karlsruhe zwischen *Cladophora* und Wassermoosen, sehr selten bis selten. Fadenbreiten von 26 bis 58 µm.

### **Sporotetras pyriformis** BUTCHER

Abb. 119, 123, 268

Junge Kolonien scheibenförmig, flach, später zu größeren gallertigen Zellaggregaten aufwachsend. Zellen ± halbkugelig, anfangs in Vierergruppen eng aneinander liegend (Abb. 123), in älteren Kolonien meist nur noch in Zweiergruppen, weiter von einander entfernt. Zellen 3,5 x (5-6) µm groß, mit großem Pyrenoid. Es wurden Kolonien beobachtet, in denen die Mutterzellmembranen der Doppelzellstadien nicht vollständig verquollen sind und dadurch Ähnlichkeiten mit *Radiococcus* hervorrufen.

Im Hoch- und Oberrhein weit verbreitet, meist in Form kleiner Nester, z.T. aber auch als 1-2 cm<sup>2</sup> großer Gallertlager in der weichen Aufwuchsschicht auf Steinen, sehr selten bis zerstreut.

### **Stigeoclonium aestivale** (HAZEN) COLLINS

Abb. 132, 276, 277

Sohle nur aus wenigen Fäden bestehend, z.T. dünn und rhizoidartig. Wasserstämme lang, wenig verzweigt, im unteren Drittel mit rhizoidartigen Auswüchsen. Zellen des Hauptstammes 7-9 µm breit, Seitenzweige ebenso breit oder über längere Abschnitte etwas schmaler und dann nur 5 µm breit. Zellen zylindrisch, 1-3 mal so lang wie breit. Chromatophor wandständig, stark gelappt, mit 1 Pyrenoid.

Im Hochrhein bei Balm und im Oberrhein von Greffern bis Altlußheim auf Wasserpflanzen und auf Steinen in mäßiger Strömung, selten bis zerstreut.

### **Stigeoclonium falklandicum** KÜTZING

Abb. 178

Die Kriechfäden der Sohle schließen sehr eng zusammen und bilden eine weitgehend geschlossene Scheibe. Zellen überwiegend lang gestreckt, 4-5 µm breit, 4-10 µm lang. Wasserstämme nicht ausgebildet.

Da nur wenige Sohlen in sehr dichten Aufwuchsschichten auf Wasserpflanzen beobachtet werden konnten, bleibt die genaue Bestimmung unsicher. Die engen Platzverhältnisse im dichten Aufwuchsrassen führen meist zu untypischen oder deformierten Sohlenbildern. Der Gesamthabitus weist jedoch stark in Richtung *Stigeoclonium falklandicum*, und deckt sich gut mit den Befunden an *S. falklandicum* in der oberen Donau (BACKHAUS 1968 b).

Nur im Hochrhein bei Reckingen auf Blättern von submersen Wasserpflanzen, selten.

### **Stigeoclonium falklandicum** var. **anglicum**

BUTCHER

Abb. 135, 354, 355

Ein ausgeprägtes Merkmal dieser Alge sind die großflächigen Sohlensysteme, die im Rhein einen Durchmesser von ca. 1-2 mm erreichen können. Anders als bei *Stigeoclonium farctum* var. *rivulare* ist der Umriss nur selten kreisförmig geschlossen, sondern durch getrennt vorwachsende Randpartien unregelmäßig geformt. Im Zentrum der Scheibe bilden die Zellen einen pseudoparenchymatischen Zusammenschluß polygonal geformter Zellen von 5-7 µm Größe. In den Randpartien wachsen die Zellen zu dicht aneinander schließenden, schmälere, langen Kriechfäden aus, deren Zellen sind 4 µm breit und bis zu 8 µm lang. Der zentrale Teil der Sohle trägt zahlreiche Ansätze zu Wasserstämmen, die zunächst pfriemlich emporwachsen, aber nie in einem Haar enden. Die auffallend hellgrünen Fadenbüschel der Wasserstämme werden im Rhein bis zu 3 cm lang. Die Zellen der Hauptstränge sind 8 µm breit und 20-24 µm lang. Die Seitenzweige stehen vorwiegend alternierend, selten opponierend. Sie sind meist kurz und nur spärlich weiter verzweigt.

Die Varietät *anglicum* unterscheidet sich im Rhein von der Hauptart durch die stärkere Aufteilung der zentralen Sohlenfläche in kleinere, polygonal geformte Zellen, während bei *S. falklandicum* selbst nur langgestreckte Zellen beobachtet wurden. Desweiteren fehlen bei der Hauptart durchgehend die Ansätze zu Wasserstämmen, während sie bei der var. *anglicum* sehr zahlreich sind. Außerdem scheinen die beiden Formen räumlich getrennt voneinander vorzukommen: *S. falklandicum* nur im Hochrhein, die Varietät *anglicum* nur im Oberrhein.

Im Oberrhein im Bereich von Greffern bis Altlußheim zerstreut bis ziemlich häufig.

**Stigeoclonium farctum** BERTHOLD

Abb. 133, 279

Kriechfäden der Sohle im Zentrum eng aneinanderschließend, zur Peripherie hin unterschiedlich weit vorwachsend, so dass meist keine runde geschlossene Scheibe entsteht. Junge Wasserstämme oft dichtgedrängt  $\pm$  parallel aufwärtswachsend, z.T. mit Haarspitzen. Diese vorgefundenen Wuchsformen entsprechen weitgehend der Abbildung bei ISLAM (1963, Pl. 322, Fig. 3-4), bzw. BACKHAUS (1968 b, Tafel 16, Fig. 6). Die älteren Wasserstämme sind ca. 120  $\mu$ m hoch, mäßig stark verzweigt. Seitentriebe kurz, Endzellen  $\pm$  spitz zulaufend, jedoch überwiegend ohne Haarbildung. Zellen der Hauptstämme 6-8  $\mu$ m, bei den Seitenzweigen 4-5  $\mu$ m breit. Chromatophor die Zelle weitgehend ausfüllend, mit 1-2 Pyrenoiden.

Im Hochrhein verbreitet, auf Wasserpflanzen und in der Aufwuchsschicht auf Steinen, sehr selten bis zerstreut.

**Stigeoclonium farctum** var. **rivulare** BUTCHER

Abb. 280, 349, 350

Sohlen als  $\pm$  geschlossene Scheiben ausgebildet, Wasserstämme sehr dicht stehend, kurz, mit Haarbildung, kräftige Grünfärbung.

Im Hochrhein nur bei Balm beobachtet, im Oberrhein bei Greffern und Karlsruhe, auf Blättern von Wasserpflanzen und auf glatten Steinen, selten bis ziemlich häufig.

**Stigeoclonium lubricum** (DILLWYN) KÜTZING

Abb. 352, 353

Gegenüber anderen im Rhein vertretenen *Stigeoclonium*-Arten ist *S. lubricum* durch die intervallartige Verzweigungsform deutlich unterscheidbar: Nach längeren Abschnitten ohne Seitenzweige sind meist 2-4 Zweigpaare direkt übereinander angeordnet, so dass eine fast quirlständige Verzweigungsart entsteht. Die zweigtragenden Zellen sind auffallend verkürzt. An den Seitentrieben setzen die Kurzweige vorwiegend alternativ an, oft sehr dicht aufeinanderfolgend. Zellen der Hauptstämme 13-15  $\mu$ m breit 30-40  $\mu$ m lang, bei den Seitentrieben 8-10  $\mu$ m breit, 10-15  $\mu$ m lang. Die meist kurzen Seitenäste 3. oder 4. Ordnung sind zum Ende hin verjüngt, jedoch nicht besonders zugespitzt oder in ein Haar auslaufend. Die Sohle ist unscheinbar, am Kratzmaterial von Steinen auch nicht näher verfolgbar. Die Pflanzen bilden 1-4 cm lange dunkelgrüne Büschel auf Steinen in mäßig bewegtem Wasser.

Im Oberrhein bei Karlsruhe und Altlußheim auf Steinen der Bühnen- und Uferschüttungen, zerstreut.

**Stigeoclonium tenue** KÜTZING

Abb. 275, 351

Das Sohlensystem entwickelt sich in Form einer Zellreihe mit spärlicher, kurzer seitlicher Verzweigung. Wasserstämme reichlich verzweigt, Seitentriebe am Ende verjüngt, aber nicht lang zugespitzt, keine Haarbildung. Zellen der Hauptstämme 12  $\mu$ m breit, im unteren Stammteil 1-8 mal länger als breit.

Im Hochrhein nur bei Wyhlen beobachtet, im Oberrhein von Neuenburg bis Altlußheim überall vertreten, sehr selten bis zerstreut.

**Tetraspora gelatinosa** (VAUCHER) DESVEAUX

Abb. 127, 267

Gallertlager sackförmig, klein, nur 3-7 mm lang, bis 4 mm breit. Zellen  $\pm$  kugelig, gruppenweise zu viert oder zu acht einander genähert, 8-11  $\mu$ m im Durchmesser, zwei Gallertgeißeln, meist nicht über die Gallerte hinausragend. Pyrenoid groß und deutlich hervortretend. Bei Zweier- oder Vierergruppen z.T. noch eine sehr zarte gemeinsame Hülle erkennbar.

Nur im Hochrhein bei Balm und Reckingen, auf Steinen in mäßig schneller Strömung, sehr selten.

**Ulothrix subtilissima** RABENHORST

Abb. 130, 272

Zellen 5  $\mu$ m breit, quadratisch oder doppelt so lang wie breit, Chromatophoren die ganze Zelle ausfüllend, mit je 1 Pyrenoid.

Nur im Oberrhein bei Karlsruhe, zwischen *Cladophora*, selten.

**Ulothrix tenerrima** KÜTZING

Abb. 131, 273

Fäden 7-10  $\mu$ m breit, langgestreckt, wenig gebogen, von einer dünnen Gallertschicht umgeben. Zellen kürzer als breit, 5-6  $\mu$ m lang. Chromatophor die gesamte Zelle ausfüllend, mit 1 großen Pyrenoid. Zellwände dünn, 0,5  $\mu$ m stark. Die vorliegende Form entspricht der Abbildung von *U. tenerrima* bei RAMANATHAN (1964, Pl. 10, A).

Im Hochrhein bei Balm kleine hellgrüne, schleimige Flecken zwischen *Cladophora*, selten. Im Oberrhein nur bei Karlsruhe, sehr selten.

**Ulothrix zonata** (WEBER ET MOHR) KÜTZING

Abb. 348

Fäden unterschiedlich dick, 20-42 µm im Durchmesser. Chromatophor die Zelle ganz ausfüllend, mit mehreren deutlich hervortretenden Pyrenoiden.

Im Hochrhein von Balm bis Murg selten bis ziemlich häufig, im Oberrhein bei Karlsruhe am flachen Uferrand der Buhnenfelder, selten.

#### **Uronema cf. conferviculum** LAGERHEIM

Abb. 129, 271

Fäden ca. 0,5 mm lang (Jugendstadien), Zellen 8 µm im Durchmesser, kürzer oder so lang wie breit, Chromatophoren mit je 2 Pyrenoiden. Endzelle zugespitzt. Basalzelle verlängert, 12 µm lang. Der Habitus der Pflanzen weicht wegen der kürzeren Zellen von den Abbildungen bei PRINTZ (1964) und YAMAGISHI & AKIYAMA (1994) ab und entspricht eher denen von RAMANATHAN (1964) und SHANGHAO & LIEJUE (1998). Nach PANKOW (1960) müssten die Zellen von *U. conferviculum* 2-3 mal so lang wie breit sein.

Nur im Oberrhein bei Kappel, als Epiphyten auf *Cladophora*, sehr selten.

#### **Lichenes**

##### **Verrucaria spec.**

Der Thallus bildet dunkel-braunschwarze Flecken auf Steinen in schneller Strömung. Von VISCHER (1956) wird eine *Verrucaria* mit braunschwärzlichem Thallus aus dem Hochrhein in Basel beschrieben und in die Nähe von *V. rheitrophila* ZSCHACKE gestellt. Vermutlich handelt es sich bei den aktuell gefundenen Thalli um die gleiche Art.

Im Hochrhein bei Reckingen, auf Steinen in schneller Strömung, zerstreut.

#### **Literaturverzeichnis**

- AKIYAMA, M., HIRANO, M., HIROSE, H., IMAHORI, K., JORIYA, T., KASAKI, H., KOBAYASHI, H., KUMANO, S., TAKAHASHI, H., TSUMURA, K. & YAMAGISHI, T. (1977): Illustrations of the Japanese freshwater algae. – 933 S.; Tokio (Uchida-rokahuho Publishing Co.).
- ANAGNOSTIDIS, K. (2001): Nomenclatoric changes in cyanoprocaryotic order Oscillatoriales. – *Preslia*, **3**: 359-373; Prag.
- ANAGNOSTIDIS, K. & KOMAREK, J. (1988): Modern approach to the classification system of cyanophytes. 3. Oscillatoriales. – *Arch. Hydrobiol./Suppl.*, **80** (Algological Studies, **50-53**): 327-472, Stuttgart.
- BACKHAUS, D. (1967 a): Ökologische Untersuchungen an den Aufwuchsalgen der obersten Donau und ihrer

Quellflüsse. I. Voruntersuchungen. – *Arch. Hydrobiol./Suppl.*, **30** (Donaunauforschung **2**): 364-399; Stuttgart.

BACKHAUS, D. (1967 b): Notizen zur Morphologie, Systematik und Ökologie einiger *Chamaesiphon*-Arten aus Fließgewässern. – *Schweiz. Z. Hydrol.*, **29**: 211-225, Basel.

BACKHAUS, D. (1968 a): Ökologische Untersuchungen an den Aufwuchsalgen der obersten Donau und ihrer Quellflüsse. II. Die räumliche und zeitliche Verteilung der Algen. – *Arch. Hydrobiol./Suppl.*, **34** (Donauforschung **3**): 24-73; Stuttgart.

BACKHAUS, D. (1968 b): Ökologische Untersuchungen an den Aufwuchsalgen der obersten Donau und ihrer Quellflüsse. IV. Systematisch-autökologischer Teil. – *Arch. Hydrobiol./Suppl.*, **34** (Donauforschung **3**): 251-320; Stuttgart.

BACKHAUS, D. (1976): Beiträge zur Ökologie der benthischen Algen des Hochgebirge in den Pyrenäen. II. Cyanophyceen und übrige Algengruppen. – *Int. Revue ges. Hydrob.*, **61**: 471-516; Leipzig.

BACKHAUS, D. & KRAUSE, W. (1974): Beiträge zu einer Algenflora des Taubergießengebietes. – In: LANDESSTELLE FÜR NATURSCHUTZ UND LANDSCHAFTSPFLEGE (Ed.): Das Taubergießengebiet, eine Rheinauenlandschaft. – Die Natur und Landschaftsschutzgebiete Baden-Württembergs, Bd. 7: 147-179; Ludwigsburg.

BAYERISCHES LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT (Ed.). (1998): Trophiekartierung von aufwuchs- und makrophytendominierten Fließgewässern. – 516 S.; München.

BEHRE, K. (1961): Die Algenbesiedlung der Unterweser unter Berücksichtigung ihrer Zuflüsse. – Veröffentlichungen des Instituts für Meeresforschung in Bremerhaven, **7**: 71-263; Bremen.

BLIDING, C. (1963): A critical survey of Europaeen taxa in Ulvaes. I. *Capsosiphon*, *Percursaria*, *Blidingia*, *Enteromorpha*. – *Opera Botanica a Societate Botanica Lundensi*, **8**(3), 160 S.; Lund.

BROADY, P. A. & INGERFELD, M. (1999): *Ammatoidea normanii* (Cyanobacteria, Homoeothrichaceae) from La Gorce Mountains, Antarctica. – *Algological Studies*, **95**: 1-13; Stuttgart.

BOURRELLY, P. (1966): Les algues d'eau douce. I. Les algues vertes. – 541 S.; Paris (Editions N. Boubée & Cie.).

BUTCHER, R. W. (1932): Notes on new and little-known algae from the beds of rivers. – *New Phytol.*, **31**(5): 289-309; Cambridge.

DELL'UOMO, A. (1991): Use of benthic macroalgae for monitoring rivers in Italy. – In: WHITTON, B.A., ROTT, E. & FRIEDRICH, G. (Eds.): Use of algae for monitoring rivers. – 129 S.; Innsbruck (Institut für Botanik).

ELENKIN, A. A. (1949): Monographia algarum cyanophycearum aquidulcium et terrestrium in finibus USSR inventarum. III. Hormogeneae. – Institutum Botanicum Academiae Scientiarum USSR, Moskau – S. 989-1908; Leningrad.

ETTL, H. (1978): Xanthophyceae 1. Teil. – In: ETTL, H., GERLOFF, J. & HEYENIG, H. (Eds.): Süßwasserflora von Mitteleuropa Bd. 3: 530 S.; Stuttgart (G. Fischer).



- ETTL, H. & GÄRTNER, G. (1988): Chlorophyta II. Tetrasporales, Chlorococcales, Gloeodendrales. – In: Ettl, H., Gerloff, J. & Heynig, H. (Eds.): Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bd. 10: 436 S.; Stuttgart (G. Fischer).
- ETTL, H. & GÄRTNER, G. (1995): Syllabus der Bodenluft- und Flechtenalgen. – 721 S.; Stuttgart (G. Fischer).
- FRIEDRICH, G. (1973): Ökologische Untersuchungen an einem thermisch anomalem Fließgewässer (Erft/Niederrhein). – Schriftenreihe der Landesanstalt für Gewässerkunde und Gewässerschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, **33**: 1-125.
- FRITSCH, F. E. (1929): The encrusting algal communities of certain fast-flowing streams. – New Phytol., **28**(3): 165-196; Cambridge.
- GEITLER, L. (1932): Cyanophyceae. – In: Rabenhorst's Kryptogamenflora, Bd. 14: 1-1196; Leipzig (Akadem. Verlagsges.).
- GEITLER, L. (1933): Diagnosen neuer Blaualgen von den Sunda-Inseln. – Arch. Hydrobiol./Suppl. XII (Tropische Binnengewässer 4): 622-634; Stuttgart.
- GEITLER, L. & RUTTNER, F. (1935/36): Die Cyanophyceen der Deutschen Limnologischen Sunda-Expedition, ihre Morphologie, Systematik und Ökologie. 2. Teil. – Arch. Hydrobiol./Suppl. XIV (Tropische Binnengewässer 6): 371-483; Stuttgart.
- GODWARD, M. (1937): An ecological and taxonomic investigation of the littoral algal flora of Lake Windermere. – J. Ecol., **25**: 496-568; London.
- GOLUBIĆ, S. (1967 a): Die litorale Algenvegetation des Titisees. – Arch. Hydrobiol./Suppl., **33** (Falkau-Arbeiten 6): 172-205; Stuttgart.
- GOLUBIĆ, S. (1967 b): Algenvegetation der Felsen. Eine ökologische Algenstudie im dinarischen Karstgebiet. – Die Binnengewässer, Bd. **23**, 183 S.; Stuttgart.
- GOLUBIĆ, S. & FISCHER, A. G. (1975): Ecology of calcareous nodules forming in Little Connestoga Creek near Lancaster, Pennsylvania – Verh. Internat. Verein. Limnol., **19**: 2315-2323; Stuttgart.
- HÄDER, D. & NULTSCH, W. (1971): Untersuchungen zur Abgrenzung der Arten *Phormidium uncinatum* und *Phormidium autumnale*. – Schweiz. Z. Hydrol., **33**: 566-577; Basel.
- HANSGIRG, A. (1892): Prodomus der Algenflora von Böhmen. 2. Teil. – Archiv für naturwissenschaftliche Durchforschung von Böhmen, **8**(4): 1-268; Prag.
- HINDÁK, F. & ZÁHUMENSKÝ, L. (1983): Algenverzeichnis im tschechoslowakischen Donauabschnitt. – Arch. Hydrobiol./Suppl., **68**/1: 114-133; Stuttgart.
- HOLMES, N. T. H. & WHITTON, B. A. (1981): Phytobenthos of the River Tees and its tributaries. – Freshwater Biology, **11**: 139-163; Oxford.
- HOFFMANN, L. (1886): Cyanophycées aériennes et sub-aériennes du Grand-Duché de Luxembourg. – Bull. Jard. Bot. Nat. Belg./Bull. Nat. Plantentuin Belg., **56**: 77-127; Brüssel.
- ISLAM, N. (1963): A revision of the genus *Stigeoclonium*. – Beih. Nova Hedwigia, **10**: 1-164; Berlin – Stuttgart.
- JAAG, O. (1938): Die Kryptogamenflora des Rheinflusses und des Hochrheins von Stein bis Eglisau. – Mitt. Naturforsch. Ges. Schaffhausen, XIV. Heft, Nr. 1: 1-158; Schaffhausen.
- JO, C.-C. (1941): Studies on the freshwater algae of China. VIII. A preliminary account of the Chinese freshwater Rhodophyceae. – Sinensia **12**: 245-289; Nanking.
- JOHN, D. M. & JOHNSON, L. R. (1989): A cultural assessment of the freshwater species of *Pseudoclonium* WILLE (Ulothrichales, Ulvophyceae, Chlorophyta) – Arch. Hydrobiol./Suppl., **82** (Algological Studies **54**): 79-112; Stuttgart.
- JOHN, D. M., JOHNSON, L. R. & MOORE, J. A. (1990): Observations on the phytobenthos of the fresh water Thames III. The floristic composition and seasonality of algae in the tidal and non-tidal river. – Arch. Hydrobiol., **120**: 143-168; Stuttgart.
- JOHN, D. M. & MOORE, J. A. (1985 a): Observations on the phytobenthos of the freshwater Thames. I. The environment, floristic composition and distribution of the macrophytes (principally macroalgae). – Arch. Hydrobiol., **102**: 435-459; Stuttgart.
- JOHN D. M. & MOORE, J. A. (1985 b): Observations on the phytobenthos of the freshwater Thames. II. The floristic composition and distribution of the smaller algae, sampled using artificial surfaces. – Arch. Hydrobiol., **103**: 83-97; Stuttgart.
- JOHN, D. M., WHITTON, B. A. & BROOK, A. J. (2002): The freshwater algal flora of the British Isles. – 702 S.; Cambridge UK (Cambridge University Press).
- JOHNSON, L. R. & JOHN, D. M. (1990): Observations on *Dilabifilum* (Class Chlorophyta, Order Chaetophorales sensu stricto) and allied genera. – Brit. Phycol. J., **25**: 53-61; Plymouth.
- KANN, E. (1972): Zur Systematik und Ökologie der Gattung *Chamaesiphon* (Cyanophyceae). 1. Systematik. – Arch. Hydrobiol./Suppl., **41** (Algological Studies **7**): 117-171; Stuttgart.
- KANN, E. (1973): Zur Systematik und Ökologie der Gattung *Chamaesiphon* (Cyanophyceae). 2. Ökologie. – Arch. Hydrobiol./Suppl., **41** (Algological Studies **8**): 243-282; Stuttgart.
- KANN, E. (1978): Systematik und Ökologie der Algen österreichischer Bergbäche. – Arch. Hydrobiol./Suppl., **53** (Monographische Beiträge): 405-643; Stuttgart.
- KANN, E. (1983): Die benthischen Algen der Donau im Raum von Wien. – Arch. Hydrobiol./Suppl., **68** (Donauforschung **7**): 15-36; Stuttgart.
- KANN, E. & KOMÁREK, J. (1970): Systematisch-ökologische Bemerkungen zu den Arten des Formenkreises *Phormidium autumnale*. – Schweiz. Z. Hydrol., **32**: 495-518; Basel.
- KOEMANN, R. P. T. (1985): The taxonomy of *Ulva* LINNAEUS 1753, and *Enteromorpha* LINK 1820 (Chlorophyceae) in the Netherlands. – Proefschrift Universiteit Groningen, 201 S.; Groningen.
- KOMÁREK, J. (1965): *Homoeothrix* (THUR. ex BORN. et FLAHL.) KIRCHN. 1898, nomen conservandum propositum. – Regnum Vegetabile, **40**: 7-9; Utrecht.



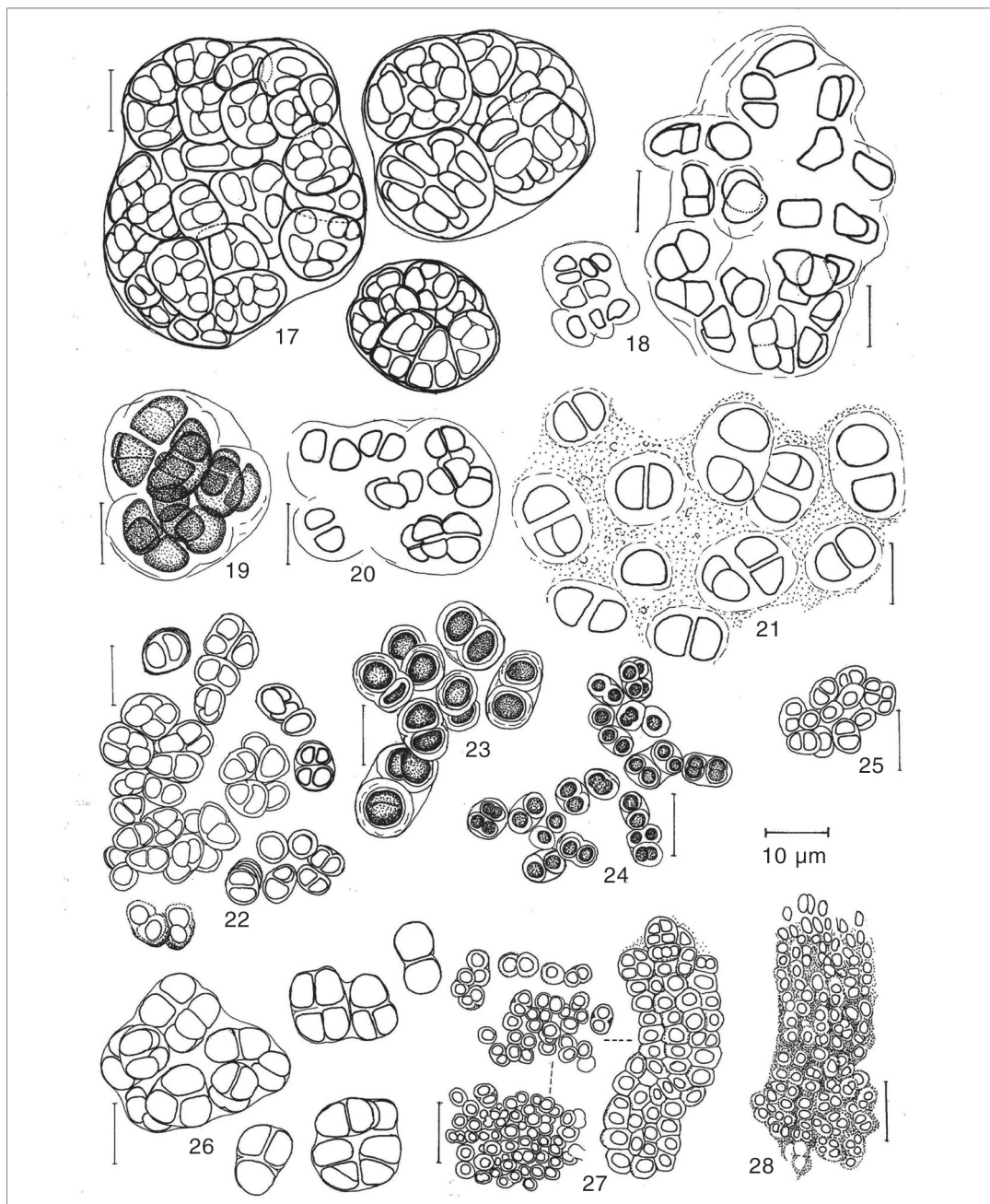
- KOMÁREK, J. & ANAGNOSTIDIS, K. (1986): Modern approach to the classification system of cyanophytes. 2. Chroococcales. – Arch. Hydrobiol./Suppl. **73** (Algological Studies, **43**: 157-226; Stuttgart.
- KOMÁREK, J. & ANAGNOSTIDIS, K. (1999): Cyanoprokaryota. 1. Teil: Chroococcales. – In: Süßwasserflora von Mitteleuropa Bd. **19/1**, VI + 548 S.; Jena (G. Fischer).
- KOMÁREK, J. & KALINA, T. (1965): Bemerkungen zur Ökologie und Systematik der Gattung *Homoeothrix* (THUR. ex. BORN. & FLAH.) KIRCHNER. – Österr. Bot. Z., **112**: 424-441; Wien.
- KOMÁREK, J. & KANN, E. (1973): Zur Taxonomie und Ökologie der Gattung *Homoeothrix*. – Arch. Prot., **115**: 173-233; Jena.
- KOMÁREK, J. & KOVÁČIK, L. (1987): Revision of several species of the genus *Homoeothrix*. (Cyanophyta). – Preslia, **59**: 229-242; Prag.
- KOMÁREK, J. & MONTEJANO, G. (1994): Taxonomic evaluation of several *Chlorogleoa*-species (Cyanoprocaryota) from inland biotopes. – Algological Studies, **74**: 1-26; Stuttgart.
- KONDRATEVA, N. N., KOVALENKO, O. V. & PRICHODKOVA, L. P. (1984): Sinozelini Vodorosti. – Cyanophyta (Chroococcophyceae, Chamaesiphonophyceae). – Vozn. Prsnov. Vodorost. Ukr. RSR. **1**, 1: 1-388; Kiev (Naukova Dumka).
- KOVÁČIK, L. (1988): Cell division in simple coccal cyanophytes. – Arch. Hydrobiol./Suppl., **80** (Algological Studies **50-53**): 149-190; Stuttgart.
- KRAUSE, W. (1976): Veränderungen im Artbestand makroskopischer Süßwasserlinsen in Abhängigkeit vom Ausbau des Oberrheins. – Schriftenreihe für Vegetationskunde, **10**: 227-237; Bonn – Bad Godesberg.
- KUMANO, S. (2002): Freshwater red algae of the world. – 375 S.; Bristol (Biopress Limited).
- LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (2002): Gütebericht 2002. – Entwicklung der Fließgewässersbeschaffenheit in Baden-Württemberg, 48 S.; Karlsruhe.
- LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (2004): Beschaffenheit der Fließgewässer Baden-Württemberg. – Jahresdatenkatalog 1972-2002. – (CD-ROM); Karlsruhe.
- LAUTERBORN, R. (1910): Die Vegetation des Oberrheins. – Verh. des naturhistorisch-medizinischen Vereins Heidelberg, N. F. Bd. X, H. 4: 450-502; Heidelberg.
- LAUTERBORN, R. (1916-1918): Die geographische und biologische Gliederung des Rheinstroms. – Sitzungsberichte der Heidelberger Akademie der Wissenschaften, mathem.-naturwiss. Klasse.  
I. Teil. – Abt. B(6): 61 S. (1916)  
II. Teil. – Abt. B (5): 70 S. (1917)  
III. Teil. – Abt. B (1): 87 S. (1918)
- LAUTERBORN, R. (1941-1942): Beiträge zur Flora des Oberrheins und des Bodensees. – Mitt. für Naturkunde und Naturschutz, N.F., **4**: 313-321; Freiburg.
- LEDERER, F. (2000): *Asterocapsa aerophytica* (Cyanobacteria, Chroococcales), a new species from the Triglav National Park (Julian Alps, Slovenia) – Algological Studies, **99**: 22-28; Stuttgart.
- LEON-TEJER, A., H., MONTEJANO, G. & CANTORAL-URIZA, E. (2003): Some little known Hydrococcaceae (Cyanoprocaryota) from Central Mexico. – Algological Studies, **109**: 363-374; Stuttgart.
- LUND, J. W. G. (1950): Algological Notes I - III. – Nat., April-June: 45-49; London.
- LUTHER, H. (1954): Über Krustenbewuchs an Steinen fließender Gewässer, speziell in Südfinnland. – Acta Botanica Fennica, **55**: 1-61; Helsingfors.
- Mattern, H. (1970): Beobachtungen über die Algenflora im Uferbereich des Bodensees (Überlinger See und Gnadensee). – Arch. Hydrobiol./Suppl., **37**: 1-163; Stuttgart.
- MAUCH, E. (1988): Die Auswirkungen des Chemie-Unfalls bei Sandoz in Basel im November 1986 auf die Bodenbesiedlung des Rheins bei Karlsruhe. – gwf **129**: 168-171; München.
- MORISON, M. O. & SHEATH, R. G. (1985): Responses to desiccation stress by *Klebsormidium rivulare* (Ulothrichales, Chlorophyta) from a Rhode Island stream. – Phycologia, **24**: 129-145; Oxford.
- MOSCHKOWA, I. A. & GOLLERBACH, M. M. (1986): Chlorophyta: Ulothrichophyceae, Ulothrichales. – Opredelitel presnowodnykh wodoroslej SSR **10**(1): 360 S.; Leningard (Nauka).
- NECCHI, O. JR., SHEATH, R. G. & COLE, K. M. (1993 a): Systematics of freshwater *Audouinella* (Acrochaetiaceae, Rhodophyta) in North America. 1. The reddish species. – Algological Studies, **70**: 11-28; Stuttgart.
- NECCHI, O. JR., SHEATH, R. G. & COLE, K. M. (1993 b): Systematics of freshwater *Audouinella* (Acrochaetiaceae, Rhodophyta) in North America. 2. The bluish species. – Algological Studies, **71**: 13-21; Stuttgart.
- OEGGEL, P. (1986): Die Aufwuchsalgen der Melach unter besonderer Berücksichtigung der Cyanophyceae und Bacillariophyceae. – Ber. Nat.-med. Verein Innsbruck, **73**: 23-45; Innsbruck.
- PANKOW, H. (1960): Die Algenattung Uronema LAGERH. – Arch. Prot., **105**: 117-129; Jena.
- PFISTER, P. (1992): Artenspektrum des Algenaufwuchses in zwei Tiroler Bergbächen. Teil 1: Cyanophyceae, Chlorophyceae, Rhodophyceae. – Algological Studies, **65**: 43-61; Stuttgart.
- PRINGSHEIM, E. G. (1968): Zur Kenntnis der Cryptomonaden des Süßwassers. – Nova Hedwigia, **26**: 367-401; Lehre.
- PRINTZ, H. (1964): Die Chaetophorales der Binnengewässer. – 376 S.; Den Haag (Dr. W. Junk).
- RAMANATHAN, K. R. (1964): Ulothrichales. – 188 S.; New Delhi (I.C.A.R. Monographs on Algae).
- RÖMPPE, S. (1997): Akkumulationsmonitoring polychlorierter Biphenyle (PCB) im Aufwuchsrasen des Rheins. – Diss. Univ. Tübingen – 139 S., Tafel I - LIV; Berlin (Logos Verlag).
- ROTT, E. & WALSER, L. (1996): Bestandsaufnahme und auswertende Beschreibung des Periphytons im Oberrhein 1995. – Ergebnisbericht im Auftrag der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, 39 S. + 22 Bildtafeln; Karlsruhe.

- SCHMIDLE, W. (1896): Untersuchungen über *Thorea ramosissima* BORY. – Hedwigia, **35**: 1-33; Dresden.
- SCHMIDLE, W. (1897): Beiträge zur Algenflora des Schwarzwaldes. VI. – Hedwigia, **36**: 1-25 + Tafel I – III; Dresden.
- SCHMITZ, W. (1993): Koordinierte biologische Untersuchungen im Hochrhein 1990. Teil III. Aufwuchs-Mikrophytenflora. – In: BUWAL – Schriftenreihe Umwelt, Nr. **196**: 15 S.; Bern.
- SHANGHAO, L. & LIEJUE, B. (Red.) (1998): Ulothrichales, Ulvales, Chaetophorales, Trentepohliales, Sphaeropleales. – In: Flora algarum sinicarum aquae dulcis. Bd. **5**, 136 S., LIV Tafeln, Science Press.
- SHEATH, R. G., VIS, M. L. & COLE, K. M. (1993): Distribution and systematics of the red algal family Thoreaceae in North America. – Eur. J. Phycol., **28**: 231-241; Cambridge UK.
- SHEATH, R. G., VIS, M. L., HAMBROOK, J. A. & COLE, K. M. (1996): Tundra stream macroalgae of North America: composition, distribution and physiological adaptations. – Hydrobiologia, **336**: 67-82; Den Haag (W. Junk).
- SMITH, G. (1950): The freshwater algae of the United States. – 719 S.; New York (McGraw-Hill Book Company, Inc.).
- STARMACH, K. (1934): Über zwei neue Cyanophyceen-Arten aus dem Tatra-Gebirge. – Acta Soc. Bot. Pol., **11**: 287-297; Warschau.
- STARMACH, K. (1936): Algologische Notizen I – II. – Acta Soc. Bot. Pol., **13**: 23-37; Warschau.
- STARMACH, K. (1957): Chamaesiphon aggregatus (JANZ.) GEITLER. – Acta Soc. Bot. Pol., **26**: 291-297; Warschau.
- STARMACH, K. (1966): Cyanophyta – sinice. – In: POLSKA AKADEMIA NAUK (Ed.): Flora Slodkowoda Polski Bd. **2**: Cyanophyta, Glaukophyta, 753 S.; Warschau (Panstw. Wyd. Nauk).
- STARMACH, K. (1968): *Homoeothrix fusca* and its forms in the Lake Wielki Staw in the Valley of the Five Polish Lakes (High Tatra Mts.). – Acta hydrobiologica, **10**: 155-61; Krakow.
- STARMACH, K. (1972): Chlorophyta III. – In: POLSKA AKADEMIA NAUK (Ed.): Flora Slodkowodna Polski, Bd. **10**. Ulothrichales, Ulvales, Sphaeropleales, Cladophorales, Chaetophorales, Trentepohliales, Siphonales, Dichotomosiphonales. – 750 S.; Warszawa-Krakow.
- SYMOENS, J.-J. & VAN DER WERFF, A. (1951): Note sur des formations de tuf calcaire des environs de Consdorf (Grand-Duché de Luxembourg). – Bulletin de la Société Royale de Botanique de Belgique, **3**: 213-218; Brüssel.
- TSCHERMAK-WOESS, E. (1970): Über wenig bekannte und neue Flechtengonidien. V. Der Phycobiont von *Verrucaria aquatilis* und die Fortpflanzung von *Pseudopleurococcus arthopyreniae*. – Österr. Bot. Z., **118**: 443-455; Wien.
- TUPA, D. D. (1974): An investigation of certain chaetophoralian algae. – Beih. Nova Hedwigia, **46**: 155 S.; Lehre (Cramer).
- VAN DEN HOEK, C. (1963): Revision of the European species of *Cladophora*. – 248 S., 55 Pl.; Leiden, (E. J. Brill).
- VINIGRADOVA, O. N., KOVALENKO, O. V., WASSER, S. P., NEVO, E., TSARENKO, P. M., STUPINA, V. V. & KONDRATYUK, E. S. (1995): Algae of the Mount Carmel National Park (Israel). – Algologia **5**(2): 178-192; Kiev.
- VISCHER, W. (1926): Etudes d'algologie expérimentale. – Bull. Soc. Bot. Genève, 2. ser., **18**: 24-85; Genf.
- VISCHER, W. (1933): Über einige kritische Gattungen und die Systematik der Chaetophorales. – Beih. Bot. Centralbl., **51**/I: 1-100; Jena.
- VISCHER, W. (1956): Zur Flora des Rheinflusses bei Basel. II. Über einige im Rheingebiet bei Basel vorkommende Algen und Flechten. – Verh. Naturf. Ges. Basel, **67**: 200-217; Basel.
- WAERN, M. (1952): Rocky-shore algae in the Öregrund Archipelago. – Acta Phytogeogr. Suecia, **30**: 1-298; Uppsala.
- WATANABE, S. (1983): New and interesting green algae from soils of some Asian and Oceanic regions. – Arch. Prot., **127**: 223-270; Jena.
- WEHR, J. D. (2002): Phylum Phaeophyta (Brown Algae). – In: JOHN, D. M., WHITTON, B. A. & BROOK, A. J. (Eds.): The freshwater algal flora of the British Isles. – 702 S.; Cambridge (Cambridge University Press).
- WEHR, J. D. & SHEATH, R. G. (2003): Freshwater algae of North America. – Ecology and Classification. – 918 S.; San Diego (Academic Press).
- WEHR, J. D. & STEIN, J. R. (1985): Studies on the biogeography and ecology of the freshwater phaeophycean alga *Heribaudiella fluvialis*. – J. Phycology, **21**: 81-93; New York.
- WILCE, R. T. (1966): *Pleurocladia lacustris* in arctic America. – J. Phycology, **2**: 57-66; New York.
- YAMAGISHI, T. & AKIYAMA, M. (Eds) (1994): Photomicrographs of the freshwater algae. – Vol. **13**: 98; – Tokio (Uchida Rokakuho Publ. Co.).
- ZIMMERLI, W. (1991): Die Algenflora des Rheins von der Quelle (Tomasee) bis Basel 1989-1990. – Bauhinia, **9**: 291-307; Basel.

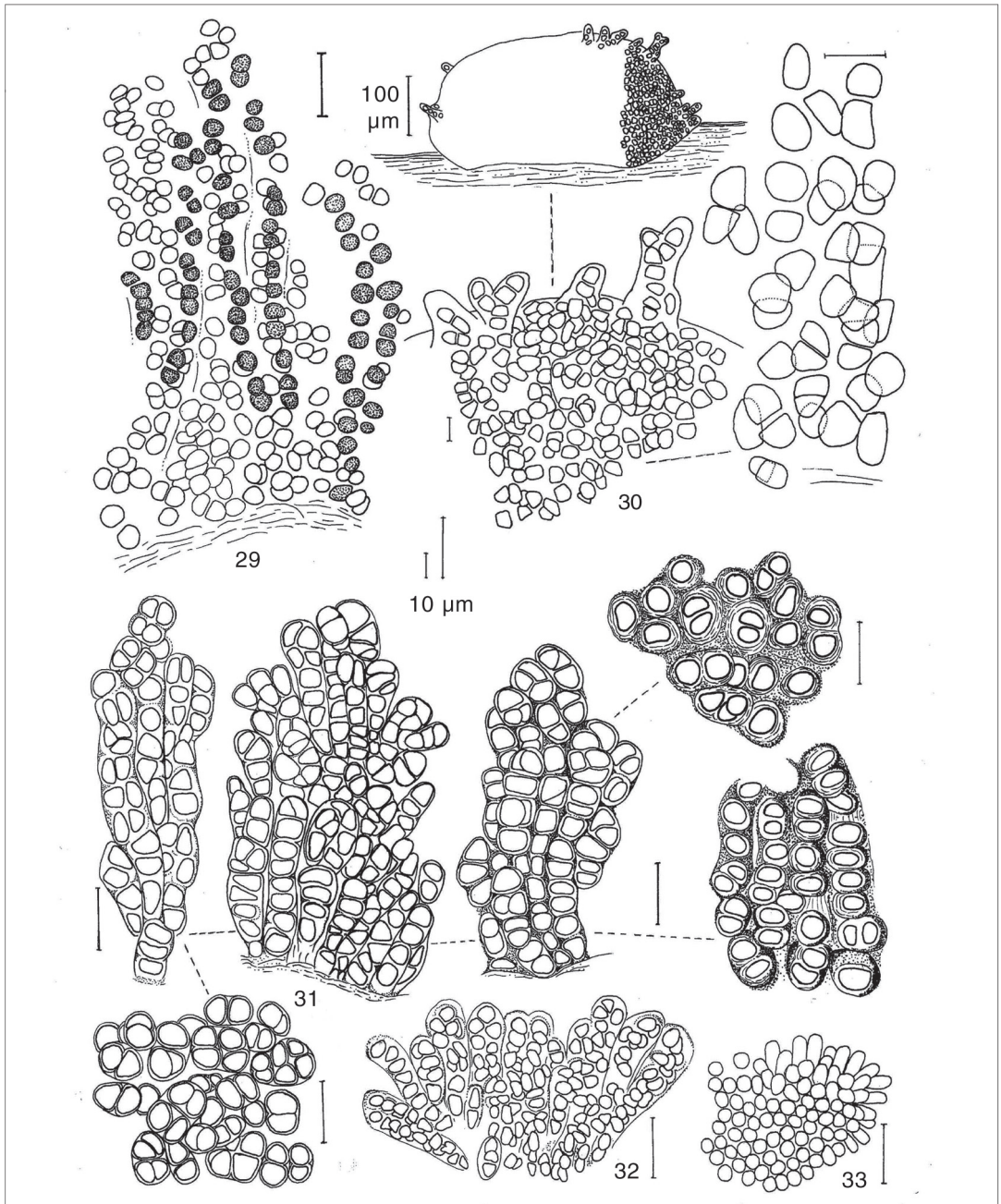


**Abbildung 1-16.** 1. *Aphanocapsa parasitica*. 2. *Aphanocapsa* cf. *elachista*. 3. *Aphanocapsa muscicola*. 4. *Aphanocapsa rivularis*. 5. *Aphanocapsa parasitica*. 6. *Cyanobium diatomicola*. 7. *Aphanocapsa fonticola*. 8. *Aphanocapsa pulchra*. 9. *Aphanothece nidulans*. 10. *Aphanothece saxicola*. 11. *Aphanothece castagnei*. 12. *Rhabdoderma* spec. 13. *Synechocystis aquatilis*. 14. *Gloeocapsa sanguinea*. 15. *Chondrocystis dermochroa*. 16. *Gloeocapsopsis pleurocapsoides*. Maßstab gültig für alle Einzelzeichnungen.



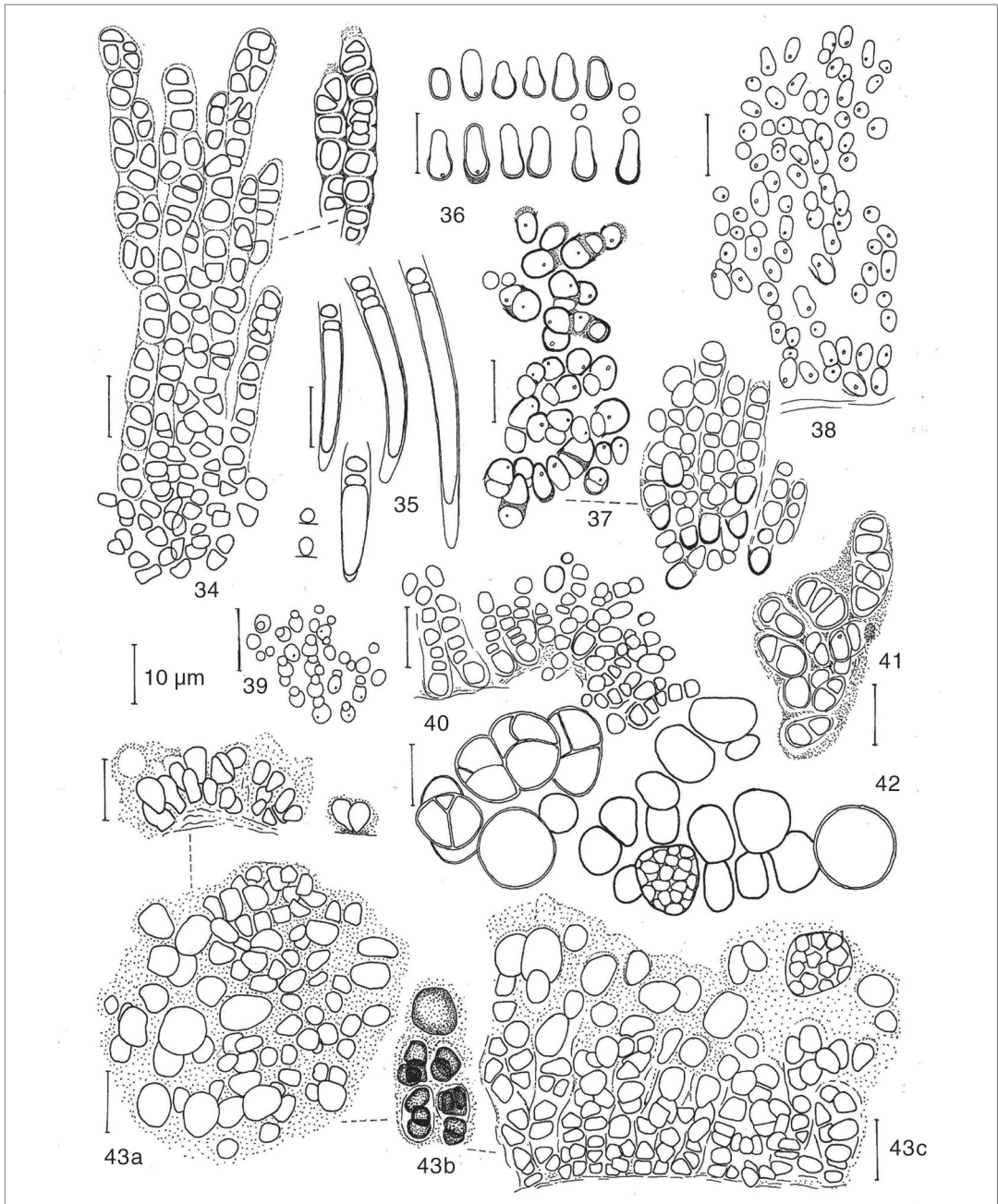


**Abbildung 17-28.** 17. *Gloeocapsopsis* spec. 18. *Chroococcus polyedrififormis*. 19. cf. *Chroococcus quaternarius*. 20. *Chroococcus* cf. *prescottii*. 21. *Chroococcus minutus*. 22. *Chroococcus montanus*. 23. *Chroococcus obliteratus*. 24. *Chroococcus bituminosus*. 25. *Chroococcus varius*. 26. cf. *Cyanosarcina fontana*. 27. *Chlorogloea microcystoides*. 28. *Entophysalis* spec. Maßstab gültig für alle Einzelzeichnungen.

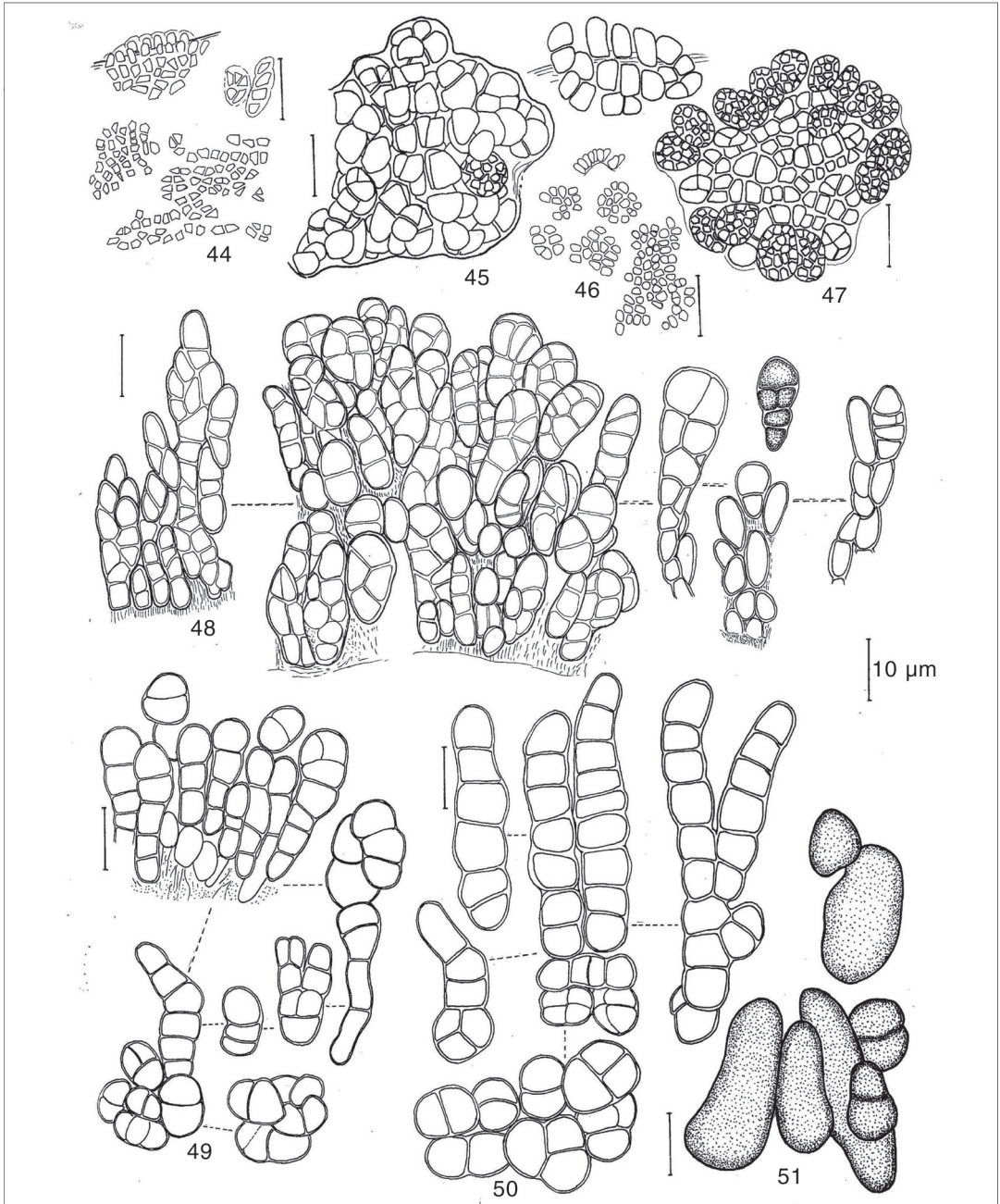


**Abbildung 29-33.** 29. *Chlorogloea rivularis*, punktierte Zellreihen jeweils in gleicher optischer Ebene. 30. ?*Chlorogloea* spec. 31. *Siphononema polonicum*. 32. cf. *Siphononema polonicum*, kleinere Form? 33. *Chamaesiphon fuscus*. Maßstab 10 µm, sofern nicht anders gekennzeichnet.

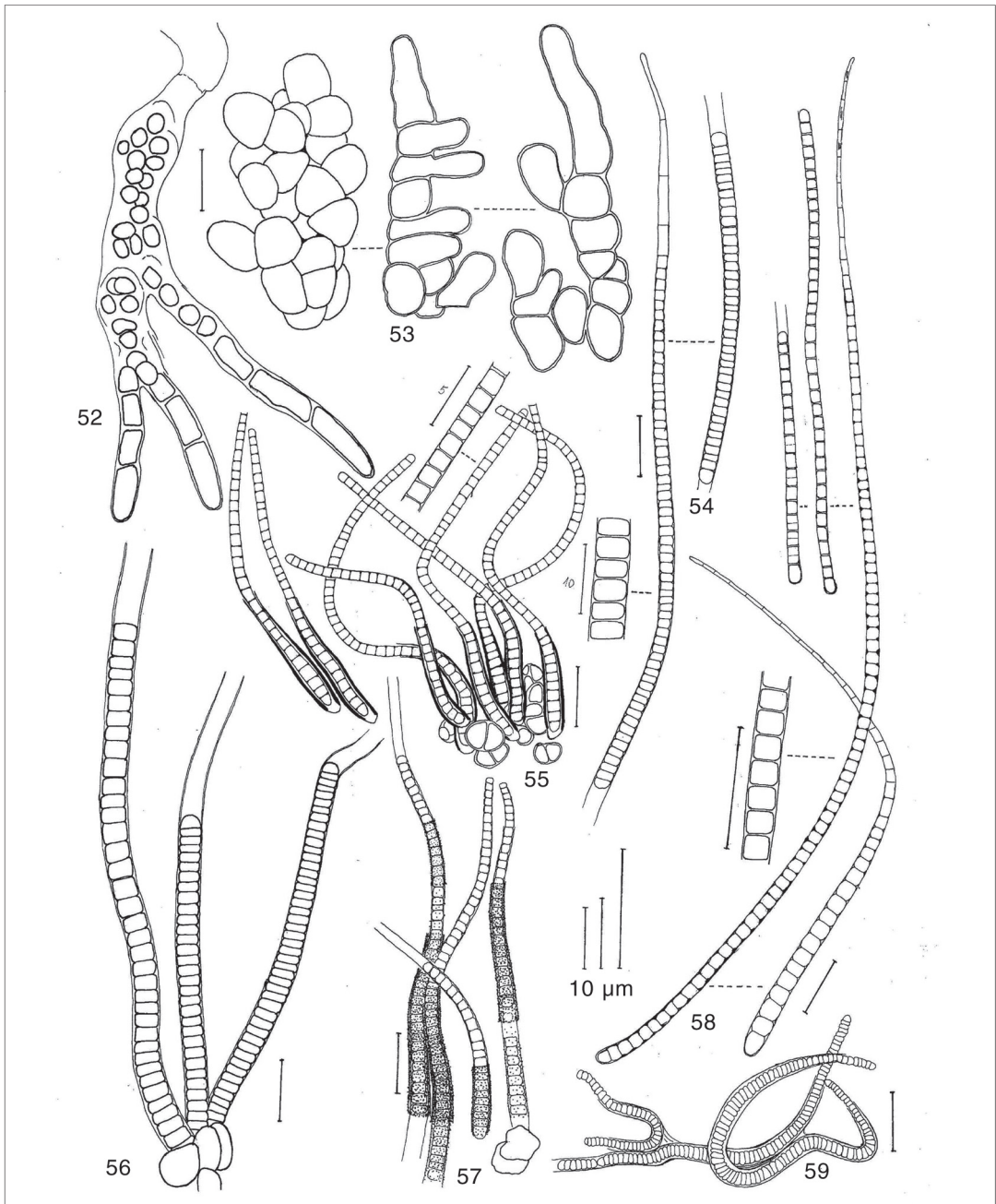




**Abbildung 34-43.** 34. cf. *Cyanodermatium gelatinosum*. 35. *Chamaesiphon confervicolus*. 36. *Chamaesiphon* spec. 37. *Chamaesiphon polonicus*. 38. *Chamaesiphon oncobyrsoides*. 39. *Chamaesiphon subglobosus*. 40. *Stichosiphon pseudopolymorphus*. 41. *Chamaesiphon polymorphus*. 42. *Chroococcopsis gigantea*. 43. a) *Chroococcopsis fluviatilis*, horizontal ausgebreitete Kolonie, ± einschichtig. 43. b,c) *Chroococcopsis fluviatilis*, vertikaler Kolonieaufbau. Maßstab 10 µm, gültig für alle Einzelzeichnungen

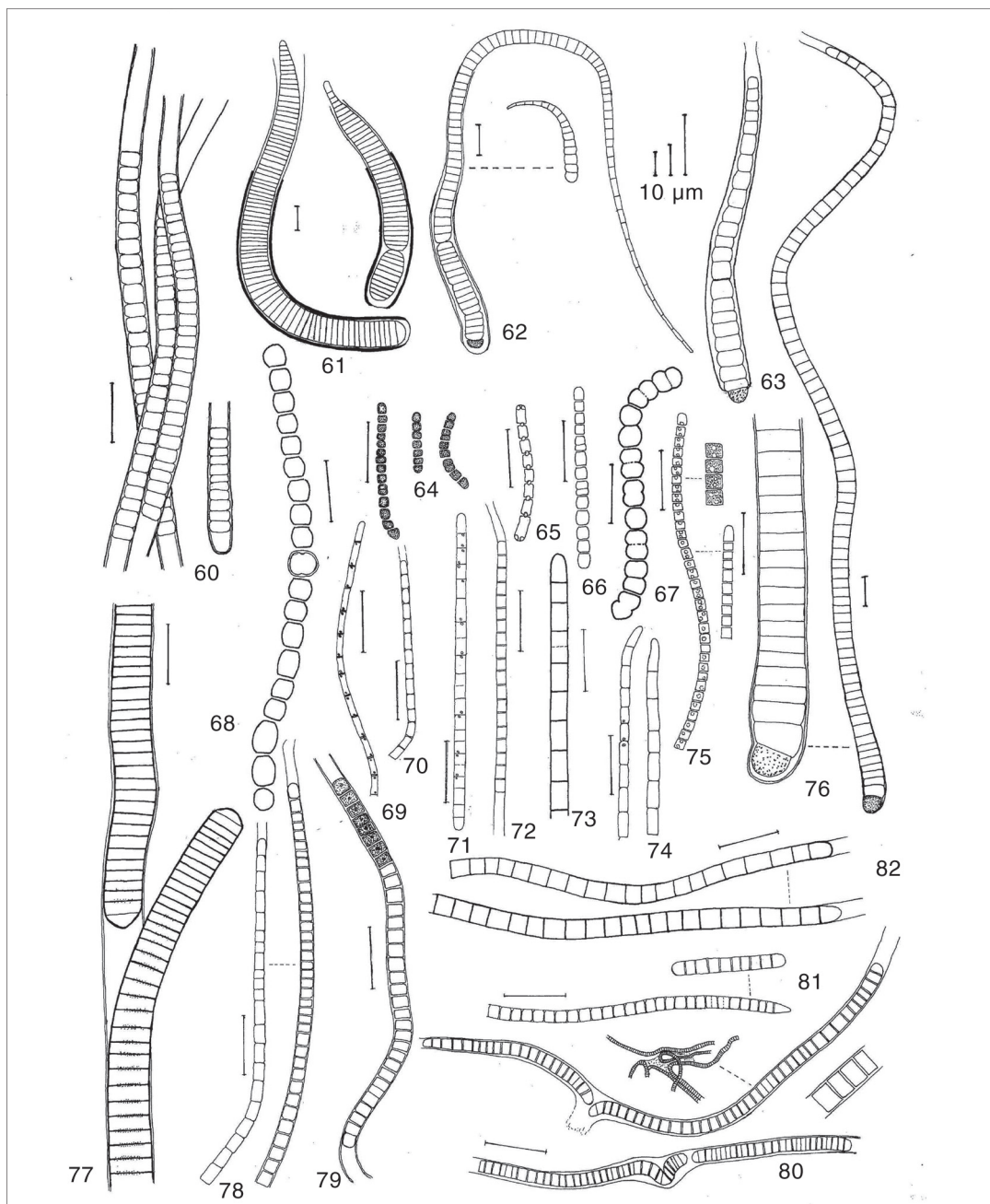


**Abbildung 44-51.** 44. *Xenococcus* spec., ± keilförmige Zellen. 45. *Xenotholos kernerii*. 46. *Xenotholos starmachii*. 47. *Xenotholos kernerii*. 48. *Pleurocapsa fusca*. 49. *Pleurocapsa minor*. 50. *Pleurocapsa aurantiaca*. 51. *Hyella maxima*, frühes Entwicklungsstadium? Maßstab 10 µm, gültig für alle Einzelzeichnungen.

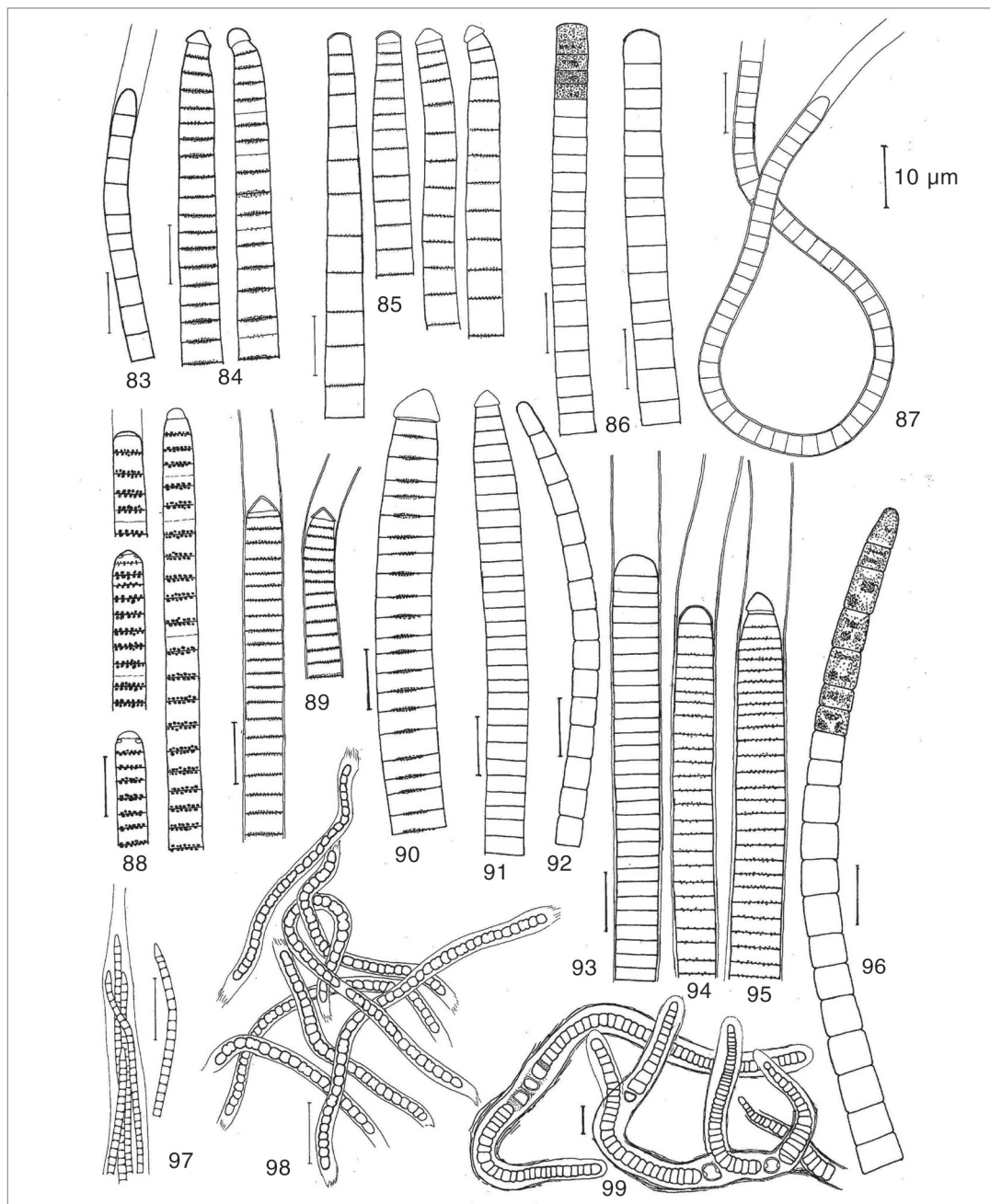


**Abbildung 52-59.** 52. *Hyella fontana*. 53. *Hyella maxima*. 54. *Homoeothrix varians*. 55. *Homoeothrix nidulans*. 56. *Homoeothrix margalefii*. 57. *Homoeothrix gracilis*. 58. *Homoeothrix janthina*. 59. *Ammatoidea normannii*.



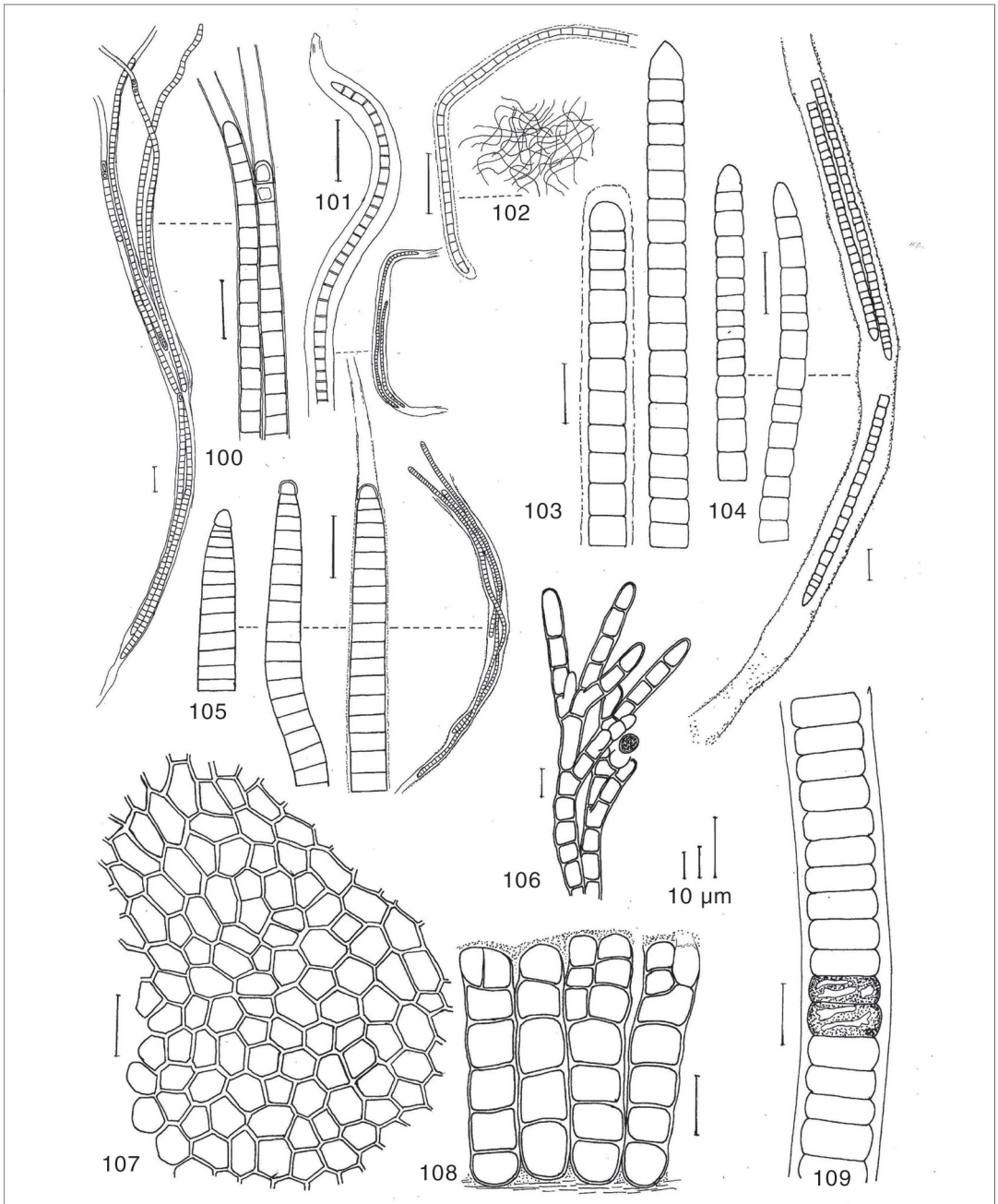


**Abbildung 60-82.** 60. *Homoeothrix crustacea*. 61. *Homoeothrix juliana*. 62. *Calothrix parietina*. 63. *Calothrix braunii*. 64. *Pseudanabaena mucicola*. 65. *Pseudanabaena galeata*. 66. *Pseudanabaena catenata*. 67. *Komvophoron constrictum*. 68. *Nostoc sphaericum*. 69. *Jaaginema mirabilis*. 70. *Leptolyngbya* cf. *tenuis*. 71. *Leptolyngbya* spec. 72. *Planktolyngbya subtilis*. 73. *Phormidium* spec. I. 74. *Phormidium acutissimum*. 75. *Jaaginema pseudogeminatum*. 76. *Calothrix* cf. *fusca*. 77. *Pseudophormidium rhenanum*. 78. *Leptolyngbya foveolarum*. 79. *Leptolyngbya lagerheimii*. 80. *Pseudophormidium edaphicum*. 81. *Phormidium fragile*. 82. *Phormidium boryanum*.

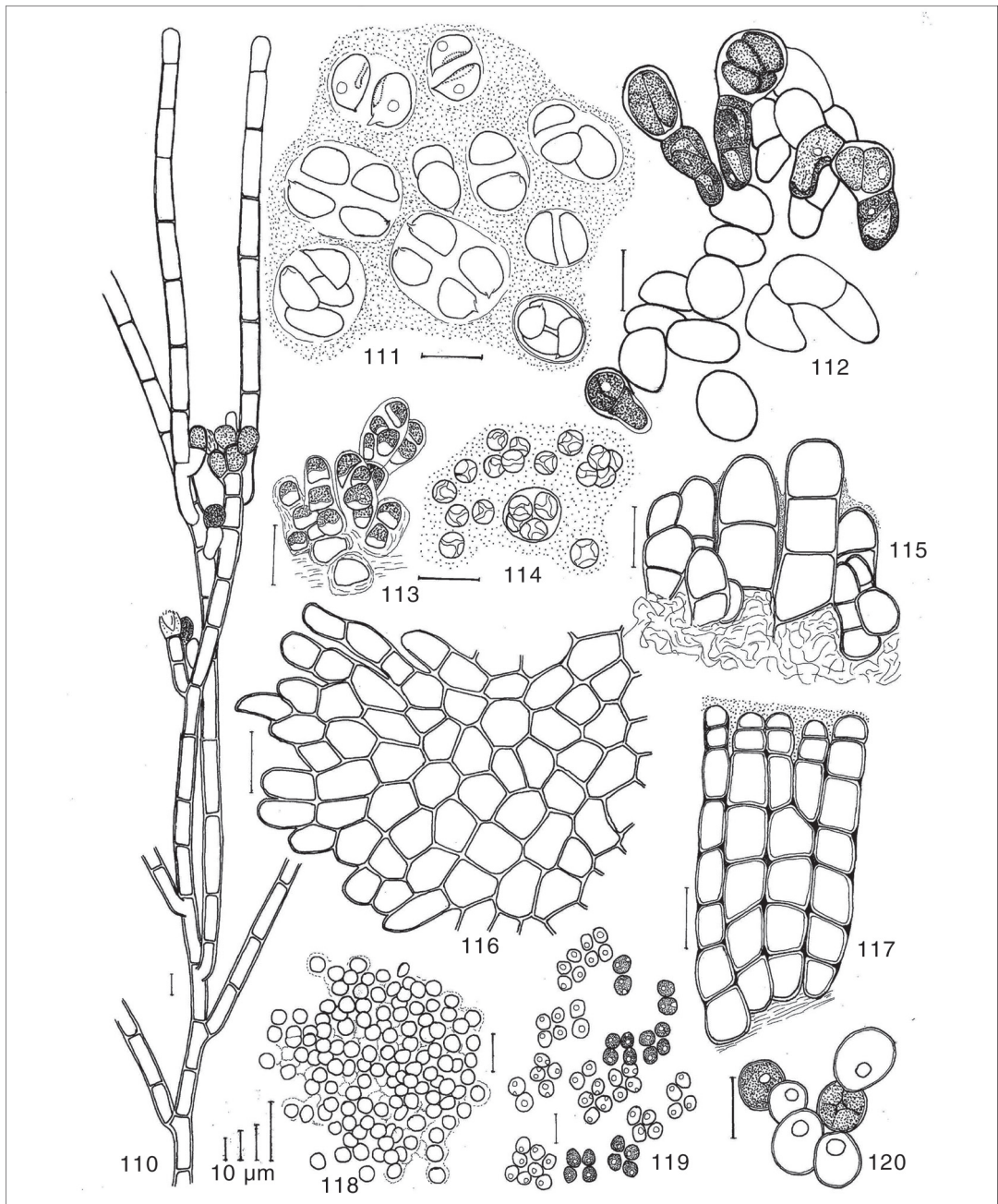


**Abbildung 83-99.** 83. *Phormidium corium*. 84. *Phormidium uncinatum*. 85. *Phormidium favosum*. 86. *Phormidium retzii*. 87. *Phormidium kützingianum*. 88. *Phormidium spec.* 89. *Phormidium aerugineo coeruleum*. 90. *Phormidium subfuscum*. 91. *Phormidium subfuscum* var. *joannianum*. 92. *Phormidium cortianum*. 93. *Porphyrosiphon martensianus*. 94. *Porphyrosiphon martensianus* var. *calcareus*. 95. *Lyngbya nigra*. 96. *Phormidium cortianum*. 97. *Schizothrix fasciculata*. 98. *Schizothrix tinctoria*. 99. *Calothrix parietina*, verzweigte Form. Maßstab 10 µm, gültig für alle Einzelzeichnungen.

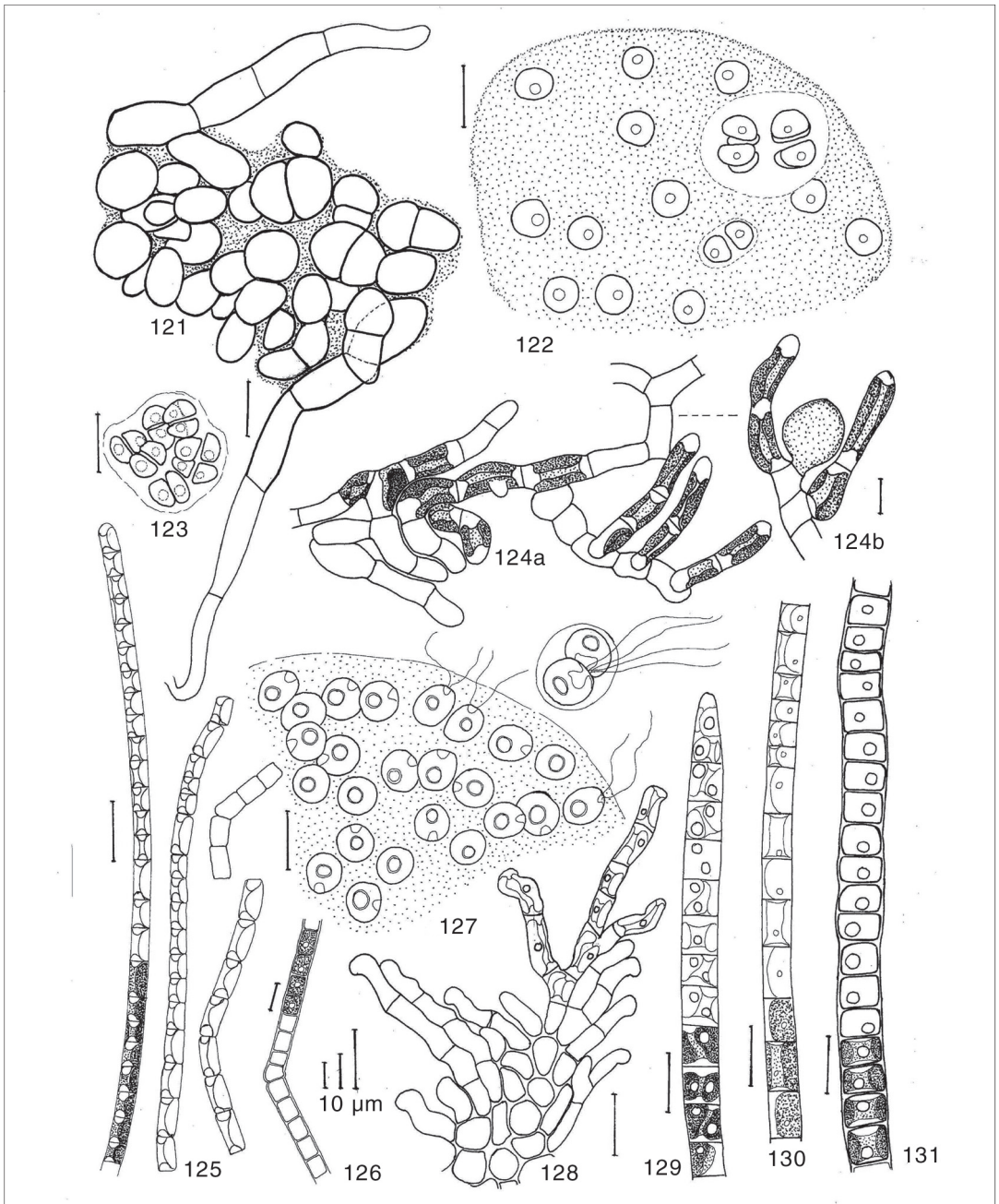




**Abbildung 100-109.** 100. *Schizothrix* cf. *funiculus*. 101. *Schizothrix calcicola*. 102. *Schizothrix lardacea*. 103. *Microcoleus subtorulosus*. 104. *Microcoleus lacustris*. 105. *Hydrocoleum homoeothrichum*. 106. *Audouinella pygmaea*. 107. *Hildenbrandia rivularis*, Sohle. 108. *Hildenbrandia rivularis*, Wasserstämme. 109. *Bangia atropurpurea*.

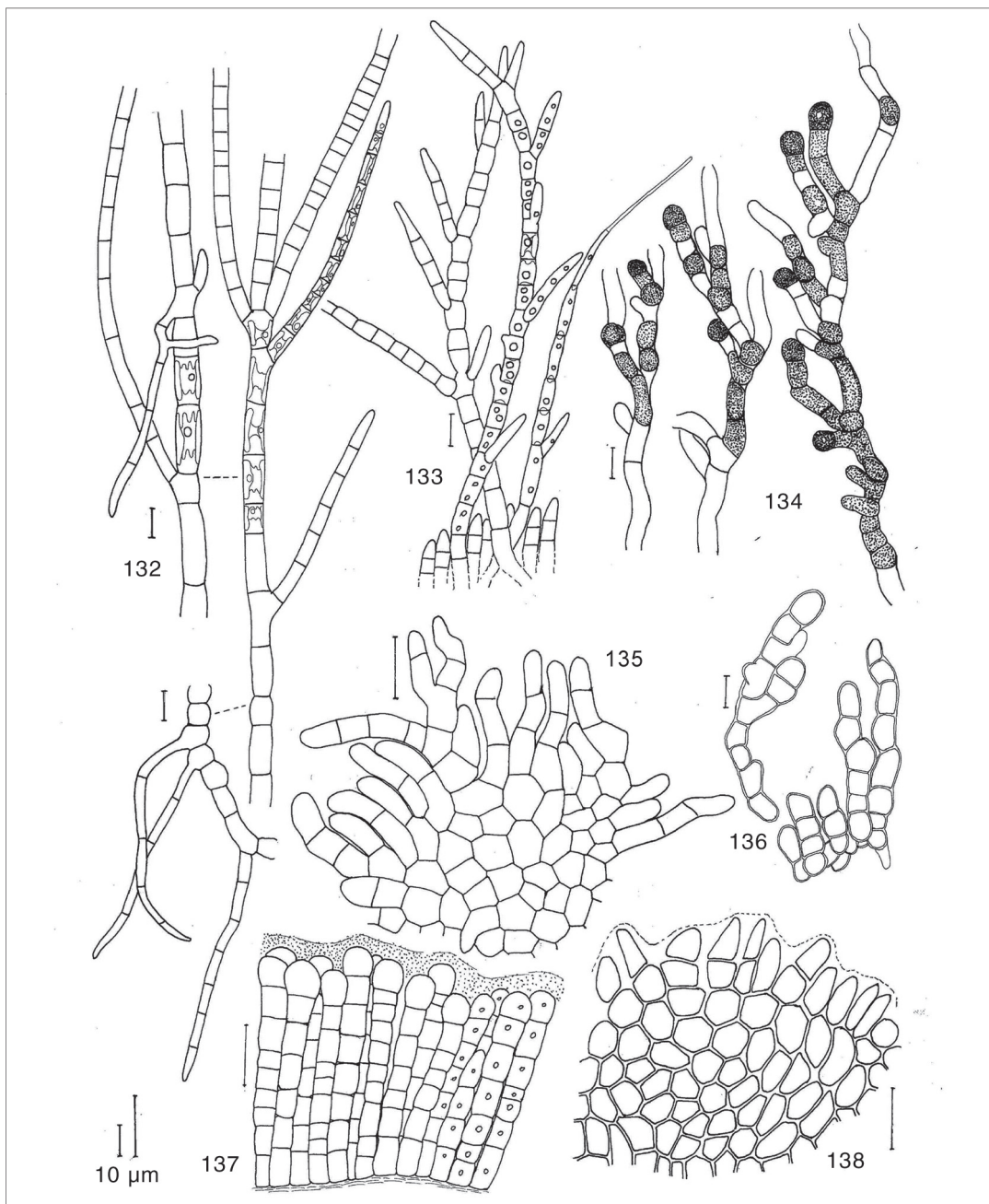


**Abbildung 110-120.** 110. *Auduinella chalybea*. 111. *Cryptomonas* spec. im Gallertlager. 112. *Apistonema commutatum*. 113. *Hydrurus foetidus*. 114. *Gloeobotrys chlorinus*. 115. *Heribaudiella fluviatilis*, reduzierte Form im Flachuferbereich. 116. *Heribaudiella fluviatilis*, Sohle. 117. *Heribaudiella fluviatilis*, Wasserstämme. 118. *Sphaerobotrys fluviatilis*. 119. *Sporotetras pyriformis*. 120. *Chlorococcum* spec.

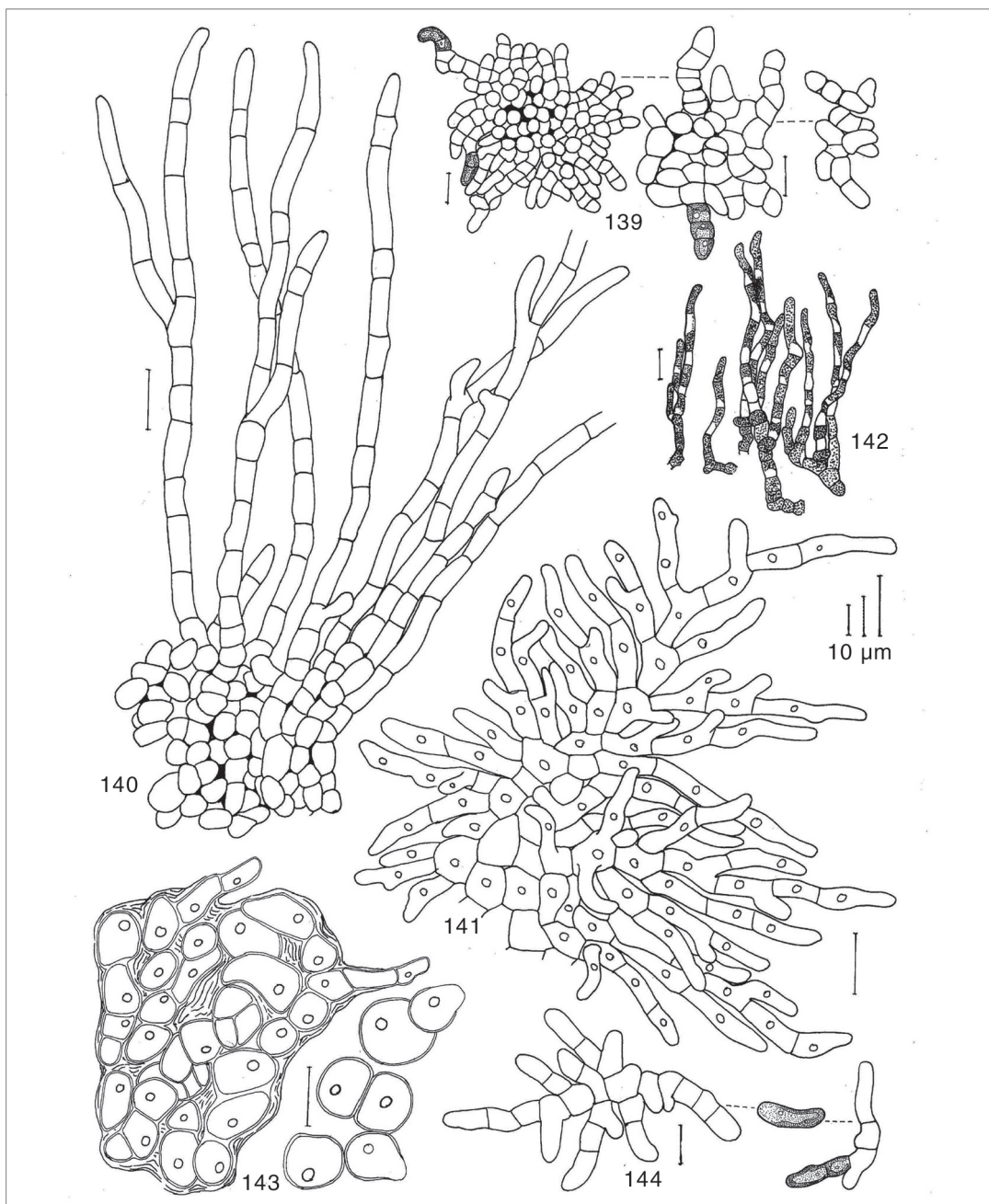


**Abbildung 121-131.** 121. *Pleurocladia lacustris*, untypische Wuchsform. 122. *Palmella mucosa*. 123. *Sporotetras pyriformis*. 124. *Pleurocladia lacustris*, a) Sohle mit Ansätzen von Wasserstämmen, b) beginnende Ausbildung eines Sporangiums. 125. *Gloeotila* spec. 126. *Klebsormidium rivulare*. 127. *Tetraspora gelatinosa*. 128. *Endoderma* cf. *cladophorae*. 129. *Uronema confervicolum*. 130. *Ulothrix subtilissima*. 131. *Ulothrix tenerrima*.



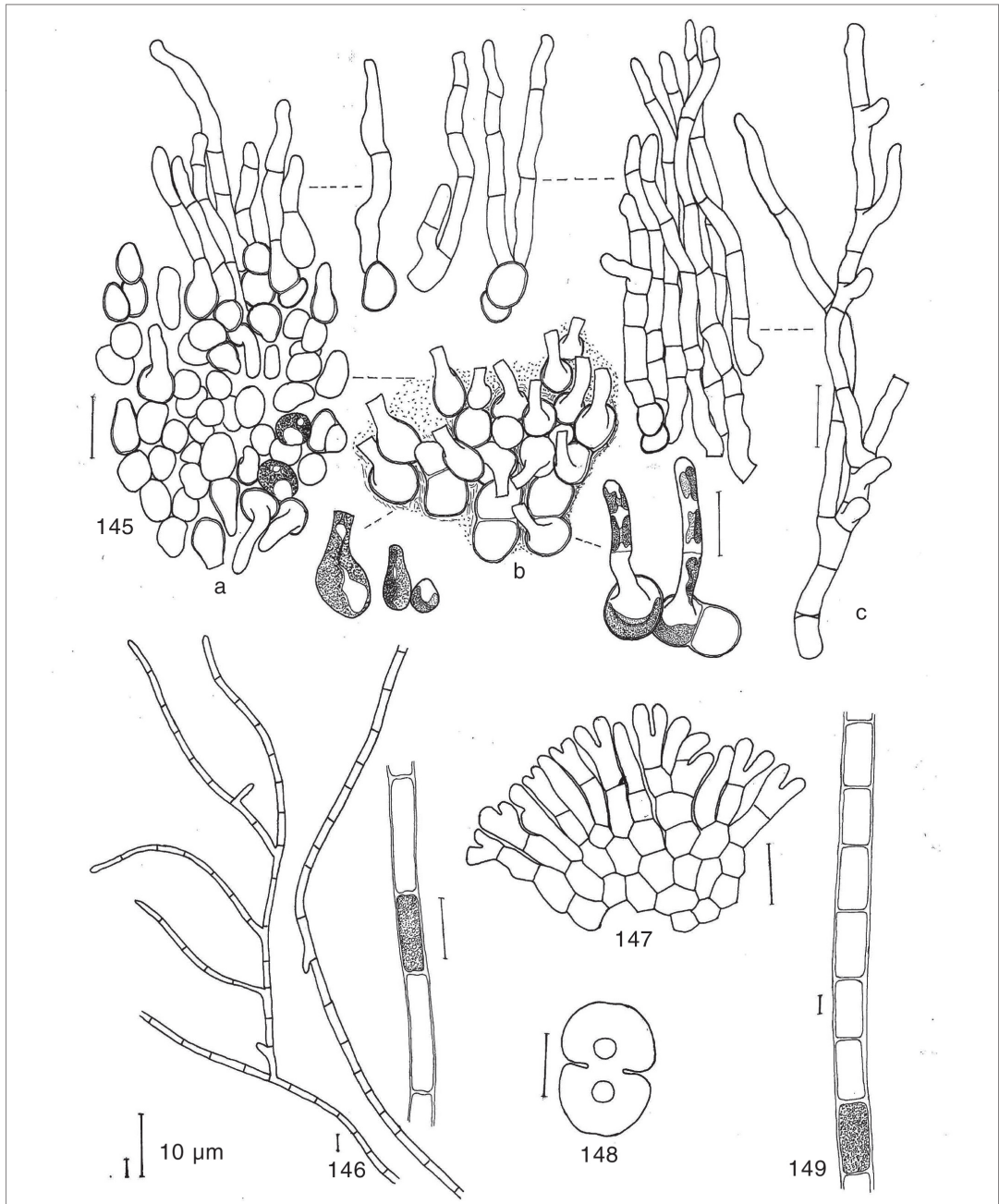


**Abbildung 132-138.** 132. *Stigeoclonium aestivale*. 133. *Stigeoclonium farctum*. 134. *Chlorotylum cataractarum*. 135. *Stigeoclonium falklandicum* var. *anglicum*, junge Sohle. 136. *Gongrosira incrustans*, Wuchsform im Uferbereich. 137.-138. cf. *Gongrosira disciformis*, Wasserstämme und Sohle.



**Abbildung 139-144.** 139. *Pseudendozonium* var. *prostratum*. 140. *Gongrosira* *incrastans*. 141. *Gongrosira* *leptotricha*, junger Thallus, Sohlenstadium. 142. *Gongrosira* *leptotricha*, Wasserstämme. 143. *Gongrosira* *debaryana*. 144. *Pseudendozonium* *basiliense* var. *brandii*.





**Abbildung 145-149.** 145. *Dilabifilum incrustans*, a) – b) Basis-Zelllager mit keulenförmigen Zellen, c) Wasserstämme. 146. *Cladophora rivularis*. 147. *Coleochaete soluta* var. *minor*. 148. *Cosmarium laeve*. 149. *Rhizoclonium hieroglyphicum*.

a) Station 1: Hochrhein bei  
Balm, Flussbild. Fluss-km 60.



b) Station 1: Hochrhein bei  
Balm, Sammelort. Fluss-km 60.



c) Station 2: Hochrhein bei  
Reckingen. Fluss-km 90.







a) Station 3: Hochrhein bei Murg, Fluss-km 125.



b) Station 3: Hochrhein bei Wyhlen, Fluss-km 157.



c) Station 3: Hochrhein bei Wyhlen, Felssubstrate. Fluss-km 157.

a) Station 5: Oberrhein bei Weil, Fluss-km 172-173.



b) Station 6: Restrhein bei Neuenburg, Fluss-km 199.



c) Station 7: Oberrhein bei Kappel, Fluss-km 261.







a) Station 8: Oberrhein bei Greffern, Fluss-km 315.

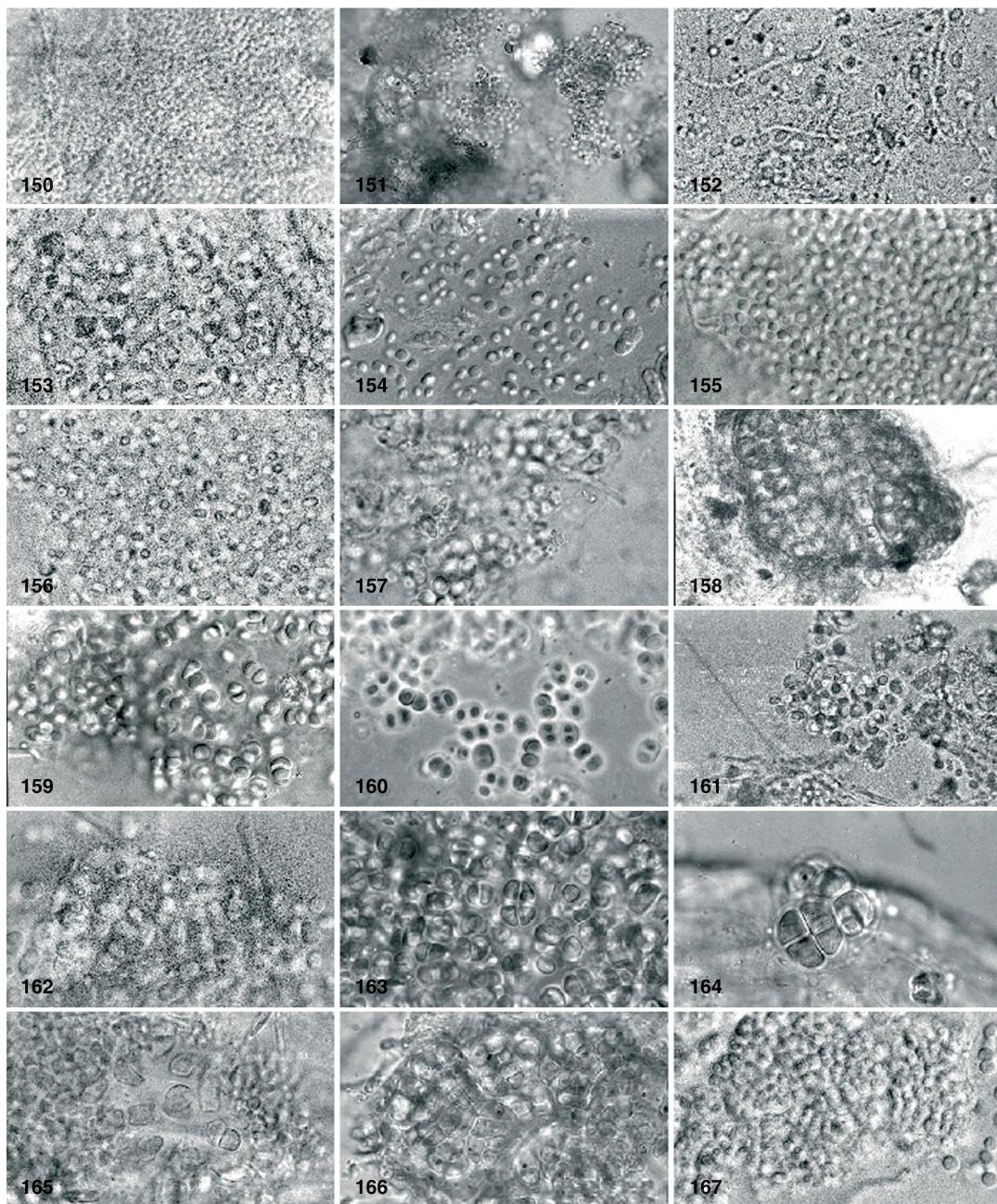


b) Station 9: Oberrhein bei Karlsruhe, Fluss-km 359.



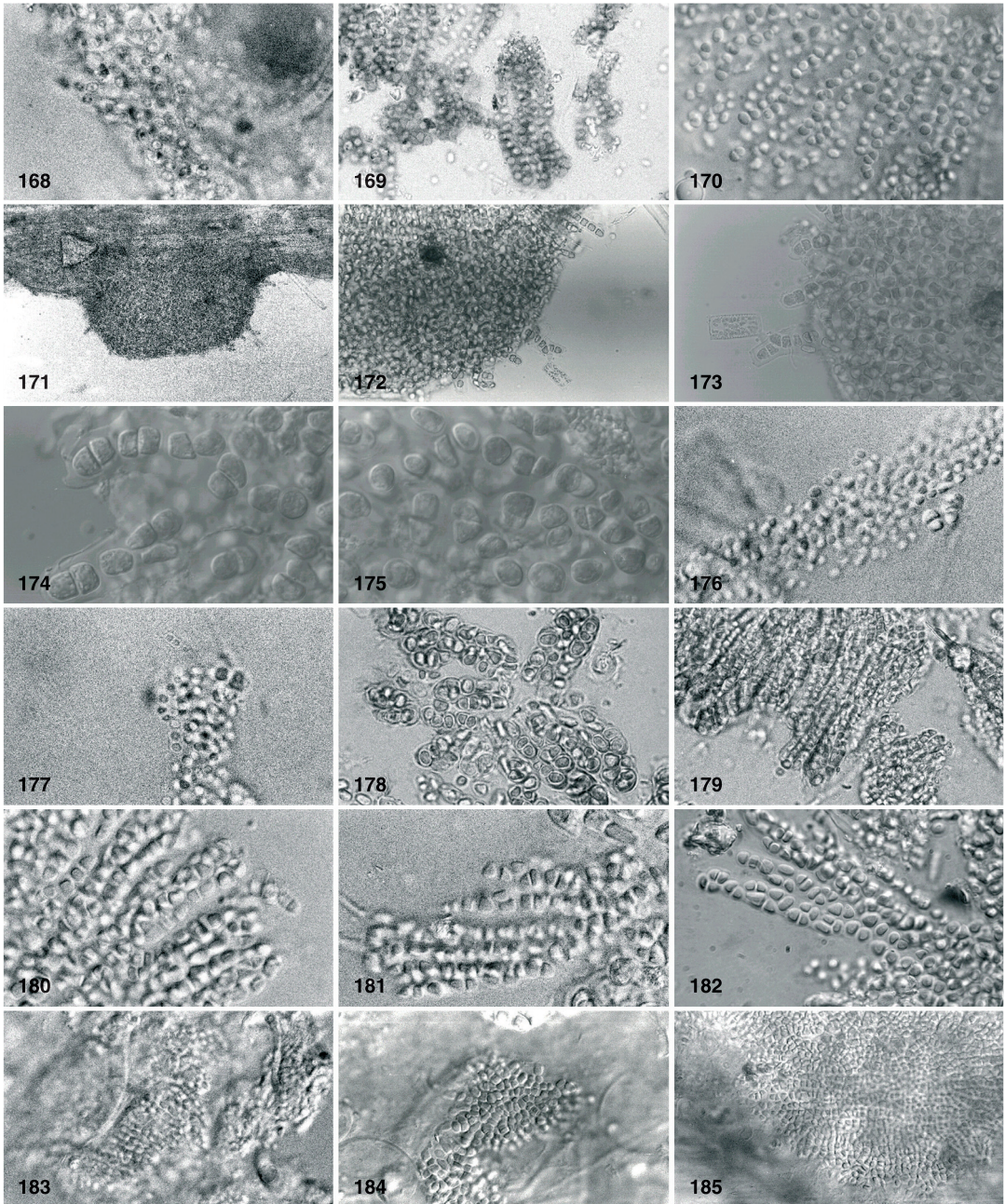
c) Station 10: Oberrhein bei Altlussheim, Fluss-km 396.





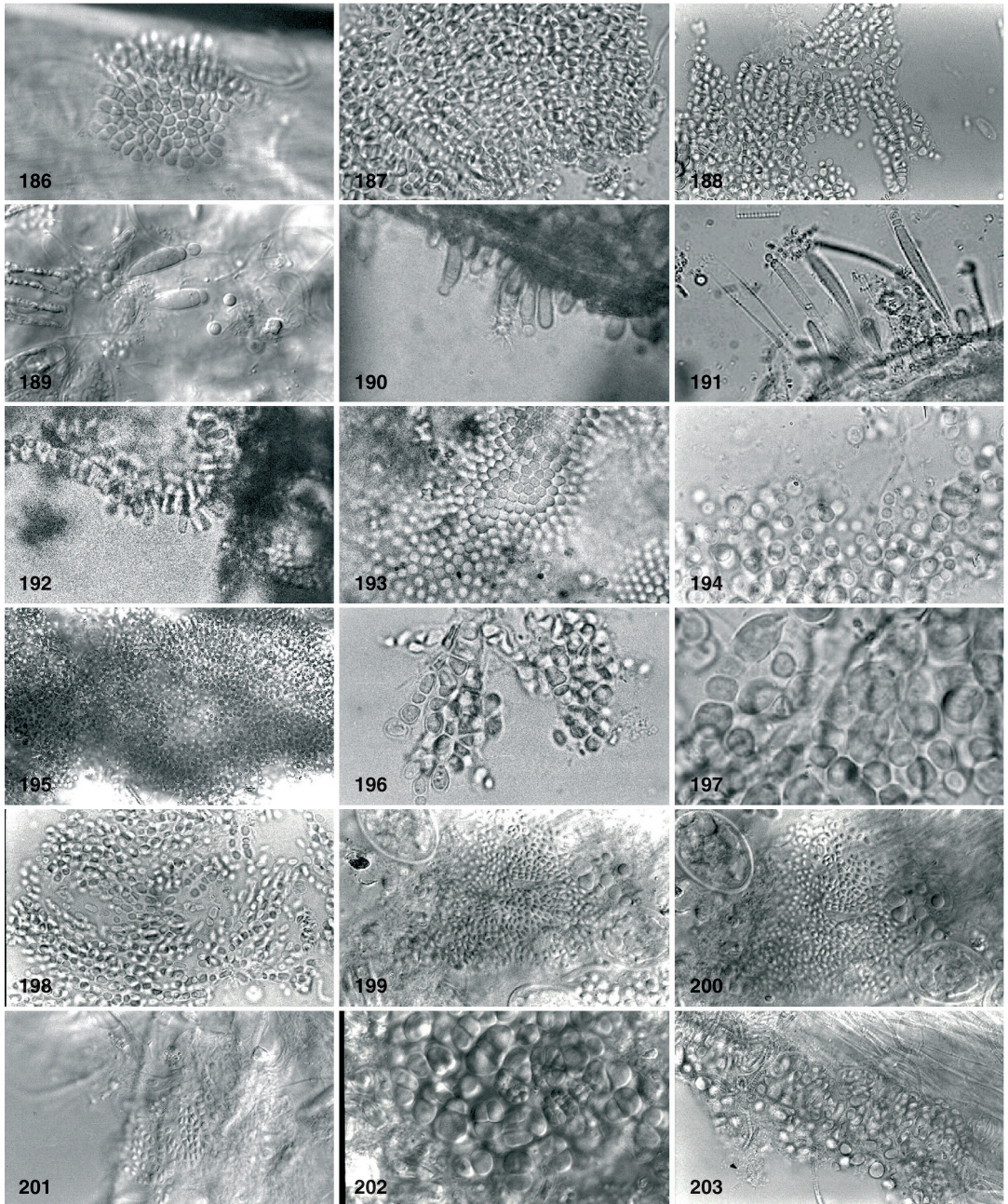
**Abbildung. 150 – 167.** 150. *Aphanocapsa parasitica*, flächig. 151. *Aphanocapsa parasitica*, Kompaktlager. 152. *Aphanocapsa muscicola*. 153. *Aphanocapsa parietina*. 154. *Aphanocapsa rivularis*, Zellen weiträumig verteilt. 155. *Aphanocapsa rivularis*, kompakt gelagert. 156. *Aphanothece saxicola*. 157. *Synechocystis aquatilis*. 158. *Gloeocapsopsis spec.* 159. *Chroococcus cohaerens*. 160. *Chroococcus bituminosus*. 161. *Chroococcus obliteratus*. 162. *Chroococcus minutus*. 163. *Chroococcus minutus*. 164. *Chroococcus quaternarius*. 165. *Chroococcus polyedrifomis* 166. *Cyanosarcina fontana*. 167. *Chlorogloea microcystoides*.





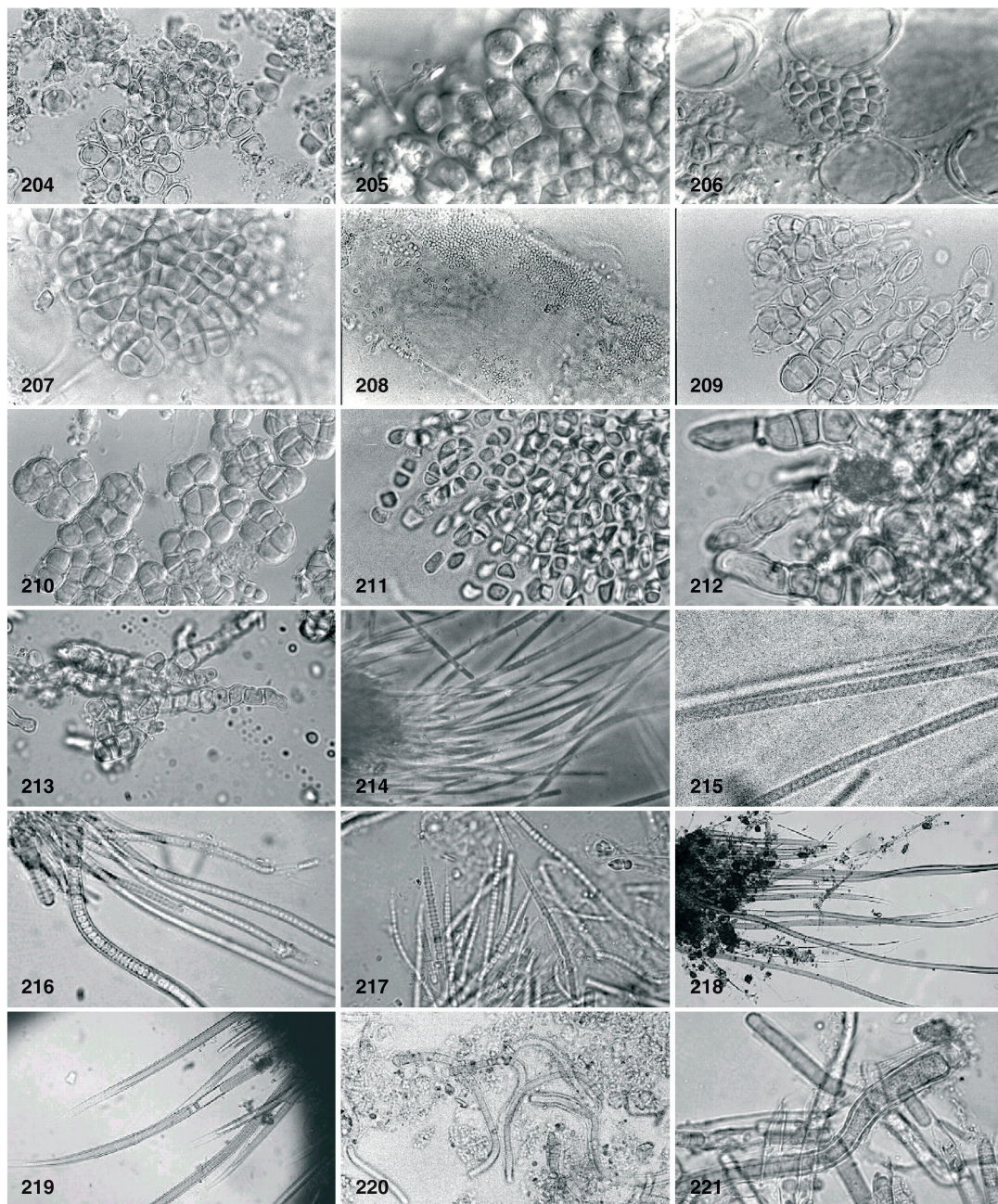
**Abbildung 168 – 185.** 168. *Chlorogloea microcystoides*. 169 – 170. *Chlorogloea rivularis*, Gallertfärbung mit Methyleneblau. 171 – 175. ?*Chlorogloea* spec. 176 – 177. *Entophysalis* spec. 178. *Siphononema polonicum*. 179. *Siphononema polonicum*(?) in kleinzelliger Wuchsform. 180 – 182. cf. *Cyanodermatium gelatinosum*. 183. *Hydrococcus cesatii*, aufrechtes Zellsystem. 184 – 185. *Hydrococcus cesatii*, junge und ältere Zellscheibe.





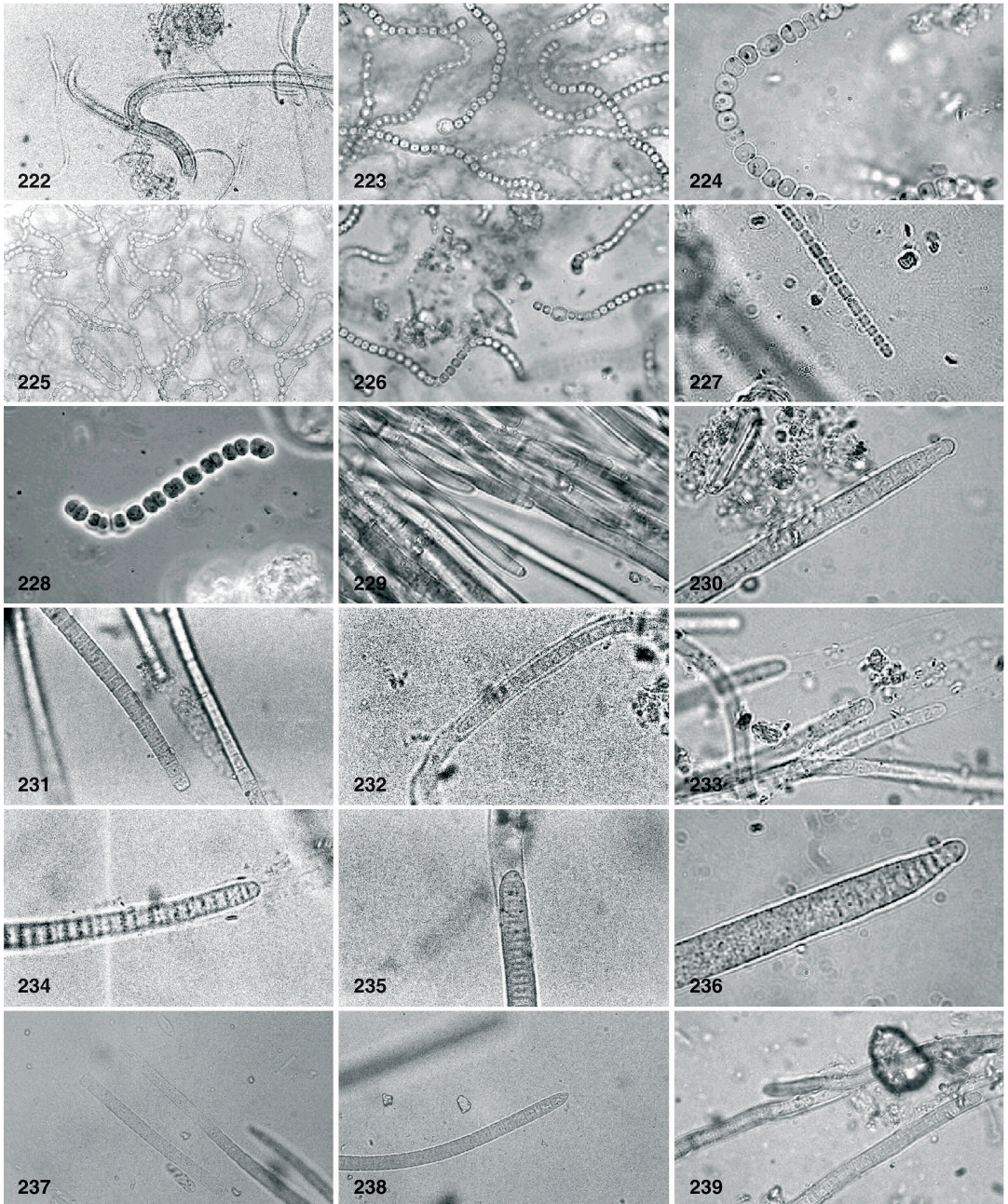
**Abbildung 186 – 203.** 186. *Hydrococcus rivularis*, junge Zellscheibe. 187. *Hydrococcus rivularis*, aufrechtes Zellsystem. 188. *Stichosiphon pseudopolymorphus*. 189 – 190. *Chamaesiphon incrustans*. 191. *Chamaesiphon confervicolus* var. *angustus*. 192 – 193. *Chamaesiphon fuscus*. 194 – 195. *Chamaesiphon subglobosus*. 196 – 197. *Chamaesiphon polymorphus*. 198. *Chamaesiphon oncobyrsoides*. 199 – 201. *Xenococcus* spec. I. 202. *Chroococcopsis fluviatilis*, dichte Zellpackung, Aufsicht. 203. *Chroococcopsis fluviatilis*, Zellaggregat in Vertikalansicht.





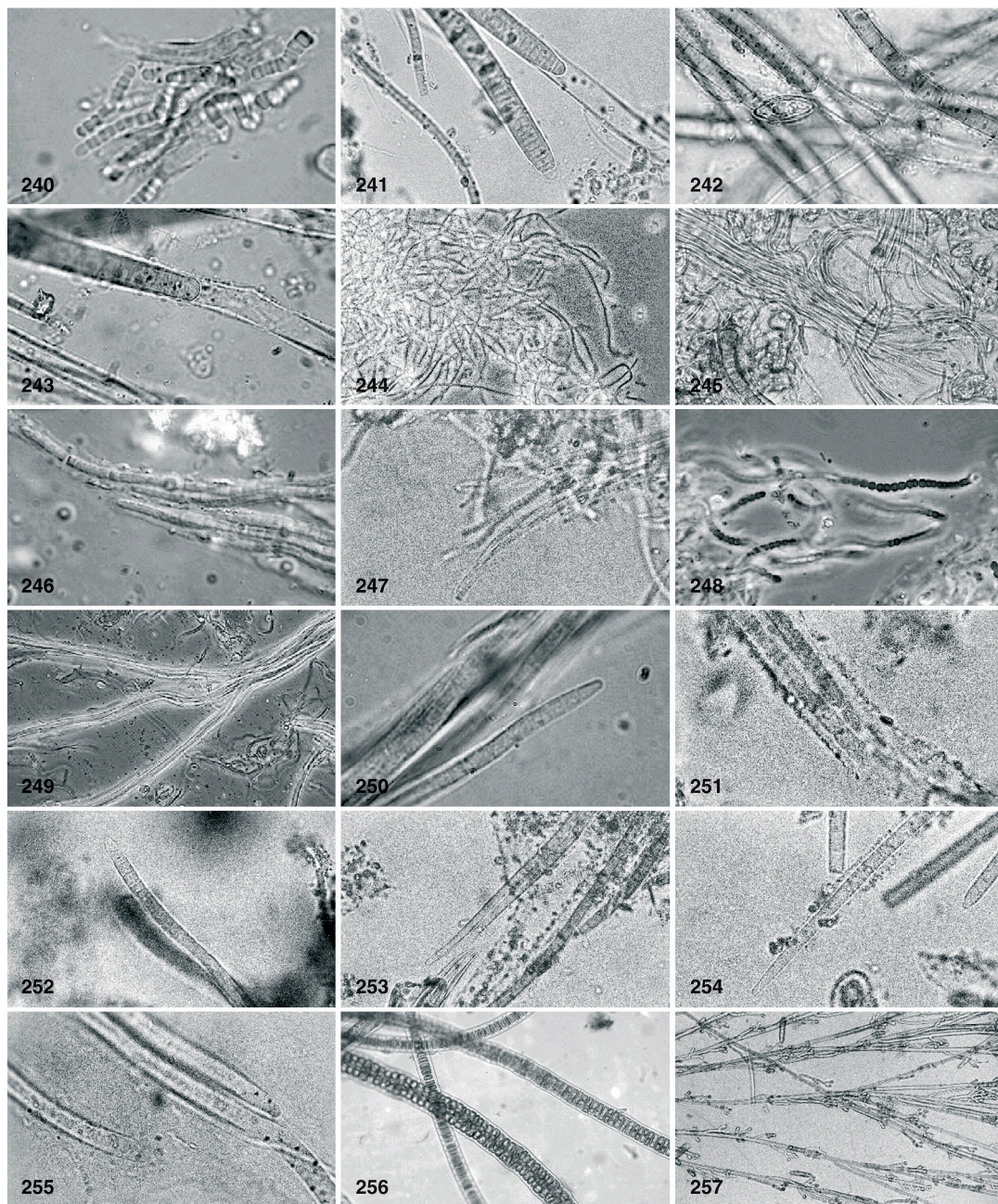
**Abbildung 204 – 221.** 204. *Chroococcopsis fluviatilis*. 205. *Chroococcopsis gigantea*. 206 – 207. *Xenotholos kernerii*. 208. *Xenotholos starmachii*. 209. *Pleurocapsa minor*. 210. *Pleurocapsa minor*, Chroococcalenstatus. 211. *Pleurocapsa minor*, status mucosus. 212 – 213. *Hyella fontana*. 214 – 215. *Homoeothrix varians*. 216. *Homoeothrix margalefii*. 217. *Homoeothrix crustacea*. 218 – 219. *Homoeothrix juliana*. 220. *Calothrix braunii*. 221. *Calothrix fusca*.





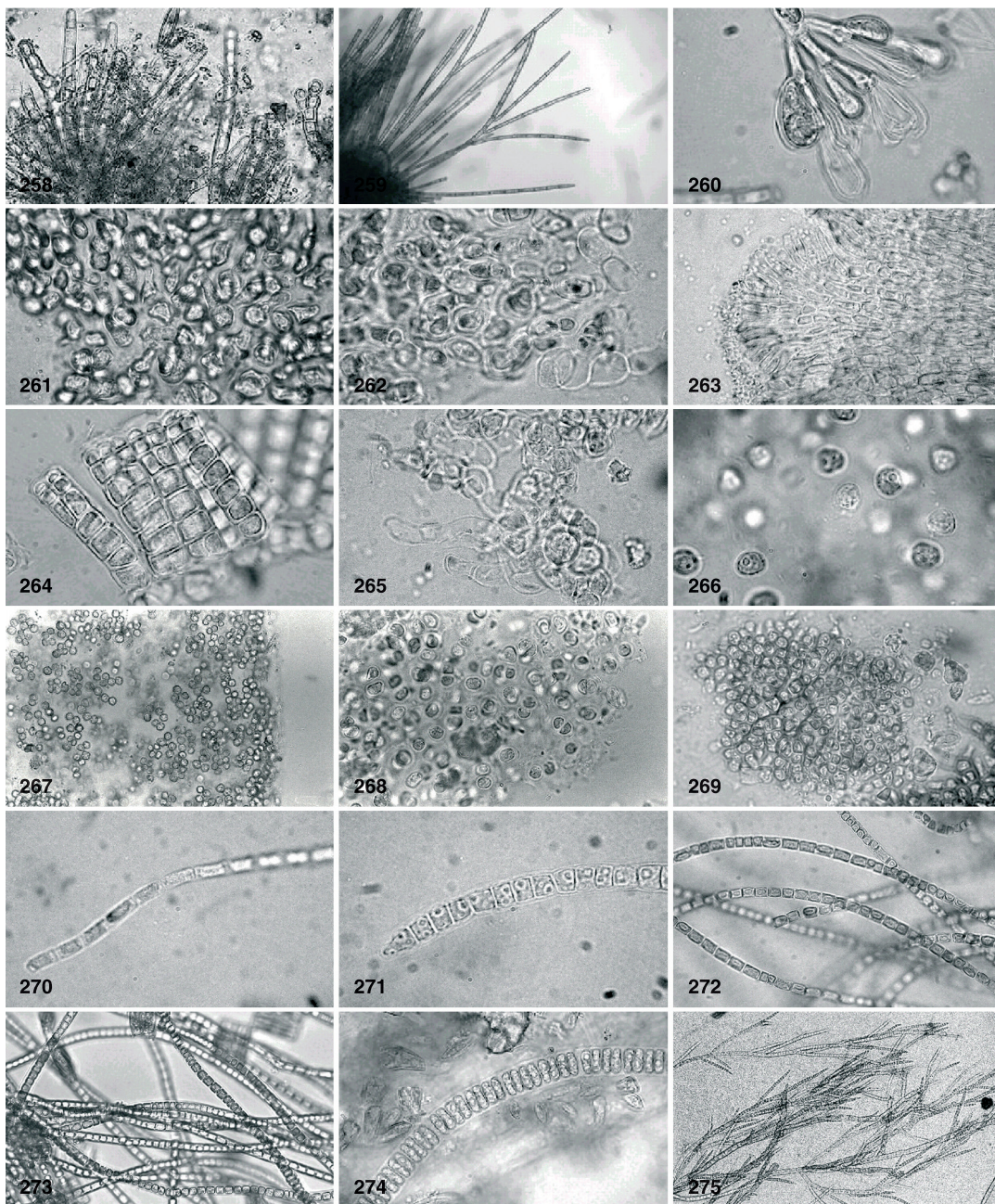
**Abbildung 222 – 239.** 222. *Tolypothrix distorta* var. *penicillata*. 223 – 224. *Nostoc sphaericum*. 225 – 226. *Nostoc cuticulare*. 227. *Pseudanabaena catenata*. 228. *Komvophoron constrictum*. 229 – 230. *Phormidium favosum*. 231. *Phormidium retzii*. 232 – 233. *Phormidium kützingianum*. 234. *Phormidium aerugineo-coeruleum*. 235. *Phormidium subfuscum*. 236. *Phormidium uncinatum*. 237 – 238. *Phormidium cortianum*. 239. *Pseudophormidium rhenanum*.





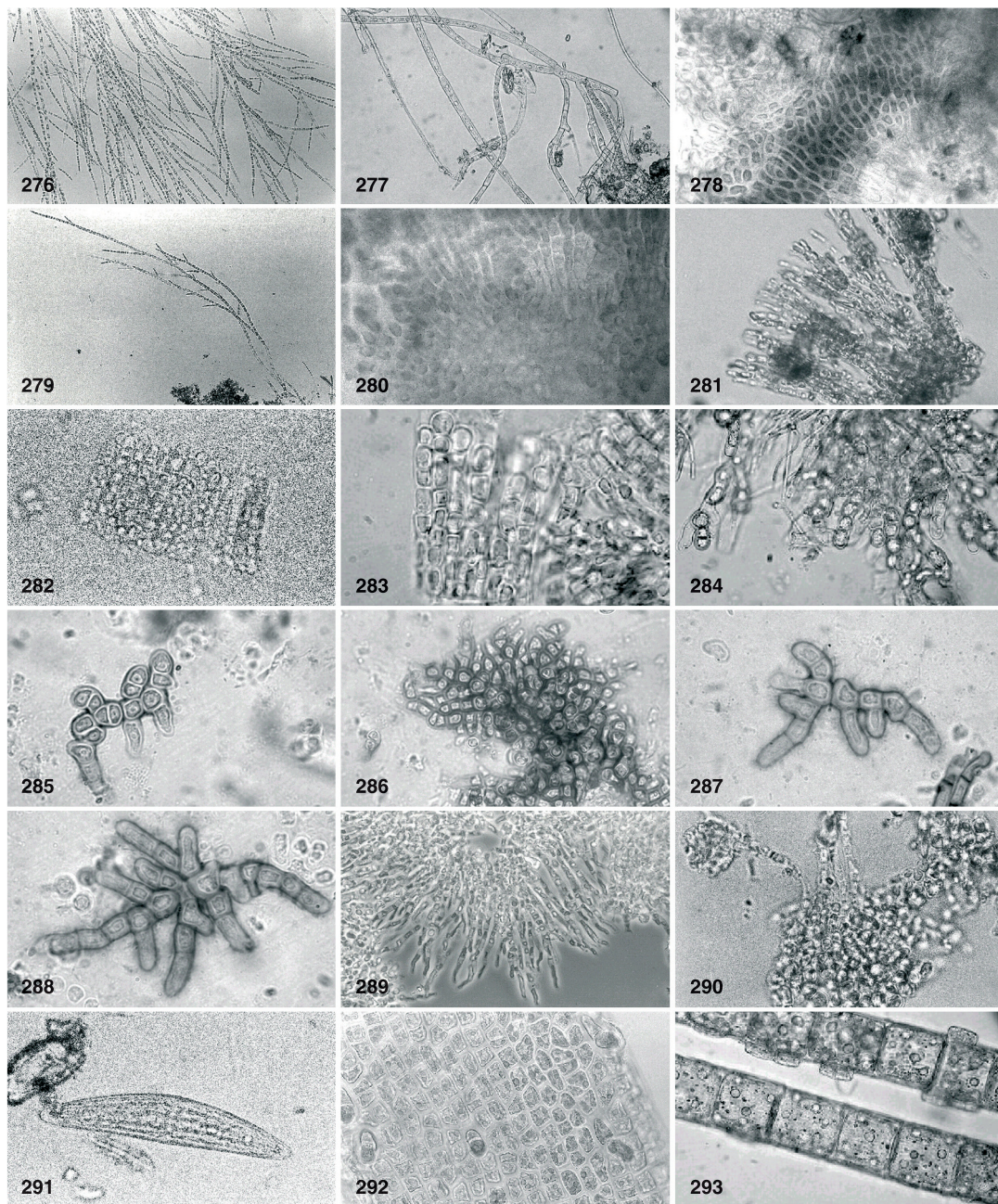
**Abbildung 240 – 257.** 240. *Pseudophormidium edaphicum*. 241. *Lyngbya nigra*. 242 – 243. *Porphyrosiphon martenianus*. 244 – 245. *Schizothrix calcicola*. 246. *Schizothrix fasciculata*. 247 – 248. *Schizothrix tinctoria*. 249 – 250. *Schizothrix* cf. *funiculus*. 251 – 252. *Microcoleus lacustris*. 253 – 254. *Microcoleus subtorulosus*. 255. *Hydrocoleum homoeothrichum*. 256. *Bangia atropurpurea*. 257. *Audouinella chalybea*.





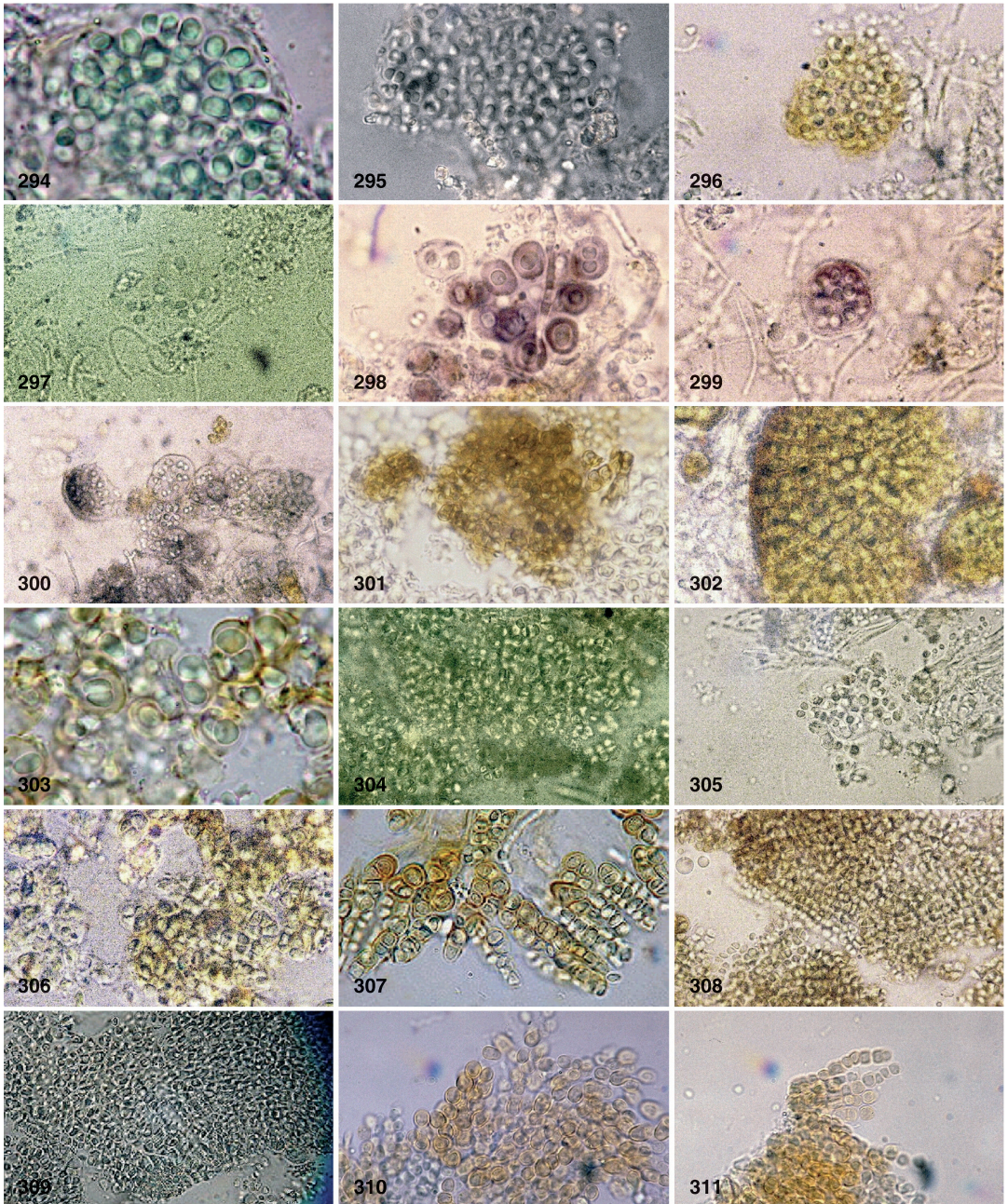
**Abbildung 258 – 275.** 258. *Audouinella pygmaea*. 259 – 260. *Thorea hispida*. 261. *Euglena* spec., Gallertlager. 262. *Apistonema commutatum*. 263 – 264. *Heribaudiella fluviatilis*, Sohle und aufrechtes System. 265. *Pleurocladia lacustris*, untypisches kriechendes Sohlensystem mit Fadenansätzen. 266. *Palmella mucosa*. 267. *Tetraspora gelatinosa*. 268. *Sporotetras pyriformis*. 269. *Sphaerobotrys fluviatilis*. 270. *Gloeotila* spec. 271. *Uronema confervicolum*. 272. *Ulothrix subtilissima*. 273. *Ulothrix tenerrima*. 274. *Schizomeris leibleinii*. 275. *Stigeoclonium tenue*.





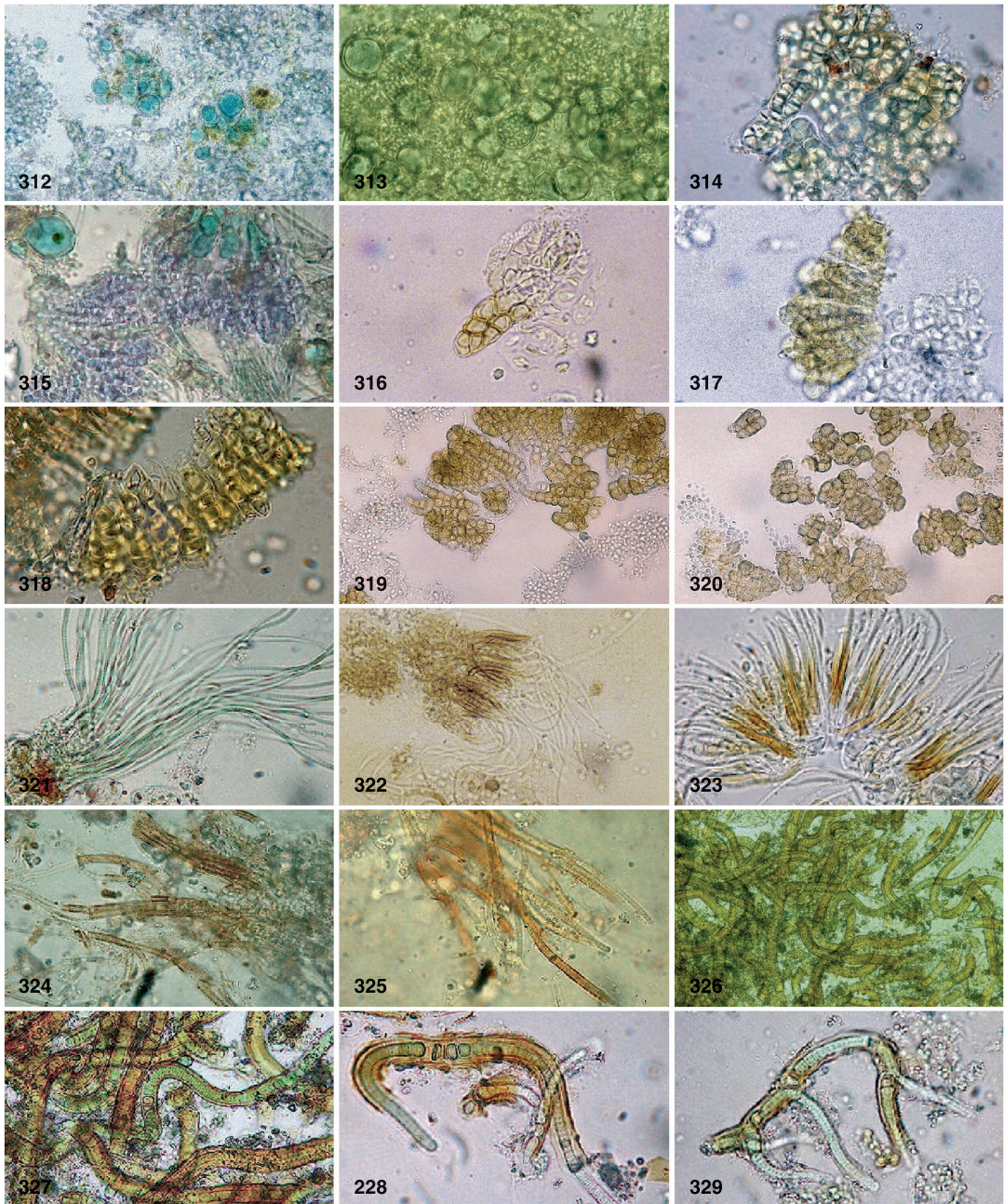
**Abbildung 276 – 293.** 276 – 277. *Stigeoclonium aestivale*. 278. *Stigeoclonium falklandicum*, Sohle. 279. *Stigeoclonium farctum*. 280. *Stigeoclonium farctum* var. *rivulare*, Sohle. 281. *Gongrosira incrustans*. 282 – 283. cf. *Gongrosira disciformis*. 284. *Chlorotylum cataractarum*. 285 – 286. *Pseudendoconium prostratum* var. *prostratum*. 287 – 288. *Pseudendoconium basiliense* var. *brandii*. 289 – 290. *Dilabifilum incrustans*. 291. *Closterium* cf. *pseudolunula*. 292. *Enteromorpha pilifera*. 293. *Oedogonium* spec.





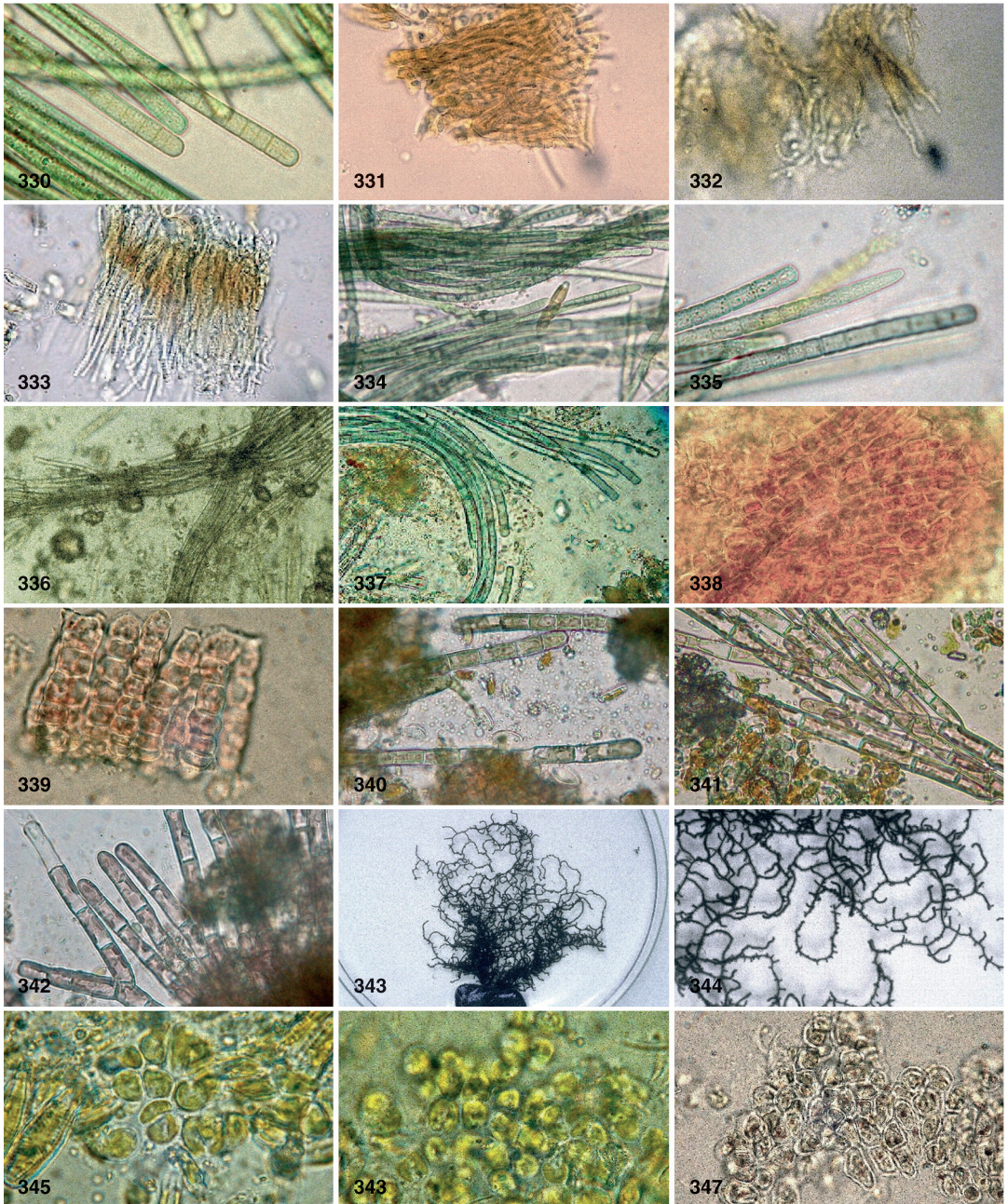
**Abbildung 294 – 311.** 294. *Aphanocapsa fonticola*. 295. *Aphanocapsa rivularis*. 296. *Aphanothece castagnei*. 297. *Gloeocapsa kützingiana*. 298 – 300. *Gloeocapsa sanguinea*. 301. *Chondrocystis dermochroa*. 302 – 303. *Gloeocapsopsis pleurocapsoides*. 304. *Chroococcus minutus*. 305. *Chroococcus obliteratus*. 306. *Chroococcus montanus*. 307 – 308. *Siphononema polonicum*, normale und atypische kleine Wuchsform. 309. *Hydrococcus rivularis*, vertikales Koloniesegment. 310 – 311. *Chamaesiphon polonicus*.





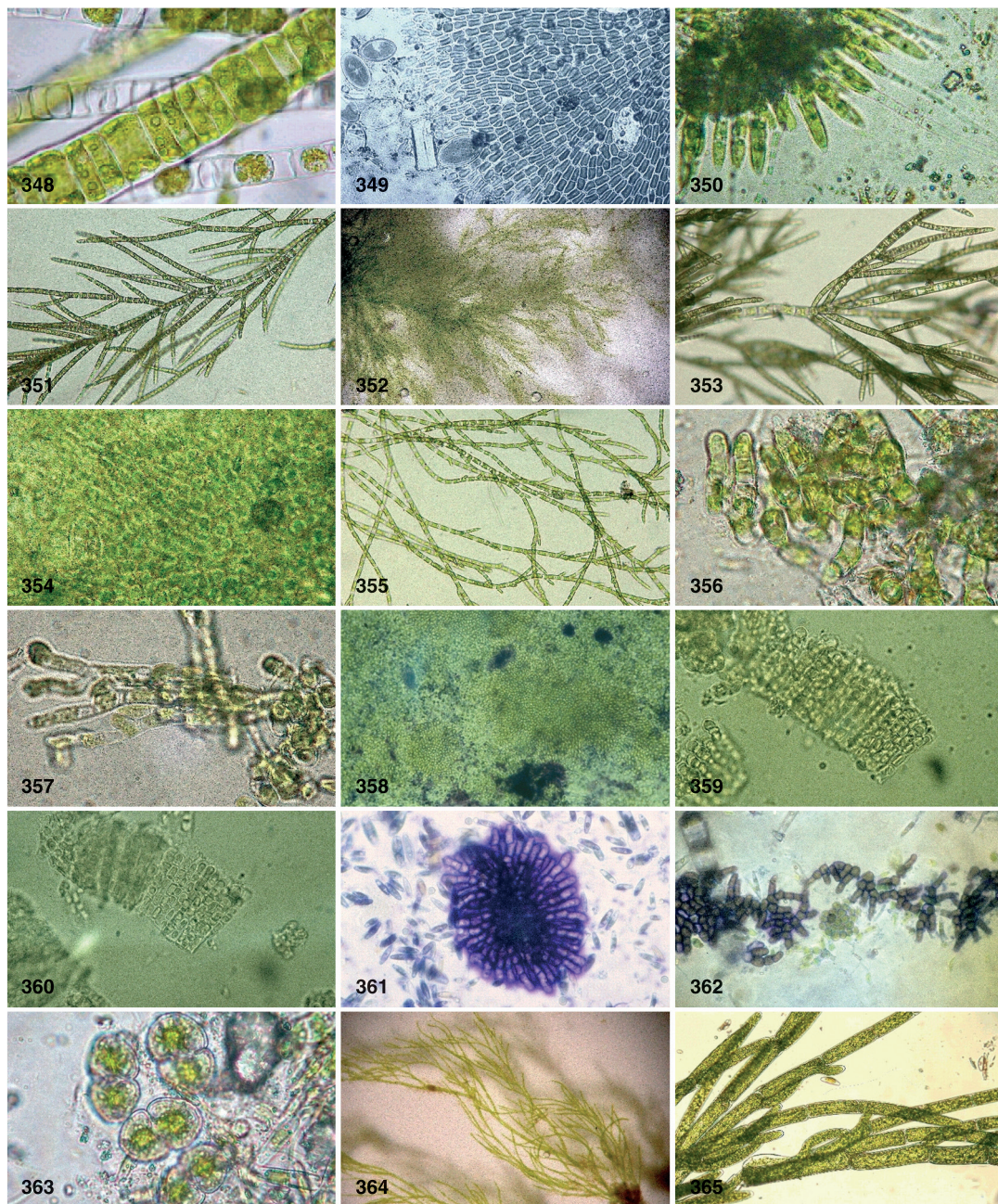
**Abbildung 312 – 329.** 312 – 313. *Chroococcopsis gigantea*. 314. *Xenotholos kernerii*. 315. *Pleurocapsa minor* mit *Chroococcopsis gigantea*. 316 – 318. *Pleurocapsa fusca*. 319 – 320. *Pleurocapsa aurantiaca*. 321. *Homoeothrix margalefii*. 322 – 323. *Homoeothrix nidulans*. 324 – 325. *Homoeothrix gracilis*. 326 – 329. *Calothrix parietina*.





**Abbildung 330 – 347.** 330. *Phormidium retzii*. 331 – 333. *Pseudophormidium edaphicum*. 334 – 335. *Microcoleus lacustris*. 336 – 337. *Microcoleus subtorulosus*. 338 – 339. *Hildenbrandia rivularis*, Sohle und aufrechtes System. 340. *Audouinella pygmaea*. 341 – 342. *Audouinella chalybea*. 343 – 344. *Thorea hispida*. 345 – 346. *Phaeoderma-tium rivulare*. 347. *Apistonema commutatum*.





**Abbildung 348 – 365.** 348. *Ulothrix zonata*. 349. *Stigeoclonium farctum* var. *rivulare*, mit Methylenblau konturiert. 350. *Stigeoclonium farctum* var. *rivulare*, Ansatz von Wasserstämmen. 351. *Stigeoclonium tenue*. 352 – 353. *Stigeoclonium lubricum*. 354 – 355. *Stigeoclonium falklandicum* var. *anglicum*, Sohle mit Ansätzen von Wasserstämmen, bzw. größere Wasserstämme. 356 – 357. *Gongrosira incrustans*. 358 – 360. cf. *Gongrosira disciformis*, Sohlen und Pakete zusammenhaftender Wasserstämme. 361. *Protoderma frequens*, Gallerte mit Methylenblau angefärbt. 362. *Pseudendoclonium basiliense* var. *brandii*. 363. *Cosmarium laeve*. 364 – 365. *Cladophora glomerata*.