

Ber. nat.-med. Verein Innsbruck	Band 81	S. 229 – 253	Innsbruck, Okt. 1994
---------------------------------	---------	--------------	----------------------

Der Algenaufwuchs in der Oberen Alz (Oberbayern)

von

Eugen ROTT *)

The Algal Periphyton from River Alz (Bavaria)

Synopsis: This study is based on algal periphyton samples from River Alz, summerwarm, carbonate rich outlet of a large lake in the perialpine region in Bavaria. Samples were taken from stones and reed stems within the period autumn 1981 to summer 1982. Large areas of the surface sediments of the river in the uppermost part of the investigated segment are covered by biogenic carbonates of both ooid stones (onkoids) and cliffs (onkolites). These carbonates are covered by a bluegreen crust of *Homoeothrix crustacea* and *Schizothrix fasciculata*, overgrown by diatoms in winter and green algae in summer. Near to the effluent of a poorly functioning waste water treatment plant these carbonates were reduced and a massive bloom of *Oscillatoria limosa* and *Oscillatoria splendida* was observed during the whole year. The fast flowing lower sections of the segment showed components of typical epilithic rithron periphyton species (*Homoeothrix varians* and *Gongrosira incrustans*).

The whole algal periphyton is used to qualify the different reaches of the river in order to extrapolate the eventual effects of a seriously increased nutrient load by a projected large waste water treatment plant. In this case a serious damage of the biogenic carbonate sediments had to be predicted.

1. Einleitung:

1.1. Fragestellung:

In trübungsarmen Niederungsflüssen haben Aufwuchsalgen neben Makrophyten einen wesentlichen Anteil an der autotrophen Primärproduktion, wenn auch die Höhe ihres Beitrages zum gesamten Energie- und Stoffumsatz umstritten ist. Vertreter des Algenaufwuchses, die das jahreszeitliche Muster dieser Lebensgemeinschaft prägen (Generationsdauer meist in den Dimensionen Tage bis Wochen), sind im Vergleich mit den meisten, für die biologische Gewässerbeurteilung herangezogenen, langlebigen Makrovertebraten (meist nur 1 oder 2 Generationen pro Jahr) Ausdruck des aktuellen Gewässergütezustandes. Dieser schnellwüchsige Teil des Algenaufwuchses (insbesondere Kieselalgen) wird in letzter Zeit vermehrt zur Beurteilung von Fließgewässern herangezogen, während wohl wegen verschiedener methodischer Schwierigkeiten (unregelmäßige Verteilung, Komplexität der Zusammensetzung der Biozönosen, Bestimmungsprobleme etc.) fundierte Untersuchungen über die gesamte Algenbiozönose unter Einbeziehung aller Algengruppen spärlich sind (siehe dazu KANN 1978, S. 474).

Gegenstand dieser Untersuchung ist der gesamte Algenaufwuchs des weitgehend naturbelassenen oberen Abschnittes der Alz in Oberbayern. Wenn auch der Schwerpunkt dieser Studie auf den biogenen Kalkbildungen lag, werden hier auch Ergebnisse von Schilfsubstrat und aus Weichsedimenten einbezogen. Die gegenständliche Besprechung stellt eine in wesentlichen Punkten verbesserte und ergänzte Form des in kurzer Zeit zu erhebenden Beitrages zu einem umfassenden

*) Anschrift des Verfassers: E. Rott, Institut für Botanik, AG Hydrobotanik, Universität Innsbruck, Sternwartestraße 15, A-6020 Innsbruck, Österreich.

ökologischen Gutachten (PECHLANER 1983) dar, das vom Abwasserzweckverband Chiemsee in Auftrag gegeben wurde. Eine detaillierte Studie über die Onkoide und deren Struktur wurde kürzlich fertiggestellt (ROTT 1991) und wird in den wesentlichen Aussagen in die Besprechung miteinbezogen. Als Grundlage für das ökologische Gutachten wurde versucht, durch vergleichende Beurteilung der Probenstellen den Zustand der Alz für den Zeitraum Herbst 1981 bis Sommer 1982 zu ermitteln und schließlich eine Prognose über die Veränderungen des Algenaufwuchses bei Verwendung der Alz als Vorfluter für die zum Zeitpunkt der Untersuchung in Planung befindliche Chiemsee-Ringkanalisation zu erstellen.

1.2. Terminologie der biogenen Kalkfällungsformen:

Biogener Kalksand: Feinsediment, das durch biogene Prozesse entstanden ist und nach PIA (1933) als sogenannter physiologischer Kalk (Nebenprodukte der Photosynthese) zu bezeichnen ist. Hier vorwiegend durch *Cladophora glomerata*, *Batrachospermum*, *Chara* und submerse Makrophyten gebildet, teilweise aber auch durch Epiphyten auf diesen (Epiphytenmikrit – siehe SCHRÖDER 1982).

Onkoid (Abb. 2, 3): Rezente bzw. subrezente Kalksteinbildung, die durch Kalkfällung um einen Kondensationskern (meist kleine Steine oder Muschelschalen) gebildet wird; größte Dimension zwischen 6 und 22 cm (vgl. ROTT 1991). Diese Kalkbildungen haben meist die Form eines Ellipsoids und zeigen im Querschnitt eine konzentrische Schichtung, die durch den Wechsel von intensiven und schwachen Ablagerungsperioden sowie durch Erosion und Umlagerung zustande kommt. In den Schichten bis ca. 5 mm unterhalb der Oberfläche überwiegen unstrukturierte Mikrite, die überwiegend von *Homoeothrix crustacea* und *Schizothrix fasciculata* durchsetzt sind. In tieferen Schichten sind strukturierte, konzentrisch geschichtete *Rivularia*-Kalke zu finden, die bis in die Kernzonen reichen (Details siehe ROTT 1991).

Onkolith: Überwiegend biogene Bildungen, die sowohl aus bis zu mehrere Quadratmeter großen, zusammenhängenden Kalkflächen als auch aus Kalkklippen (3-dimensional), als Resultat der Zusammenlagerung von Onkoiden unter Einbau von Kalksanden entstehen.

1.3. Beschreibung der Probenstellen (siehe Abb. 1):

Stelle 1: linksufrig unterhalb Seebruck (km 62,0):

Ufer baumfrei, Uferzone mit Schilfbestand geringer Qualität, braunes Weichsediment (H_2S -Geruch), keine Onkoide, Flußbett wenige Meter vom Ufer auf 1,5 bis 2 m Tiefe abfallend. Diese Stelle liegt ca. 20 m unterhalb des Kläranlagenlaufes.

Stelle 2: rechtsufrig unterhalb Seebruck (km 62,0):

Am Ufer dichte Erlenbestände, Flußgrund mit Ästen, Muscheln und relativ weichem, grauem Sediment bedeckt, nur wenige Onkoide; Wassertiefe 1 - 2 m.

Stelle A: linksufrig unterhalb Seebruck (ca. 250 m unterhalb von Stelle 1):

Dichter Schilfbestand, durch Kläranlagenablauf beeinflusste Stelle.

Stelle B: rechtsufrig unterhalb Seebruck (ca. 250 m unterhalb von Stelle 1):

Dichter Schilfbestand.

Stelle 3: rechtsufrig zwischen Seebruck und Pullach (km 61,0):

Ufer mit Büschen, Flußgrund mit grauem Sediment, mit Onkoiden bedeckt. Tiefe 1,5 - 2 m.

Stelle 4: linksufrig zwischen Seebruck und Pullach (km 61,0):

Ufer mit Baumbestand, Flußgrund weichschlammig und mit wenigen, brüchigen Onkoiden bedeckt. Wassertiefe 1,2 - 2 m; im Chemismus der flutenden Welle Abwassereinfluß erkennbar.

Stelle 5: in Flußmitte unterhalb Pullach (km 60,0):

Furt mit einer Wassertiefe von 50 - 70 cm, große Onkolithfläche von teils klippenartiger Struktur, starke Strömung.

Stelle 6: linksufrig direkt oberhalb der Brücke in Truchtlaching (km 55,9):

Untergrund schlammig, teils mit Onkoiden, teils mit unterseits schwarzen Steinen bedeckt, durch Wehr verlangsamte Strömung.

Stelle 7: Am Wehr bei Hölltal:

Hier wurden kleine Steine vom Wehr und seitlich davon entnommen. Starke Strömung.

Stelle 8: Am Wehr oberhalb Altenmarkt:

Steine wurden meist unterhalb des Wehrs entnommen, da am Wehr keine losen Steine; Abschirmung durch Buchenwald, starke Strömung.

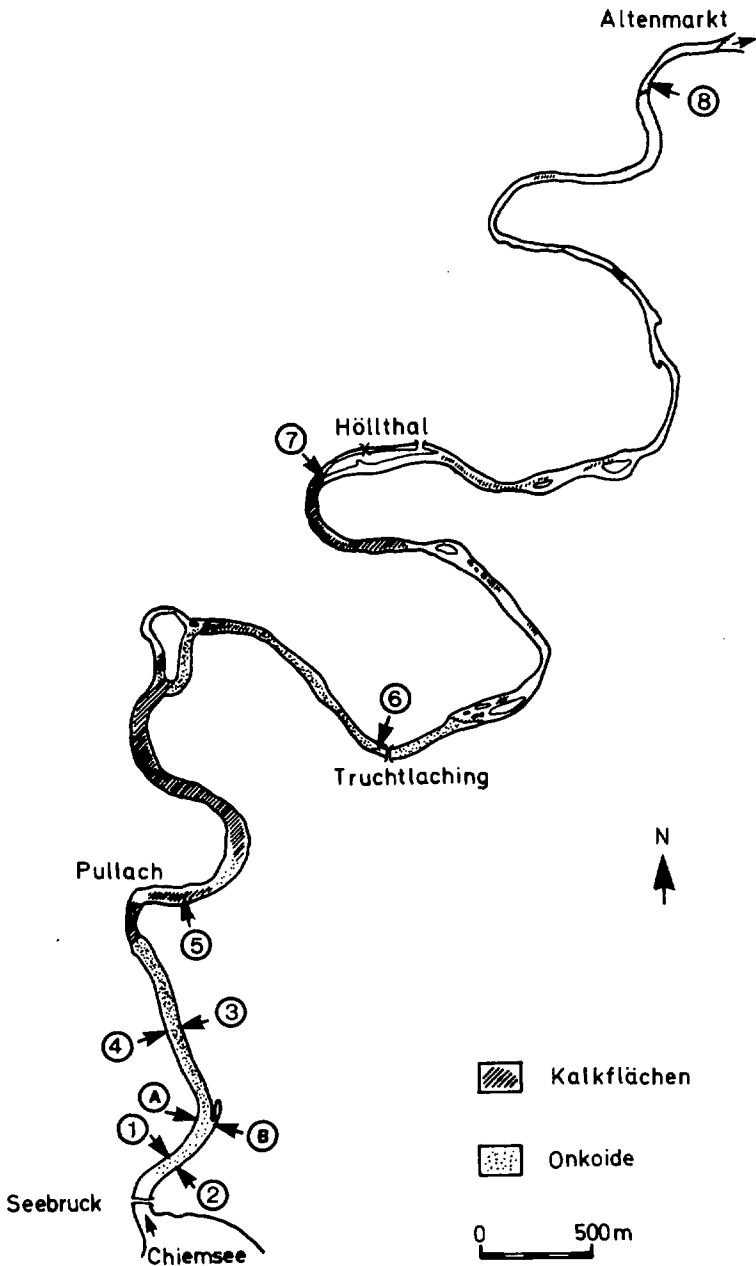


Abb. 1: Karte des untersuchten Alzabschnittes mit Probenstellen und Verteilung der Kalkflächen und Onkoide (nach MELZER)

Eine gute Beschreibung des gesamten Flußverlaufes aus der Sicht des Tauchers und Schwimmers wurde durch MELZER (1982) gegeben.

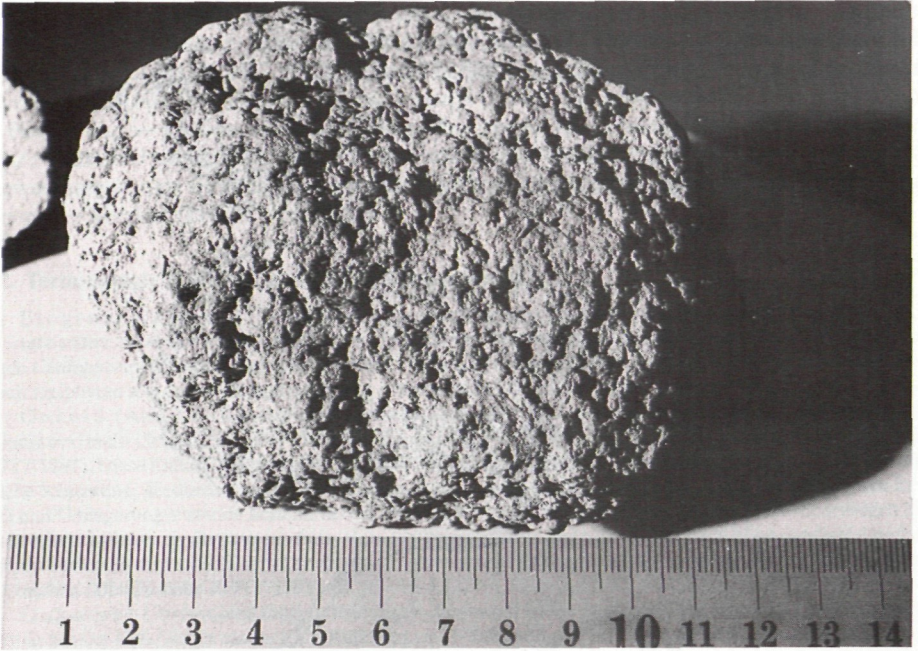


Abb. 2: Onkoid in Aufsicht.

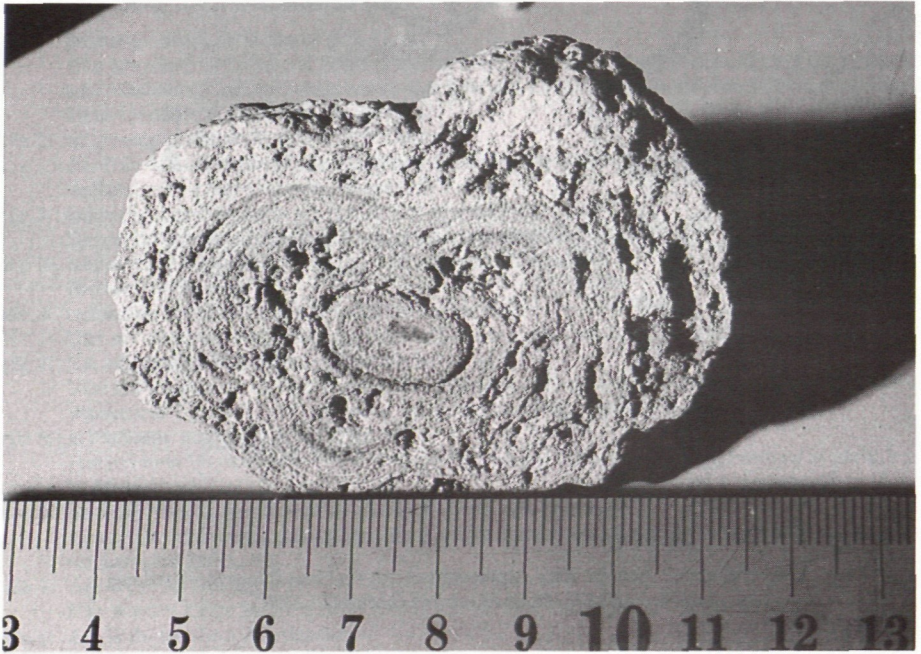


Abb. 3: Kleiner Onkoid im Längsschnitt.

2. Methodik:

Zwischen Oktober 1981 und Juni 1982 wurden an 6 Probenterminen von 8 Probenstellen im Abschnitt zwischen Seebruck und Altenmarkt (Abb. 1, Ziffern 1 - 8) Steine und Weichsedimentproben entnommen. Ergänzende Probenentnahmen von Onkoiden erfolgten im April 1987 und im Juli 1989. Zwischen November 1981 und Juni 1982 wurden unterhalb Seebruck (Abb. 1, Stellen A und B) auch Schilfhalmproben gesammelt. Für die Probenstelle typische Sedimentproben wurden durch einen Taucher unter Wasser in einen Plastikimer gefüllt. Gleichzeitig erfolgte die Entnahme der Makrozoobenthosproben (MARGREITER-KOWNACKA 1993). Nach Rückkehr ins Labor wurden die Steine makroskopisch nach Kolonieform und Färbung sortiert und Pinzettenproben zur Mikroskopie entnommen (Phasenkontrast bei 630-facher bzw. Ölimmersion bei 1000-facher Vergrößerung). Von der Oberfläche eines Steines pro Probenstelle wurde eine Fläche von ca. 20 cm² mit einem spitzen Messer abgekratzt, abgespült und in 5 %-igem neutralisiertem Formol (Endkonzentration) fixiert. Aus diesen Proben wurden später kleine Mengen in Sedimentierkammern nach UTERMÖHL absedimentiert und die Häufigkeit der Arten geschätzt. Zur Bestimmung der Kieselalgen wurden weitere Kratzproben (ca. 5 ml) hergestellt, die nach chemischer Präparation (Methode TATZREITER in Vorb.) und Einbetten in Naphrax ($n = 1.73$) für die Auszählung dienten. Für die Abb. 7 - 10 und 12 wurde ein Fotoaufsatz am Leitz-Dialux-Mikroskop mit den Vergrößerungen 160, 250 und 630-fach im Phasenkontrast verwendet.

Unterhalb von Seebruck wurden an beiden Ufern (Abb. 1, Stelle A und B) Schilfhalm untersucht, um den Einfluß des Kläranlagenauslaufes auf die epiphytische Algenvegetation zu verfolgen. Es wurde angenommen, daß Schilf nach dem Austrieb ein ortsfestes und damit relativ gleichbleibendes Substrat – exponierten Objektträgern ähnlich – darstellt, auf dem sich eine ausgeglichene Aufwuchsalgenpopulation entwickeln kann. Bei der Entnahme wurden die Halme 12 - 15 cm unterhalb der Wasseroberfläche abgeschnitten, kurzzeitig in der ursprünglichen Position festgehalten und unter Wasser in Glasbehälter geschoben. Die Fixierung erfolgte in 5 %-igem neutralisiertem Formalin. Im Labor wurden die Aufwuchsalgen von den Schilfstücken abgekratzt und der Flüssigkeitsspiegel in den Probengefäßen markiert. Für die quantitative Auswertung schien es ausreichend, die Proben ca. 10 Minuten lang zu schütteln, um Homogenität zu erzielen. Unmittelbar nach dem Mischen wurden die Proben auf die dreifache Menge verdünnt (meist 10 ml Stammprobe auf 30 ml), um in den verwendeten Sedimentierkammern nach UTERMÖHL (1.7 ml Inhalt) eine einzige Schicht von Algenzellen für die Auszählung zu erzielen. Die Oberfläche der Substrates wurde aus der Länge und dem Durchmesser der Schilfhalmstücke berechnet. Wasserproben zur chemischen Analyse wurden mit dem Schöpfer aus der fließenden Welle entnommen. In Tab. 1 sind die für den Aufwuchs wichtigen hydrographischen, physikalischen und chemischen Daten angeführt.

Tab. 1: Hydrographische und chemische Grundlagendaten für den untersuchten Abschnitt der Alz.

Höhe	517 - 506 m ü.M.
Länge der Fließstrecke	16.3 km
Luftlinie Chiemsee – Altenmarkt	9 km
Breite des Flußbettes	40 - 120 m
Mittlere Tiefe	1.5 - 2.0 m
Maximale Tiefe	7 m
Gefälle oberhalb Truchtlaching	0.4 ‰
Gefälle unterhalb Truchtlaching	1.6 ‰
Mittlere Wasserführung	30 m ³ /sec
Bereich der Wasserführung	9 - 130 m ³ /sec
Fließgeschwindigkeit oberhalb Truchtlaching	0.3 - 0.5 m/sec
Fließgeschwindigkeit unterhalb Truchtlaching	0.5 - 1.0 m/sec
Untergrund: glaziale Kalkschotter – Leitfähigkeit	300 - 340 µSi
Alkalinität	2.6 - 3.2 mval/l
pH	9.0 - 8.5
Gesamtphosphor (Rohwasser) Mittel	10 - 29 µg/l
Maximalwerte (Stelle 1)	50 - 100 µg/l
Temperaturbereich	2.0 - 21.0 °C

Die Saprobitätseinstufung der Arten (Tab. 2) folgt für die meisten Formen mit Ausnahme der Kieselalgen den Angaben von MAUCH (1976), wurde aber für *Homoeothrix crustacea* nach Angaben bei FRIEDRICH (1973), für *Homoeothrix nordstedtii* nach Angaben bei KOMAREK & KANN (1973) ergänzt. Für die Kieselalgen wurde die Güteklasse, zu der eine Art eine Differentialart (im Sinne von LANGE-BERTALOT 1978) darstellt, angegeben. Über die Einstufung der Probenstellen nach dem Makrozoobenthos wird in MARGREITER-KOWNACKA (1993) berichtet.

Tab. 2: Artenliste für den Algenaufwuchs in der Alz und geschätzte Häufigkeitsstufen (s = selten, o = vereinzelt, + = häufig, ++ = dominierend), Saprobitätseinstufung nach MAUCH (1976) (k = katharob, os = oligosaprob, bms = beta-mesosaprob, ams = alpha-mesosaprob, ps = polysaprob) und Gewässergüteklasse, zu der die jeweilige Art eine Differentialart nach LANGE-BERTALOT (1978) darstellt.

Cyanophyceae			
<i>Anabaena</i> sp.	+	--	
<i>Aphanothece saxicola</i> NÄGELI	o	--	
<i>Calothrix</i> sp. ad <i>C. gypsophila</i> THURET	o	k	
<i>Chamaesiphon incrustans</i> GRUNOW	+	os/bms	
<i>Chamaesiphon</i> sp. ad <i>C. polymorphus</i> GEITLER	++	os/bms	
<i>Homoeothrix crustacea</i> WORON.	++	--	
<i>Homoeothrix juliana</i> (BORN. et FLAH.) KIRCHN.	o	--	
<i>Homoeothrix varians</i> GEITLER	++	bms	
<i>Merismopedia</i> sp. ad <i>M. punctata</i> MEYEN	o	bms	
<i>Microcoleus subtorulosus</i> (BRÉB.) GOMONT	a	os	
<i>Microcystis anodontae</i> (HANSG.) ELENKIN	o	--	
<i>Oscillatoria limosa</i> AGHARD	++	bms/ams	
<i>Oscillatoria splendida</i> GRÉV.	+	ams	
<i>Oscillatoria</i> sp.	o	--	
<i>Phormidium</i> sp. ad <i>Ph. subfuscum</i> (KÜTZ.) ex GOM.	s	bms	
<i>Phormidium autumnale</i> AG. (GOM.)	+	os/ams	
<i>Pleurocapsa minor</i> (HANSG.) GEITLER	+	--	
<i>Schizothrix fasciculata</i> (NÄG.) COM.	++	k	
<i>Schizothrix perforans</i> (ERCEG.) GEITLER	o	--	
<i>Tolypothrix distorta</i> KÜTZ.	s	os	
Rhodophyceae			
<i>Batrachospermum</i> sp. ad <i>B. moniliforme</i> ROTH.	+	os/bms	
Diatomophyceae			
<i>Achnanthes</i> sp. ad <i>A. minutissima</i> KÜTZ.	++	os/bms	III
<i>Achnanthes lanceolata</i> (BRÉB.) GRUN.	o	--	
<i>Amphora ovalis</i> KÜTZ.	o	bms	III
<i>Asterionella formosa</i> HASS.	++	bms	
<i>Ceratoneis arcus</i> KÜTZ.	o	os/bms	
<i>Cocconeis pediculus</i> EHRENB.	++	os/bms	III
<i>Cocconeis placentula</i> EHRENB.	o	os/bms	III
<i>Cyclotella meneghiniana</i> KÜTZ.	o	os/ams	
<i>Cymatopleura elliptica</i> (BRÉB.) W. SMITH	s	bms	
<i>Cymatopleura solea</i> (BRÉB.) W. SMITH	o	bms	IV
<i>Cymbella caespitosa</i> (KÜTZ.) BRUN.	o	bms	IV
<i>Cymbella helvetica</i> KÜTZ.	s	--	

<i>Cymbella minuta</i> (RABENH.) HILSE	+	--	III
<i>Cymbella prostrata</i> (BERKELEY) CLEVE	o	bms	III
<i>Cymbella silesiaca</i> (RABENH.) BLEISCH	+	--	IV
<i>Diatoma vulgare</i> BORY et var. <i>grande</i> (W. SM.) CRUN.	++	bms	
<i>Diploneis ovalis</i> HELSE) CLEVE	s	os/bms	
<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>vaucheriae</i> (KÜTZ.) LANGE-BERT.	s	--	
<i>Fragilaria crotonensis</i> KITTON	o	bms	
<i>Fragilaria pinnata</i> EHRENB.	+	os/bms	
<i>Gomphonema olivaceum</i> (HORNEB.)BRÉB.	+	ps/ams	III
<i>Gyrosigma attenuatum</i> (KÜTZ.) RABENH.	+	os/ams	
<i>Melosira islandica</i> O. MÜLLER	o	os/bms	
<i>Navicula cryptocephala</i> KÜTZ.	+	bms/ams	IV
<i>Navicula gastrum</i> (EHRENB.) KÜTZ.	s	--	
<i>Navicula lanceolata</i> (AGARDH) EHRENB.	o	os/ams	IV
<i>Navicula tripunctata</i> (O.F. MÜLLER) BORY	+	os/bms	III
<i>Nitzschia angustata</i> (W. SMITH) GRUN.	s	ams	
<i>Nitzschia dissipata</i> KÜTZ. (GRUN.)	+	bms	III
<i>Nitzschia fonticola</i> GRUN.	o	os/bms	III
<i>Nitzschia sigmoidea</i> (EHRENB.) W. SMITH	o	bms	III
<i>Nitzschia</i> sp. ad <i>N. heufleriana</i> GRUN.	o	--	
<i>Pinnularia</i> sp. sectio <i>P. maior</i> (KÜTZ.) CLEVE	s	bms	
<i>Stephanodiscus</i> sp. ad <i>St. rotula</i> (KÜTZ.) CLEVE	+	os/bms	
<i>Surirella</i> sp. ad <i>S. angustata</i> KÜTZ.	o	bms	
<i>Surirella biseriata</i> BRÉB. var. <i>bifrons</i> (EHRENB.) HUST. f. <i>punctata</i> MEISTER	s	os	
<i>Synedra ulna</i> (NITZSCH.) EHR. et var. <i>oxyrhynchus</i> KÜTZ.	o	bms/ams	
<i>Tabellaria fenestrata</i> (LYNGB.) KÜTZ.	++	bms	
Chrysophyceae			
<i>Dinobryon divergens</i> IMHOF	+	bms	
<i>Hydrurus foetidus</i> (VILL.) KIRCHN.	+	os/bms	
Chlorophyceae (sensu lato)			
<i>Cladophora glomerata</i> var. <i>glomerata</i> (LINNÉ-KÜTZ.) HOEK	++	bms	
<i>Coelastrum microporum</i> NÄGELI	o	os/bms	
<i>Gongosira</i> sp. ad <i>G. incrustans</i> (REINSCH) SCHMIDLE	++	os/bms	
<i>Oedogonium</i> sp.	+	--	
<i>Oocystis</i> sp.	o	--	
<i>Pediastrum boryanum</i> (TURP.) MENEGH.	o	bms	
<i>Scenedesmus acuminatus</i> (LAGERH.) CHOD.	o	bms	
<i>Scenedesmus</i> sp. sectio <i>S. subspicatus</i> HEGEW.	o	--	
<i>Stigeoclonium</i> sp. ad <i>St. fasciculare</i> KÜTZ.	s	--	
<i>Ulothrix zonata</i> WEBB. et MOHR KÜTZ.	++	bms	
Zygnemaphyceae			
<i>Closterium ehrenbergianum</i> MENEGH.	s	bms	
<i>Closterium</i> sp. ad <i>C. incurvum</i> BRÉB.	s	--	
<i>Closterium</i> sp. ad <i>C. laceolatum</i> KÜTZ.	s	bms/ams	
<i>Cosmarium depressum</i> (NÄG.) LUND var. <i>planctonicum</i> REVERD.	o	--	

<i>Cosmarium laeve</i> RABENH.	○	---
<i>Cosmarium margaritiferrum</i> MENEGB.	○	os/ps
<i>Cosmarium meneghinii</i> BRÉB.	○	bms/ps
<i>Cosmarium reniforme</i> ARCHER	○	os
<i>Cosmarium subcostatum</i> NORDST.	s	---
<i>Cosmarium</i> sp. ad <i>C. turpini</i> BRÉB.	○	os
<i>Mougeotia</i> sp.	+	---
<i>Spirogyra</i> sp.	+	---
<i>Staurastrum</i> sp. ad <i>St. lunatum</i> RALFS	s	---
<i>Staurastrum</i> sp. ad <i>St. paradoxum</i> MEYEN	s	os/bms
<i>Zygnema</i> sp.	○	---

3. Ergebnisse:

3.1. Das Biotop:

Die Alz folgt im untersuchten Bereich weit ausladenden Mäandern (Abb. 1), mit weitgehend unbefestigten Ufern. Die hydrographischen Verhältnisse zeichnen sich durch ausgeglichene Wasserführung bei deutlicher Pufferung der Hochwässer durch den vorgeschalteten Chiemsee, nahezu gleichförmige Strömungsverhältnisse im langsam fließenden Abschnitt zwischen Seebruck und Truchtlaching (PECHLANER 1983), sowie durch eine deutliche Zunahme der Strömungsgeschwindigkeit durch zunehmendes Gefälle im Abschnitt Truchtlaching-Altenmarkt aus (Tab. 1).

Die thermischen und optischen Verhältnisse charakterisieren den untersuchten Alz-Abschnitt als ein sommerwarmes und winterkaltes Fließgewässer mit sehr geringer Trübung und geringer Geschiefbeführung, was durch die Qualität des zuströmenden Wassers bedingt ist. Leitfähigkeits- und Alkalinitätswerte dokumentieren eine gute Pufferung des Systems, die nicht nur durch das zuströmende Wasser, sondern auch durch die das Flußtal auskleidenden Kalkschotter bestimmt wird. Emerse Makrophyten, submerse Makrophyten und Algenaufwuchs stellen die photoautotrophen Primärproduzenten der Alz dar.

3.2. Der Algenaufwuchs:

3.2.1. Verteilung in Raum und Zeit:

Der Algenaufwuchs ist in der Alz auf allen Substraten (Makrophyten, Gestein, Schlamm) zu finden. Charakteristisch für die Alz ist aber insbesondere der Beitrag des Algenaufwuchses zur Bildung der Sedimente, die im Oberlauf über weite Strecken aus Onkoiden (Abb. 2, 3) und Kalkflächen bestehen (Abb. 1). Die beiden wichtigsten Algenarten der biogenen Kalksedimente sind heute *Homoeothrix crustacea* und *Schizothrix fasciculata* (Abb. 4). Diese beiden Blaualgen dominieren auf den Onkoiden, begleitet von der ebenfalls kalkfällenden Grünalge *Gongrosira incrustans*. Weitere kalkfällende Primärproduzenten, die aber nur zur Bildung von Kalksanden beitragen, sind *Cladophora glomerata*, *Batrachospermum* (WALLNER 1935), verschiedene *Chara*-Arten (vgl. SCHRÖDER 1982 und MELZER pers. Mitt.) und mehrere submerse Makrophyten.

Die bereits makroskopisch erkennbaren jahreszeitlichen Veränderungen der Aufwuchsalgenbiozönose werden weitgehend durch Kieselalgen (Winter) und Grünalgen (Frühjahr, Sommer) bestimmt. Dabei dominiert im Winter *Diatoma vulgare* (Tab. 4) und im Frühjahr (März, April) *Ulothrix zonata*. Ab Mai zeigt dann *Cladophora glomerata* eine stärkere Entwicklung, die in der Ausbildung von über 1 m langen Zotten gegen Ende des Sommers gipfelt. An der abwasserbelasteten Probenstelle 1 mit überwiegend Weichsediment dominiert *Oscillatoria limosa* ganzjährig und der Abwasser"pilz" *Sphaerotilus* tritt auf. An Stelle 4, an der durch erhöhte Phosphorkonzentrationen

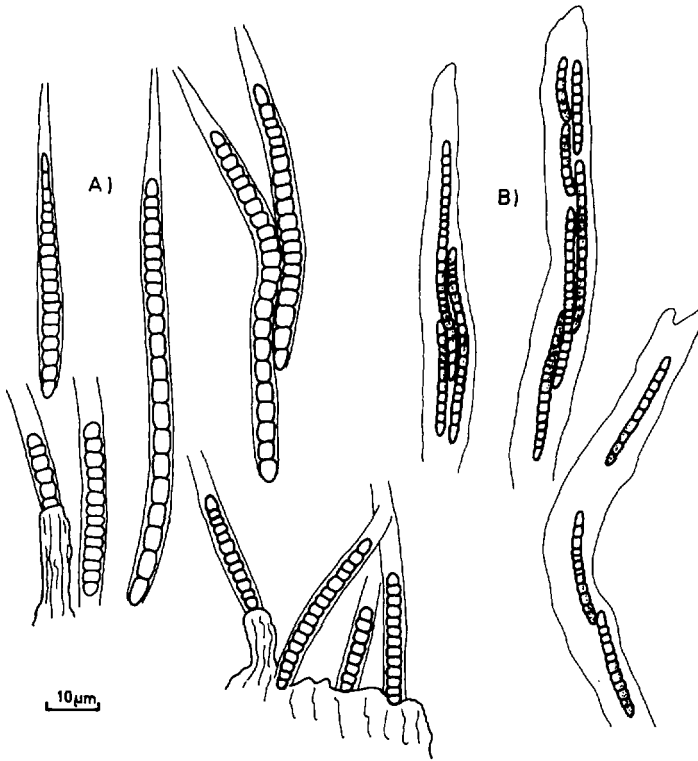


Abb. 4: Die dominierenden Arten der Kalkbildungen,
A) *Homoeothrix crustacea*, B) *Schizothrix fasciculata*.

Tab. 3: Geschätzte mittlere Häufigkeit typischer Vertreter des Phyto­benthos an 8 verschiedenen Entnahmestellen in der Alz (s = selten, o = vereinzelt, + = häufig, ++ = dominierend) für den Zeitraum Oktober 1981 bis Juni 1982 (1 und 4: stark verschmutzte Stellen).

Arten	Nummern der Probenstellen							
	1	4	2	3	5	5	7	8
<i>Calothrix</i> sp. ad <i>C. gypsophila</i>			o	+	+	o		
<i>Chantransia</i> sp.			s	s	o	o		+
<i>Cladophora glomerata</i>	o	+	o	+	++	+	o	o
<i>Gongrosira incrustans</i>		o		o	++	o	+	+
<i>Homoeothrix crustacea</i>			o	++	++	+	++	+
<i>Homoeothrix varians</i>			o	o	o	o	++	+
<i>Oscillatoria limosa</i>	++	o		s		s	s	
<i>Phormidium autumnale</i>	o	+	o	o	s	s	s	s
<i>Schizothrix fasciculata</i>			o	++	++	+	o	
<i>Ulothrix zonata</i> (März)	+	+	+	+	+	++	o	o

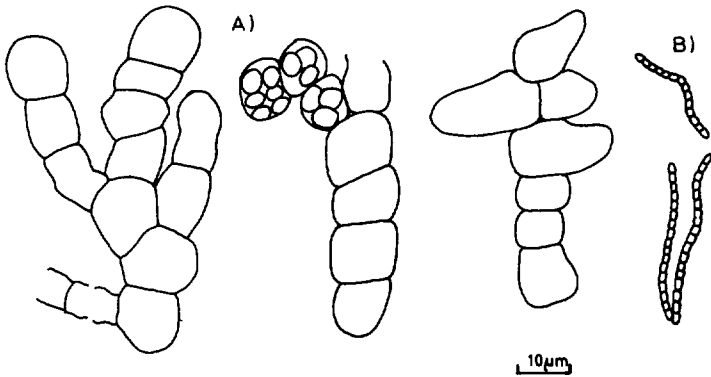


Abb. 5: Häufige und potentiell kalklösende Blaualgen,
A) *Pleurocapsa minor*-Fäden, B) *Schizothrix perforans*

ebenfalls Abwassereinfluß nachweisbar ist, sind die Onkoide weich und werden von *Pleurocapsa* (Abb. 5) dominiert, während die Kalkbildner fehlen (Tab. 3). Wie aus der Artenliste hervorgeht (Tab. 2), sind in der Alz Kieselalgen die artenreichste Gruppe, gefolgt von Blaualgen, Zygne-
maphyceen und Grünalgen. In dieser Liste scheinen allerdings auch einige aus dem Plankton des Chiemsees eingeschwemmte Formen auf, die in der Alz nur mehr oder weniger lange überdauern können. So fiel z.B. die euplanktische *Tabellaria fenestrata* an den obersten Entnahmepunkten im Oktober und November als scheinbar vitaler Aufwuchs auf (Tab. 4).

Der Algenaufwuchs auf Schilfhalmern wurde nur an den Stellen A und B untersucht, um eventuelle Unterschiede in der Wasserqualität zwischen den beiden Uferbereichen festzustellen. Das Artenspektrum des epiphytischen und des epilithischen Algenaufwuchses zeigte aber nur quantitative Unterschiede. So dominierte z.B. *Achnanthes minutissima* auf neu ausgetriebenem Schilf und trat auf Steinen nur wenig in Erscheinung.

Tab. 4: Relative Häufigkeit der drei dominierenden Kieselalgen an 4 Entnahmestellen in der Alz (Häufigkeitswerte: 1 = unter 5 %, 2 = 5 - 30 %, 3 = 30 - 50 %, 4 = 50 - 70 %, 5 = über 70 % der gesamten gezählten Kieselalgeschalen).

Arten	Probenstelle	14.10.81	25.11.81	14.1.82	15.3.82	27.4.82	8.6.82
<i>Cocconeis pediculus</i>	A	3	1	3	0	0	4
	B	3	0	0	0	0	5
	5	5	—	2	2	0	4
	7	5	—	4	2	2	4
<i>Diatoma vulgare</i>	A	0	0	3	5	5	2
	B	0	2	4	5	3	0
	5	0	—	4	4	5	0
	7	0	—	3	4	5	0
<i>Tabellaria fenestrata</i>	A	4	5	2	0	2	0
	B	4	3	2	0	1	0
	5	1	—	0	0	2	0
	7	2	—	0	0	0	0

Tab. 5: Biovolumen (mm^3/cm^2) und Prozentanteile der dominierenden Algengruppen des Aufwuchses auf Schilfstengeln an Stelle A (linksufrig) und Stelle B (rechtsufrig) in der Alz (MW = Mittelwert für je 3 Parallelproben).

	linksufrig					rechtsufrig				
	Nr.	Bio- volumen	% - Anteile			Nr.	Bio- volumen	% - Anteile		
			Cyan.	Diat.	Chlor.			Cyan.	Diat.	Chlor.
26.11.81	1	0,88	11,9	68,7	19,4	1	0,89	25,7	74,3	—
	2	1,72	11,2	86,7	2,2	2	0,24	32,1	67,9	—
	3	0,48	51,8	48,0	—	3	1,29	3,5	96,0	—
	MW	1,03				MW	0,81			
13.1.82	1	0,50	15,7	55,5	28,9	1	0,24	1,1	98,9	—
	2	0,40	20,7	79,1	—	2	0,14	1,2	98,8	—
	3	0,90	5,2	11,2	83,5	3	0,51	8,4	91,6	—
	MW	0,60				MW	0,30			
15.3.82	1	1,90	0,6	68,0	31,5	1	2,44	0,9	96,6	2,5
	2	1,21	1,3	66,7	32,0	2	2,45	0,2	95,4	4,4
	3	2,60	0,4	75,2	24,4	3	2,54	0,6	96,7	2,7
	MW	1,90				MW	2,48			
27.4.82	1	7,27	4,5	77,9	17,6	1	0,61	5,3	75,4	19,3
	2	4,91	2,5	27,1	70,4	2	0,87	3,2	80,7	16,1
	3	1,96	8,3	28,0	63,7	3	0,85	3,3	76,8	19,9
	MW	4,71				MW	0,78			
8.6.82	1	0,50	0,3	11,4	88,3	1	0,01	—	92,2	7,8
	2	0,04	—	92,9	7,1	2	0,04	—	89,5	10,5
	3	0,61	1,8	12,7	85,6	3	0,03	5,4	80,3	14,3
	MW	0,38				MW	0,03			

Da die Gesamtwerte (Tab. 5) aufgrund der fleckigen Verteilung nur undeutliche Aussagen zulassen, werden im folgenden Abschnitt die Verhältnisse an den einzelnen Sammelterminen genau besprochen: Am 25. November 1981 streuten die ermittelten Biovolumina an beiden Ufern stark. Die hohen Blaualgenanteile (Tab. 5) sind rechtsufrig in einem Fall durch das Dominieren von *Homoeothrix crustacea*, in einem anderen durch das Dominieren von *Phormidium autumnale* bedingt. Linksufrig war in einem Fall *Chamaesiphon* sp. ad *C. polymorphus* häufig (Probe 3). Die maximalen Anteile der Blaualge *Oscillatoria limosa* waren linksufrig 8 %, rechtsufrig 2 %.

Bis zum 13. Jänner 1982 hatten die Werte allgemein abgenommen. Während rechtsufrig nahezu nur Kieselalgen (Diatoma, Tabellaria) vorhanden waren, waren linksufrig *Gongrosira incrustans* in 2 Proben und *Chamaesiphon polymorphus* in einer Probe häufig.

Am 15. März waren linksufrig deutliche Streuungen der Biovolumina festzustellen, wobei *Ulothrix zonata* einen hohen Anteil erreichte. Rechtsufrig waren die quantitativen Verhältnisse ausgeglichen, mit *Diatoma vulgare* als dominierende Art.

Am 27. April wurden am linken Ufer die höchsten Werte ermittelt, die auch deutlich höher lagen als am rechten Ufer. Dabei dominierte *Ulothrix zonata* am linken Ufer deutlich, während diese Art am rechten Ufer weit weniger häufig war (Auswirkung unterschiedlicher Nährstoffgehalte).

Am 8. Juni war der Aufwuchs allgemein gering, bedingt durch den Neuaustrieb der Schilfhalm- und ein vorangegangenes Hochwasser. Linksufrig machte sich dabei *Cladophora glomerata* bemerkbar, rechtsufrig fielen auf einem neuen Trieb *Achnanthes minutissima* und auf einem alten Halm *Batrachospermum moniliforme* auf.

Betrachtet man nun das Gesamtergebnis dieses Vergleiches der Probenstellen A und B, so sind weder in Artenszusammensetzung (Tab. 4, 5) noch in Quantität (Tab. 5) charakteristische Unterschiede im Algenaufwuchs auf Schilfhalm festzustellen. Das zeigte auch die Berechnung der Saprobienindices (PECHLANER 1983). Im Gegensatz dazu wurden vor allem die Kalkbildner durch Abwassereinfluß, der auch an Probenstelle 4 deutlich erkennbar ist, stark beeinträchtigt. Der geringe Unterschied in den Ergebnissen der Schilfproben ist schwer zu deuten, könnte aber verschiedene Ursachen haben (z.B. zu geringe Probenzahl, zu selektive Auswertungsmethodik, Eindrift von Epiphyten aus unbelasteten Abschnitten, ev. auch lokaler Abwassereinfluß am rechten Ufer, etc.).

3.2.2. Taxonomische und autökologische Notizen:

Die genaue taxonomische Einordnung der vorkommenden Arten und die Beschreibung ihres Vorkommens in räumlich-zeitlicher Verteilung, sowie innerhalb der Gradienten der wichtigsten Umweltfaktoren (Strömung, Nährstoffe etc.) sind ein Beitrag zur Erweiterung des Kenntnisstandes über die Autökologie der vorkommenden Arten. Daher sollen im folgenden Abschnitt die bei der Bestimmung anstehenden Probleme und die hier gemachten Beobachtungen für die wichtigsten Arten diskutiert werden.

Blualgen:

Chamaesiphon sp. ad *C. polymorphus*

Dichte, pseudoparenchymatische Lager wurden an allen Stellen und zu allen Entnahmetermen gefunden. Die genaue Bestimmung war aufgrund der spärlichen Exosporenbildung nicht möglich (siehe dazu KANN 1972).

Homoeothrix crustacea (Abb. 4)

Zellen deutlich abgesetzt, länger als breit, nur in den 3 meristematischen Zonen (in manchen Fäden 2) kürzer als breit; Zellbreite 2,4 - 3,5 µm; alte Fäden stets in gutausgebildete Haare auslaufend, junge Fäden häufig in Homogonien zerfallend; Fäden zu dichten, büscheligen und kalkinkrustierten Lagern vereinigt. Entgegen bisherigen Beobachtungen, bei denen von wenigen Millimetern dicken Lagern (KOMAREK & KALINA 1965, KOMAREK & KANN 1973) oder mehrere Millimeter dicken, blaugrünen Krusten (FRIEDRICH 1973) berichtet wird, war hier *Homoeothrix crustacea* eine in der Oberflächenschicht der großen Kalkbildungen (Onkoide, Kalkflächen) dominierende Form. Bemerkenswert ist das Fehlen dieser Arten an den abwasserbeeinflussten Stellen 1 und 4 (Tab. 3). FRIEDRICH (1973) bezeichnet *Homoeothrix crustacea* als oligo- bis beta-mesosaprobe Leitform kalkreicher Bergbäche und beobachtete in der Erft eine starke Abnahme dieser Art schon bei geringem Abwassereinfluß und das Fehlen der Art im unteren, deutlich verschmutzten Abschnitt. *Homoeothrix crustacea* könnte daher eine Differentialart zwischen beta- und alpha-mesosaprobe Verhältnissen sein.

Homoeothrix varians

Da junge Fäden dieser Art nicht in Haare auslaufen (vgl. u.a. KOMAREK & KANN 1973), ist ihre Unterscheidung von anderen Blualgen (u.a. *Schizothrix*) schwierig. Typisch sind aber besonders die Lagerform, sowie die einzelnen nicht eingeschnürten Fäden mit deutlicher Scheide. *Homoeothrix varians* war hier als Epiphyt auf *Cladophora* an allen Probenstellen zu finden. Im schnellfließenden Abschnitt an den Probenstellen 7 und 8 fiel *Homoeothrix varians* aber auf allen Substraten auf (Tab. 3). So wurde diese Art u.a. auf Steinen und auf jungen Kolonien von *Gongrosira incrustans* gefunden (Abb. 11 C). *Homoeothrix varians* kommt, wie bei KOMAREK & KANN (1973) beschrieben, zwar hauptsächlich in sauberen und schnellfließenden Bächen vor, kann aber auch höhere Verschmutzung (bis alpha-mesosaprob) tolerieren. Diese Art eignet sich also nicht als Differentialart für bessere Gewässergüte.

Oscillatoria limosa (Abb. 7 A-C)

Weit verbreitete Blualge mit sehr großer ökologischer Amplitude (oligosaprob bis alpha-mesosaprob). Hier an Stelle 1 massenhaft, in einzelnen Fäden aber auch an allen anderen Probenstellen vorhanden.

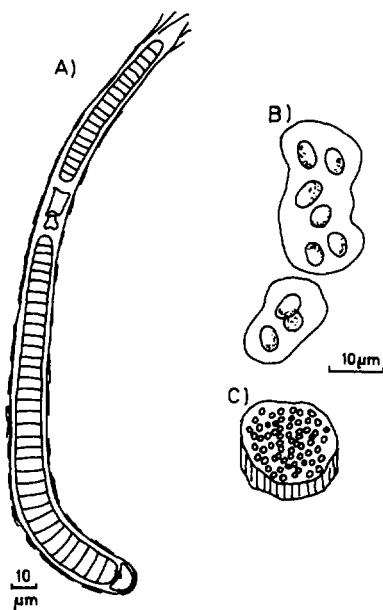


Abb. 6: Weitere Blaualgen aus den Kalkbildungen,
A) *Calothrix gypsophila*, B) *Aphanothece saxicola*, C) *Microcystis anodontae*.

Oscillatoria splendida (Abb. 7 B, D)

Blaualge, die im nährstoffarmen Milieu fehlt und damit eine echte saprophyte Art darstellt; hier an Stelle 1 zeitweise häufig.

Pleurocopsa minor (Abb. 5)

Diese Art liegt sowohl in Form von Zellhäufen mit unregelmäßig geformten Zellen als auch in Form verzweigter Fäden (status reptans bei GEITLER 1932) vor. Diese Blaualge wurde an allen Probenstellen an den Seitenflächen und an der Unterseite der Onkoide gefunden; an der abwasserbeeinflussten Stelle 4 dominierte sie auch an der Oberfläche der Onkoide.

Schizothrix fasciculata (Abb. 4)

Zellen isodiametrisch bis doppelt so lang wie breit, in den meristematischen Zonen aber nur halb so lang wie breit, Fäden deutlich eingeschnürt, Endzellen alter Fäden kegelig, sonst abgerundet, Hormogonien stets mit abgerundeten Endzellen; Zellbreite 1,2 - 1,6 µm; Fäden meist zu mehreren in schraubig-verflochtenen Bündeln, die von einer gemeinsamen zerfließenden Gallertscheide umgeben sind. Schwer von *Schizothrix lacustris* zu unterscheiden (vielleicht sind auch beide Arten identisch?). Die Bündel von mehreren verflochtenen Fäden sprechen jedenfalls für *S. fasciculata*, die unstrukturierten Kalkstein (Mikrit) bildet, als Grundbaustein der Onkoidoberflächen (vgl. ROTT 1991). Zweithäufigster Kalkbildner neben *Homoeothrix crustacea*. *Schizothrix fasciculata* ist im langsam fließenden oberen Abschnitt wesentlich häufiger als im schnellfließenden Abschnitt unterhalb Truchtlaching (Tab. 3). *Schizothrix fasciculata* fehlt wie *Homoeothrix crustacea* an den abwasserbeeinflussten Stellen 1 und 4. Damit stellt wohl auch *Schizothrix fasciculata* eine Differentialart zur Wassergüteklasse III dar.

Schizothrix perforans (Abb. 5)

Zellen isodiametrisch oder bis 1,5 mal länger als breit, in den Windungen trapezförmig verbogen, mit stark eingeschnürten Querwänden, Breite 1,5 - 2 µm; Fäden unregelmäßig gekrümmt (und daher auch in Einzelfäden erkennbar) mit abgerundeter oder breit kegelförmiger Endzelle, mit Scheide, meist in dichten unregelmäßigen Fadengeflechten. Kalkbohrende Blaualge. *Schizothrix perforans* wurde an allen Stellen endolithisch oder auf den Unterseiten der Onkoide gefunden, schien aber an der abwasserbelasteten Stelle 4 häufiger zu sein.

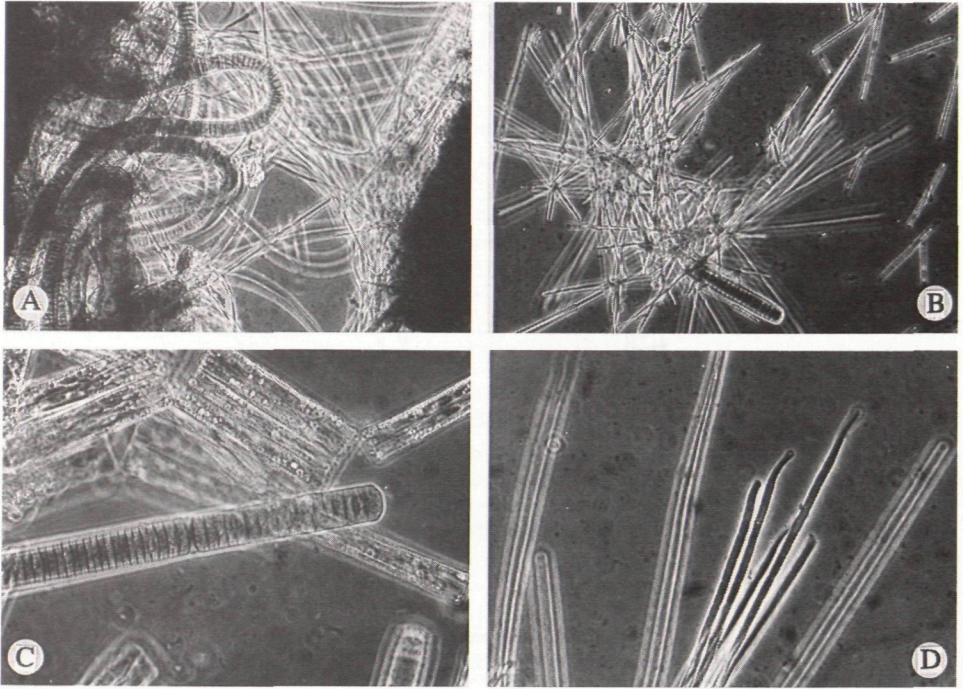


Abb. 7: Blaualgen von der abwasserbelasteten Stelle 1, A) und B) Übersicht 250 x, C) *Oscillatoria limosa*, D) *Oscillatoria splendida*.

Kieselalgen:

Die Artenzahl für diese Algengruppe ist in der Alz besonders hoch, da nicht nur Arten von verschiedenen Substraten aus einem Fließgewässer, sondern auch Arten aus dem Plankton und Benthos des vorgeschalteten Sees zu finden sind. Die Artenliste (Tab. 2) umfaßt deshalb nur die häufigsten und für die Einstufung wichtigsten Arten.

Achnanthes sp. ad *A. minutissima*

Diese Art ist eine Sammelart, die mit dem Lichtmikroskop nicht genauer bestimmt werden kann. Im Juni 1982 an Stelle B (rechtsufrig) auf neu ausgetriebenem Schilf massenhaft. Nach LANGE-BERTALOT (1978) eine Differentialart gegenüber Wassergüteklasse III, bei ausreichendem Sauerstoffangebot gegenüber Wassergüteklasse IV.

Cocconeis pediculus (Abb. 9 A, C)

Dominierender Epiphyt auf *Cladophora*; an allen Stellen vertreten (Tab. 4). Die große relative Häufigkeit dieser Art in den Kieselalgenpräparaten im Oktober und im Juni steht wohl mit dem Absterben bzw. dem Neuaustrieb von *Cladophora* in Zusammenhang. Nach LANGE-BERTALOT (1978) eine gute Differentialart gegenüber Wassergüteklasse III.

Cymbella-Arten

Cymbella caespitosa (Abb. 9 A, 12 A), *C. minuta*, *C. prostrata* und *C. silesiaca* waren am auffallendsten, wobei nur *C. minuta* und *C. silesiaca* an allen Entnahmepunkten häufig waren. *Cymbella minuta* und *C. prostrata* gelten als Differentialart zu Wassergüteklasse III, während *C. caespitosa* und *C. silesiaca* als Differentialarten zu Wassergüteklasse IV gewertet werden können.

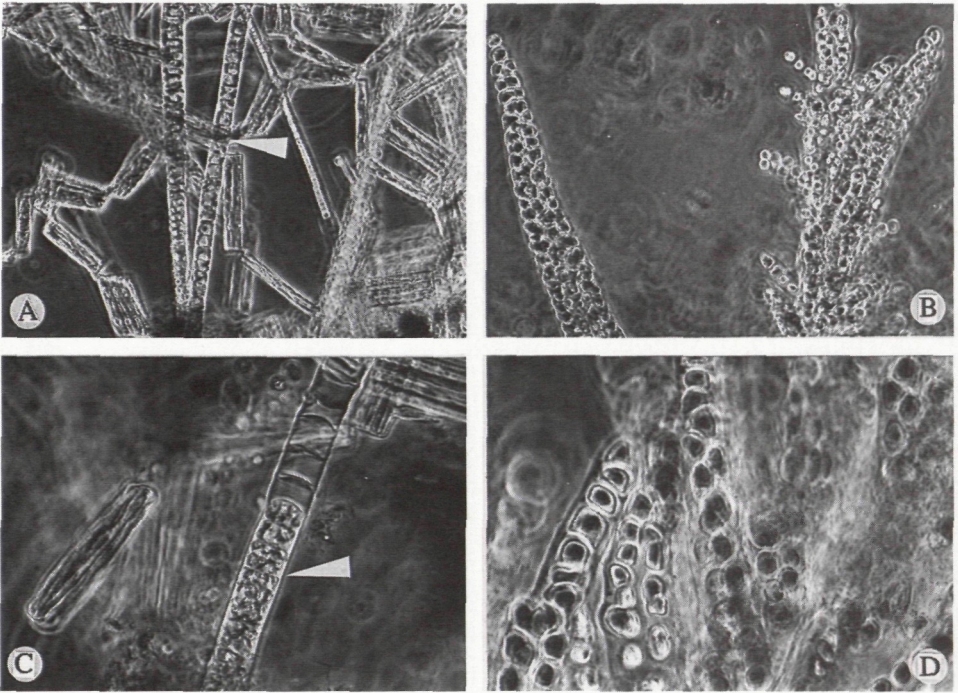


Abb. 8: Vertreter des Algenaufwuchses im Frühjahr,
A) und C) *Ulothrix zonata*, B) und D) *Hydrurus foetidus* jeweils 160 x und 630 x.

Diatoma vulgare (Abb. 9 B, C)

Diese Art entspricht der var. *grande* Abb. 10 C, D) bei HUSTEDT (1930). Hier in den Wintermonaten auf allen Substraten dominierend und an allen Probenstellen häufig. Nach LANGE-BERTALOT (1978) eine Differentialart zur Wassergüteklasse III.

Gomphonema olivaceum

Hier meist epiphytisch auf *Cladophora* und nur selten epilithisch. Nicht häufig. Nach LANGE-BERTALOT (1978) tritt diese Art bereits in der Wassergüteklasse III stark zurück.

Navicula cryptocephala (Abb. 10 B), *Navicula lanceolata* (Abb. 10 A), *Navicula tripunctata* (Abb. 10 C)

Die *Navicula*-Arten zeigten in den Schalenpräparaten weder zeitlich noch räumlich ausgeprägte Verteilungsunterschiede. Während *Navicula tripunctata* als Differentialart zur Wassergüteklasse III bezeichnet werden könnte, sind *N. cryptocephala* und *N. lanceolata* mit weit größerer ökologischer Amplitude nur Differentialarten zur Wassergüteklasse IV (LANGE-BERTALOT 1979).

Chrysophyceae

Hydrurus foetidus (Abb. 8 B, D)

Das vollständige Fehlen dieser in kalten schnellfließenden Gebirgsbächen häufigen Chrysophyceae im oberen Untersuchungsabschnitt muß wohl mit der geringen Strömungsgeschwindigkeit in Zusammenhang gebracht werden. Nur im schneller fließenden unteren Abschnitt fiel *Hydrurus* im April 1982 auf. Gute Differentialart zu Wassergüteklasse III (vgl. dazu FRIEDRICH 1973, BACKHAUS 1968a, b).

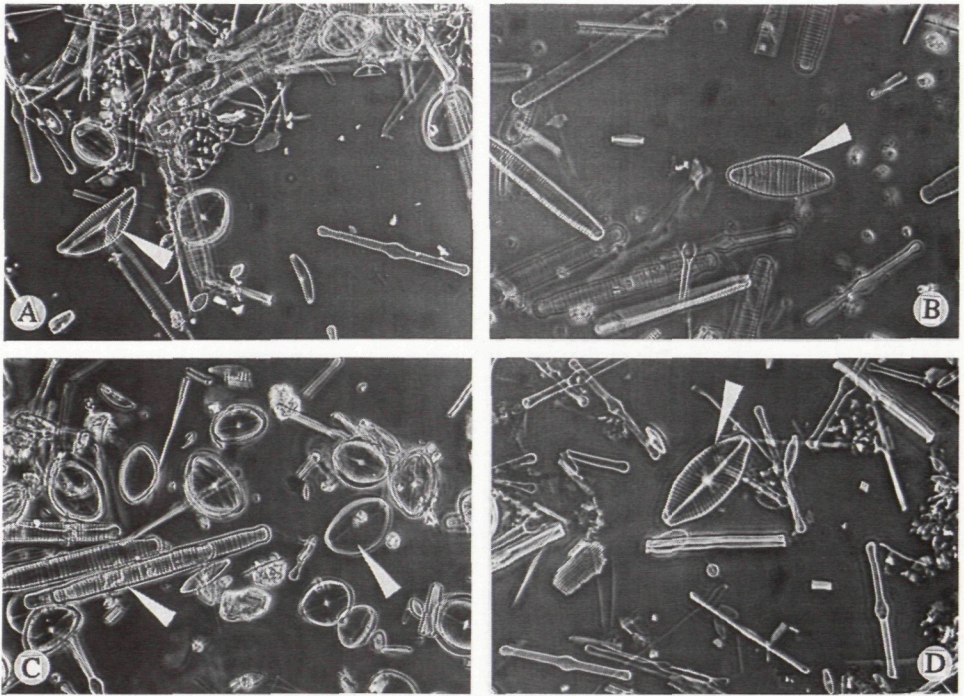


Abb. 9: Schalenpräparate im Phasenkontrast,

A) *Cymbella caespitosa*, *Tabellaria fenestrata* u. a., B) *Diatoma vulgare*, C) *Diatoma vulgare* var. *grande* und *Cocconeis pediculus*, D) *Navicula* sp. ad *N. gastrum*.

Chlorophyceae (sensu lato)

Cladophora glomerata

Bedeckt im Sommer Onkoide und Kalkflächen mit einem dichten Rasen und ist dabei selbst das Substrat für zahlreiche Epiphyten (*Cocconeis placentula*, *Chamaesiphon incrustans*, *Homoeothrix varians* etc.). Alte Fäden sind rau und kalkinkrustiert. Die abgelagerten Kalkpartikel tragen zur Bildung von Kalksanden bei. Während des Winters stirbt der größte Teil der Lager ab, nur wenige cm lange Basalstücke bleiben zurück. Im schnell fließenden unteren Abschnitt der Alz wurden aber auch im Winter frischgrüne Lager von 10 - 15 cm Länge gefunden. Das Wachstum von *Cladophora* wird durch erhöhten Nährstoffgehalt gefördert, jedoch ist sie als Saprobie-Indikator höherer Wassergüteklassen nicht zu gebrauchen, da sie stärker auf den Kalkgehalt als auf den Saprobiegrad reagiert (BACKHAUS 1968a, b).

Gongrosira incrustans (Abb. 11 A, C)

Kalkfällende Grünalge, die dichte dem Substrat aufsitzende pseudoparenchymatische Lager bildet, von denen zu bestimmten Zeitpunkten kurze, verzweigte, aufsteigende Fäden ausgebildet werden. Als dritthäufigster Kalkbildner der Alz scheint *Gongrosira incrustans* gegen Abwassereinfluß resistenter zu sein als *Schizothrix fasciculata* und *Homoeothrix crustacea*, da diese Art auch an Stelle 4 in geringen Mengen gefunden wurde (vgl. dazu PECHLANER 1983). Allerdings zeigt *Gongrosira incrustans* die Maximalentwicklung im Sommer, wie von FRIEDRICH (1973) in der Erft festgestellt wurde, sodaß der Schluß nahe liegt, daß das Maximum dieser Art in der gegenständlichen Untersuchung nicht erfaßt wurde. Auch im schnellfließenden Abschnitt (Stelle 7 und 8) war *Gongrosira incrustans* merklich vertreten (siehe Tab. 3) und fiel an den Wehren im Juni 1982 mit ausgedehnten, aber nur schwach verkrusteten Lager auf, die von *Homoeothrix varians* durchsetzt waren (Abb. 11 C).

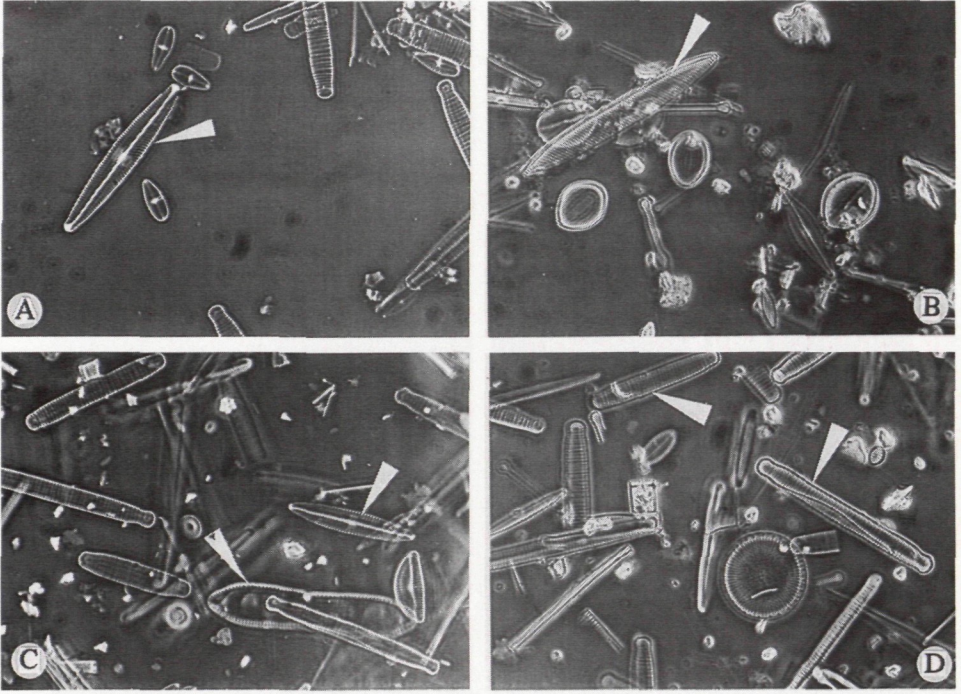


Abb. 10: Schalenpräparate im Phasenkontrast,

A) *Navicula lanceolata*, B) *Nitzschia* sp. ad *N. angustata*, C) *Diatoma vulgare* var. *grande*, *Cymatopleura solea* und *Navicula tripunctata*, D) *Diatoma vulgare* var. *grande* und *Stephanodiscus* sp. ad *St. rotula*.

Ulothrix zonata (Abb. 8 A, C)

Grünalge, die vorwiegend in den Monaten März und April an allen Probenstellen im oberen Abschnitt eine starke Entwicklung zeigte. Relativ abwassertolerante Art, wohl Differentialart zu Wassergüteklasse IV.

3.2.3. Synökologische Anmerkungen:

Der Algenaufwuchs in Fließgewässern setzt sich meist aus einer Mischung von Organismen verschiedener taxonomischer Zugehörigkeit zusammen. Die exakte Analyse dieser Gesamtheit wirft Probleme auf, die deutlich über die grundlegenden Probleme der pflanzensoziologischen Bearbeitung terrestrischer höherer Pflanzengesellschaften (u.a. Inhomogenität der Aufnahmeflächen, Quantifizierungsprobleme) hinausreichen (vgl. dazu FRIEDRICH 1973). Als erster Schritt zu einer genaueren Erfassung der gesamten Aufwuchsalgenbiozönose in der Gewässerbeurteilung scheint es daher notwendig, eine Kombination makroskopischer und mikroskopischer Befunde (u.a. BLUM 1957, FRIEDRICH 1973, KAWECKA 1980) anzuwenden. Wenn auch die Quantifizierung der Bestände nach Häufigkeitsstufen und Deckungsgrad dabei ein subjektives Relativmaß darstellt, ist doch eine visuelle Integration über größere Flächen und die Einbeziehung lokaler Umwelteinflüsse (z. B. Strömungsmuster, Uferbeschattung) möglich. Ein Beitrag zur Objektivierung dieser Aufnahmen, können die genaue Definition der angewendeten Methoden und Kriterien (Größe der Aufnahmefläche, Deckung des Flußbettsabschnittes, Länge und Aussehen der Coenobien, etc.) oder Einsatz standardisierter Substrate darstellen. Nach einer Kombination makroskopischer und mikroskopischer Beurteilungskriterien wird hier nun versucht, die in diesem Fall vorhandenen und voneinander weitgehend unabhängigen Algengesellschaften (nicht "Gesellschaft" im strengen Sinn der Pflanzensoziologie) abzutrennen:

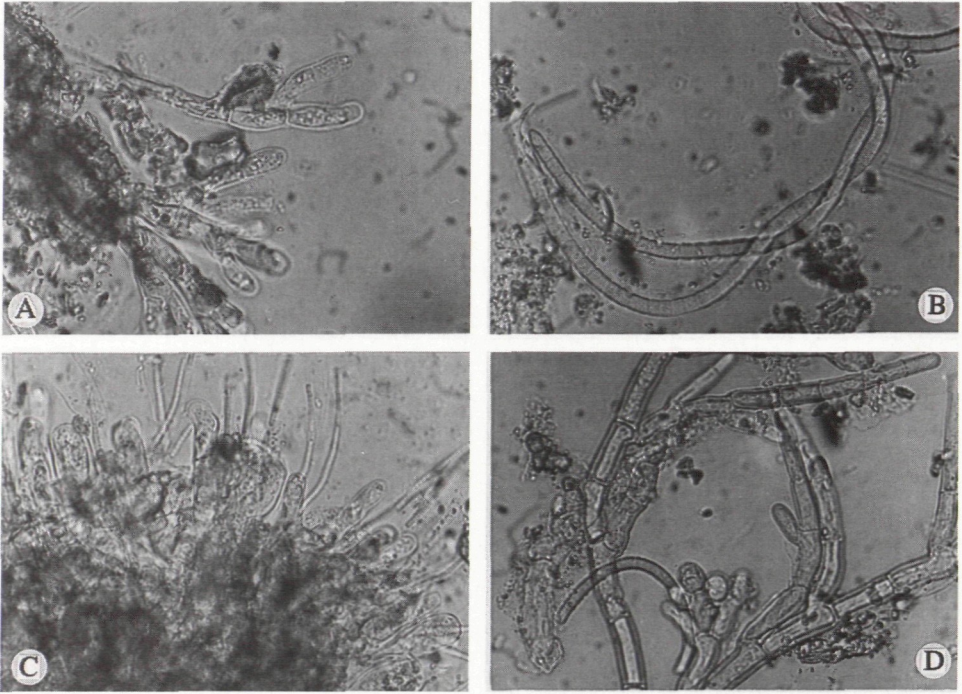


Abb. 11: Aufwuchsalgen aus dem schnellfließenden Abschnitt,

A) *Gongrosira* sp. ad *G. "incrustans"*, B) *Microcoleus subtorulosus*, C) *Gongrosira "incrustans"* und *Homoeothrix varians*, D) *Chantransia* sp.

1. Kalkfällende Epi-Endolithengesellschaft:

Dominanten sind die epi-endolithisch lebenden Blaualgen *Homoeothrix crustacea* und *Schizothrix fasciculata*, Begleiter *Gongrosira incrustans*, *Calothrix gypsophila*, *Homoeothrix nordstedtii* und *Chamaesiphon* sp. ad *C. polymorphus*. Hauptgesellschaft der Onkoide, an deren Flanken und an der Unterseite potentiell kalkbohrende und kalklösende Endolithen (*Schizothrix perforans*, *Microcystis anodontae*) vorkommen. Im Hoch- und Spätsommer von *Cladophora*-Rasen überwuchert.

2. Winterliche Kieselalpengesellschaft:

Diese wird durch *Diatoma vulgare* var. *grande* dominiert und ist auf nahezu allen Substraten zu finden. Begleiter: *Cymbella silesiaca* und *C. minuta*, *Gomphonema olivaceum*, *Navicula*- und *Nitzschia*-Arten.

3. Grünalpengesellschaft im Frühjahr:

Hier dominiert *Ulothrix zonata*, ebenfalls auf allen Substraten, jedoch bevorzugt in Wasserspiegelnähe, stark zeitlich begrenztes Vorkommen, nicht substratspezifisch.

4. *Homoeothrix varians*-*Gongrosira incrustans*-Gesellschaft:

Diese wird vorwiegend im schnellfließenden Abschnitt und auf Steinen angetroffen.

5. Sommerliche Grünalpengesellschaft:

Diese ist durch *Cladophora glomerata* charakterisiert, die alle stabilen Substrate bevorzugt. Begleiter sind Epiphyten, wie *Cocconeis placentula*, *Chamaesiphon incrustans*, *Homoeothrix varians*, *Gomphonema olivaceum*, *Cymbella silesiaca* und *C. minuta*.

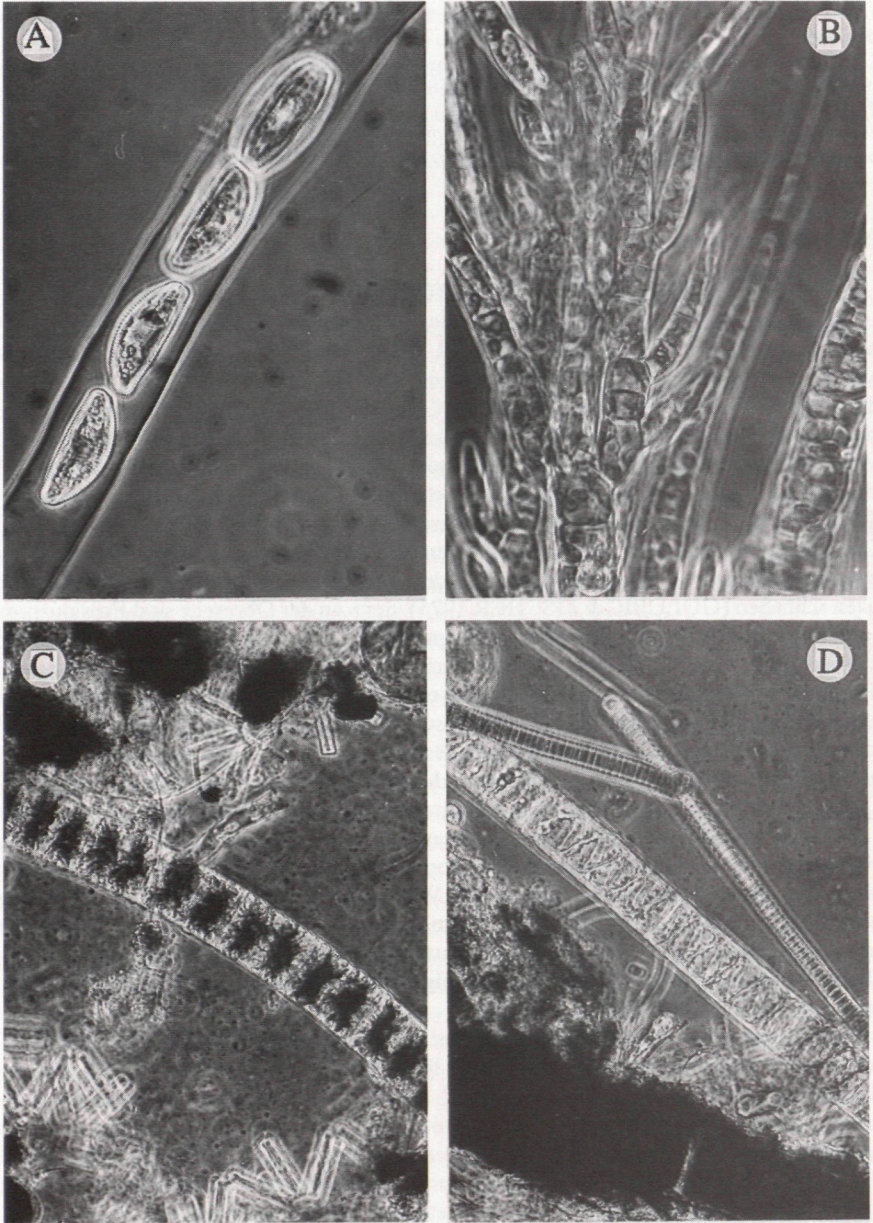


Abb. 12: Vertreter des Algenaufwuchses aus verschiedenen taxonomischen Gruppen, A) *Cymbella* sp. ad *C. caespitosa* in vivo, B) *Stigeoclonium* sp. ad *St. fasciculare*, C) *Zygnema* sp., D) *Spirogyra* sp.

6. Saprophyle Blaualgengesellschaft:

Ist durch das ganzjährige Dominieren von *Oscillatoria limosa*-Watten charakterisiert. Begleiter sind *Oscillatoria splendida*, *Anabaena* sp. und *Sphaerotilus*, epipelisch oder in Totwasserbereichen zwischen Schilf.

Die Gruppierung dieser Algengesellschaften nach dem Gütezustand der einzelnen Probenstellen ergibt folgendes Bild:

(1) Durch Abwasser geförderte Algengesellschaften (ab Wassergüteklasse III): saprophile Blaualgengesellschaft, Restgesellschaft aus kalkbohrenden und kalklösenden Endolithen (*Pleurocapsa minor* - *Schizothrix perforans*), in geringerem Maße Grünalngesellschaften im Sommer und Frühjahr.

(2) Durch Abwassereinfluß gehemmte Algengesellschaft (mindestens Wassergüteklasse II): Kalkfällende Epi- und Endolithengesellschaft, winterliche Kieselalngengesellschaft.

4. Diskussion:

4.1. Periodizität des Algenaufwuchses und Dynamik biogener Kalkbildungen:

Die jahreszeitlichen Veränderungen des Algenaufwuchses in der Alz zeigen die in den vielen Flüssen zu erwartende Periodizität (GESSNER 1955) mit einer Dominanz von Kieselalgen im Winter, Entwicklung von *Ulothrix* im Frühjahr und *Cladophora* im Sommer. Die für die Alz so typische kalkfällende *Homoeothrix-Schizothrix*-Gesellschaft, die Hauptgesellschaft der Onkoide (Abb. 2, 3), läßt keine deutliche Periodizität erkennen, da sie meist über lange Zeiträume ortskonstant und langsamwüchsig ist. Eine erhöhte Wachstumsaktivität dieser Kalkfäller während Perioden geringen Wachstums anderer Algengesellschaften (Frühjahr, Herbst) ist wahrscheinlich (vgl. FRIEDRICH 1973), wenn auch bei geringen Wassertemperaturen Kalkfällung nur schwer möglich ist. Die zeitliche Verschiebung zwischen optimalen Wachstumsphasen und Phasen hoher Kalkablagerungsintensität ist wahrscheinlich. Die Form der Onkoide läßt auf günstiges Wachstum an den Flanken schließen (GOLUBIC & FISCHER 1975), denn an der Oberseite sind Erosionsprozesse und an der Unterseite Dunkelheit wachstumsbegrenzend. Die Interpretation der Schichtenbildung ist schwierig (vgl. dazu ROTT 1991): Ein Abwechseln periodisch verstärkter Ablagerungsphasen mit Phasen verstärkter Erosion und Umlagerung und nicht eine alternierende Entwicklung der verschiedenen Kalkbildner (MINCKLEY 1963) ist die wahrscheinlichste Ursache. Beeinträchtigt werden die Kalkbildungen auch durch tierische Besiedlung, die u. a. auch zur Furchen- und Porenbildung beiträgt, sowie durch die Entwicklung dichter *Cladophora*-Rasen im Hochsommer.

Was sind die Voraussetzungen für die Bildung dieser biogenen Kalksedimente? Notwendig sind ein hoher Gehalt (Übersättigung) an Karbonationen und ein hoher pH-Wert, während hohe Wassertemperaturen, Vorhandensein von Karbonatgestein im Flußbett, eine gewisse Substratstabilität und ein geringer Verschmutzungsgrad des Wassers – v. a. geringer Phosphorgehalt – begünstigende Randbedingungen sind. Die Mechanismen der Kalkbildung basieren auf dem Einfangen und der Verfestigung abgelagerter und suspendierter Sedimentpartikel sowie auf der Kristallisation von Karbonaten innerhalb der Thalli dazu befähigter Algenarten bzw. spezifischer Ökotypen einzelner Arten (SCHRÖDER 1982).

Bemerkenswert an den Kalkbildungen in der Alz ist, daß in Schichten unterhalb von ca. 5 mm charakteristisch strukturierte Kalkskelette einer Blaualge (*Rivularia*) zu finden sind, die heute in den lebenden Oberflächenschichten fehlen. Der heute häufigste Kalkfäller *Homoeothrix crustacea* ist eine typische Fließwasserform und stets kalkinkrustiert. Diese Blaualge tritt im wesentlichen bei Alkalinitätswerten über 2 mval. l⁻¹ und pH-Werten über 8 auf (KOMAREK & KANN 1973; FRIEDRICH 1973). *Homoeothrix crustacea* wurde zwar in kleineren Kolonien auch in Abflüssen anderer kalkreicher Voralpenseen (Mondseer Seeache, Unterer Lunzer Seebach, KANN 1978) beobachtet und war in den Onkoidbildungen des Little Connestoga Creek (GOLUBIC & FISCHER 1975) zu finden, über ähnlich große Kalkbildungen, die von dieser Art dominiert werden, wurde aber bisher nicht berichtet. *Schizothrix fasciculata*, der zweitwichtigste Kalkbildner, zeigt auch in kalkreichen Fließgewässern oft nur wenig verkalkte Kolonien (fa. *semiglobosa*). Dieselbe Art oder eine nahe verwandte Art (*S. lacustris*) bildet im Litoral von Seen große, aber brüchige, schwammige Kalksteine (GEITLER 1932, KANN 1941, SCHNEIDER 1977, SCHRÖDER 1982). Am Chiemseeufer sind zwar auch *Schizothrix*-Kalkkrusten aber nur in einer Dicke von 0,5 - 2 cm auf

Steinen zu finden. Auch in kalkreichen Bergbächen Niederösterreichs sind von *Schizothrix*-Arten dominierte Kalkkrusten nicht selten (KANN 1943).

Wie in den meisten kalkreichen Flüssen mit Kalkbildungen ist in der Alz prinzipiell mit einem Überwiegen biogener Kalkfällungsprozesse zu rechnen (GOLUBIC 1973), da spontane Kalkbildungen meist auf Quellbäche beschränkt sind (GESSNER 1959). Dafür sprechen hier auch die geringen Änderungen der Alkalinitäts- und Leitfähigkeitswerte innerhalb der untersuchten Fließstrecke. Aus der Verteilung der Kalkbildungen (Abb. 1 und MELZER pers. Mitt.) lassen sich neben den bereits diskutierten jahreszeitlich unterschiedlichen Beeinträchtigungen der Kalkbildung auch andauernd vorhandene begrenzende Einflüsse erkennen. Im obersten Abschnitt der untersuchten Fließstrecke wirkt sich die Ablagerung von Feinsedimenten und organischem Material (MELZER 1982) negativ aus, in Stillwasserzonen (Uferbereich, Kolke) die Anreicherung von aggressiver Kohlensäure (Abbau organischen Materials), im schnellfließenden Teil die geringe Substratstabilität und am linken Ufer unterhalb Seebruck (Probenstellen 1, A, 4) der Abwassereinfluß (hohe Phosphorwerte, viel aggressive Kohlensäure). Eine starke Beeinträchtigung durch Abwassereinfluß äußert sich zunächst in einem Brüchigwerden der Kalkbildungen und schließlich im kompletten Zerfall zu Kalksand (PECHLANER 1983). Die von MELZER (1982) beobachtete allgemeine Brüchigkeit der klippenartigen Kalkbildungen in der Alz kann sowohl mit einer in letzter Zeit in der gesamten Alz verringerten Wassergüte, als auch mit der spezifischen Qualität der Kalkablagerungen (*Schizothrix* bildete "weiche" Kalke) interpretiert werden. Unbestritten bleibt der negative Einfluß des Abwassers auf die Kalkbildungen in der Alz an den Probenstellen 1, A und 4: An den Stellen 1 und A fehlen Onkoide vollständig, an Stelle 4 sind diese zwar noch vorhanden, aber brüchig, biogene Kalkfällungen fehlen, kalklösende Algen überwiegen.

Biogene Kalkbildungen wie in der Alz sind bzw. waren für die Abflüsse kalkreicher Voralpenseen charakteristisch, werden aber durch die zunehmende Gewässerverschmutzung beeinträchtigt. So begrenzt auch die Wasserverschmutzung der Amper die biogene Kalkfällung (OTT 1980). Ob beim jetzigen Verschmutzungsgrad des Bodensees und des nahen Rheinfalls ein aktives Wachstum der biogenen Kalksedimente, wie JAAG (1938) berichtete, auch heute noch stattfindet, geht aus neueren Berichten von GOLUBIC (1973) nicht hervor. Im Little Conestoga Creek (USA) hat durch Abwasser und damit starke Verringerung des pH-Wertes die biogene Kalkbildung vollständig aufgehört (RODDY 1915, GOLUBIC & FISCHER 1975). Im Saline River (Michigan) traten Kalkbildungen einer *Phormidium-Schizothrix*-Gesellschaft nur mehr im unbelasteten oberen Abschnitt auf und fehlten in den mit toxischen Abwässern belasteten unteren Abschnitten (BLUM 1957). Während im Uferbereich des Genfer Sees die biogene Kalkfällung durch *Schizothrix* vollständig zum Erliegen kam, wurden in jüngster Zeit noch Kalkbildungen von *Phormidium incrustatum* und *Rivularia haematites* in einzelnen Zuflüssen beobachtet (CASANOVA 1983). Die beiden letztgenannten Arten sind auch die Hauptvertreter von Kalkbildungen in Bächen in Südfrankreich (CASANOVA 1985). In diesen Biotopen wird in Abschnitten mit stärkerer Abwasserbelastung (Nährstoffkonzentration von 50 µg/l PO₄-P) die biogene Entkalkung gehemmt.

Interessant ist, daß in diesem Zusammenhang für die unbelasteten Abschnitte der Bäche, also für *Rivularia haematites* und *Phormidium incrustatum*, eine Sedimentbildung von 200 bis 300 mg/cm² CaCO₃ pro Jahr ermittelt wurde. (Bei einer Besiedlungstiefe von 1 - 2 mm – GOLUBIC & FISCHER 1975, KANN 1943 – und diesen Kalkablagerungsraten kann das Alter eines Onkoids von 15 cm Durchmesser auf 100 - 150 Jahre oder mehr geschätzt werden). Datierungen mit Pb/Ra für Material aus der Alz ergaben eine Ablagerungsrate von 0,3 - 0,4 mm pro Jahr (ROTT 1991). Aus der Änderung der Zusammensetzung der Strukturbildner in den Kalkbildungen der Alz (*Rivularia* fehlt heute!) kann dabei auf eine Änderung der Biotopqualität in den letzten 10 - 15 Jahren geschlossen werden (ROTT 1991).

4.2. Gewässergüte zum Zeitpunkt des ökologischen Gutachtens und Prognose ihrer Entwicklung:

Versucht man nun eine Beurteilung des Gewässerzustandes der Alz nach dem Bild des Algenaufwuchses, bieten sich verschiedene Methoden der Bewertung an. Eine Gruppe von Methoden basiert auf der Ermittlung des jeweiligen Saprobien-Index für die vorkommenden Arten. Dabei werden mehr oder weniger alle häufigen Arten als Saprobien, also Indikatorarten, die einer genau definierten Gewässergüte zugeordnet werden, angesehen. Grundlagen sind dabei u. a. die Saprobientabellen von SLADCEK (1973), MAUCH (1976) und WEGEL (1983); bei der Berechnung der saprobiellen Valenz nach ZELINKA & MARVAN (1961) wird die geschätzte Häufigkeit der einzelnen Arten berücksichtigt. Die Grundannahme dieser Methoden basiert darauf, daß jede Art für einen gewissen Gewässergütezustand charakteristisch – also stenök – ist, und in diesem ihre Maximalentwicklung zeigt, damit also für diesen Zustand "Indikatoreigenschaften" besitzt (vgl. dazu LANGE-BERTALOT 1978, ROTT 1984). Beobachtungen im Freiland und auch die kritische Betrachtung der Tabellen von MAUCH (1976) zeigen deutlich, daß nur wenige Arten auf einen einzigen Gütebereich beschränkt sind, während viele Arten in einem mehr oder weniger weiten Toleranzbereich vorkommen und auch der Schwerpunkt ihres Vorkommens variiert.

Ein neueres Konzept der biologischen Gewässeranalyse nach Aufwuchsalgen, das weit mehr den autökologischen Beobachtungen über die einzelnen Arten Rechnung trägt, wurde von LANGE-BERTALOT (1978) zunächst für Kieselalgen vorgeschlagen. In diesem Konzept wird versucht, aus Freilanddaten über den Algenaufwuchs und aus notwendigen Hintergrunddaten (u. a. Chemismus, BSB) Vorkommen und Begrenzung des Vorkommens verschiedener Kieselalgen zu charakterisieren. Es zeigte sich, daß viele Arten in ihrem Wachstum ab einem bestimmten Verschmutzungsgrad gehemmt werden, während nur wenige Arten durch hohe Verschmutzung gefördert werden (und damit echte Saprobien sind). An Hand der Verminderung des Anteiles der einzelnen Arten an der Gesamtzahl gezählter Kieselalgen, können Güteklassen, zwischen denen eine deutliche Hemmung eintritt, differenziert werden.

Wie sieht nun die Bewertung der gesamten Aufwuchsalgenbiozönose in Art des Konzeptes der Differentialarten aus? Nach den vorhandenen Algengesellschaften sind die Probenstellen 1 und 4 mit Güteklasse III, die Probenstellen 2, 3, 5 und 6 mit Güteklasse II zu klassifizieren, während die Probenstellen 7 und 8 zwischen Güteklasse I und II einzustufen sind. Die wesentlichen Gründe dafür sind: die Hemmung bzw. das Ausfallen der kalkbildenden Gesellschaften an den Stellen 1 und 4, die durch andere Algen und Makrozoobenthos begrenzte Entwicklung der Kalkfäler an den Stellen 2, 3, 5 und 6 sowie die weitgehend mit dem Sommeraspekt reiner Bergbäche übereinstimmende Biozönose an den Stellen 7 und 8. Gründe dafür, daß die lokalen Unterschiede in der Gewässergüte zwischen den Stellen 1 und 2, A und B, 3 und 4 im Kieselalgenbild (Tab. 4) nicht erkennbar sind, sind vor allem in der Eindrift von Kieselalgenchalen zu suchen. Die geringen Unterschiede im Algenaufwuchs auf Schilf an den Stellen A und B (Tab. 5) sind mit Problemen der Quantifizierung sowie mit einem geringen, aber lokal wirksamen rechtsufrigen Abwassereinfluß zu erklären.

Zusammenschauend stellt sich der untersuchte Abschnitt der Alz nicht nur als eine geobotanische (MELZER 1982), sondern auch als eine algologische Besonderheit ersten Ranges dar. Dies kommt vor allem in den rezenten biogenen Kalkbildungen der Alz zum Ausdruck, die zumindest Jahrzehnte, wenn nicht Jahrhunderte alt sind. Die Kalkbildung ist zwar heute noch weitgehend intakt, aber bereits räumlich und zeitlich begrenzt und durch jede Zunahme der Verschmutzung bedroht. Die Kalkablagerung scheint aber in den letzten Jahren verlangsamt worden zu sein, da der subrezente Kalkbildner *Rivularia* nicht mehr zu finden ist. Das zeigt die Änderung der Struktur der Kalkbildungen in den obersten Millimetern an Hand von Dünnschilfen des Gesteinsmaterials (ROTT 1991).

Die Prognose über die Veränderungen des Systems bei Erhöhung der Belastung ist klar: Starke Schäden an den biogenen Kalkablagerungen und damit an der Alz als Ganzes sind unvermeidlich. Das kann aus dem Fehlen der Kalkbildner an den durch Abwasser beeinflussten Probenstellen eindeutig abgelesen werden. Bei zunehmender Belastung würden die dominierenden Kalkbildner zurücktreten und schließlich ganz verschwinden. Dieses Ausfallen der Kalkbildner würde zu einem starken Brüchigwerden der Onkoide und Kalkflächen führen und hätte schließlich ein vollständiges Undichtwerden des Flußbettes zum Grundwasserkörper zur Folge (PECHLANER 1982). Es ist wahrscheinlich, daß bereits in den letzten 10 - 15 Jahren eine Verlangsamung der Kalkablagerung stattgefunden hat, die durch eine Verringerung des Nährstoffniveaus durch Inbetriebnahme der Ringkanalisation (BLAS & DIPPOLD pers. Mitt.) rückgängig gemacht werden sollte. Gleichzeitig würde es bei höherer Belastung auch zu einer zunehmenden Verkrautung durch einzelne Makrophyten (MELZER pers. Mitt.), einer irreparablen Veränderung der Ufervegetation (GRAB-HERR pers. Mitt.) und einer noch stärkeren Entwicklung von Grünalgen (besonders *Cladophora* und *Ulothrix*) kommen.

5. Zusammenfassung:

Zwischen Herbst 1981 und Sommer 1982 wurde der Algenaufwuchs auf Steinen und Schilfhalmern in der Alz, einem sommerwarmen, kalkreichen Seeabfluß untersucht. Der Zustand des Flusses sollte zunächst an Hand der Häufigkeiten wichtiger Arten und an Hand des Artenspektrums des gesamten Algenaufwuchses in verschiedenen Abschnitten ermittelt werden. Aus diesen Befunden und insbesondere aus den Unterschieden abwasserbeeinflusster und unbeeinflusster Bereiche sollte die Veränderung des Flusses im Falle einer Verwendung als Vorfluter einer Großkläranlage prognostiziert werden.

Für weite Bereiche des oberen Abschnittes der untersuchten Flußstrecke mit geringer Strömungsgeschwindigkeit sind biogene Kalkbildungen, die aus Kalkknollen (Onkoide) und Kalkflächen (Onkolithen) bestehen, typisch. Diese Gesteine sind ganzjährig mit blaugrünen Krusten aus *Homoeothrix crustacea* und *Schizothrix fasciculata* überzogen, die ihrerseits wieder im Winter von Kieselalgen (*Diatoma vulgare* f. *grande*) und im Sommer von der Grünalge *Cladophora glomerata* überdeckt werden. Unterhalb eines Abwasserzulaufs bei Seebruck war das Fehlen biogener Kalkbildungen in einem schmalen Streifen (von wenigen Metern Breite und ca. 500 m Länge) sowie die ganzjährig starke Entwicklung von *Oscillatoria limosa* und *O. splendida* in der Nähe des Zulaufes festzustellen.

Unterhalb von Truchtlaching nehmen durch die Zunahme der Fließgeschwindigkeit sowohl die biogenen Kalkbildungen als auch die Quantitäten des Algenaufwuchses ab. *Homoeothrix varians* und die kalkinkrustierten Lager von *Gongrosira incrustans* nehmen zu, während *Cladophora* in diesem Bereich nur wenig in Erscheinung tritt.

Bei der großen Variabilität der meisten die Algenentwicklung beeinflussenden Faktoren ist es in Fließgewässern besonders schwer, Auswirkungen eines einzelnen Faktors (wie z.B. Verunreinigung) auf den Algenaufwuchs zu erfassen und daraus allgemeine Gütekriterien abzuleiten. Das kommt auch in der Vielzahl der Methoden der biologischen Gewässergütebeurteilung, die auf Aufwuchsalgen basieren, zum Ausdruck.

Der Zustand der Alz wurde durch eine genaue Beschreibung des gesamten Aufwuchses an den einzelnen Probenstellen und durch Vergleiche mit anderen Fließgewässern charakterisiert. Im Falle einer Verwendung der Alz als Vorfluter einer Großkläranlage wäre eine Schädigung der biogenen Kalkbildungen u. a. durch Ausfallen der sie jetzt besiedelnden und verfestigenden Blaualgen und eine noch stärkere Entwicklung von *Cladophora* zu erwarten.

D a n k : Für die Finanzierung des Projekts danke ich dem Abwasserzweckverband Chiemsee, Prien, insbesondere Herrn H. BLAS, der uns stets tatkräftig unterstützt hat.

Besonders zu Dank verpflichtet bin ich Herrn Dr. H. PEHOFER insbesondere für Hilfe bei der Probenentnahme. Herrn Univ.-Prof. Dr. R. PECHLANER und Frau Dr. E. KANN (verstorben) danke ich für eingehenden und interessanten Diskussionen des Manuskripts. Für Anfertigung der Kieselchalenpräparate und Ausarbeitung der Fotos sage ich Herrn S. Tatzreiter meinen Dank.

6. Literatur:

- BACKHAUS, D. (1968a): Ökologische Untersuchungen an den Aufwuchsalgen der oberen Donau und ihrer Quellflüsse III. Die räumliche und zeitliche Verteilung der Algen. — Arch. Hydrobiol. Suppl. 34: 24 - 73.
- (1968b): Ökologische Untersuchungen an den Aufwuchsalgen der oberen Donau und ihrer Quellflüsse IV. Systematisch-autökologischer Teil. — Arch. Hydrobiol. Suppl. 34: 251 - 320.
- (1973): Fließgewässeralgen und ihre Verwendbarkeit als Bioindikatoren. — Verh. Ges. Ökol. Saarbrücken: 149 - 168.
- BLUM, J.L. (1957): An ecological study of the Saline River, Michigan. — Hydrobiol. 9: 361 - 408.
- CASANOVA, J. (1983): Les cyanophycees encroûtantes du lac Lemman. — Coll. sur l'eutrophisation du Lemman, Geneve 2: 1 - 5.
- CASANOVA, J. & R. LAFONT (1985): Les cyanophycees encroûtantes des eaux courantes du Var (France). — Verh. Internat. Ver. Limnol. 22: 2805 - 2811.
- FRIEDRICH, G. (1973): Ökologische Untersuchungen an einem thermisch anomalen Fließgewässer (Erft/Niederrhein). — Schr. Rh. Landesanst. Gewässerkde. u. Gewässerschutz Nordrh.-Westf. 33, 125 pp.
- GEITLER, L. (1932): Cyanophyceae. — Rabenhorsts Kryptogamenflora 14, 1196 pp.
- GESSNER, F. (1955): Hydrobotanik I. Energiehaushalt. — VEB, Berlin, 517 pp.
- (1959): Hydrobotanik II. Stoffhaushalt. — VEB, Berlin, 701 pp.
- GOLUBIC, S. (1973): The relationships between blue-green algae and carbonate deposits. — In: CARR, N. & B.A., WHITTON (eds.): The biology of blue-green algae. Blackwell Scient. Publ., Botanical Monogr. 9: 434 - 472.
- GOLUBIC, S. & A.G. FISCHER (1975): Ecology of calcareous nodules forming in Little Conestoga Creek near Lancaster, Pennsylvania. — Verh. Internat. Ver. Limnol. 19: 2315 - 2323.
- HUSTEDT, F. (1930): Bacillariophyta (Diatomeae). — In: PASCHER, A.: Süßwasserflora Mitteleuropas, Bd. 10. G. Fischer, Jena, 466 pp.
- JAAG, O. (1938): Kryptogamenflora des Rheinfalls und des Hochrheins von Stein bis Eglisau. — Mitt. naturf. Ges. Schaffhausen 14, 158 pp.
- KANN, E. (1941): Krustensteine in Seen. — Arch. Hydrobiol. 37: 504 - 532.
- (1943): Krustenalgen in Alpenbächen. — Arch. Hydrobiol. 40: 459 - 473.
- (1972): Zur Systematik und Ökologie der Gattung *Chamaesiphon* (Cyanophyceae) 1. Systematik. — Arch. Hydrobiol. Suppl. 41 (Algol. Stud. 8): 117 - 171.
- (1973): Zur Systematik und Ökologie der Gattung *Chamaesiphon* (Cyanophyceae) 2. Ökologie. — Arch. Hydrobiol. Suppl. 41 (Algol. Stud. 8): 243 - 282.
- (1978): Systematik und Ökologie der Algen österröcherischer Bergbäche. — Arch. Hydrobiol. Suppl. 53 (Monographische Beiträge 4): 405 - 643.
- KAWECKA, B. (1980): Sessile algae in European mountain streams. 1. The ecological characteristics of communities. — Act. Hydrobiol. 22: 361 - 420.
- KOMAREK, J. & T. KALINA (1965): Bemerkungen zur Cönologie und Systematik der Gattung *Homoeothrix* (Thur. ex Born. et Flah.) Kirchn. — ÖBZ 112: 424 - 441.
- KOMAREK, J. & E. KANN (1973): Zur Taxonomie und Ökologie der Gattung *Homoeothrix*. — Arch. Protistenkde. 115: 173 - 233.
- LANGE-BERTALOT, H. (1978): Diatomeen-Differentialarten anstelle von Leitformen: Ein geeignetes Kriterium der Gewässerbelastung. — Arch. Hydrobiol. Suppl. 51 (Algol. Stud. 21): 393 - 427.
- (1979): Toleranzgrenzen und Populationsdynamik benthischer Diatomeen bei unterschiedlich starker Abwasserbelastung. — Arch. Hydrobiol. Suppl. 56 (Algol. Stud. 23): 184 - 219.
- MARGREITER-KOWNACKA, M. (1993): Die Makrozoobenthos-Gemeinschaften Bestandsaufnahme der Oberen Alz. — Bestandesaufnahme. — Inst. f. Ökometrie, Wien, 36 pp. ISBN 83-85483-99-3.
- MAUCH, E. (1976): Leitformen der Saprobität für die biologische Gewässeranalyse. — Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg, Frankfurt/M. 21 (1-5), 797 pp.
- MELZER, A. (1982): Kartierung der Makrophytenvegetation in der Alz zwischen Seebuck und Pullach sowie der biogenen Kalksedimente zwischen Seebuck und Altenmarkt. — Ergebnisber. einer Studie als

Beitrag zum ökol. Gutachten über die Alz 1, 32 pp.

- MINCKLEY, W.L. (1963): The ecology of a spring stream, Doe Run, Kentucky. — Wildl. Monogr. 11: 1 - 124.
- OTT, E. (1980): GroBkonkoide und Algen-Festkalke in der Amper. — Erläuterung zu Kartenblatt Nr. 7833, Fürstentfeldbruck der Geol. Karte v. Bayern 1:25000, 37 - 42.
- PECHLANER, R. (1983): Ökologisches Gutachten über die Alz. — Gutachten i. A. d. Abwasserzweckverbandes Chiemsee, 95 pp.
- PIA, J. (1933): Die rezenten Kalksteine. — Z. Kristallogr. Mineral. Petrog. Abt. B, Ergänzungsband 12: 142 - 199.
- RODDY, J. (1915): Concretions in streams formed by the agency of blue-green algae and related plants. — Proc. Amer. phil. Soc. 54: 246 - 292.
- ROTT, E. (1984): Phytoplankton as biological parameter for the trophic characterization of lakes. — Verh. Internat. Ver. Limnol. 22: 1078 - 1085.
- (1991): Oncoids from the summer warm river Alz (Bavaria) — on morphology and the role of dominant Cyanophytes. — Arch. Hydrobiol. Suppl., Algal. Studies 64: 469 - 482.
- SCHNEIDER, J. (1977): Carbonate construction and decomposition by epilithic and endolithic microorganisms in salt- and freshwater. — In: FLÜGEL, E. (ed.): Fossil algae. Springer, Heidelberg., 248 - 260.
- SCHRÖDER, H.G. (1982): Biogene benthische Entkalkung als Beitrag zur Genese limnischer Sedimente. Beispiel: Attersee (Salzkammergut, Oberösterreich). — Diss. Univ. Göttingen, 179 pp.
- SLADECEK, V. (1973): System of water quality from the biological point of view. — Arch. Hydrobiol. Beih. 7 (Ergebn. d. Limnol.), 218 pp.
- TATZREITER, S. (in Vorb.): Eine verbesserte Methode zur Reinigung von Kieselalgenschalen aus natürlichen Sedimenten.
- WALLNER, J. (1935): Zur Kenntnis der Kalkbildung bei *Batrachospermum*. — Arch. Hydrobiol. 28: 455 - 458.
- WEGL, R. (1983): Index für die Limnosaprobität. — Wasser und Abwasser 26, 175 pp.
- ZELINKA, M. & P. MARVAN (1961): Zur Präzisierung der biologischen Klassifikation der Reinheit fließender Gewässer. — Arch. Hydrobiol. 57: 389 - 407.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte des naturwissenschaftlichen-medizinischen Verein Innsbruck](#)

Jahr/Year: 1994

Band/Volume: [81](#)

Autor(en)/Author(s): Rott Eugen

Artikel/Article: [Der Algenaufwuchs in der Oberen Alz \(Oberbayern\). 229-253](#)