

## Sediment-Algen aus dem Weßlinger See mit besonderer Berücksichtigung von *Microcystis incerta* (Lemm.) Starmach

von T.-P. Chang, Lohhof

### Zusammenfassung

Aus verschiedenen Sedimentschichten eines Bohrkerns vom Weßlinger See wurden Proben (ca. 1g) in eine Kulturlösung überführt und die herangewachsenen Algen nach einer 40 tägigen Inkubationszeit mikroskopisch untersucht. 50 Arten konnten nachgewiesen werden, darunter dominierten die Grünalgen mit 54 %, gefolgt von den Blaualgen mit 40 %. Alle gefundenen Algen sind mikroskopisch klein, einige bildeten große Zellverbände bzw. Kolonien, oft mit Gallert-Hüllen umgeben. Eine *Microcystis*-ähnliche Art mit winzig kleinen, kugelförmigen Zellen (ca. 2 µm Durchmesser) ohne Gasvakuolen, konnte als *Microcystis incerta* oder *Anacystis parasitica* identifiziert werden.

### Abstract

About one gram sample was obtained from different layers of a core derived from Weßlinger See (F.R.G., Bavaria) and transferred into a nutrient solution. Algae grown in these cultures after a 40-day incubation period were microscopically examined. About 50 species were found; green algae were dominant with 54 % and blue-greens the next with 40 %. All algae found were microscopically small, some were formed in chains and some in colonies with sheaths or mucilaginous enclosures. A *Microcystis*-like species with small cells (about 2 µm) without gasvacuoles could be identified as *Microcystis incerta* or *Anacystis parasitica*.

### Einleitung

Der untersuchte Weßlinger See ( $A_0 = 0.171 \text{ km}^2$ ), eingebettet in eine Laubwald- und Villen-Landschaft, ca. 25 km südwestlich von München, hatte ursprünglich weder Zu- noch Abfluß. Wegen zunehmender Siedlungsdichte und Erholungsaktivitäten war er bereits seit Anfang dieses Jahrhunderts stark belastet. Erst Ende 1960 wurde der See einerseits durch einen künstlichen „Ablauf“ entwässert und andererseits durch eine Ringkanalisation von häuslichen Abwässern entlastet. Dennoch war der See anschließend immer noch polytroph, so daß seine Sanierung beschlossen wurde (BUCHSTEEG 1982). Im April 1981 wurde ein Belüftungssystem installiert, um die Sauerstoff-Konzentration im Tiefenwasser zu erhöhen. Diese Therapie hat Erfolge gebracht, zumal einerseits die Gesamt-Phosphor-Konzentration von  $> 1 \text{ g/l}$  Tiefenwasser bis auf  $400 \text{ mg/l}$  sank (BUCHSTEEG 1982, STEINBERG et al. 1982) und andererseits die Massenproduktion von Blaualgen reduziert wurde (ARZET 1982). Aufgrund der guten Erfahrungen wurde diese Therapie bisher fortgeführt und positiv bewertet.

Für die vorliegende Arbeit war lediglich die Algenzusammensetzung vor der Therapiezeit von Interesse. Geprüft wurden die im Sediment abgelagerten Algenreste, die im Labor durch Kultivierung ausgereifte Formen zeigten, so daß die lichtmikroskopische Bestimmung leicht durchführbar war.

### Material and Methodik

Der Weßlinger See (Gemeinde Weßling) liegt 590 m über dem Meeresspiegel,  $t_{\text{max}} = 12 \text{ m}$ ,  $t_{\text{in}} = 6,13 \text{ m}$ , Volumen =  $1.047 \text{ hm}^3$ , Einzugsgebiet =  $0.838 \text{ km}^2$ . In diesem See wurden die Phytoplankton-Algen nach der Sanierung mittels Belüftung weiterhin regelmäßig untersucht, um herauszufinden, welche Auswirkungen diese Sanierungsmaßnahmen auf die Algenflora hatten.

Ein kurzer Bohrkern (ca. 0,6 m) wurde am 30.03.1988 von der tiefsten Stelle des Weßlinger Sees entnommen. Gleich vor Ort wurden 1 cm dicke Scheiben vom Bohrkern abgeschnitten und in saubere Plastikbeutel verpackt. Nach einigen Tagen Lagerung im Kühlschrank wurden ca. 1 g-Proben aus der Mitte der Bohrkernscheiben in Reagenzgläser mit 10 ml Zehnder-Kulturlösung übertragen. Die Probeentnahme vom Bohrkern beschränkte sich auf eine maximale Tiefe von 31 cm. Aus dem 22-30 cm-Bereich und oberhalb 31 cm wurden keine Proben mehr entnommen. Nach einer 40tägigen Inkubationszeit auf einer nordexponierten Fensterbank bei Zimmertemperatur wurden die in der Kultur herangewachsenen Algen mikroskopisch untersucht und soweit möglich bestimmt.

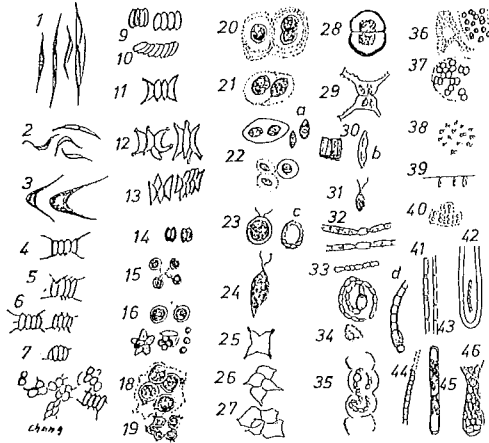


Abb. 1. Skizze der gefundenen Algenarten in Sediment-Kulturen aus dem Weßlinger See. Die Ziffern 1-46 entsprechen den Ziffern in Tabelle 1, a in 21 (kleine *Chlamydomonas*-Zellen?), b in 30 (*Achnanthes*-Zelle?), c in 23 (Schale von *Phacotus*?), d in 33 (Faden von *Anabaena* oder *Gloeotrichia*? vgl. 42).

## Ergebnisse

Insgesamt konnten 50 Algenarten in den Sedimentkulturen nachgewiesen werden (46 in Tab. 1 und a-d in Abb. 1); darunter befanden sich die Grünalgen anteilmäßig mit 54 % an erster Stelle, gefolgt von den Blaualgen mit 40 %. Flagellaten und Diatomeen sind kaum in den Kulturen vorhanden (< 6 % Tab. 1). Die wenigen gefundenen Algen dieser Gruppen sind mikroskopisch klein (Durchmesser < 10 µm), z.B. *Achnanthes* und *Fragilaria* bei den Kieselalgen und *Scenedesmus*, *Ankistrodesmus* sowie *Oocystis* bei den Grünalgen.

Unter den Grünalgen sind *Scenedesmus* (38 %) und *Ankistrodesmus* (23 %) noch am häufigsten zu finden. *Tetrastrum glabrum* und *Oocystis parva* kamen kaum in den Kulturen vor. *Didymocystis planctonica* war vereinzelt in den obersten Schichten vorhanden. Am Seeboden (0-4 cm Sedimentschichten) befanden sich ebenfalls Blaualgen, unter den fadenförmigen z.B. *Aphanizomenon*, *Anabaena*, *Pseudanabaena* und unter den kokkalen *Microcystis incerta* (Abb. 2-4).

## Diskussion

Bis zu 50 Arten kamen in den Kulturen aus den Bohrkernscheiben vor (Tab. 1). Demgegenüber stehen 67 Arten in Phytoplanktonproben während einer 2jährigen Studie (ARZET 1982) und mehr als 70 Arten bei eigenen Untersuchungen.

Es ist verständlich, daß viele Arten von der tiefsten Stelle des Sees bei einer einmaligen Bohrungsprobe nicht erfaßt werden konnten. Besonders die Cryptomonaden, die zu den wichtigsten Vertretern des Phytoplanktons im Weßlinger See gehören (ARZET 1982), sind wegen ihrer speziellen Ernährung nicht in den Sedimentkulturen zu finden. Trotz der Unterschiede ist die Artenzusammensetzung in den Sedimentkulturen und im Phytoplankton sehr ähnlich (Tab. 1).

Tabelle 1. Algen aus den oberen Sedimentschichten des Weißlinger Sees

Nr. Algenarten	Sediment-Tiefe (cm)								Σ
	1-2	2-3	3-4	6-7	10-11	15-16	20-21	30-31	
1 Ankistrodesmus acicularis	4	2	2	1	1	1	1		12
2 Ankistrodesmus augustus	2	1	1		1	1	2		8
3 Ankistrodesmus falcatus	2	1							3
4 Scenedesmus opollensis*		2					1		3
5 Scenedesmus longispina		1			1			1	3
6 Scenedesmus tenuispina	1	1							2
7 Scened. quadricauda*# var.							1		1
8 Scenedesmus subspicatus	2			1				1	4
9 Scenedesmus ecornis*#			4						4
10 Scenedesmus ecornis var.			1						1
11 Scenedesmus acutus*						1			1
12 Scenedesmus acuminatus#		1		1					2
13 Scenedesmus obliquus		3	3						6
14 Didymocystis planctonica		1		1	1	2	1	1	7
15 Dictyosphaerium# pulchellum*	1		1	1	1				4
16 Tetrastrum*# glabrum	4			3		2	2	2	13
17 Coelastrum*#sphaerium	1		1						2
18 Coelastrum microsporum#		2	1						3
19 Coelastrum reticulatum*#			1				1		2
20 Gloeocystis vesiculosa		1		1					2
21 Crucigenia*fenestrata#			1						1
22 Oocystis* parva#		1		1		2		1	5
23 Phacotus sphaericus	1		1		1				3
24 Phacus* pyrum			1						1
25 Tetraedron trigonum*#	1								1
26 Pediastrum# simplex*		1							1
27 Sorastrum spinulosum		1	1	1					3
28 Cosmarium*# laeve		1							1
29 Staurostrum*# pingea			1						1
30 Fragilaria*#-Achnanthes*spp.	2		2	1	1		1		7
31 Synura#-Flagellates+	1							2	3
32 Aphanizomenon gracile*#	2	2	2	1	1	1			9
33 Anabaena cylindrica*#		1	1			1		1	4
34 Romeria leopoliensis				1				1	2
35 Nostoc sp.		1			3				4
36 Microcystis incerta		2	1					2	5
37 Gomphosphaeria lacustris#			1	2	1				4
38 Aphanocystis clastris		1		2	1		1		5
39 Chamaesiphon sp.	2								2
40 Merismopedia# tenuissima*	1		1		1		1		4
41 Pseudanabaena redekei*#\$		3	3			1	1		8
42 Pseudanabaena galeata	2	3	3	2	2		1		13
43 Pseudanabaena limnetica*#	3			3	1		1	1	9
44 Phormidium sp.					2	1			3
45 Penium spirostriolatum				1					1
46 Grünalge	1								1
Abundanz Σ	33	33	34	24	19	13	15	13	184
Abundanz %	18	18	19	13	10	7	8	7	100
Anzahl der Algenarten	18	22	22	17	15	10	13	10	50

Abundanz: 1 = Einzelfund bis vereinzelt; 2 = selten, spärlich; 3 = mäßig, oft auftretend; 4 = ziemlich dicht; 5 = zahlreich, dicht; Leer = nicht gefunden. Algenbestimmung nach GEITLER (1932) und KOMÁREK & FOTT (1983), + *Chlamydomonas*-ähnlich, \* nach eigener Untersuchung, # nach ARZET (1982), \$ auch als *Limnothrix redekei* (Van Goor) Meffert.

50 Algenarten insgesamt, incl. 4 weitere Arten (a, b, c, d) in Abb. 1.

Im Weißlinger See dominierten im Phytoplankton zeitweise im Herbst Kieselalgen, z.B. *Asterionella formosana* und *Nitzschia*-Arten (ARZET 1982), solche und andere Diatomeen befanden sich fast nie in der Sediment-Kultur; lediglich einige Zellen von kleinen *Achnanthes* und *Fragilaria*-Arten (Abb. 1-30, b) kamen darin vor. Dagegen dominierten die Blaualgen, vor allem im Sommer-Phytoplankton mit bis zu > 95 % der Algenbiomasse (ARZET 1982); darunter befanden sich *Pseudanabeana limnetica*, *Ps. redekei* und *Aphanizomenon gracile* als 3 wichtige planktische Arten, die ebenfalls in den Sedimentkulturen vorkamen. Vor allem *Pseudanabeana*-Arten sind nicht wie *Gomphosphaeria*, *Aphanocystis*, *Phormidium* u.a. durch Hüllen geschützt. Weiterhin können *Nostoc*-Kolonien in der Kultur und *Anabaena*-Arten im Phytoplankton (ARZET 1981) nach der Bildung von Sekundärzellen langfristig am Seeboden oder in den Sedimenten überleben. In diesem stark eutrophierten Kleinsee waren Grün- und Blaualgen als dominante Gruppen im Phytoplankton (ARZET 1982) wie in den Sedimentkulturen (bis 95 %, Tab. 1) vorhanden. Unter den Grünalgen traten 13 Formen bzw. Arten von *Scenedesmus* als stärkste Gruppe auf (fast 40 %, Tab. 1). Jedoch sind Zellen von *Ankistrodesmus* und *Tetrastrum* in allen Kulturen oft mit Zellverbänden und Kolonien zu finden. Solche Grünalgen traten häufig massenhaft im Sommer-Phytoplankton auf (ARZET 1982, STEINBERG et al. 1982).

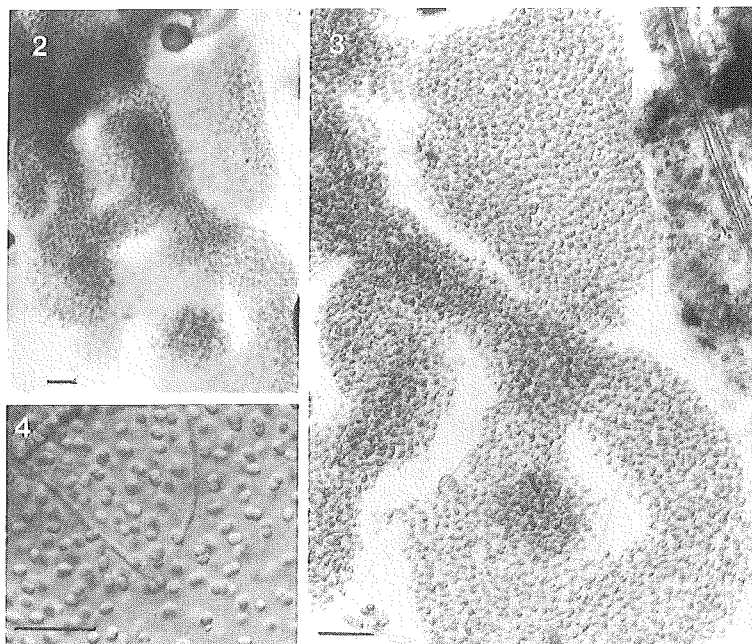


Abb. 2-4: *Microcystis incerta* (Lemm.) Starmach. Maßstab = 10 µm. 2-3: netzförmige Kolonien (3. vergrößert) und 4: Zellen vereinzelt oder in Paaren.

Die in dieser Arbeit erwähnten Arten, die trotz langzeitiger Lagerung in Sedimenten überlebensfähig sind, waren oftmals mit Sonderorganellen, z.B. Zysten, Zygoten mit Dickwänden oder Panzern ausgerüstet. Bei günstigen Kulturbedingungen können sie in den Sedimentkulturen „ausschlüpfen“ (als Flagellaten? cf. Abb. 1). Es ist jedoch anzunehmen, daß alle hier gefundenen Arten nur einen Bruchteil der früher im See sedimentierten Algen darstellen. Mit Sicherheit wurden manche Arten bei der Einführung des Bohrkerns in die tieferen Schichten mitgeschleppt, so daß eine zeitliche Algenverteilung in den Sedimentschichten, wo die in den letzten 40 Jahren abgelagerten Algen zu suchen sind (20 cm-Schicht, sedimentiert gegen 1950, Datierung s. STEINBERG u. SUTTER 1982), nicht leicht zu bestimmen ist (CHANG u. CHANG-SCHNEIDER 1993). Interessanterweise sind viele solcher früher vorkommenden Algen wieder in den rezenten Algenesellschaften (ARZET 1982) zu finden (s. Tab. 1), da die Wachstumsbedingungen für Algen auch trotz des Sanierungserfolges (BUCKSTEEG 1983, STEINBERG et al. 1982) noch weiterhin günstig sind. Aufgrund der hohen Gesamt-P-Konzentration nach der Sanierung (um 150 µg/l nach Vollzirkulation; Änderung der damaligen Polytriebie zur jetzigen Hypertrophie, STEINBERG et al. 1982) kommen weiterhin die eu-

trophischen Grün- und Blaualgen vor. Dies ist ein Beispiel dafür, daß in einem eutrophen See (z.B. Weißlinger See, alkalisch, s. ARZET 1982) zahlreiche Arten vorhanden sind, im Gegensatz zum Algenmangel in einem versauerten See (z.B. im Großen Arbersee, CHANG u. CHANG-SCHNEIDER 1993). An der Algenzusammensetzung allein ist die Therapie-Wirkung schlecht zu erkennen.

Bislang sind nur 3 Arten von *Microcystis* im vorgestellten, relativ kleinen See bekannt, nämlich *M. aeruginosa*, *M. firma* und *M. viridis* (ARZET 1982, und unpublizierte Daten). Unerwartet erschien aus der Sediment-Kultur *Microcystis incerta* mit einer netzförmigen Form (Abb. 2-3). Diese wenig bekannte Blaualge ist leicht mit anderen Arten z.B. *Aphanocapsa*, *Aphanothece* und *Coelosphaerium* zu verwechseln, die ebenfalls im Phytoplankton des Weißlinger Sees zu finden sind. Erst in der Kultur zeigte sie die typische Form von *M. aeruginosa*, jedoch mit kleineren Zellen ohne Gasvakuolen (Abb. 4-6), wie sie KOMÁREK (1958) abgebildet hat. In der Natur scheint sie bevorzugt in einer einfacheren, rundlichen Form aufzutreten (verwechselbar s.o.). Die in eine Gallerthülle eingeschlossene Kolonie ist weder rundlich wie *Polycystis incerta* Lemmermann (1899) noch lanzeolat wie *Microcystis complanata* Skuja (1964). *Microcystis incerta* hatte sich in der Kultur von kugeligen Kolonien zu clathratischen entwickelt. Eine solche Entwicklung findet man in der Beschreibung von *Diplocystis incerta* (Lemm.) Drouet et Daily (KOMÁREK 1958; STARMACH hatte 1969 den jetzigen Namen kombiniert). Jedoch ist diese Blaualge durch ihre netzförmige Kolonieform mit den Arten anderer Gattungen, z.B. *Pannus spumosu* Hickel (1991, s. HINDAK 1993) und *Anacystis parasitica* Kützing (s. KÜTZING 1849) vergleichbar. Der Verfasser ist wegen ihrer Herkunft aus dem Sediment eher dafür, sie zu *Microcystis incerta* bzw. *Anacystis parasitica* („in stagnis ad *Cladophorum fractum*“, KÜTZING 1849, S. 209) zu rechnen, während *Pannus spumosu* Hickel (1991) als Phytoplankter oft massenhaft vorkommt (HICKEL 1991, HINDAK 1993) und weiter untersucht werden sollte.

#### Danksagung

Der Verfasser bedankt sich bei Herrn S. Sauweber (Berlin) für die Übergabe von Sedimentproben und bei Frau H. Chang-Schneider für die Hilfe bei der Bearbeitung des Textes.

#### Literatur

- ARZET, K. 1982: Auswirkungen von Therapiemaßnahmen auf das Phytoplankton zweier Kleinseen im ländlichen Raum Oberbayerns. Diplomarbeit, Univ. Freiburg. — BUCKSTEEG, K. 1983: Sonderuntersuchungsprogramm Therapie von Kleinseen. S. 195-224. Informationsbericht 2/83 des Bayer. Landesamtes für Wasserwirtschaft. — CHANG, T. P. und H. CHANG-SCHNEIDER 1994: Algen und Phytoplankton im versauerten Großen Arbersee. Ber. Bayer. Bot. Ges. 64: ?? — GEITLER, L. 1932: Cyanophyceae, In: RABENHORST, L.: Kryptogamenflora, 1196 S. Akad. Verlagsges. Leipzig. — HICKEL, B. 1991: Two new chroococcal cyanophytes from a brackish environment, (Schlei-Fjord) Germany. Algal Stud. 64: 97-104. — HINDAK, F. 1993: To the taxonomy of the chroococcal genus *Pannus* Hickel 1991 (Cyanophyta/Cyanobacteria). Algal Stud. 69: 1-10. — KOMÁREK, J. 1958: Die taxonomische Revision der planktischen Blaualgen der Tschechoslowakei. In: KOMÁREK, J. & H. Ettl (eds.), Algal Stud. 1958: 10-206. Českoslov. Akademie, Prag. — KOMÁREK, J. & B. FOTT 1983: Chlorophyceae (Grünalgen), Ordnung: Chlorococcales. Das Phytoplankton des Süßwassers 7(1), 1044 S. Schweizerb. Verlag, Stuttgart. — KÜTZING, F. T. 1849: Species Algarum, 922 S. Brockhaus, Leipzig. — LEMMERMANN, E. 1899: Das Phytoplankton sächsischer Teiche. Forschungsab. Biol. Stat. Plön 7: 96-135. — SKUJA, H. 1964: Grundzüge der Algenflora und Algenvegetation der Fjeldgegenden um Abisko in Schwedisch-Lappland. Nova Acta Reg. Soc. Upsal., Ser. 4, 18(3): 1-465. — STARMACH, K. 1966: Cyanophyta-sinice, Glaucophyta-glaukofity. Flora Slodkowodna Polski 2: 1-807, P.A.N., Warszawa. — STEINBERG, C. und J. SUTTER 1982: Versuch zur Rekonstruktion der jüngsten Belastungsgeschichte für den Weißlinger See. S. 99-124. Informationsbericht 1/82 des Bayer. Landesamtes für Wasserwirtschaft. — STEINBERG, C., A. SCHRIMPF & K. ARZET 1982: Limnologische Freiwasseruntersuchungen von Weißlinger und Obinger See. Informationsbericht 1/82 des Bayer. Landesamtes für Wasserwirtschaft, S. 55-83.

Dr. Tsang-Pi CHANG  
Rosenstr. 22  
D-85716 Lohhof

