©Bayerische Botanische Gesellschaft; download unter www.bbgev.de;www.biologiezentrum.at

Ber.Bayer.Bot.Ges.	64	157-163	30. April 1994	ISSN 0373-7640

Algen und Phytoplankton im versauerten Großen Arbersee

Von T.- P. Chang und H. Chang-Schneider, Lohhof

Abstract

14 species of algae have developed in the laboratory cultures which were previously inoculated with sediment material of one core obtained from Great Arber Lake (Bavarian Forest). Among these culture material diatom frustules and valves were additionally found and microscopically identified as 14 different species. Also 14 species were found in the summer phytoplankton samples, but they were not identical with the sediment algae and thus a difference indicates a recent change of growth conditions for algae in this acidified lake.

Zusammenfassung

Proben aus den Sedimentschichten eines Bohrkerns vom Großen Arbersee (Bayer. Wald, FRG) wurden im Labor in eine Nährlösung übertragen und die herangewachsenen Algen mikroskopisch untersucht. Dabei wurden 14 Algenarten mit Chloroplasten und weitere 14 Kieselalgen mit leeren Schalen gefunden. Bei der Untersuchung des Sommer-Phytoplanktons im See konnten 14 Arten gezählt werden. Sie waren nicht identisch mit den erwähnten Algenarten. Dieses Phänomen weist auf eine Veränderung der Wachstumsbedingungen für Algen hin, die während der letzten Jahre im See stattfand.

Einleitung

Die gemessenen pH-Werte im Großen Arbersee lagen im sauren Bereich (pH = 4-5,2; siehe Methodik; unter 5, s. STEINBERG 1991); die Versauerung fand nach der Rekonstruktion des pH-Profils in den Sedimenten mit Hilfe von „Bioindikatoren" (z.B. Kiesel- und Goldalgen, SAUMWEBER 1990, ZAHN u. SCHREINER 1990) bereits am Ende des letzten Jahrhunderts (Beginn der Industrialisierung) statt. Seit 1960 befinden sich im See laut STEINBERG et al. (1991) keine Fische mehr; die Dezimierung der Nahrungsquellen durch die Versauerung kann wohl als Ursache angesehen werden. Mikroskopische Algen, Zooplankton und höhere Pflanzen sind nicht mehr in der Lage, sich weiter zu vermehren. Die historische Entwicklung dieses „umgekippten" Sees hat man mit Hilfe der Bohrungen im Seeboden und anschließenden intensiven Untersuchungen an den Bohrkernschichten studiert, z.B. kontinuierlicher Rückgang von organischen Stoffen (STEINBERG 1991), vermehrte Ablagerung von Metallionen (KERN 1989) und Verteilung der Bioindikatoren (Schalen, Schuppen und Pollen) (KERN 1989, SAUMWEBER 1990, ZAHN u.SCHREINER 1990). In den Sedimentschichten des Bohrkerns wurden mehr als 157 Kieselalgen (SAUMWEBER 1990) und fast 20 Mollomonadenarten (ZAHN u.SCHREINER 1990) gefunden. Andere Algengruppen wurden bisher nicht berücksichtigt. Da bisher lediglich bekannt ist, daß in diesem versauerten See nur noch sehr wenige Algenarten existieren (Steinberg und Schuwerk, persönl.Mitteilung), erscheint es wünschenswert, eine detaillierte Studie über die Auswirkung der Versauerung auf Algengesellschaften im Phytoplankton und in Sedimenten durchzuführen.

Material und Methodik

Der Große Arbersee befindet sich ca.5 km von der Stadt Bodenmais entfernt im hinteren Bayerischen Wald, liegt 934,9 m über dem Meeresspiegel und besitzt eine 0,77 km² große Oberfläche (600 m lang

©Bayerische Botanische Gesellschaft; download unter www.bbgev.de;www.biologiezentrum.at

+ 130 m breit; Umfang: 1,860 m^2). Der See hat eine maximale Tiefe von 15,9 m und eine Durchschnittstiefe von 5,79 m. Die Wassererneuerungszeit beträgt 40 Tage. Das relativ kleine Wassereinzugsgebiet (2,58 km^2) ist mit einer dichten Vegetation aus *Picea abies, Abies alba, Fagus silvatica* u.a.(STEINBERG et al.1991) bedeckt.

Der pH-Wert des Seewassers am Probenentnahmetag betrug 5,2; der des Wassers in der 0-2 cm Probe an dem Tag des Kulturansatzes lag bei 4,0. Die von Subfossildiatomeen rekonstruierten pH-Werte stiegen von ca. 4,8 bis > 5,0 erst ab der 12 cm Schichten (SAUMWEBER 1990, STEINBERG et al.1991).

Im Rahmen eines Forschungsprojektes (ZAHN u.SCHREINER 1990, STEINBERG et al.1991, Diplom-Arbeiten, KERN 1989, SAUMWEBER 1990) wurde am 17.04.1988 ein kurzer Bohrkern in der Seemitte entnommen. 2 cm Schichten des Bohrkerns wurden wie Kuchenschnitte zerteilt, in Plastikbeutel eingepackt und gekühlt umgehend ins Labor transportiert (Einzelheiten s. KERN 1989). Nach 10 Tagen im Kühlschrank wurden als Proben ca. 5 mm^3 „Erde" aus den verschiedensten Schichten mit einem kleinen, sterilisierten Spatel in je 10 ml Algennährlösung in Glasröhrchen überführt. Nach einer 40-tägigen Inkubationszeit (auf der Fensterbank mit dem natürlichen Wechsel von Licht und Dunkelheit) wurden die Algen mikroskopisch untersucht. In den in 20 bzw. 22 cm oder tiefer als 26 cm gelegenen Schichten wurden keine Algenzellen gefunden, deshalb ist dieser Bereich nicht weiter untersucht worden. Die Algenbestimmung erfolgte nach GEITLER (1932), HUSTEDT (1930), FOTT (1968) STARMACH (1985) und KOMAREK & FOTT (1983). Die Datierung der Sedimentschichten (s. Abb. 1C) erfolgte mit ^{137}Cs und ^{210}Pb Messungen, ergänzt durch Pollenanalysen (s. KERN 1989, SAUMWEBER 1990).

Die Phytoplankton-Proben (25.08.1988, 20.08.1991 und 10.08.1992) wurden von dem Epilimnion bis 10 m Tiefe per Netz (Porengröße, 30 µm) gesammelt und in Lugol-Lösung fixiert. Anschließend wurden sie unter einem Lichtmikroskop betrachtet, um zu sehen, ob die Algen in den Sedimenten tatsächlich von Phytoplankton-Arten herstammen. Laut ZAHN & SCHREINER (1990, Tab. 2) ergaben die chemischen Analysen des Seewasser (mg/l): Gesamter Phosphor = 0,009, DOC = 2,4, NO_3-N = 4,5, SiO_2 = 4,5, SO_4 = 6,4, Ca = 1,7, Al = 0,5 und Konduktivität = 28 µS/cm sowie pH = 4,7 - 5.

Tabelle 1. Die herangewachsenen Algen in Kulturen aus Sedimentproben

	Sediment-Kuchen in cm											
Schichttiefe in cm	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	22-24	(cf.Abb.1)	
Sediment-Nr.	2	4	6	8	10	12	14	16	18	24	Σ	%
Algenarten												
Scenedesmus longispina	5	5				1	2	2	1	1	17	15
Scenedesmus furcosus	5	3									8	7
Scenedesmus brasiliensis	3	2									5	10
Lagerheimia balatonica	5	2		2		2	3	2	1		17	15
Actinastrum hantzschii	5	2	1		3	2	3	2	2	1	21	18
Chlorella vulgaris	3	2	1		1	2	3			1	13	11
Achnanthes-Navicula 2 spp. *				2	2	2	2				8	7
Fragilaria construens	1				2	1	1				5	4
Pinnularia interrupta **					2	2	1				4	3
Pseudanabaena limnetica		2									2	2
Pseudanabaena galeata	5										5	4
Microcystis sp.(Bakterien?)	5	2	2		2	1					12	10
Summierte Abundanz, Σ	37	20	4	4	12	12	15	6	4	3	117	100
Abundanz, %	32	17	3	3	10	10	13	5	3	2	99	
Anzahl der Arten	9	8	3	2	6	8	7	3	3	3	14	

Abundanz: 5 = massenhaft, 4 = häufig, 3 = mäßig, 2 = vereinzelt, 1 = selten, leer = keine gefunden.
* nicht weiter bestimmt; ** inkl. *P. sudetica.*

©Bayerische Botanische Gesellschaft; download unter www.bbgev.de;www.biologiezentrum.at

Ergebnisse

Nach einer 40tägigen Inkubationszeit hatten die Algenreste aus den Sedimenten in der Nährlösung grüne Flecken sowie kleine Kolonien gebildet. Die herangewachsenen Algen waren gut erkennbar (Tab.1).

In den Kulturen aus verschiedenen Sedimentschichten konnten 14 Algenarten nachgewiesen werden. Grünalgen mit Cönobien oder Zellverbänden waren dominant: *Chlorella vulgaris* mit coccalen Zellen, *Actinastrum hantzschii* mit spindelförmigen Zellen und *Scenedesmus*-Arten mit oder ohne Stacheln. *Scenedesmus furcosus* und *S. brasiliensis* wuchsen in den 0-4 cm Kulturen, während sich *S. longispina, L. balatonica, C. vulgaris* sowie *A. hantzschii* in den Kulturen aus den bis zu 24 cm tiefen Sedimentproben noch entwickelten.

In den obersten Schichten wurden nur wenige Blaualgen gefunden, z.B. *Pseudanabaena limnetica* als eine typische Bodenart, *Pseudanabaena galeata* wegen ihrer Gleitbewegung als Wanderalge und *Microcystis*-Kolonien (mit kleinen Zellen, - 1,5 µm) als weitverbreiteter Plankter. Alle 3 Arten gelangten wohl nur gelegentlich in das Sediment. In den tieferen Sedimentschichten konnten nur Bakterien-Kolonien in der Schleimmasse nachgewiesen werden.

Unter den Arten in den Kulturen waren kaum Kieselalgen vorhanden. Einige Zellen von der kleinen *Achnanthes-Navicula* und etwas größeren *Pinnularia interrupta* sowie *P. sudetica* waren in der Kultur mit einem kleinen Chloroplastpartikel aufgetreten. Zentrische Kieselalgen wie *Melosira* u.a.haben sich nicht in den Kulturen entwickelt; von diesen sowie anderen großen Arten waren nurmehr leere Schalen zu finden (Tab. 2).

Tabelle 2. Diatomeen in Sedimenten (Bestimmung anhand der Schalen in den Laborkulturen)

	Nummer der Sediment-Kuchen (cf.Tab.1)										
Sediment	2	4	6	8	10	12	14	16	18	24	Σ
Diatomeen											
Eunotia exigua			1	1		2			1	2	7
Achnanthes sp.			1		1	1	1	1		1	6
Fragilaria construens					1		1			1	3
Navicula pupula				1	2		1				4
Anomoeoneis serians				1	1	1					3
Tabellaria flocculosa					2	2				1	5
Tabellaria fenestata						2	2	2		2	8
Pinnularia 2 spp.		2	1			1		1		2	7
Asterionella formosa							1			2	3
Gomphonema acuminatum					1	2			1		4
Surirella sp.				1		1	2				4
Diatoma mesodea					2	2					4
Melosira sp.					2	2					4
Zysten	2	1	1	1							5
Summierte Abundanz, Σ	2	3	4	5	12	16	8	4	2	11	67
Anzahl der Arten	1	2	4	5	8	10	6	3	2	7	15

Abundanz: 5 = massenhaft, 4 = häufig, 3 = mäßig, 2 = vereinzelt, 1 = selten, leer = keine gefunden.

Durch die Präsenz der leeren Schalen in den Kulturen konnten 14 Arten von Kieselalgen mikroskopisch bestimmt werden (Tab. 2); darunter befanden sich auch Zysten von *Synura* oder *Bitrichia* (s. Tab. 3). Die Diatomeenschalen waren bis zu einer Tiefe von 24 cm gleichmäßig verteilt. Ein Maximum fand in den 8-12 cm Schichten statt. In den Proben war *Eunotia exigua* wegen ihrer neumondförmigen Struktur deutlich zu erkennen. In den tieferen Schichten befanden sich einige Schalen von *Fragilaria construens* und *Pinnularia interrupta* (s. Tab. 1). *Melosira* war der einzige Vertreter der Centrales.

©Bayerische Botanische Gesellschaft; download unter www.bbgev.de;www.biologiezentrum.at

Tabelle 3. Algen in Phytoplankton-Proben aus dem Großen Arbersee

Plankton-Arten	Probe(25.08.86)	Probe(20.08.91)	Probe(10.08.92)
Peridinium inconspicum	3	3	1
Dinobryon crenulatum	1	1	2
Bitrichia ollula	-	-	2
Mallomonas sp.	1	1	1
Gymnodinium sp.	1	1	2
Ochromonas sp.	-	-	1
Kleine Flagellaten	1	1	2
Ceratium hirundinella	-	-	+
Fragilaria? (25 µm lang)	-	+	-
Chlorella vulgaris	1	1	1
Scenedesmus sp.	1	1	1
Chlamydomonas sp.	1	1	1
Anabaena sp.(5 µm Durchm.)	1	-	+
Oscillatoria sp.(<2 µm Durchm.)	-	-	+
Synura sp.	-	-	1
Summierte Abundanz, Σ	11,0	10,5	16,5
Anzahl der Algenarten	9	9	14

Abundanz: 5 = massenhaft, 4 = häufig, 3 = mäßig, 2 = vereinzelt, 1 = selten, + = 0,5 sehr selten, - = 0,0 keine gefunden.

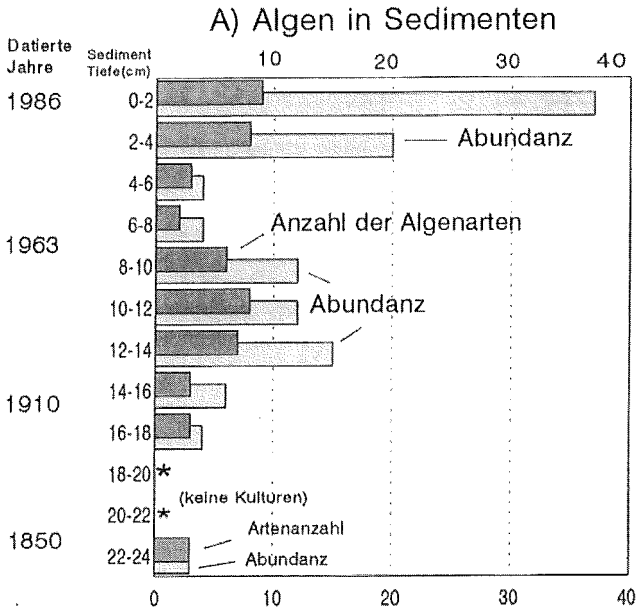
Im Großen Arbersee traten im Sommer maximal 14 Algenarten auf (Tab. 3). Algen mit Schuppen und Panzern waren häufig im Phytoplankton zu finden, z.B. *Gymnodinium, Peridinium, Dinobryon, Bitrichia, Mallomonas, Ceratium* und *Synura.* Die ersten 3 Flagellatenarten dominierten (Tab. 3). Blau-und Grünalgen waren nur sehr wenig vorhanden. Lediglich einige Schalen von kleinen Diatomeen (<25 µm lang) sowie undefinierbare Zellen von Grün-und Blaualgen wurden in den Proben gelegentlich gefunden. Schwierigkeiten gab es bei der Unterscheidung kleiner Schalen von *Achnanthes* oder *Navicula-Fragilaria,* vereinzelter Zellen von *Scenedesmus* oder *Chlorella-Monoraphidium* und fragmentierter Trichome von *Oscillatoria* oder *Anabaena-Pseudanabaena*? Die größeren Arten von *Eunotia, Tabellaria* und *Pinnularia,* die häufig in den Sedimentproben vorhanden sind (Tab. 1, 2), traten noch nie in den Planktonproben auf (Tab. 3).

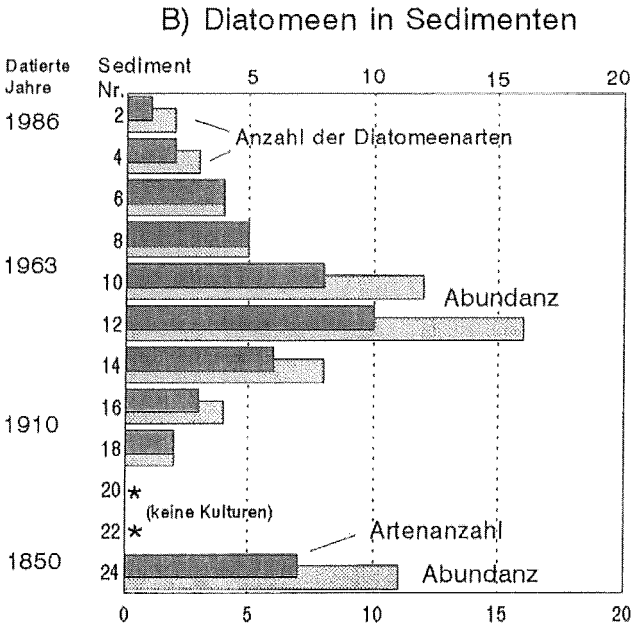
Diskussion

Die pH-Werte des Seewassers im Großen Arbersee lagen zwischen 4,0-5,2 (siehe Methodik); 4,5-4,7 bzw.4,5-5,8 anhand der Analysen von Diatomeen (SAUMWEBER 1990) und organischen Kohlenstoffen (STEINBERG 1991). In einem derart versauerten See, lt. ALMES et al. in LENHART u. STEINBERG (1984), kommen maximal 8-21 Algenarten vor; tatsächlich waren 14 in den Phytoplanktonproben (Tab. 3), 14 mit Chloroplasten (Tab. 1) und weitere 14 mit leeren Schalen (Tab. 2) in den Sedimentkulturen (Abb. 1). Es ist ebenfalls festgestellt worden, daß in einem versauerten See (cf. LENHART u. STEINBERG 1984) wie dem Großen Arbersee, Flagellatenarten dominant auftreten, z.B.acidophile Algen wie *Peridinium inconspicum, Dinobryon crenulatum* u.a (Tab. 3). Solche Flagellatenarten waren aufgrund der Mineralisierung in den Sedimentschichten einerseits und Mangel an Wachstumsfaktoren anderseits nicht in der Laborkultur vorgekommen. Andere Algen wie *Scenedesmus,* deren Zellen im Phytoplankton deformiert waren, konnten sich im Labor durch Kultivierung wieder erholen, d.h. sie haben sich dabei vermehrt.

Abb.1. Algenvorkommen in Sedimenten des Großen Arbersees. A) Abundanz der herangewachsenen Algen, B) Abundanz der Diatomeen und C) datierte Jahre (1986: Reaktorunfall von Tschernobyl, 1963: Atombomben, s. KERN 1989, SAUMWEBER 1990).

©Bayerische Botanische Gesellschaft; download unter www.bbgev.de;www.biologiezentrum.at





©Bayerische Botanische Gesellschaft; download unter www.bbgev.de;www.biologiezentrum.at

Erwartungsgemäß nimmt die Wahrscheinlichkeit zu erneutem Wachstum von sedimentierten Algenresten in Laborkultur je nach Sedimenttiefe regelmäßig ab (Abb. 1A). Ein rapider Rückgang trat schon in 4-8 cm Tiefe auf (ca. 1970, Abb. 1C), so daß eine Anhäufung der Algenabundanz in 8-16 cm Tiefe vorlag (Abb. 1A). Kieselalgen häuften leere Schalen erst in den 8-16 cm tiefen Sedimenten an (Abb. 1B), wobei diese Algen in der Laborkultur selten zu finden waren (Tab. 1). Eine größere Dichte von leeren Schalen kam in tieferen Sedimenten (bis 24 cm) vor. Solche Schichtung erschwert die Aussage, ob abgelagerte Algenreste in tieferen Sedimenten Jahrzehnte lang noch lebensfähig sind.

Die frisch sedimentierten Arten, vor allem von Blau-und Grünalgen am Seeboden (0-4 cm Tiefe), konnten schnell wieder in der Kultur heranwachsen (Abb. 1A). Sie waren meistens sehr klein, z.B. *Scenedesmus, Chlorella* mit dicken Zellwänden und *Microcystis* mit Mucilage. Andere Algen mit gleichen Sonderstrukturen, z.B. *Aphanocapsa, Gloeocapsa, Aphanothece, Gloeothece* und *Pediastrum, Tetraedron* bzw. *Botryococcus*, treten häufig in Sedimenten auf (KORDE 1966), kommen im Großen Arbersee rezent jedoch nicht vor. *Microcystis* sowie Bakterien, die in den Kulturen herangewachsen sind, enthielten weder Schutzmucilage noch Kapseln. Sowohl planktische als auch sedimentierte Arten im Großen Arbersee sind spezifisch im Moor und Gebirge innerhalb des bayerisch/böhmischen Grenzegebietes verbreitet (z.B. *Bitrichia ollula, Pinnularia sudetica* u.a.,SAUMWEBER 1990, STARMACH 1985). Deshalb konnten die Algen mit/ohne dicken Zellwänden bzw. Gallert-Hüllen (JUSE 1966, KORDE 1966) erst durch Kultivierung wieder ihre Originalform erhalten (cf. KORDE 1966). In den „versauerten" (0-12 cm) Sedimenten des Großen Arbersees waren tatsächlich vermehrt Arten mit einer hohen Säuretoleranz vorhanden (SAUMWEBER 1990, ZAHN u.SCHREINER 1990).

Eunotia exigua wurde im Langkern häufig gefunden (SAUMWEBER 1990), jedoch nur bei den 0-4 cm Schichten (Tab. 2); ähnlich war es bei *Achnanthes* und *Fragilaria. Anomoeoneis serians* und *Gomphonema acuminatum,* beide bekanntlich acidophil (LENHART u.STEINBERG 1984), kamen erst ab ca. 12 cm (ca.1940) vor (SAUMWEBER 1990), jedoch weder in unseren (0-4 cm)-Kulturen noch in den Phytoplankton-Proben (Tab. 3). SAUMWEBER (1990) faßt zusammen, daß vor 1890 Pennales häufiger waren als Centrales (35 %, vor allem die Melosirenflora hat sich wie in allen Binnengewässern seit jener Zeit ausgebreitet, JUSE 1966). Gegen 1963 sind die aerischen, gebirgs- und moosbesiedelnden, sowie die acidobionten Arten maximal aufgetreten. In den letzten Jahren (1988-1992) sind Kieselalgen trotz hoher SiO_2-Konzentration im Seewasser (4,5 mg/l) seltener geworden; sie stellen im Großen Arbersee keine Bioindikatoren mehr dar.

Die Artenzusammensetzung von Plankton und Sediment ist unterschiedlich. Algen in den Phytoplanktonproben (Tab. 3) wurden in den Sedimenten bzw. den Kulturen meistens nicht mehr wiedergefunden (Tab. 1); sie könnten saisonbedingt im See vorkommen, d.h. sie waren von der Umgebung in den See frisch eingebracht worden. Deshalb waren einige Arten wegen der ungünstigen Lebensbedingungen schon deformiert. Die stetige Artenreduzierung der letzten Jahre verdeutlicht eine Verschlechterung der Lebensbedingungen (cf. KORDE 1966). Nach Untersuchungen an den rezenten Phytoplankton-Proben steht fest, daß sowohl die Qualität als auch die Quantität der Algen in diesem See sehr mangelhaft ist. Da kaum Zellen in den Phytoplankton-Proben vom Großen Arbersee zu finden sind (Chlorophyll-a immer < 1µg/l), ist es schwierig eine quantitative Analyse durchzuführen (Tab. 3). Jedoch deuten unsere Ergebnisse darauf hin, daß alle Schadstoffe, entweder aus der Luft (saurer Regen, Aerosole u.a.) oder von der Umgebung, zu einer Mangelproduktion von Algen und schließlich zum Zusammenbruch der Nahrungskette im See führen.

Danksagung

Die Verfasser bedanken sich bei den Herren S. Saumweber (Berlin) für die Übergabe von Sedimentproben und H. Schuwerk (Deggendorf) für die Zusendung von Phytoplanktonproben.

Literatur

FOTT, B.1968: Cryptophyceae, Chloromonadophyceae, Dinobryceae. In: ELSTER, H.J. & OHLE,W. (eds.): Die Binnengewässer 14(3): 1-322. — GEITLER,L. 1932: Cyanophyceae, In: RABENHORST, L.: Kryptogamenflora, 1196S. Akad. Verlagsges.Leipzig. — HUSTEDT, F. 1930: Bacillariophyta (Diatomeae). In: PASCHER, A.: Die Süsswasser-Flora Mitteleuropas, Heft 10, 466S, Koeltz (reprint 1976). — JUSE, A. 1966: Diatomeen in Seesedimenten. Arch. Hydrobiol. Beih. 4:1-32. — KERN, J. 1989: Ermittlung der Langzeitversauerung des Großen Arbersees über chemische Parameter. Diplomarbeit, Freie Universität Berlin. — KOMAREK, J. & FOTT, B. 1983: Chlorophyceae (Grünalgen), Ordnung:Chlorococcales. Das Phytoplankton des Süßwassers 7(1), 1044S. Schweizerbart.Verlag,Stuttgart. — KORDE, N.W. 1966:. Algenreste in Seesedimenten. Zur Entwicklungsgeschichte der Seen und umliegenden

©Bayerische Botanische Gesellschaft; download unter www.bbgev.de;www.biologiezentrum.at

Landschaften. Arch. Hydrobiol. Beih. 3:1-38. — LENHART,B.und C. STEINBERG 1984: Limnologische und limnobiologische Auswirkungen der Versauerung von kalkarmen Oberflächengewässern. Informationsberichte Bayer. Landesamt f. Wasserwirtschaft 4/84,210S. — SAUMWEBER, S. 1990: Die Diatomeen im Sediment des Großen Arbersees (Bayerischer Wald) als pH-Indikatoren zur Rekonstruktion der Entwicklung in den letzten 13000 Jahren. Diplomarbeit, Freie Universität Berlin. — STARMACH, K. 1985; Chrysophyceae und Haptophyceae. In: Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bd.1, 515S, Gustav Fischer, Stuttgart. — STEINBERG, C. 1991: Fate of organic matter during natural and anthropogenic lake acidification. Water Res. 25(12): 1453-1458. — STEINBERG, C., S. SAUMWEBER & J. KERN 1991: Paleolimnological trends in total organic carbon indicate natural and anthropogenic sources of acidity in Großer Arbersee, Germany. The Science of the Total Environment 107: 83-90. — ZAHN, H.und C. SCHREINER 1990: Monitoringprogramm für versauerte Gewässer durch Luftschadstoffe in der Bundesrepublik Deutschland im Rahmen der ECE. Wasserwirtschaft Forschungsbericht (10204362).

Dr.Tsang-Pi CHANG und
Hella CHANG-SCHNEIDER
Rosenstraße 22
D-85716 Lohhof

©Bayerische Botanische Gesellschaft; download unter www.bbgev.de;www.biologiezentrum.at

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte der Bayerischen Botanischen Gesellschaft zur Erforschung der Flora

Jahr/Year: 1994

Band/Volume: 64

Autor(en)/Author(s): Chang Tsang-Pi, Chang-Schneider Hella

Artikel/Article: Algen und Phytoplankton im versauerten Großen Arbersee 157-163