

Hydrobiologische Untersuchungen des Lunzer Sees*

Von Gudrun MALICKY-SCHLATTE
mit 3 Tabellen im Text

eingelangt am 14. April 1991

Noch heute ist mir die große Freude gegenwärtig, die ich empfand, als mich Herr Univ.-Prof. Dr. O. HÄRTEL im Herbst 1961 als Dissertantin aufnahm. Nach dem Besuch der Ökologie-Vorlesung und beeinflusst durch zwei Feriapraktika bei Herrn Univ.-Prof. Dr. E. AICHINGER und dem Besuch eines limnologischen Sommerkurses in Lunz hatte ich mir sehr eine ökologische Freilandarbeit gewünscht – und eine solche erhalten. Ich sollte das Aicher Moor mit seinem von SCHAEFTLEIN (1960) entdeckten *Betula humilis*-Vorkommen untersuchen. Die Zeit, die ich erst als Dissertantin und dann bis Anfang 1969 als Assistentin am Institut von Herrn Prof. HÄRTEL verbrachte, ist mir wegen des anregenden, freundlichen und persönlichen Klimas im Institut eine liebe Erinnerung. Dazu hat die angenehme und korrekte Art von Herrn Prof. HÄRTEL und sein stetes Interesse an der Arbeit wesentlich beigetragen. Eigenschaften, die, wie mir zunehmende Erfahrung zeigt, nicht so selbstverständlich sind, wie ich damals glaubte. Höhepunkte waren die Exkursionen, die Herr Prof. HÄRTEL zusammen mit Herrn Prof. AICHINGER alljährlich für uns organisierte.

Im Dezember 1969 übersiedelte ich mit meinem ersten Sohn nach Lunz am See, wo mein Mann bereits einige Monate an der Biologischen Station Lunz der Österr. Akademie der Wissenschaften beschäftigt war. Bald bot sich auch mir Gelegenheit, stundenweise an der Station tätig zu sein. Seit 1973 arbeite ich über verschiedene aufeinander folgende Forschungsprojekte an der Biologischen Station. So konnte ich glücklicherweise meine in der Grazer Zeit vertieften ökologischen Interessen weiter verfolgen.

Von 1973–77 wurde der Lunzer See im Rahmen des Teil-Projektes „Durchflutung und Produktion im Lunzer Untersee“ des Projektes „Alpine Lakes“ des OECD Eutrophication Programme untersucht. 1978–82 folgte das Projekt „Die Makrophyten der Mayrbucht des Lunzer Untersees als Eutrophierungspuffer“ des Österreichischen Eutrophieprogrammes. Beide Projekte wurden dankenswerterweise vom Bundesministerium f. Gesundheit und Umwelt, dem Bundesministerium f. Wissenschaft und Forschung und der Niederösterreichischen Landesregierung finanziert. Ich bearbeitete vor allem die botanischen Fragen, die Ökologie und Biomasse des Phytoplanktons und der Makrophyten.

1983–86 übernahm ich das Projekt „Diffuser Nährstoffeintrag in den Lunzer Untersee unter besonderer Berücksichtigung des Niederschlags“ des Österreichischen Eutrophieprogrammes II (angeregt und finanziert vom Bundesministerium

* Herrn Univ.-Prof. Dr. Otto HÄRTEL zum 80. Geburtstag gewidmet.

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermärk; download unter www.biologiezentrum.at
 f. Gesundheit und Umwelt und der NÖ Landesregierung), bei dem ich mich zunehmend mit der Wasserchemie beschäftigen mußte.

Von 1987–90 untersuchte ich die Niederschlagsqualität in Lunz im Auftrag der NÖ Landesregierung weiter. Seit Herbst 1990 bearbeite ich im Rahmen des Projektes „Baggerseen und deren Wechselbeziehung zum Grundwasser“ einen Baggersee bei Pöchlarn.

Da der Forschungsschwerpunkt der Biologischen Station Lunz heute im Bereich der Fließgewässer liegt, wird der See seit Beendigung des Österr. Eutrophieprogrammes nicht mehr untersucht. Es sollen daher die Ergebnisse der Arbeit über den See hier kurz zusammengestellt werden.

Der Lunzer Untersee liegt in einer Seehöhe von 608 m in den nördlichen Kalkalpen im SW Niederösterreichs. Sein Becken wurde während der Eiszeit durch den Dürrensteingletscher ausgeschürft. Sein Areal beträgt 0,68 km², die mittlere Tiefe 20, die maximale 33,7 m. Die Eisbedeckung dauert etwa 100 Tage. Das Einzugsgebiet des Sees ist etwa 27 km² groß und liegt größtenteils im verkarsteten Kalkgebiet des Dürrensteinmassivs. Es ist zu 65% bewaldet, 19% sind unbewaldete Karstfläche, 10% Fels und der Rest Wiesen (RUTTNER-KOLISKO 1978).

Das Südufer des Sees ist bewaldet und unbesiedelt, am Nordufer liegen etwa 25 Häuser. Das Ostufer wird durch den breiten Schwemmkegel des Hauptzuflusses (Seebach) gebildet, dem nassen Wiesen folgen. Dahinter liegt der Ortsteil Seehof mit ca. 50 Einwohnern und Touristen, die die beiden kleineren Zuflüsse Mayrbach und Kanal beeinflussen. Der oberflächlich gelegene Abfluß und weitere Fremdenverkehrsbetriebe befinden sich an der Westseite des Sees. Am See wurden zwar seit der Jahrhundertwende immer wieder limnologische Untersuchungen durchgeführt, eine regelmäßige Überwachung seines Zustandes erfolgte aber erstmals im Rahmen des OECD-Projektes. In diesem wurden wegen der weltweiten Probleme mit der Seeneutrophierung sehr viele Seen untersucht, um den trophischen Zustand der Seen mit ihrem Phosphorhaushalt zu vergleichen. Dem Phosphor kommt wegen seiner meist geringen Konzentration eine Schlüsselrolle bei der Primärproduktion von Gewässern zu. Vor allem sollte versucht werden, die Phosphor-Belastbarkeit der Seen nach der Formel von VOLLENWEIDER (1976) zu berechnen, um ihre

Tab.1: Wasserbilanzen für den Lunzer Untersee 1975–1986 in m³.10³. Die Verdunstung wurde konstant mit 541 . 10³ m³/Jahr angenommen. Der diffuse Zufluß von knapp 10% ergibt sich aus der Differenz zwischen Zuflüssen und Ausrinn.

| | Seebach | Kanal | Mayrbucht | Regen | Ausrinn |
|------|---------|-------|-----------|-------|---------|
| 1975 | 44.266 | 2.795 | 424 | 973 | 46.769 |
| 1976 | 27.082 | 2.719 | 441 | 983 | 30.482 |
| 1977 | 27.639 | 2.618 | 548 | 983 | 36.325 |
| 1978 | 22.053 | 2.549 | 477 | 787 | 29.244 |
| 1979 | 30.717 | 2.696 | 424 | 1.041 | 38.391 |
| 1980 | 32.593 | 2.728 | 442 | 1.081 | 41.279 |
| 1981 | 35.025 | 2.777 | 578 | 1.190 | 48.798 |
| 1982 | 25.778 | 2.573 | 558 | 906 | 36.354 |
| 1983 | 24.904 | 2.615 | 415 | 888 | 33.188 |
| 1984 | 25.269 | 2.613 | 395 | 881 | 30.963 |
| 1985 | 31.814 | 2.701 | 369 | 1.064 | 36.662 |

Gefährdung zu erkennen und eventuelle Sanierungsmaßnahmen durchzuführen. Dazu war eine möglichst genaue Erfassung des Wasser- und Phosphorhaushaltes und des Phytoplanktons nötig.

Durch kontinuierliche Messung von Pegel und Wasserführung wurden für den See Wasserbilanzen erstellt (Tab.1; aus SCHLOTT & MALICKY 1982, bzw. MALICKY 1986):

Wie Tab.1 zeigt, dominiert der Seebach den Wasserhaushalt des Sees. Der Zufluß ist außerordentlich unregelmäßig; seine Wasserführung schwankt etwa im Verhältnis 1:100.

Der See ist also sehr stark durchströmt. Seine theoretische Wassererneuerungszeit beträgt 0,3 Jahre. Andere Alpenseen weisen nach SAMPL et al. (1989) Werte zwischen 1–2 Jahren (Faaker See, Keutschacher See, Traunsee, Mondsee, Aachensee) oder von mehreren Jahren (Wörther See 9,5, Millstätter See 7,0, Weißensee 11, Attersee 7,0 Jahre) auf.

Seit den Jahren 1982–83 werden die Abwässer der Häuser im Einzugsgebiet des Sees über den örtlichen Abwassersammler und eine Kläranlage in die Ybbs geleitet. Dadurch ergab sich folgende Änderung des mittleren Gehaltes an Gesamtphosphor der von der Kanalisation betroffenen Bäche.

| | 1978-81 | 1982-85 |
|----------|---------------|--------------|
| Kanal | 14,55 µg P/l | 5,77 µg P/l |
| Mayrbach | 152,67 µg P/l | 20,38 µg P/l |
| Ausrinn | 7,35 µg P/l | 4,80 µg P/l |

Der Phosphoraustrag aus dem Einzugsgebiet des Seebaches ist mit 5-6, 5 kg/km².a gering und stimmt überein mit dem aus ähnlichen Kalk-Dolomitgebieten. Der Bach enthält im Mittel 1978-85, 4,07 µg P/l. Es läßt sich nun sowohl eine Phosphorbilanz für den See als auch seine kritische Fracht (mit deren Erreichen der See eutrophiert würde) nach VOLLENWEIDER (1976) berechnen (Tab. 2.). Die verwendete Formel lautet:

$$L_c = (P) \cdot q_s \cdot (1 + \sqrt{tw})$$

L_c = kritische Fracht, (P) = gewichtetes Jahresmittel der Gesamtphosphorkonzentration im See, q_s = „hydraulic load“ (Z/tw); Z = mittlere Tiefe in m), tw = Wassererneuerungszeit in Jahren.

Interne Frachten durch P-Freisetzung aus dem Sediment bleiben unberücksichtigt.

Tab. 2: Kritische und tatsächliche Phosphorfracht (in mg/P/m².a) sowie Differenz zwischen kritischem und tatsächlichem Loading (in %) in den Jahren 1978 bis 1985

| | krit. Fracht | Phosphorzufuhr | Differenz |
|------|--------------|----------------|-----------|
| 1978 | 742 | 347 | -53 |
| 1979 | 929 | 453 | -51 |
| 1980 | 981 | 481 | -51 |
| 1981 | 1126 | 540 | -52 |
| 1982 | 889 | 250 | -72 |
| 1983 | 830 | 228 | -73 |
| 1984 | 786 | 220 | -72 |
| 1985 | 909 | 246 | -73 |

Mit dem Jahr 1982 ergibt sich eine deutliche, durch den Kanalbau bedingte Änderung. Die kritische Fracht, d.h. die Belastbarkeit, ist beim Lunzer See wegen seiner starken Durchflutung besonders groß. Zum Vergleich sei sie für einige andere im Österr. Eutrophieprogramm untersuchte Seen angegeben: Piburger See 148, Keutschacher See 248, Attersee 430 und Mondsee 690 mg P/m².a.

Die Abnahme der P-Ladung des Sees zeigt sich auch in einer Abnahme des mittleren Gehaltes an Gesamtphosphor im Seewasser. RUTTNER-KOLISKO (1978) gibt ihn für die Jahre 1974–76 mit 7,4 µg/l an, im Jahr 1981 betrug er 6,7, im Mittel der Jahre 1983–85, 5,1 µg/l. Durch die Abnahme des P-Gehaltes sank auch die Primärproduktion und damit die Sauerstoffzehrung im Tiefenwasser. Durch Abbauprozesse nimmt der Sauerstoffgehalt des Tiefenwassers von Seen während der Sommerstagnation ab, in eutrophen Seen kann es anaerob werden. Im Lunzer See betrug die Sauerstoffsättigung des Tiefenwassers am Ende der Sommerstagnation während des OECD-Projektes 35%, im Jahr 1981 25% und seither wieder etwa 50%.

Im OEP II 1983–86 wurde der Nährstoffeintrag durch den Niederschlag genau untersucht. Wie Tab. 1 zeigt, beträgt der direkte Wassereintrag durch Niederschläge in den See etwa 1 Million m³/Jahr. Der direkte Eintrag verschiedener Nährstoffe in kg/Jahr erreichte folgende Größenordnungen (aus MALICKY 1986).

| | SO ₄ -S | Cl | NO ₃ -N | NH ₄ -N | N _{tot} | P _{tot} | H |
|------|--------------------|----|--------------------|--------------------|------------------|------------------|----|
| 1984 | 652 | 68 | 653 | 592 | 1360 | 8 | 59 |
| 1985 | 938 | 88 | 530 | 639 | 1306 | 10 | 59 |

Niederschlag 1984: 1295,2 mm

1985: 1564,2 mm

Der P-Eintrag in den See direkt aus der Atmosphäre beträgt etwa 6-10% des Gesamteintrages. Wegen des hohen Kalkgehaltes ist eine Versauerung des Sees trotz stark versauerter Niederschläge nicht zu befürchten.

Während des OECD-Projektes wurden – zwar nicht im Plankton – aber im Litoralbereich, Eutrophierungserscheinungen in Form von gehäuften Auftreten von Fadenalgen vor Einleitungen, Kanal und Mayrbach festgestellt. Im ÖEP I sollte untersucht werden, wie weit zufließender Phosphor bereits in der Uferzone, speziell in den dort vorhandenen Makrophyten, gespeichert wird.

Die Mayrbucht, der NO-Teil des Sees, weist den dichtesten Bewuchs mit Wasserpflanzen auf, wobei sich die Arten und ihre Verteilung im Laufe der Jahre stark verändern (MALICKY 1984). In den Untersuchungsjahren waren es vor allem *Elodea canadensis*, *Potamogeton praelongus* und *P.perfoliatus* an submersen und *Phragmites australis* und *Schoenoplectus lacustris* an emersen Arten. Zur Zeit der maximalen Biomasse der Bestände (Ende Juli/Anfang August) wurden allein im Bereich der Mayrbucht die in Tab. 3 folgenden Werte festgestellt (SCHLOTT & MALICKY 1982).

Allein die Makrophyten der Mayrbucht enthalten in ihren oberirdischen Teilen 14-20 kg Phosphor. Das ist bei einem jährlichen Mindestrückhalt von 60 kg P im See ein hoher Anteil. Allerdings wird ein Teil dieses P wahrscheinlich aus dem Sediment aufgenommen.

Das Plankton des Lunzer Sees ist, sowohl was die Biomasse als auch was die Artenzusammensetzung betrifft, typisch für einen oligotrophen See. Die Phytoplanktonbiomasse der euphotischen Zone bleibt fast immer unter 0,5 g/m³. Die Sichttiefe ist mit bis zu 14 m entsprechend gut. Cyanophyceen fehlen im Plankton

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at
 Tab. 3: Frischgewicht (FG), Trockengewicht (TG) und Phosphorgehalt von Makrophytenbeständen.

| | Fläche m ² | FG in kg | TG in kg | P _{totG} |
|----------|-----------------------|----------|----------|-------------------|
| 1979 | | | | |
| Emerse | 3.669 | 4.581 | 1.177 | 3.427 |
| Submerse | 13.702 | 24.592 | 2.566 | 9.849 |
| Summe | 17.371 | 29.173 | 3.743 | 13.276 |
| 1981 | | | | |
| Emerse | 4.005 | 3.205 | 1.003 | 2.836 |
| Submerse | 14.918 | 41.132 | 4.422 | 17.880 |
| Summe | 18.923 | 44.337 | 5.425 | 20.716 |

fast überhaupt. Es herrschen Chrysophyceen und Diatomeen im Frühjahr und Dinophyceen im Spätsommer vor; Cryptophyceen sind ganzjährig wichtig.

Folgende Arten treten relativ häufig auf:

Phytoplankton:

Chrysophyceen: *Chromulina* sp., *Mallomonas akrokomos*, *M. crassisquima*, *M. tonsurata* var. *alpina*, *Uroglena* cf. *americana*, *Dinobryon cylindrium* var. *alpinus*, *D. divergens*, *Chrysochromulina parva*

Diatomophyceen: kleine Cyclotellen, *Stephanodiscus hantzschii*, *S. parvus*, *S. alpinus*, *Synedra acus* var. *delicatissima*, *Asterionella formosa*

Cryptophyceen: *Rhodomonas lacustris*, *R. lacustris* var. *nannoplanctica*, *Cryptomonas ovata*, *C. marssonii*, *Katablepharis ovalis*

Dinophyceen: kleine *Gymnodinien* und *Peridinen*, *Gymnodinium helveticum*, *Peridinium willei*, *Ceratium hirundinella*

Chlorophyceen: *Gyromitus cordiformis*, *Chlamydomonas* sp., *Ankyra* sp., *Oocystis lacustris*, *Coenococcus fottii*

Desmidiaceen: *Staurastrum luetkemulleri*, *S. cingulum*, *S. manfeldti*, *S. pseudopelagicum*

Zooplankton nach RUTTNER-KOLISKO (1978):

Rotatorien: *Keratella cochlearis*, *Polyarthra vulgaris*, *P. maior*, *Kellikottia longispina*, *Synchaeta pectinata*, *S. oblonga*, *Asplanchna priodonta*, *Conochilus unicornis*

Cladoceren: *Daphnia longispina hyalina*, *Eubosmina longispina*

Copepoden: *Eudiaptomus gracilis*, *Cyclops strenuus* s.l.

Zusammenfassung: Der Lunzer See gehört – auch im internationalen Vergleich – mit einem Phosphor-Gehalt von unter 10 µg/l, zu den oligotrophen Seen (FRICKER 1980). Diese Nährstoffarmut ist vor allem durch seine hohe Durchflutungsrate von 3 mal jährlich bedingt. Der P-Eintrag wurde durch die 1982/82 im Norduferbereich durchgeführte Kanalisation zusätzlich vermindert.

Literatur

- FRICKER, H., 1980. Eutrophication Programme. Regional Projekt. Alpine Lakes. Bundesamt f. Umweltschutz, Bern. 234 pp.
- MALICKY, G., 1984. Lang- und kurzfristige Veränderungen im Makrophytenbewuchs der NO-Bucht des Lunzer Untersees (Austria). – Arch. Hydrobiol. 101: 221-229.
- MALICKY, G., 1986. Diffuser Nährstoffeintrag in den Lunzer Untersee unter besonderer Berücksichtigung des Niederschlags. – Projekt Lunz-ÖEP II 1983-86, Biol. Station Lunz der Österr. Akademie d. Wiss., 86 pp.
- RUTTNER-KOLISKO, A., 1978. Durchflutung und Produktion im Lunzer Untersee. – Jber. Biol. Stn. Lunz 1: 98-115.
- SAMPL, H., GUSINDE, R.-E., TOMEK, H., ed. 1982. Seenreinhaltung in Österreich. –Wasserwirtschaft 6, BMLF, Wien. 256 pp.
- SCHAEFTLEIN, H., 1960. Ein bemerkenswertes Vorkommen der Strauchbirke (*Betula humilis*) in der Steiermark. – Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark 90: 109-112.
- SCHLOTT, G., MALICKY, G., 1982. Die Makrophyten der Mayrbucht des Lunzer Untersees als Eutrophierungspuffer. – ÖEP-Projekt 2. Biol. Station Lunz d. Österr. Akademie d. Wiss., 60 pp.
- VOLLENWEIDER, R.A., 1976. Advances in defining critical loading levels for phosphorus in lake eutrophication. – Mem. Inst. Ital. Idrobiol. 33: 53-83.

Anschrift der Verfasserin: Dr. Gudrun MALICKY-SCHLATTE, Biologische Station Lunz, Seehof 4, A-3293 Lunz am See.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen des naturwissenschaftlichen Vereins für Steiermark](#)

Jahr/Year: 1991

Band/Volume: [121](#)

Autor(en)/Author(s): Malicky-Schlatte Gudrun

Artikel/Article: [Hydrobiologische Untersuchungen des Lunzer Sees. 23-28](#)