

Hydrochemie und Phytoplanktongemeinschaften des Lunzer Obersees (Niederösterreich)

RUZICKA K. & M. SCHAGERL

Abstract: Situated at an altitude of 1113 m within the northern Kalkalpen in Lower Austria, lake Lunzer Obersee has some peculiarities like temporary meromixis and a quaking bog, which covers about 40% of the lacustrine area. The boggy surrounding causes for elevated contents of humic substances, but the calcareous underground prevents an acidification of the lake. Both the poor nutrient availability and high light attenuation is traced back to the presence of dissolved humic substances. In this study, 97 algal species could be determined, which are partly representatives of dystrophic water bodies, some of them seem to be adapted to the unfavourable light climate through pigmentation and the ability of movement.

Key words: dystrophic, algal species composition; high mountain lake, meromixis, phytoplankton.

Einleitung

Seit der Gründung der biologischen Station Lunz im Jahr 1906 ist die Region Lunz das Ziel zahlreicher Untersuchungen. Der Lunzer Obersee jedoch wurde vermutlich aufgrund seiner geographischen Lage, der klimatischen Verhältnisse und der schlechten Erreichbarkeit (eine Forststraße führt erst seit 1971 zum See) vernachlässigt. In den 1920er und 1930er Jahren erschienen einige Abhandlungen zur Entstehung und Beschaffenheit des Gewässers, welche Auskunft über basale abiotische und chemische Verhältnisse geben (BREHM & RUTTNER 1926, GAMS 1927, MÜLLER 1938a, b), das Arteninventar jedoch kaum erfassen. Der bekannte Limnologe Franz Ruttner begann in den 1940er Jahren erstmals, das Phytoplankton genauer zu untersuchen, die Ergebnisse wurden allerdings nicht veröffentlicht. Weiters existieren Daten aus den Jahren 1985-1987, die im Rahmen einer Dissertation erhoben wurden (MANLIK 1988).

Das Kleinklima um den Obersee zeichnet sich durch eine kurze Vegetationsperiode (April-September) und hohe Niederschlagsmengen aus (in der Jahressumme deutlich mehr als 2000 mm, BREHM & RUTTNER 1926). Eine Besonderheit ist der Schwingrasen mit moorigem Charakter und einer einzigartigen Desmidiaceenflora (RAUCH & SCHAGERL 2003, LENZENWEGER 1993), welche auch auf die Phytoplanktongemeinschaft des Obersees ihre Auswirkung hat. Der Schwingrasen dürfte auch dafür verantwortlich sein, dass der Humingehalt des Sees relativ hoch ist, da er durch den Schneedruck im Winter regelrecht ausgepresst wird, wodurch Huminsäuren in die Freiwasserzone gelangen (MÜLLER 1938a, b). Der von NAUMANN (1921) eingeführte Begriff „dystroph“ cha-

rakterisiert derartig gefärbte Seen, deren Wasser durch gelöstes organisches Material, das aus der moorigen Umgebung eingeschwemmt wurde, braun verfärbt ist. Weitere Kennzeichen für dystrophe Seen ist eine geringe Phytoplanktondiversität, die Lichtverfügbarkeit schwindet nach einigen Metern und Nährstoffe können im anoxischen Hypolimnion zurückgehalten werden (LEPISTÓ & ROSENSTRÖM 1998).

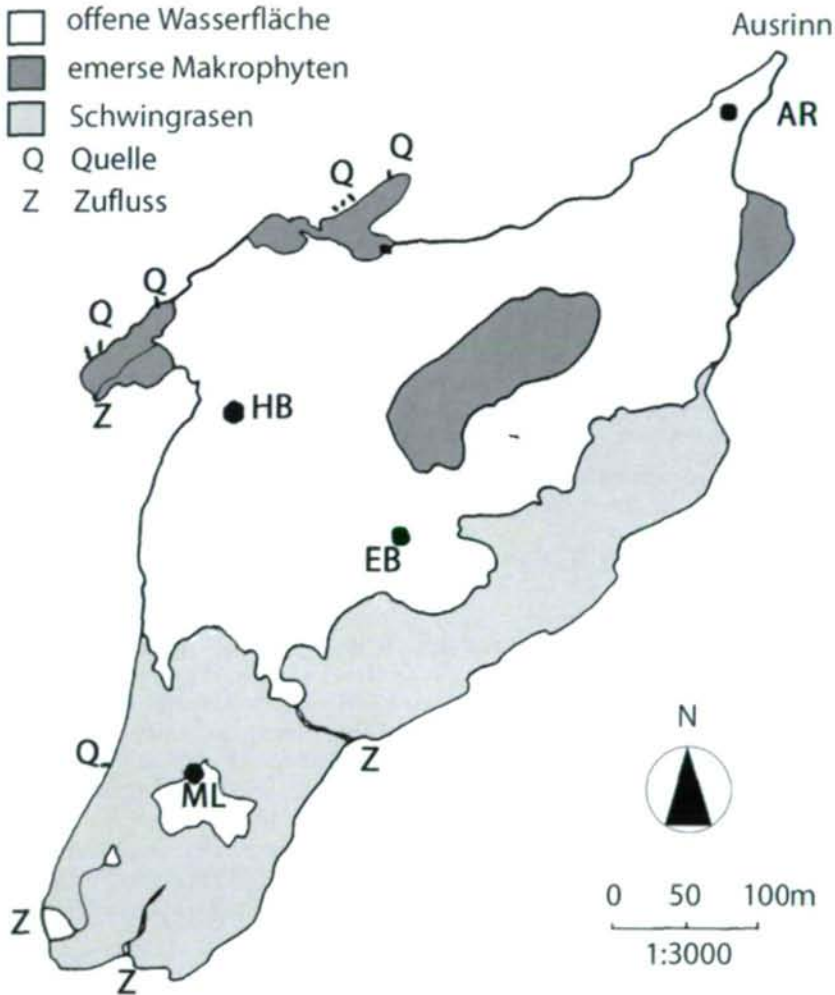


Abb. 1: Lage der Probenpunkte am Lunzer Obersee (Karte nach LENZENWEGER 1993, abgeändert).

Um ein gesamtheitliches Bild des Lunzer Obersees hinsichtlich der chemischen, physikalischen Eigenschaften und seiner Phytoplanktongemeinschaft zu erhalten, wurden im Rahmen dieser Studie im Jahr 2002 weitere Untersuchungen durchgeführt. In die Diskussion fließen frühere Erkenntnisse vor allem aus dem Bereich der Phytoplanktonanalyse ein.

Untersuchungsgebiet

Der Lunzer Obersee ist Bestandteil der Lunzer Seenkette in den nördlichen Kalkalpen und befindet sich auf einer Seehöhe von 1113 m (GAMS 1927). Aufgrund der klimatischen und hydrographischen Verhältnisse ist er zu den Hochgebirgsseen zu zählen (RUTTNER 1914/1915). Der Obersee hat nicht die Gestalt einer regelmäßigen Wanne, sondern besteht aus fünf verschiedenen tiefen, miteinander verbundenen Teilbecken (MANLIK 1988, MÜLLER 1938a, b). Die tiefste Stelle liegt im Hauptbecken bei etwa 15 m, die zweittiefste im Inselbecken bei ca. 8,5 m. Einrinn-, Inselbecken und Moorloch sind zwischen fünf und sechs Meter tief. Die Seefläche beträgt 14,43 Hektar, wobei 44% von einem Schwingrasen bedeckt sind, in dessen Mitte sich das so genannte Moorloch befindet (BREHM & RUTTNER 1926). Das Gewässer wird von einer Anzahl kleinerer Bäche ohne Schotterführung gespeist, die größtenteils am Ufer des Schwingrasens oder unterirdisch in die freie Wasserfläche münden. Weitere unterseeische Quellen am Westufer aus den roten, eisenhaltigen Liaskalken sind für erhöhte Eisenwerte in den Tiefenzonen verantwortlich. Da die Quelltemperatur ca. 5°C beträgt, mischt sich ihr Wasser in die tiefen Schichten des Gewässers ein (MANLIK 1988, BREHM & RUTTNER 1926). Die Probenpunkte befinden sich in Haupt- (HB) und Einrinnbecken (EB), im Moorloch (ML) und beim Ausrinn (AR) (Abb. 1).

Material und Methoden

Die Probennahme erfolgte zumeist in zweiwöchigen Intervallen. An jeder Probenstelle wurde mit einem RUTTNER-Schöpfer zwei Liter Wasser aus verschiedenen Tiefenstufen entnommen (HB: 0, 2, 5, 10 m; EB: 0, 4 m; ML: 0, 3 m; AR: 0 m). Die vertikale Messung von Temperatur, Sauerstoff (% und mg l^{-1}) und elektrischer Leitfähigkeit ($\mu\text{S cm}^{-1}$) erfolgte meterweise in HB, EB, ML und AR (WTW LF 90 und WTW Oxi 330i), die Lichtintensität wurde in HB und EB erfasst (LI-COR LI-1000). Die qualitativen Planktonproben wurden mit einem 25 μm Planktonnetz gezogen und im Labor mit einem Mikroskop (Polyvar Reichert Jung) lebend analysiert, ein geringer Teil wurde für spätere Untersuchungen mit Formol fixiert. Verwendete Bestimmungsliteratur: Cyanobakterien - GEITLER (1932), KOMÁREK & ANAGNOSTIDIS (1999); Chrysophyceae - STARMACH (1985); Euglenophyceae - HUBER-PESTALOZZI (1955); Bacillariophyceae - KRAMMER & LANGE-BERTALOT (1986, 1988, 1991a, b); Dinophyceae - POPOVSKÝ & PFIESTER (1990); Cryptophyceae - BOURRELLY (1970); Chlorophyceae - KOMÁREK & FOTT (1983), HEERING (1914); Oedogoniophyceae - MROZINSKA (1985); Conjugatophyceae - LENZENWEGER (1996, 1997, 1999), WEST & WEST (1904, 1905, 1908, 1912). Die Häufigkeit der vorkommenden Arten wurde mit Hilfe einer Schätzskaala von 1 bis 5 angegeben (1-gering, 5-massenhaft). Die entnommenen Wasserproben wurden im Labor weiter aufbereitet. Für die Chlorophyll-a-Bestimmung (Chl-a) und die Ermittlung der Schwebstoffe wurden je ein Liter abfiltriert (Ederol BM-C), das Filtrat diente für die chemischen Analysen. Nitritstickstoff (Nitrit-N) wurde colorimetrisch nach der GRIESS-Reaktion bestimmt, Nitratstickstoff (Nitrat-N) nach der Natriumsalicylat-Methode (LEGLER 1988). Die Ermittlung von Ammoniumstickstoff (Ammonium-N) erfolgte nach der Indophenolblaumethode (KROM 1980). Die Bestimmung von soluble reactive phosphorus

($\text{PO}_4\text{-P}$, aus Filtrat) und Totalphosphor (TP) ($\text{P}_{\text{tot}}\text{-P}$, nach Aufschluss von unfiltrierter Probe mit Schwefelsäure und Wasserstoffperoxyd) erfolgte colorimetrisch nach der Molybdänblau-Methode (Spektralphotometer: Hitachi U-2001) (STRICKLAND & PARSONS 1968). Der Chl-a-Gehalt wurde mittels Filterextraktion in 90% Aceton und anschließender Vermessung bei $\lambda = 663 \text{ nm}$ ermittelt (SCHAGERL & PICHLER 2000). Die Alkalinität wurde durch Endpunkttitration bestimmt (K_S 4,3, Metrohm: pH-Meter 691, Impulsomat 614, Dosimat 665), die Gesamthärte durch Titration mit EDTA unter Zugabe von NH_3 und Indikatorpuffertabletten (Merck 8039). Um den Schwebstoffgehalt des Wassers zu ermitteln, wurden Trocken- (TG) und Aschegewicht (AG) bestimmt und das aschefreie Trockengewicht (AFTG) rechnerisch festgestellt ($\text{TG}-\text{AG}=\text{AFTG}$). TG: Trocknung des Filters bei 100°C für 24 Stunden, AG: weitere drei Stunden bei 550°C .

Ergebnisse

Abiotik

Das Hauptbecken ist auf Grund seiner Tiefe der einzige Probenpunkt, bei dem sich hinsichtlich Temperatur, Sauerstoff und Leitfähigkeit ein Schichtungsbild aufbauen kann. Die pH-Werte sind konstant und schwach alkalisch, Alkalinität und Härte weisen den See als typisches kalkhaltiges Gewässer aus (Tab. 1).

Tab. 1: Mittelwerte \pm Standardabweichungen ausgesuchter Standortparameter (T = Temperatur, Lf = Leitfähigkeit, O_2 = Sauerstoff, Alk = Alkalinität).

	T	Lf	O_2	O_2	pH	Alk.	Härte	
	[$^\circ\text{C}$]	[$\mu\text{S cm}^{-1}$]	[%]	[mg l^{-1}]		[mVal l^{-1}]	[mVal l^{-1}]	
HB	0 m	$11,2 \pm 6,3$	183 ± 26	104 ± 11	$10,2 \pm 1,3$	$8,2 \pm 0,1$	$1,97 \pm 0,74$	$1,94 \pm 0,22$
	12 m	$4,7 \pm 1,5$	222 ± 39	11 ± 13	$1,2 \pm 1,6$	$8,3 \pm 0,2$	$2,66 \pm 1,00$	$2,52 \pm 0,16$
ML	0 m	$11,7 \pm 6,0$	174 ± 28	102 ± 9	$9,3 \pm 2,6$	$8,2 \pm 0,1$	$1,80 \pm 0,41$	$1,80 \pm 0,26$
	3 m	$6,9 \pm 2,2$	197 ± 41	89 ± 10	$9,2 \pm 2,8$	$8,3 \pm 0,1$	$2,33 \pm 1,05$	$2,26 \pm 0,25$
EB	0 m	$13,3 \pm 5,4$	188 ± 23	105 ± 10	$10,1 \pm 0,9$	$8,4 \pm 0,1$	$2,04 \pm 0,80$	$2,14 \pm 0,50$
	4 m	$8,9 \pm 2,9$	193 ± 34	101 ± 19	$10,8 \pm 2,3$	$8,4 \pm 0,1$	$2,25 \pm 0,93$	$2,15 \pm 0,24$
AR	0 m	$11,7 \pm 6,7$	179 ± 20	110 ± 12	$10,7 \pm 1,1$	$8,3 \pm 0,2$	$2,03 \pm 0,83$	$1,85 \pm 0,23$

Auffallend ist eine starke Zunahme beider Werte am Grund des Hauptbeckens, aber auch im Moorloch und Einrinnecken kommt es zu einem leichten Anstieg in tieferen Bereichen. Sowohl im Frühjahr als auch im Herbst befindet sich das Hauptbecken in einem annähernd homothermen Zustand, Ende Mai beginnt sich eine Temperaturschichtung bis zu einer Maximaltemperatur um 20°C (Juli, August; Abb. 2a) auszubilden.

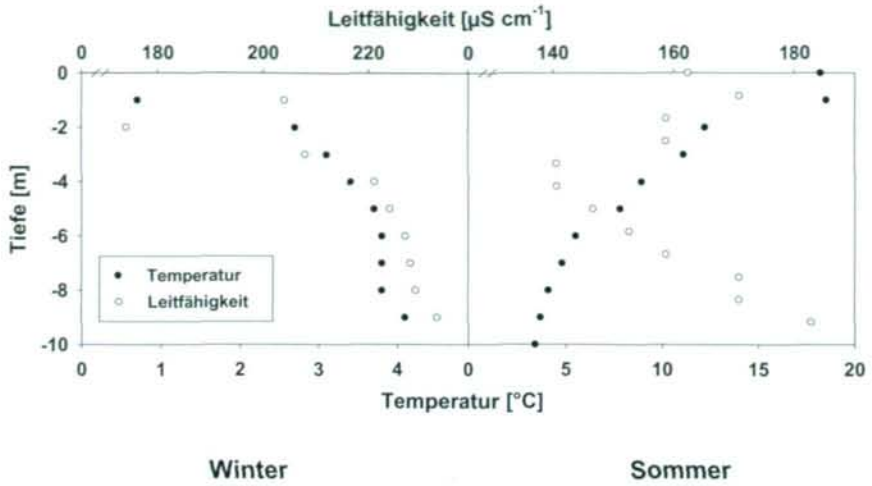


Abb. 3: Tiefenprofil von Leitfähigkeit und Temperatur im HB (unter Eis/Sommer).

Die Sauerstoffwerte zeigen eine deutliche Schichtung von März bis Oktober (Abb. 2b), Anfang November wird durch Turbulenzen der Gradient in oberflächennahen Bereichen ausgeglichen, über Grund herrscht hingegen weiterhin ein O_2 -Defizit. Während der Sommerstagnation erreichen die Werte ihr Maximum von ca. 125% im Juli in drei bis vier Metern Tiefe.

Im Leitfähigkeitsprofil (Abb. 2c) erkennt man deutlich, dass während der ganzen Saison eine geschichtete Wassersäule vorliegt, wobei die Werte im Sommer mit ca. $150 \mu\text{S cm}^{-1}$ deutlich niedriger sind als im Frühjahr und Herbst mit ca. $210 \mu\text{S cm}^{-1}$. Weiters kommt es zu einem starken Anstieg der Leitfähigkeit bis $270 \mu\text{S cm}^{-1}$ mit der Tiefe.

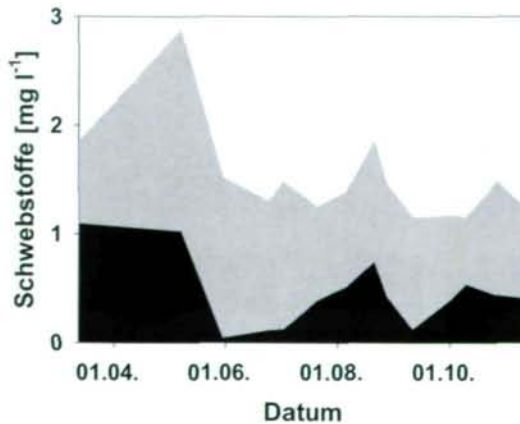


Abb. 4: Aschegewicht (schwarz) und aschefreies Trockengewicht (grau; entspricht in etwa der organischen Substanz) im Saisonverlauf.

Vergleicht man die Tiefenprofile von Leitfähigkeit und Temperatur unter Eis und im Sommer (Abb. 3), erkennt man eine deutliche inverse Temperaturschichtung im Winter, wobei die Werte an der Oberfläche von ca. 0,9°C auf 4,1°C in der Tiefe steigen. Die Leitfähigkeit sinkt in zwei Metern Tiefe kurzfristig von ca. 200 $\mu\text{S cm}^{-1}$ auf 170 $\mu\text{S cm}^{-1}$, um anschließend in der Tiefe kontinuierlich auf ca. 230 $\mu\text{S cm}^{-1}$ anzusteigen.

Den höchsten Trockengewichts-Wert findet man Anfang Mai mit ca. 3,0 mg l^{-1} , ansonsten schwanken die Werte nur gering zwischen 1,2 und 1,8 mg l^{-1} . Zumeist überwiegt der Anteil an organischer Substanz am Trockengewicht, vor allem im Juni, Juli und Mitte September (Abb. 4).

Betrachtet man die errechnete Kompensationsebene im Saisonverlauf (Abb. 5), fällt der niedrige Wert Anfang März (ca. 3 m) und ein hoher Werte Ende August (14 m) auf. Die übrige Zeit unterliegen die Werte nur geringen Schwankungen zwischen ca. 5 und 7 m.

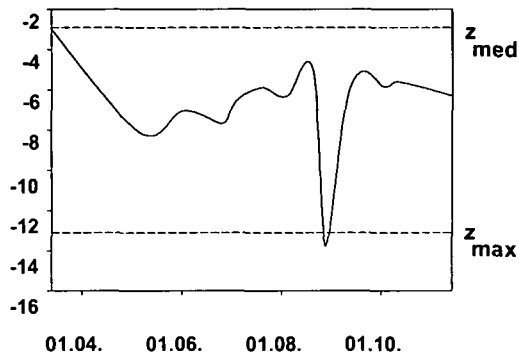


Abb. 5: berechnete Kompensationsebene (1% des einfallenden Lichtes) im Saisonverlauf mit mittlerer (Z_{med}) und maximaler Tiefe (Z_{max} ; HB).

Chemie

Die im Labor gemessenen chemischen Parameter wurden für die einzelnen Probenpunkte jeweils an Oberfläche und Grund über das Jahr gemittelt, die Standardabweichung berechnet und in Tabelle 2 aufgelistet. Bei Betrachtung des Nitrat-N fällt auf, dass er in EB und ML am Grund höher ist als an der Oberfläche, während er im HB mit der Tiefe abnimmt. Ammonium-N erreicht an allen Probestellen ähnliche Konzentrationen, nimmt aber im Hauptbecken in 10 m Tiefe einen Maximalwert von rund 420 $\mu\text{g l}^{-1}$ an.

Soluble reactive phosphorus (SRP) ist selten nachweisbar, der Totalphosphor schwankt zwischen 7-17 $\mu\text{g l}^{-1}$ an der Oberfläche und 13-30 $\mu\text{g l}^{-1}$ am Grund.

Anfang März ist der Nitrat-N mit einem Maximalwert bis zu 850 $\mu\text{g l}^{-1}$ in der ganzen Wassersäule um einiges höher als im Sommer. In den folgenden eineinhalb Monaten nimmt er auf ungefähr 500 $\mu\text{g l}^{-1}$ ab. Im Mai beginnt sich eine deutliche Schichtung auszubilden, wobei die Konzentrationen an der Oberfläche zwischen 150-200 $\mu\text{g l}^{-1}$ schwanken, in drei bis vier Metern Tiefe ein Maximum (250 $\mu\text{g l}^{-1}$) erreichen und in zehn Metern Tiefe bis auf 50 $\mu\text{g l}^{-1}$ sinken. Ende Oktober bricht die Schichtung zusammen und die Werte steigen wieder an (Abb. 6a).

Tab. 2: Mittelwerte \pm Standardabweichung der chemischen Parameter (SRP = soluble reactive phosphorus, TP = Totalphosphor, Werte in $\mu\text{g l}^{-1}$).

		$\text{NO}_2\text{-N}$	$\text{NO}_3\text{-N}$	$\text{NH}_4\text{-N}$	SRP	TP
HB	0 m	1,0 \pm 0,5	317 \pm 207	7 \pm 9	0,9 \pm 1,8	7,2 \pm 4,3
	10 m	3,5 \pm 3,3	122 \pm 139	422 \pm 207	1,5 \pm 2,0	30,4 \pm 16,1
EB	0 m	0,8 \pm 0,5	258 \pm 94	5 \pm 7	0,2 \pm 0,5	10,8 \pm 7,9
	4 m	0,8 \pm 0,6	320 \pm 83	10 \pm 8	0,2 \pm 0,5	18,4 \pm 10,9
ML	0 m	1,0 \pm 0,5	315 \pm 231	7 \pm 6	1,0 \pm 1,5	17,1 \pm 13,6
	3 m	0,6 \pm 0,5	396 \pm 110	7 \pm 5	0,6 \pm 0,8	13,7 \pm 6,5
AR	0 m	1,0 \pm 0,6	302 \pm 225	10 \pm 7	0,6 \pm 1,0	12,1 \pm 9,2

Der Ammonium-N verhält sich gegensätzlich zum Nitrat-N, hier wurden mit zunehmender Tiefe höhere Konzentrationen verzeichnet. Auffällig ist ein Maximum Anfang Mai bei zehn Meter Tiefe um $600 \mu\text{g l}^{-1}$ (Abb. 6b).

Der TP nimmt in der ersten Saisonhälfte an der Oberfläche von $25 \mu\text{g l}^{-1}$ auf $5 \mu\text{g l}^{-1}$ konstant ab, um gegen Ende des Jahres wieder leicht anzusteigen. Der Maximalwert von $70 \mu\text{g l}^{-1}$ liegt ebenso wie beim Ammonium-N Anfang Mai bei zehn Metern (Abb. 6c).

Die Chl-a Werte (Tab. 3) schwanken um $5 \mu\text{g l}^{-1}$, Maximalwerte werden in der ersten Saisonhälfte verzeichnet. Zwischen Chl-a und TP ist kein signifikanter Zusammenhang erkennbar ($p = 0,370$, $r^2 = 0,100$).

Tab. 3: Mittelwerte (Tiefe) von Chlorophyll-a (Chl-a) und Totalphosphor (TP) im Saisonverlauf im HB, Werte in $\mu\text{g l}^{-1}$ (1-12 = Termine: 8.5., 31.5., 25.6., 3.7., 21.7., 6.8., 21.8., 28.8., 11.9., 1.10., 10.10., 27.10., 13.11.).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Chl-a	6,3	4,9	10,4	7,3	3,7	3,1	3,8	4,0	4,1	3,7	4,3	4,0	1,6
TP	39,7	23,4	19,1	19,7	17,6	15,1	13,5	8,4	10,1	9,6	9,6	10,3	22,7

Phytoplankton

Aus den qualitativen Phytoplanktondaten wurde eine Artenliste (Anhang 1) erstellt, wobei die Häufigkeit einer Art pro Probenpunkt mit + und – gekennzeichnet wurde. Weiters beinhaltet die Tabelle Funde aus den Jahren 1985-1987 von MANLIK (M) und 1942-1944 und den 50er Jahren von RUTTNER (R). Diese historischen Vergleichsdaten gelten für den gesamten See und geben keine Auskunft darüber, wie oft eine Art gefunden wurde. In der vorliegenden Arbeit wird die größte Artenzahl mit 61 im ML und im EB erreicht, gefolgt von HB mit 56 und AR mit 55 Arten. Die Gesamtartenzahl der im ganzen See gefundenen Arten beträgt 97, während MANLIK 142 und RUTTNER 106 Arten identifizierten.

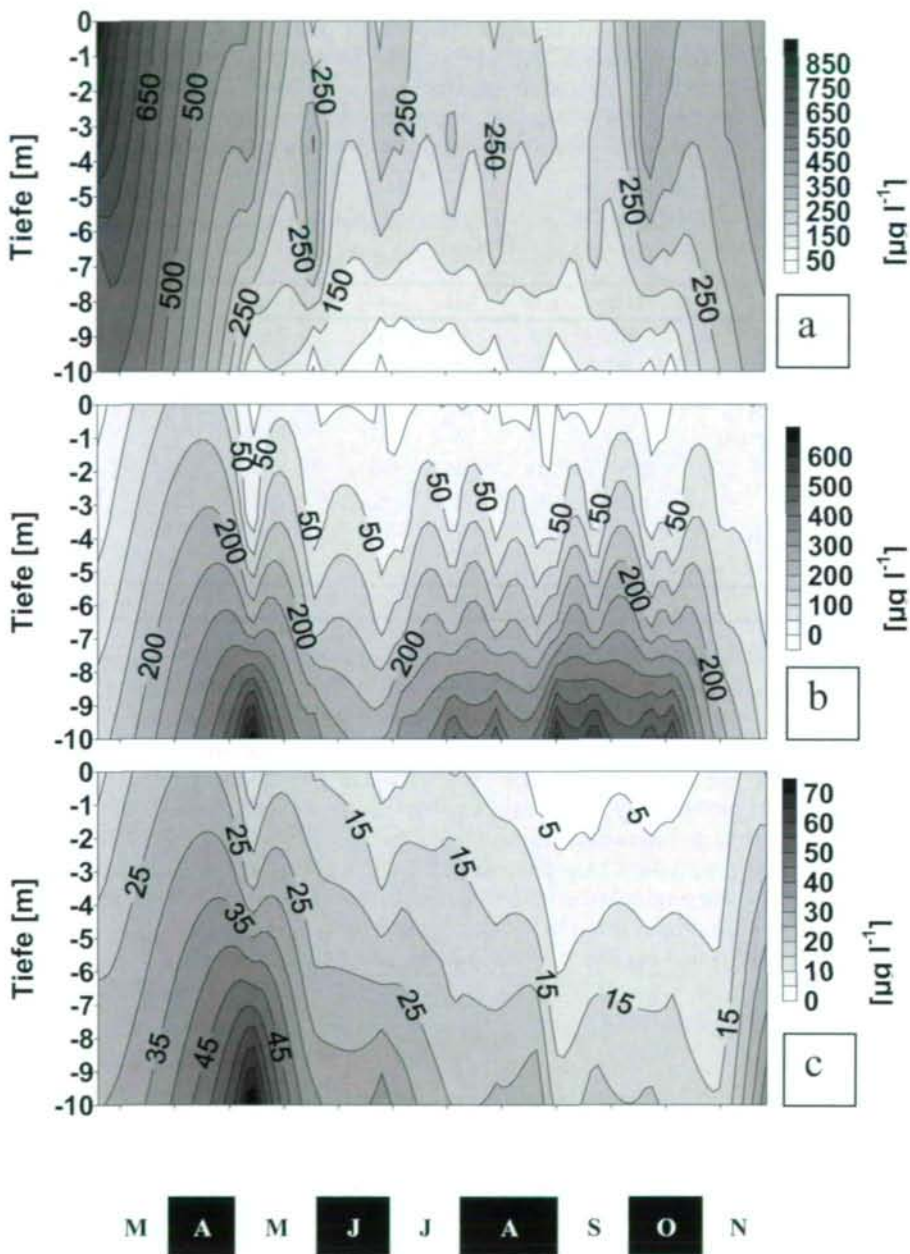


Abb. 6: Isoliniendiagramme für HB: a) $\text{NO}_3\text{-N}$ [$\mu\text{g l}^{-1}$]; b) $\text{NH}_4\text{-N}$ [$\mu\text{g l}^{-1}$]; c) Totalphosphor [$\mu\text{g l}^{-1}$].

Dominierende Arten an allen Probestellen sind unter anderem *Dinobryon divergens*, *Asterionella formosa*, *Tabellaria flocculosa*, *Cryptomonas ovata*, *C. phaseolus* und *Planktosphaeria gelatinosa*. *Spirulina* sp. tritt nur im HB auf, während *Chroococcus turgidus* nur im ML und AR vorkommt. Vertreter der Zygnemales wie zum Beispiel *Zygnema* sp., *Spirogyra* sp. und *Hyalotheca dissiliens* wurden im ML verstärkt gefunden.

Tab. 4: %-Anteil der Algenklassen der jeweiligen Standorte an der Gesamtartenzahl im See. M = Daten von MANLIK, R = Daten von RUTTNER

	HB	EB	ML	AR	Gesamt	M	R
Cyanoprokaryota	10	10	15	10	23	11	12
Chrysophyceae	4	4	3	3	5	10	9
Euglenophyta	6	6	3	4	11	10	13
Bacillariophyceae	8	10	8	10	13	9	6
Dinophyta	3	2	1	3	3	4	4
Cryptophyta	2	3	2	2	3	7	10
Chlorophyceae	13	15	13	8	18	24	21
Conjugatophyceae	10	11	16	15	24	25	25
Gesamt	56	61	61	55	100	100	100

Im ML kommen 61% aller im See gefundenen Arten vor, wobei die Conjugatophyceae mit 16% die am häufigsten vorkommende Klasse ist (Tab. 4). Im HB und EB dominieren Chlorophyceae (HB: 13%, EB: 15%). Auffallend ist der hohe Anteil der Conjugatophyceae an der Gesamtartenzahl im AR mit 15% und der Bacillariophyceae mit 10%. Vergleicht man die Algenklassenanteile im gesamten Gewässer mit den Daten von MANLIK und RUTTNER, zeigt sich, dass in jeder Untersuchungsperiode die Artenanzahl der Conjugatophyceae dominiert (diese Studie: 24%, M: 25%, R: 25%). Während bei MANLIK und RUTTNER die Chlorophyceae (M: 24%, R: 21%) an zweiter Stelle folgen, nehmen in der vorliegenden Arbeit die Cyanoprokaryota (23%) die zweite Position ein, gefolgt von den Chlorophyceae (18%). Bacillariophyceae sind 2002 mit 13% vertreten, bei MANLIK mit 9% und bei RUTTNER nur mit 6%.

Diskussion

Das Temperaturprofil im Jahresverlauf entspricht dem eines temperaten Seentyps mit zweimaliger Durchmischung. Die Veränderung des Profils Anfang August resultiert aus einem beginnenden Hochwasser, das in wenigen Stunden zu Pegelzunahmen von ca. 0,8 m führte und den See über die Ufer treten ließ. Die ungewöhnlich rasche Temperaturabnahme mit der Tiefe, welche auch in Einrinnecken und Moorloch erfolgt (Tab. 1), kann einerseits auf kalte Quellen, andererseits auf eine schnelle Abnahme der Lichtintensitäten in tieferen Schichten durch erhöhte Humingehalte zurückgeführt werden. Nach JONES (1992) wird in Braunwasserseen die einfallende Strahlung rasch in den oberflächennahen Schichten absorbiert, wodurch ein stark ausgeprägter thermischer Gradient entsteht. Dieser führt auch zu einer größeren Stabilität und Resistenz gegenüber Windereignissen. Die rasche Absorption der Strahlung an der Oberfläche führt wohl auch zu hohen Maxi-

maltemperaturen von 18-19°C, die für diese Seehöhe eher ungewöhnlich sind. Die Lichtabschwächung korreliert nicht mit dem Trockengewicht ($p = 0,730$, $r^2 = 0,002$), das heißt, partikuläre Substanz dürfte für das Lichtklima nur eine untergeordnete Rolle spielen. Die Attenuation erfolgte v. a. durch gelöste Huminsäuren. Betrachtet man die Kompensationsebene im Saisonverlauf (Abb. 5), fällt der niedrige Wert Anfang März und der hohe Wert Ende August auf. Als Erklärung bietet sich wiederum der erhöhte Huminstoffgehalt des Wassers an, da sich der See im März durch den Schneepressdruck auf den Schwingrasen an gelösten Stoffen anreichert, im Sommer aber durch starke Regenfälle Ausdünnungserscheinungen auftreten können. Generell liegt die 1% - Lichtgrenze aber unter der mittleren Tiefe von zwei Metern.

Der Lunzer Obersee ist ein temporär meromiktischer See, dessen Tiefenzone zumindest zeitweise von der Durchmischung in den Frühjahrs- und Herbstmonaten ausgeschlossen ist. Nachdem Homothermie vorliegt, scheint ein Dichtegradient basierend auf chemischen Verbindungen der ausschlaggebende Faktor für die Meromixis zu sein. In Abb. 2c und 3 wird eine deutliche Zunahme der Leitfähigkeit mit der Tiefe sichtbar, die durch das Vorhandensein von Schwingrasenabbauprodukten und unterseeischen ionenreichen Quellen erklärbar ist. Die Schneemassen im Winter führen dazu, dass der Schwingrasen unter Wasser gedrückt wird, teilweise mit dem Seeboden in Kontakt kommt und dadurch ausgepresst wird. Dabei trägt die Morphologie des Sees vermutlich dazu bei, dass es zu einer Ansammlung der Abbauprodukte in den tiefen Teilbecken (z. B. HB) kommt. Ein weiterer Zustrom von Dissimilationsprodukten aus Schwingrasen und ML erfolgt durch diverse kleine Zuflüsse, die zum Teil unterirdisch in den See münden (MÜLLER 1938a, b). Die Verringerung der Leitfähigkeit in den Sommermonaten erfolgt u. a. durch elektrolytarmes Schmelz- und Regenwasser. Aus dem erhöhten Gehalt von Huminstoffen und anderen Abbauprodukten resultiert auch das Sauerstoffprofil in Abb. 2b, welches eine starke Zehrung in der Tiefenzone zeigt. Der niedrigste Sauerstoffwert wurde Anfang Mai gemessen und fällt mit einem der höchsten Leitfähigkeitswerte zusammen. Eine weitere Ursache für das O₂-Defizit und die hohe Leitfähigkeit ist leicht oxidierbares Eisenoxidkarbonat, das aus Quellen am Westufer stammt (Ausfallen als Eisenoxidhydrat). Aus diesem Grund sind die tiefsten Stellen des Sees mit einer roten Schlamm-schicht bedeckt. Der Lunzer Obersee ist also aufgrund seiner moorigen Umgebung, der die Uferpartien kennzeichnenden Humusablagerungen und seiner eben beschriebenen O₂-Schichtung zu den Braunwasserseen zu zählen, die unter anderem auch dadurch gekennzeichnet sind, dass die sauerstoffzehrenden Stoffe allochthonen Ursprungs sind. In anderen Bereichen wie pH, Alkalinität und Härte (Tab. 1) weicht er allerdings von diesem Typus ab (Kalkeinzugsgebiet, BREHM & RUTTNER 1926). Die hohen Sauerstoffwerte von ca. 125% im Sommer dürften nicht nur von der Phytoplanktontätigkeit, sondern vor allem von submersen Makrophyten stammen.

Die Stratifizierung des Wasserkörpers spiegelt sich auch in der Nährstoffsituation wider. Als anorganische Stickstoffquelle für die Phytoplanktonproduktion dient vor allem Nitrat, welches Anfang März bis zu 850 µg l⁻¹ erreicht (Abb. 6a). Über die Sommermonate werden die Oberflächenkonzentrationen durch Primärproduzenten reduziert. Mit zunehmender Tiefe nehmen die Nitrat-N-Konzentrationen ebenfalls ab, gleichzeitig steigt der Ammonium-N durch die Nitratabmonifikation in anoxischem Milieu (LAMPERT & SOMMER 1999). Das zeigt auch deutlich eine NH₄-N-Spitze Anfang Mai, die mit der kleinsten gemessenen O₂-Konzentration zusammenfällt (Abb. 2b und 6b). Denselben Peak zeigt auch der TP in Abb. 6c, der vermutlich durch Rücklösungsvor-

gänge aus dem Sediment unter Sauerstoffmangel entsteht. Über die gesamte Untersuchungsperiode herrscht ein stabiler TP-Gradient, es erfolgt eine Zunahme mit der Tiefe durch Sedimentation und Rücklösung, die Konzentrationen sind aber verhältnismäßig gering. Auch ein Bakterienhorizont an der O₂-Grenzschicht trägt wesentlich zu den erhöhten TP-Werten bei, TP und TG korrelieren in der Tiefe positiv mit $p = 0,011$ und $r^2 = 0,52$. SRP ist nur in sehr geringen Mengen vorhanden und sinkt im Sommer unter die Nachweisgrenze. Die geringe Verfügbarkeit von Orthophosphat ist neben der Aufnahme durch Algen auch als Folge der starken Assoziierung von Phosphor und Eisen mit gelösten Huminsubstanzen zu sehen (SHAW 1994). Nimmt man eine Trophieeinstufung anhand der TP- und Chla-Werte in Tab. 3 vor, ist der Lunzer Obersee nach FORSBERG & RYDING (1980) in mesotrophem Zustand.

Betrachtet man nun die Artenliste des Phytoplanktons (Anhang 1), fällt in erster Linie der Unterschied in den gefundenen Artenzahlen zwischen 2002 und den früheren Jahren auf. Dazu muss erwähnt werden, dass die Untersuchungen von MANLIK und RUTTNER mehrere Jahre andauerten, bei MANLIK deutlich mehr Probenstellen umfassten und sowohl qualitative als auch quantitative Daten in die Artenliste einfließen. In der Tabelle (Anhang 1) ist eine leichte Zonierung aufgrund der Artenanzahl festzustellen. Sowohl im ML als auch im EB sind 61 Arten zu finden, im HB 56 und im AR 55. Die höheren Artenzahlen in ML und EB könnten die Folge von Einschwemmungen aus den Schwingrasenschlingen sein, während HB und AR möglicherweise aufgrund der Entfernung vom Schwingrasen weniger Algenarten aufweisen. Die Conjugatophyceae treten an allen Probestellen verstärkt auf, vor allem im ML mit 16%. Der hohe Prozentsatz (15%) im AR ergibt sich durch Einzelfunde. Viele der gefundenen Algenarten sind typische Vertreter von Mooren, Schwingrasen, Sphagnumtümpeln und anderen zum Teil schwach sauren Moor- oder Torfvegetationen. Dazu gehören zum einen fast alle gefundenen Conjugatophyceae, aber zum Beispiel auch die Blaualge *Chroococcus turgidus*, die moorige, sumpfige Umgebung und submerse Vegetation bevorzugt, weshalb sie vermutlich auch nur in ML und AR (große Laichkrautbestände) gefunden wurde. Ein weiterer Vertreter der Blaualgen mit ähnlichen Standortansprüchen ist *Eucapsis minor*, welche ausschließlich im ML auftritt.

Aufgrund der großen Makrophytenbestände haben auch epiphytische Algen, die von den Pflanzen in den See eingeschwemmt werden, Einfluss auf die Artengemeinschaft. So tritt zum Beispiel auf Elodeabeständen vor allem nach der Schneeschmelze *Oscillatoria Borneti* massenhaft auf, die auch in HB und ML gefunden wurde. Weiters wachsen *Oedogonium*, *Hyalotheca* und natürlich die Bacillariophyceen *Tabellaria*, *Gomphonema* und *Cymbella* epiphytisch, welche auch im Plankton zum Teil verstärkt gefunden wurden (BREHM & RUTTNER 1926). Bei der Gattung *Tabellaria* fällt auf, dass MANLIK (1988) neben *T. flocculosa* auch *T. fenestrata* gefunden hat. Nach KRAMMER & LANGE-BERTALOT (1988) können auch langschalige Populationen von *T. flocculosa* im Plankton vorkommen, sie wurden früher als *T. fenestrata* bestimmt. Im Lunzer Obersee handelt es sich womöglich um dieselbe Algenart.

Bei den Arten, die an allen Probenstellen verstärkt vorkommen, handelt es sich vor allem um die Chrysophyceae *Dinobryon divergens*, *Ochromonas verrucosa* und *Kephyrion doliolum* und die Cryptophyceae *Cryptomonas ovata* und *C. phaseolus*. Nach einer Studie von ILMAVIRTA et al. (1984) sind Flagellaten der Klassen Cryptophyceae und Chrysophyceae die wichtigsten Vertreter in Braunwasserseen. Durch die Pigmentation,

die einen Vorteil bei schlechten Lichtbedingungen schafft, sind Cryptophyceae in Gewässern mit hohem Humingehalt bevorzugt. Außerdem sind die begeißelten Formen in der Lage, zwischen dem lichtdurchfluteten Epilimnion und dem nährstoffreichen Hypolimnion umherzuwandern (LEPISTÖ & ROSENSTRÖM 1998). JONES (1992) berichtet von Phagotrophie von *Dinobryon divergens* und *Ochromonas verrucosa*, die bei nährstoffarmen Bedingungen dadurch einen Vorteil genießen. Bei JANSSON et al. (1996) wird ebenfalls Mixotrophie für begeißelte Chrysophyceae, Dinophyceae und möglicherweise Cryptophyceae vorgeschlagen. Folglich sind im Lunzer Obersee Begeißelung und Phagotrophie aufgrund des Humingehalts, geringer Nährstoffkonzentration und eines Bakterienhorizonts in Tiefenzonen von großem Nutzen.

Danksagung

Unser besonderer Dank gilt Frau Professor Kusel-Fetzmann, die wesentlich zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen hat. Weiters unterstützten uns die Mitarbeiter der Biologischen Station in Lunz am See in jeder erdenklichen Art. Andrea Rauch sei dafür gedankt, dass die Probennahmen nicht nur unkompliziert und reibungslos verliefen, sondern zu ganz besonderen Erlebnissen wurden.

Zusammenfassung

Der Lunzer Obersee befindet sich in den nördlichen Kalkalpen in Niederösterreich auf einer Seehöhe von 1113 m. Besonderheiten des Sees sind sowohl eine temporär auftretende Meromixis als auch ein Schwingrasen, der ca. 40% der Seefläche bedeckt. Die daraus resultierende moorige Umgebung ist die Ursache für den hohen Humingehalt des Sees, das Kalkgestein jedoch bewahrt das Gewässer vor Versauerung. In der vorliegenden Studie wurden die geringe Nährstoffverfügbarkeit und das für Primärproduzenten ungünstige Lichtklima auf gelöste Huminsubstanzen zurückgeführt. Die insgesamt 97 gefundenen Algenarten sind zum Teil typische Vertreter von dystrophen Gewässern, viele davon sind durch Pigmentation und Begeißelung an die schlechte Durchlichtung des Wasserkörpers angepasst.

Literatur

- BOURRELLY P. (1970): Les algues déau douce. Tome III: Les algues bleues et rouges, Les Eugléniens, Peridiniens et Cryptomonadines. — (Ed.) Boubée, Paris: 1-512.
- BREHM V. & F. RUTTNER (1926): Die Biozönosen der Lunzer Gewässer. — Int. Rev. ges. Hydrobiol. 16: 281-391.
- FORSBERG, C.G. & S.-O. RYDING (1980): Eutrophication parameters and trophic state indices in 30 Swedish waste-receiving lakes. — Arch. Hydrobiol. 89: 189-207.
- GAMS H. (1927): Die Geschichte der Lunzer Seen, Moore und Wälder. — Int. Rev. ges. Hydrobiol. 18: 305-387.
- GEITLER L. (1932): Cyanophyceae. In: KOLKWITZ R. (Ed.): Die Algen. Dr. L. Rabenhorst's Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz. — 14. Band 2nd Ed., reprint 1985, Koeltz Scientific Books: 1-1196.
- HEERING W. (1914): Chlorophyceae III. In: PASCHER A. (Ed.): Die Süßwasserflora Deutschlands, Österreichs und der Schweiz, Heft 6. — Fischer, Jena: 1-250.
- HUBER-PESTALOZZI G. (1955): Das Phytoplankton des Süßwassers, Teil 4 Euglenophyceen. — Schweitzerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart: 1-589.

- ILMAVIRTA K., HUTTUNEN P. & J. MERILAINEN (1984): Phytoplankton in 151 Eastern Finnish lakes: Species composition and its relations to the water chemistry. — *Verh. Internat. Verein. Limnol.* **22**: 822-828.
- JANSSON M., BLOMQUIST P., JONSSON A. & A. BERGSTRÖM (1996): Nutrient limitation of bacterioplankton, autotrophic and mixotrophic phytoplankton, and heterotrophic nanoflagellates in Lake Öträscket. — *Limnol. Oceanogr.* **41**(7): 1552-1559.
- JONES R.I. (1992): The influence of humic substances on lacustrine planktonic food chains. — *Hydrobiologia* **229**: 73-91.
- KOMÁREK J. & K. ANAGNOSTIDIS (1999): Cyanoprokaryota. 1. Teil Chroococcales. — In: Ettl H., Gärtner G., Heynig H. & K. Anagnostidis (Eds.): Süßwasserflora von Mitteleuropa, Band 19/1, Fischer: 1-548.
- KOMÁREK J. & B. FOTT (1983): Chlorophyceae (Grünalgen); Ordnung: Chlorococcales. — In: Huber-Pestalozzi G. (Ed.): Das Phytoplankton des Süßwassers, Heft 7/1. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart: 1044.
- KRAMMER K. & H. LANGE-BERTALOT (1986): Bacillariophyceae, Teil 1: Naviculaceae. — In: Ettl H., Gerloff J., Heynig H. & D. Mollenhauer (Eds.): Süßwasserflora von Mitteleuropa, Band 2/1. Fischer, Stuttgart - New York: 1-876.
- KRAMMER K. & H. LANGE-BERTALOT (1988): Bacillariophyceae, Teil 2: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. — In: Ettl H., Gerloff J., Heynig H. & D. Mollenhauer (Eds.): Süßwasserflora von Mitteleuropa, Band 2/2. Fischer, Stuttgart - New York: 1-596.
- KRAMMER K. & H. LANGE-BERTALOT (1991a): Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae, Teil 3: Naviculaceae. — In: Ettl H., Gerloff J., Heynig H. & D. Mollenhauer (Eds.): Süßwasserflora von Mitteleuropa, Band 2/3. Fischer, Stuttgart - New York: 1-576.
- KRAMMER K. & H. LANGE-BERTALOT (1991b): Bacillariophyceae, Teil 4: Achnanthaceae, Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema. — In: Ettl H., Gerloff J., Heynig H. & D. Mollenhauer (Eds.): Süßwasserflora von Mitteleuropa, Band 2/4. Fischer, Stuttgart - New York: 1-437.
- KROM M.D. (1980): Spectrophotometric Determination of Ammonia: A study of a modified Bertholet Reaction using Salicylate and Dichlorisocyanurate. — *The Analyst* **105**: 305-316
- LAMPERT W. & U. SOMMER (1999): *Limnoökologie*. — Thieme, Stuttgart, New York.
- LEGLER C. (Ed.) (1988): *Ausgewählte Methoden der Wasseruntersuchung*. Bd. 1: Chemische, physikalisch-chemische und physikalische Methoden. — Fischer, Jena.
- LEPISTÖ L. & U. ROSENSTRÖM (1998): The most typical Phytoplankton taxa in four types of boreal lakes. — *Hydrobiologia* **369/370**: 89-97.
- LENZENWEGER R. (1996, 1997, 1999): Desmidiaceenflora von Österreich Teil 1-3. — In: *Bibliotheca Phycologica* Band **101**, **102**, **104**. Cramer, Berlin- Stuttgart.
- LENZENWEGER R. (1993): Beitrag zur Kenntnis der Desmidiaceenflora des Lunzer Obersees. — *Linzer biologische Beitr.* **25/1**: 283-320.
- MANLIK M. (1988): Qualitative und quantitative Untersuchungen über das Phytoplankton des Lunzer Obersees. — Dissertation 1988: 219.
- MROZINSKA T. (1985): Chlorophyta IV, Oedogoniophyceae: Oedogoniales. — In: Ettl H., Gerloff J., Heynig H. & D. Mollenhauer (Eds.): Süßwasserflora von Mitteleuropa, Band 14. Fischer, Stuttgart - New York: 1-624.
- MÜLLER H. (1938a): Beiträge zur Frage der biochemischen Schichtung im Lunzer Ober- und Untersee. — *Int. Rev. ges. Hydrobiol.* **36**: 433-500.
- MÜLLER H. (1938b): Über die Auswirkungen des Schneedruckes auf die Schwinggras- und die biochemische Schichtung des Lunzer Obersees. — *Int. Rev. ges. Hydrobiol.* **36**: 362-370.

- POPOVSKÝ J. & L.A. PFIESTER (1990): Dinophyceae (Dinoflagellida). — In: Ettl H., Gerloff J., Heynig H. & D. Mollenhauer (Eds.): Süßwasserflora von Mitteleuropa, Band 6. Fischer, Stuttgart - New York: 1-272.
- RAUCH A. & M. SCHAGERL (2003): Ein Beitrag zur Algenflora des Schwingrasens am Lunzer Obersee (Österreich). Verh. Zool.-Bot. Ges. Österreich 140: 67-92.
- RUTTNER F. (1914/15): Bericht über die Planktonuntersuchungen an den Lunzer Seen. — Int. Rev. ges. Hydrobiol. 6: 518-527.
- SHAW P.J. (1994): The effect of pH, dissolved humic substances, and ionic composition on the transfer of iron and phosphate to particulate size fractions in epilimnetic lake water. — Limnol. Oceanogr. 39(7): 1734-1743.
- SCHAGERL M. & C. PICHLER (2000): Pigment composition of freshwater Charophyceae. — Aquatic botany 67: 117-129.
- STARMACH K. (1985): Chrysophyceae und Haptophyceae. — In: Ettl H., Gerloff J., Heynig H. & D. Mollenhauer (Eds.): Süßwasserflora von Mitteleuropa, Band 1. Fischer, Stuttgart - New York: 1-515.
- STRICKLAND J.D.H. & T.R. PARSONS (1968): A practical handbook of seawater analysis. — Bull. Fish. Res. Bd. Canada 167: 1-311.
- WEST W. & G. S. WEST (1904): A monograph of the British Desmidiaceae. — Vol. I., London: 1-216.
- WEST W. & G. S. WEST (1905): A monograph of the British Desmidiaceae. — Vol. II., London: 1-125.
- WEST W. & G. S. WEST (1908): A monograph of the British Desmidiaceae. — Vol. III., London: 1-274.
- WEST W. & G. S. WEST (1912): A monograph of the British Desmidiaceae. — Vol. IV., London: 1-118.

Anschrift der Verfasser: Mag. Katerina RUZICKA
Institute for Water Quality and Waste Management
Vienna University of Technology
Karlsplatz 13/226
A-1040 Wien, Austria
E-Mail: kruzicka@iwag.tuwien.ac.at

ao. Univ. Prof. Mag. Dr. Michael SCHAGERL
Institute for Ecology and Conservation Biology
University of Vienna
Althanstraße 14
A-1090 Wien, Austria
E-Mail: michael.schagerl@univie.ac.at

Anhang 1: Artenliste; HB, EB, ML, AR = Probenpunkte, - nicht gefunden, + an 1-3 Terminen, ++ an 4-6 Terminen, +++ an 7 und mehr Terminen. M = nach MANLIK, R = nach RUTTNER, x = wurde von M oder R registriert.

Cyanophyceae	HB	EB	ML	AR	M	R
<i>Anabaena</i> sp.	-	-	-	-	x	-
<i>Aphanocapsa conferta</i> (W. et G.S. WEST) KOMÁRKOVÁ-LEGNEROVÁ et CRONBERG 1993	-	-	-	+	-	-
<i>Aphanocapsa incerta</i> (LEMMERMANN) CRONBERG et KOMÁREK 1994	+	+	+	-	-	-
<i>Aphanothece clathrata</i> W. ET G.S. WEST 1906	-	+	-	-	x	x
<i>Aphanothece smithii</i> KOMÁRKOVÁ-LEGNEROVÁ et CRONBERG 1994	+	++	+	-	-	-
<i>Chroococcus limneticus</i> LEMMERMANN 1898	+	++	+	+	-	-
<i>Chroococcus turgidus</i> (KÜTZING) NÄGELI 1849	-	-	++	++	-	-
<i>Coelosphaerium</i> sp. NÄGELI 1849	-	-	-	-	x	-
<i>Eucapsis minor</i> (SKUJA) ELENKIN 1933	-	-	+	-	-	-
<i>Gloethece linearis</i> NÄGELI 1849	+	-	-	+	-	-
<i>Gomphosphaeria aponina</i> KÜTZING 1836	-	+	-	-	x	x
<i>Gomphosphaeria</i> sp.	-	-	-	-	-	x
<i>Lyngbya Lauterbornii</i> (SCHMIDLE) UTERMÖHL	-	-	-	-	x	x
<i>Lyngbya pseudovacuiolata</i> VETTER	-	-	-	-	-	x
<i>Merismopedia punctata</i> MEYEN 1839	-	-	+	-	-	-
<i>Merismopedia smithii</i> DE TONI 1939	-	-	-	-	x	-
<i>Merismopedia tenuissima</i> LEMMERMANN 1898	-	-	+	+	-	-
<i>Microcystis</i> sp. KÜTZING ex LEMMERMANN 1907 nom. cons.	-	-	-	-	x	-
<i>Nostoc paludosum</i> KÜTZING 1850	-	+	+	-	-	-
<i>Nostoc</i> sp. VAUCHER 1803	+	-	+	-	-	-
<i>Oscillatoria Agardhii</i> GOMONT	-	-	-	-	x	x
<i>Oscillatoria Borneti</i> ZUKAL 1894	+	-	+	-	x	x
<i>Oscillatoria chlorina</i> KÜTZING 1853	-	-	-	-	-	x
<i>Oscillatoria chlorina</i> var. <i>perchlorina</i> LAUTERBORN 1915	-	-	-	-	x	x
<i>Oscillatoria decolorata</i> G.S. WEST 1899	-	+	-	-	-	-
<i>Oscillatoria irrigua</i> KÜTZING 1843	-	-	-	+	-	-
<i>Oscillatoria limosa</i> AGARDH 1812	+	-	+	-	-	-
<i>Oscillatoria minima</i> GICKLHORN 1921	-	-	-	-	x	x
<i>Oscillatoria</i> sp. VAUCHER 1803	-	-	-	-	-	x
<i>Oscillatoria subbrevis</i> SCHMIDLE 1901	-	-	-	+	-	-
<i>Oscillatoria tenuis</i> AGARDH 1813	-	+	+	+	-	-

	HB	EB	ML	AR	M	R
<i>Phormidium</i> sp. KÜTZING 1843	-	-	-	-	x	-
<i>Pseudanabaena</i> sp. LAUTERBORN 1914-1917	+	-	++	-	x	x
<i>Snowella lacustris</i> (CHODAT) KOMÁREK et HINDÁK 1988	-	-	-	-	x	x
<i>Spirulina Jenneri</i> (STIZ.) GEITLER 1852	-	-	-	-	x	-
<i>Spirulina</i> sp. TURPIN 1829	+++	+	+	+	x	-
<i>Woronichinia ruzickae</i> KOMÁREK ET HINDÁK 1988	++	+++	++	+++	-	-
Chrysophyceae						
<i>Chromulina globosa</i> PASCHER	-	-	-	-	x	x
<i>Dinobryon divergens</i> IMHOF	+++	+++	++	++	x	x
<i>Dinobryon sertularia</i> EHRENBERG	-	-	-	-	x	-
<i>Dinobryon sociale</i> EHRENBERG	-	-	-	-	x	-
<i>Kephyrion cordatum</i> HILLIARD	-	-	-	-	x	x
<i>Kephyrion doliolum</i> CONRAD	+++	+++	+	++	x	x
<i>Kephyrion inconstans</i> (SCHMID) BOURRELLY	-	-	-	-	x	x
<i>Kephyrion monoliferum</i> (SCHMID) BOURRELLY	-	-	-	-	x	-
<i>Kephyrion rubri-claustri</i> CONRAD	-	-	-	-	x	-
<i>Mallomonas acaroides</i> PERTY	+	-	-	-	x	x
<i>Mallomonas akrokomos</i> RUTTNER	-	+	-	-	x	x
<i>Monas</i> sp.	-	-	-	-	-	x
<i>Ochromonas verrucosa</i> SKUJA	+++	+++	+	+++	x	x
<i>Synura uvella</i> EHRENBERG emend. KORSIKOV	-	-	-	-	x	x
<i>Uroglena americana</i> CALKINS	-	-	-	-	x	-
Euglenophyceae						
<i>Astasia kathemerios</i> SKUJA	-	-	-	-	x	x
<i>Distigma proteus</i> EHRENBERG emend. PRINGSH.	-	+	-	-	x	x
<i>Euglena acus</i> EHRENBERG	+	+	-	-	x	x
<i>Euglena</i> sp. EHRENBERG 1938	-	-	-	-	x	x
<i>Lepocinclis fusiformis</i> (CARTER) LEMMERMANN	-	-	-	-	x	x
<i>Lepocinclis ovum</i> (EHRENBERG) LEMMERMANN	-	+	+	-	x	x
<i>Menoidium gibbum</i> SKUJA	-	-	+	-	x	x
<i>Phacus caudatus</i> HÜBNER	+	-	-	-	x	x
<i>Phacus helikoides</i> POCHM.	-	-	-	-	x	x
<i>Phacus longicauda</i> DUJARDIN	+	-	-	-	x	x
<i>Phacus</i> sp. DUJARDIN 1841	-	-	-	+	-	-
<i>Rhabdomonas incurva</i> FRESENIUS	-	-	-	-	-	x
<i>Trachelomonas abrupta</i> SWIR. emend. DEFLANDRE	+++	-	-	+	x	x

	HB	EB	ML	AR	M	R
<i>Trachelomonas hispida</i> var. <i>punctata</i> LEMMERMANN	-	-	-	-	x	x
<i>Trachelomonas obovata</i> var. <i>klebsiana</i> DEFLANDRE	-	+	-	-	x	-
<i>Trachelomonas rotunda</i> SWIR. emend. DEFLANDRE	-	-	-	-	x	-
<i>Trachelomonas</i> sp. EHRENBERG 1833	++	+	-	+	-	-
<i>Trachelomonas volvocina</i> EHRENBERG	+++	+	++	+++	x	x
Bacillariophyceae						
<i>Asterionella formosa</i> HASSALL 1850	+++	+++	+++	+++	x	-
<i>Cyclotella</i> sp.	+	++	+	+	x	-
<i>Cyclotella stelligera</i> CL. et GRUN.	-	-	-	-	x	x
<i>Cymbella</i> sp. AGARDH 1830	+	++	+++	+++	x	-
<i>Diatoma</i> sp. BORY 1824	-	-	-	+	-	-
<i>Fragilaria crotonensis</i> KITTON 1869	+	+	+	+	x	-
<i>Fragilaria nanana</i> LANGE-BERTALOT 1991	+	+	-	-	x	x
<i>Fragilaria ulna</i> LANGE-BERTALOT 1980	-	-	-	+	x	-
<i>Fragilaria ulna</i> var. <i>acus</i> LANGE-BERTALOT 1980	-	-	-	-	x	x
<i>Gomphonema</i> sp. EHRENBERG 1832	+	+	+	+	-	-
<i>Gyrosigma</i> sp. HASSALL 1843	+	+	+	-	x	-
<i>Navicula</i> sp. BORY DE ST. VINCENT 1822	-	+	+	+	-	-
<i>Nitzschia acicularis</i> W. SMITH 1853	-	-	-	-	x	x
<i>Pinnularia</i> sp.	-	-	-	-	x	-
<i>Surirella</i> sp. TURPIN 1828	-	+	-	-	-	-
<i>Synedra</i> sp. EHRENBERG 1832	-	-	-	+	-	-
<i>Tabellaria fenestrata</i> (LYNGB.) KÜTZING	-	-	-	-	x	x
<i>Tabellaria flocculosa</i> (ROTH) KÜTZING 1844	+++	+++	+++	+++	x	x
Dinophyceae						
<i>Gymnodinium lacustre</i> SCHILLER 1933	-	-	-	-	x	x
<i>Gymnodinium lantschii</i> UTERMÖHL 1925	-	-	-	-	x	x
<i>Hemidinium nasutum</i> STEIN 1878	++	++	++	++	-	-
<i>Peridiniopsis oculatum</i> (STEIN) BOURRELLY 1968	+++	+	-	++	x	-
<i>Peridinium aciculiferum</i> LEMMERMANN 1900	++	+	+	+++	x	x
<i>Peridinium umbonatum</i> STEIN 1883	-	-	-	-	x	-
<i>Peridinium willei</i> HUITFELD-KAAS 1900	-	-	-	-	x	-
<i>Woloszynskia pascheri</i> (SUCHLANDT) v. STOSCH 1973	-	-	-	-	-	x
Cryptophyceae						
<i>Chilomonas</i> sp.	-	-	-	-	x	-
<i>Cryptomonas erosa</i> EHRENBERG	-	-	-	-	x	x
<i>Cryptomonas Marssonii</i> SKUJA	-	-	-	-	x	x

	HB	EB	ML	AR	M	R
<i>Cryptomonas obovata</i> SKUJA	-	+	-	-	x	x
<i>Cryptomonas ovata</i> EHRENBERG	+++	+++	+++	+++	x	x
<i>Cryptomonas phaseolus</i> SKUJA	+++	+++	+++	+++	x	x
<i>Cryptomonas reflexa</i> SKUJA	-	-	-	-	x	x
<i>Cryptomonas rufescens</i> SKUJA	-	-	-	-	x	x
<i>Cryptomonas</i> sp.	-	-	-	-	-	x
<i>Katablepharis</i> sp.	-	-	-	-	x	x
<i>Rhodomonas lacustris</i> PASCHER et RUTTNER	-	-	-	-	x	x
<i>Rhodomonas</i> sp.	-	-	-	-	-	x
<i>Chlorophyceae</i>						
<i>Ankistrodesmus densus</i> KORS. 1953	+	-	-	-	-	-
<i>Ankistrodesmus falcatus</i> (CORDA) RALFS 1848	+	+	+	+	x	x
<i>Ankistrodesmus spiralis</i> (TURN.) LEMMERMANN 1908	+	+	-	-	x	x
<i>Asterococcus superbus</i> (CIENK.) SCHERFEL	-	-	-	-	x	x
<i>Botryococcus braunii</i> KÜTZING 1849	-	-	-	-	x	x
<i>Chlamydomonas</i> cf. <i>vulgaris</i> ANACH.	+	-	-	-	x	x
<i>Chlorella vulgaris</i> BEIJ. 1890	+	+	+	-	x	x
<i>Coelastrum microporum</i> NÄGELI in A. BR. 1855	+	++	+	-	x	x
<i>Crucigenia</i> sp. MORREN 1830	-	-	-	-	x	-
<i>Eudorina elegans</i> EHRENBERG 1831	-	-	-	-	x	x
<i>Fusola viridis</i> SNOW 1902	-	-	-	-	x	x
<i>Geminella interrupta</i> TURPIN	-	-	-	-	x	-
<i>Gloeococcus</i> sp.	-	-	-	-	x	x
<i>Gonium</i> sp. O. F. MÜLLER 1773	-	-	-	-	x	-
<i>Micractinium pusillum</i> FRES. 1858	-	-	-	-	x	x
<i>Monoraphidium griffithii</i> (BERK.) KOM.-LEGN. 1969	-	+	+++	+	x	x
<i>Neglectella eremosphaerophila</i> VODENICAROV & BENDERLIEV 1971	+	++	+++	+	-	-
<i>Nephrocytium agardhianum</i> NÄGELI 1849	-	-	-	-	x	x
<i>Oedogonium</i> sp. LINK	+	+	+++	-	-	-
<i>Oocystis solitaria</i> WITTR. in WITTR. & NORDST. 1879	++	++	+	+++	x	x
<i>Pandorina smithii</i> CHODAT 1931	-	-	-	-	x	-
<i>Paulschulzia pseudovolvox</i> (SCHULZ) SKUJA	-	-	-	-	x	x
<i>Pediastrum boryanum</i> var. <i>boryanum</i> TURP. 1828	++	++	+++	++	-	-
<i>Pediastrum boryanum</i> (TURP.) MENEH. 1840	-	-	+	-	x	-
<i>Pediastrum tetras</i> (EHRENBERG) RALFS 1844	-	+	-	-	-	-
<i>Planktosphaeria gelatinosa</i> G.M.SMITH sensu STARR 1954,1955	++	+++	+++	+++	x	x

	HB	EB	ML	AR	M	R
<i>Scenedesmus acuminatus</i> (LAGERHEIM) CHODAT 1902	-	-	-	-	x	x
<i>Scenedesmus acutiformis</i> SCHRÖDER 1897	-	-	-	-	x	x
<i>Scenedesmus acutus</i> MEYEN 1829	-	-	-	-	x	-
<i>Scenedesmus armatus</i> CHODAT 1913	-	-	-	-	x	x
<i>Scenedesmus dispar</i> (BRÉB.) RABENH. 1868	+	+	++	+++	-	-
<i>Scenedesmus ecornis</i> (EHRENBERG) CHODAT 1926	-	-	-	-	x	-
<i>Scenedesmus obtusus</i> MEYEN 1829	+	++	+	++	-	-
<i>Scenedesmus quadricauda</i> (TURP.) BRÉB. sensu CHOD. 1913, 1926	+	+++	+	-	x	x
<i>Scenedesmus spinosus</i> CHODAT 1913	-	-	-	-	x	-
<i>Schroederia setigera</i> (SCHRÖDER) LEMMERMANN 1898	-	-	-	-	x	x
<i>Tetraedon caudatum</i> (CORDA) HANSG. 1888	-	-	-	-	x	-
<i>Tetraedon minimum</i> (A. BR.) HANSG. 1888	-	-	-	-	x	-
<i>Tetraedon triangulare</i> KORSIKOV 1953	-	-	-	-	x	-
<i>Treubaria setigera</i> (ARCH.) G.M.SMITH 1933	-	-	-	-	x	-
<i>Ulothrix</i> sp. KÜTZING	-	+	-	-	x	x
Conjugatophyceae						
<i>Actinotaenium turgidum</i> var. <i>turgidum</i> (BREB.)TEIL.	-	-	+	-	-	-
<i>Closterium aciculare</i> T. WEST	-	-	-	-	x	x
<i>Closterium acutum</i> var. <i>acutum</i> BREBISSON	-	-	-	-	x	-
<i>Closterium gracile</i> var. <i>gracile</i> BREBISSON ex RALFS	-	-	-	-	x	-
<i>Closterium pronum</i> var. <i>prorum</i> BREBISSON	-	-	-	-	x	x
<i>Closterium</i> sp. NITZSCH ex RALFS	-	-	+	+	-	-
<i>Cosmarium botrytis</i> var. <i>botrytis</i> MENEGH. ex RALFS	-	-	-	-	x	-
<i>Cosmarium depressum</i> var. <i>achondrum</i> (BOLDT.) W. & G.S. WEST	-	-	-	-	x	x
<i>Cosmarium depressum</i> var. <i>planctonicum</i> REVERD.	-	-	-	-	x	x
<i>Cosmarium didymoprotupsum</i>	-	-	-	-	x	x
<i>Cosmarium monoliforme</i> var. <i>monoliforme</i> (TURP.) ex RALFS	-	-	-	-	x	x
<i>Cosmarium phaseolus</i> var. <i>phaseolus</i> BREB. ex RALFS	-	-	-	+	x	x
<i>Cosmarium pseudoholmii</i> BORGE.	-	-	-	-	x	-
<i>Cosmarium reniforme</i> var. <i>reniforme</i> (RALFS) ARCH.	+	-	-	+	-	-
<i>Cosmarium</i> sp. CORDA	+	+	+++	+	-	-
<i>Cosmarium tetraophthalmum</i> BREB. in RALFS	-	-	+	-	-	-
<i>Cosmarium turpinii</i> var. <i>turpinii</i> BREBISSON	-	-	-	-	x	x
<i>Cosmarium venustum</i> var. <i>minus</i> (WILLE) KRIEGER & GERLOFF	-	-	-	+	-	-

	HB	EB	ML	AR	M	R
<i>Cosmarium vexatum</i> var. <i>vexatum</i> W. WEST	-	+	+	-	-	-
<i>Cylindrocystis brebissonii</i> (MENEHGH.)	-	-	-	-	x	-
<i>Desmidium swartzii</i> var. <i>swartzii</i> (C.A.AGARDH) C.A.AGARDH ex RALFS	-	-	+	-	x	x
<i>Euastrum montanum</i> WEST & G.S. WEST	-	-	-	-	x	-
<i>Gonatozygon monotaenium</i> var. <i>monotaenium</i> DE BARY	+	-	-	-	x	x
<i>Gonatozygon monotaenium</i> var. <i>pilosellum</i> NORDST.	-	-	-	-	-	x
<i>Hyalotheca dissiliens</i> var. <i>dissiliens</i> (J.E.SMITH) BREB. ex RALFS	++	+	+++	++	x	x
<i>Micrasterias crux-melitensis</i> var. <i>crux-melitensis</i> (EHR.) HASS. ex RALFS	-	-	++	-	-	-
<i>Micrasterias rotata</i> var. <i>rotata</i> (GREV.) RALFS ex RALFS	-	-	-	+	-	-
<i>Mougeotia</i> sp. AGARDH 1824	+++	++	+++	++	x	x
<i>Netrium digitus</i>	-	+	+++	+	x	-
<i>Pleurotaenium rectum</i> var. <i>rectum</i> DELP.	+	-	+	-	-	-
<i>Pleurotaenium trabecula</i> var. <i>trabecula</i> (EHR.) ex NÄG.	-	-	+	-	x	-
<i>Spirogyra</i> sp. LINK 1820	+	+	+++	+	x	x
<i>Staurastrum apiculatum</i> BREBISSON	-	-	-	-	x	x
<i>Staurastrum avicula</i> var. <i>avicula</i> BREBISSON	-	-	-	-	x	x
<i>Staurastrum bieneanum</i> var. <i>bieneanum</i> RABENH.	-	-	-	-	x	x
<i>Staurastrum brevispinum</i> BREBISSON	-	-	-	-	x	x
<i>Staurastrum furcigerum</i> (BREB. in MENEHGH.) ARCH.	+	+	+	+	x	x
<i>Staurastrum gladiusum</i> TURN.	-	-	-	-	x	x
<i>Staurastrum gracile</i> var. <i>gracile</i> RALFS ex RALFS	++	++	+	+	x	x
<i>Staurastrum lunatum</i> var. <i>lunatum</i> RALFS	-	-	-	-	x	x
<i>Staurastrum polymorphum</i> var. <i>polymorphum</i> BREBISSON	-	-	-	-	x	-
<i>Staurastrum punctulatum</i> var. <i>punctulatum</i> BREBISSON	-	-	-	-	x	x
<i>Staurastrum sebaldi</i> var. <i>ornatum</i> REINISCH	-	-	-	-	x	x
<i>Staurastrum</i> sp. MEYEN	-	+	-	+	-	-
<i>Stauroidesmus cuspidatus</i> var. <i>cuspidatus</i> (BREB. ex RALFS) TEIL.	+	++	-	-	x	x
<i>Stauroidesmus dickiei</i> var. <i>dickiei</i> (RALFS) LILLIER	-	-	-	-	x	-
<i>Stauroidesmus</i> sp. TEILING	-	+	-	++	-	-
<i>Zygnema</i> sp. AGARDH 1824	+	-	+++	+	x	x
Gesamtartenzahl	56	61	61	55	142	106

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Linzer biologische Beiträge](#)

Jahr/Year: 2004

Band/Volume: [0036_2](#)

Autor(en)/Author(s): Ruzicka Katerina, Schagerl Michael

Artikel/Article: [Hydrochemie und Phytoplanktongemeinschaften des Lunzer Obersees \(Niederösterreich\) 1317-1337](#)