

Die Lahngangseen im Toten Gebirge (Steiermark)

ROBERT SCHABETSBERGER

*Universität Salzburg, Institut für Organismische Biologie, Hellbrunner Straße 34,
A-5020 Salzburg*

DANIELA ACHLEITNER, HUBERT GASSNER, MARTIN LUGER, GÜNTER BRUSCHEK,
KARL MAYRHOFFER, INGRID FREY, JOSEF SCHACHL, HUBERT DAXNER, HARALD FICKER
*Bundesamt für Wasserwirtschaft, Institut für Gewässerökologie, Fischereibiologie und
Seenkunde, Scharfling 18, A-5310 Mondsee*

MATTHIAS POINTINGER, JOHANN KÖBERL
Österreichische Bundesforste AG, Kainisch 10, A-8984 Pichl-Kainisch

Abstract

There are two deep lakes on the karst plateau of the “Totes Gebirge” mountain massif. The names of Vorderer and Hinterer Lahngangsee are derived from the numerous avalanches that come off every spring from the steep flank bordering the lakes. In an exploratory investigation in October 2009 a bathymetric map of Vorderer Lahngangsee was constructed, physico-chemical parameters of both lakes were measured, phyto- and zooplankton samples were analysed and the fish stock of Vorderer Lahngangsee was investigated by fishing with standardized multi-mesh gill nets and by echosounding. Maximum depths of Vorder and Hinterer Lahngangsee were recorded at 75,5 and 23 m, respectively, but the karst lakes loose considerable amounts of their water volume after the spring melting period. Both lakes exhibited gradients in oxygen and ion-content, but we were unable to confirm meromictic conditions described by earlier authors. Phytoplankton biomass was low and Dinophyceae, Cryptophyceae and Bacillariophyceae dominated. The crustacean zooplankton consisted of *Daphnia rosea*, *Eubosmina longispina* and *Cyclops abyssorum taticus*, but the diet of Arctic charr (*Salvelinus umbla*) contained almost exclusively *D. rosea*. Fish catches comprised only Arctic charr, but minnows (*Phoxinus phoxinus*) and brown trout (*Salmo trutta* f. *fario*) were observed in both lakes. Additionally large lake trout (*S. trutta* f. *lacustris*) are found in Vorderer Lahngangsee. The hydroacoustically estimated average fish biomass amounts to 88,9 kg/ha, but few big lake trout (>60 cm) largely contribute to this comparatively high value for such an oligotrophic lake. Based on the hydroacoustically observed data, we calculated the sustainable yearly catch of a maximum of 200 Arctic charr and 10 big lake trout. Additionally stocking activities should be stopped to ensure that the lakes remain free from hatchery-born diseases.

1. Einleitung

Der Vordere und Hintere Lahngangsee im Toten Gebirge sind vermutlich seit dem Mittelalter mit Seesaiblingen (*Salvelinus umbla*) und Elritzen (*Phoxinus phoxinus*) aus dem Grundlsee besetzt. Im 18. Jahrhundert wurden die Lahngangseesaiblinge vom zuständigen Grundlsee-fischer gefangen und bis zum Jahr 1771 vorwiegend im Ausseer Land verkauft. Wie die Fische

aus den großen Salzkammergutseen, wurden auch die Lahngangseefische hoch geschätzt und bis an den Wiener Hof geliefert. So betrug das Deputat im Jahr 1730 neben 3568 Stück See-saiblingen aus dem Grundlsee auch 600 »kleine« Saiblinge aus dem Lahngangsee (Wallner, 1911). Der Vordere Lahngangsee enthält zusätzlich Bestände der See- (*Salmo trutta f. lacustris*) und Bachforelle (*Salmo trutta f. fario*), deren Erstbesatz sich zeitlich nicht mehr rekonstruieren lässt.

In den letzten Jahrzehnten wurden die beiden Lahngangseen extensiv fischereilich bewirtschaftet. Die beiden Pächter betrieben nur Angelfischerei mit sehr geringen Ausfängen. In den Vorderen Lahngangsee wurden seit 1981 jährlich je 200 vorgestreckte Bachforellen- und See-saiblingsbrütlinge von Mutterfischen des Grundlsees eingesetzt. Der Hintere Lahngangsee wurde alternierend in einem Jahr mit 100 Bachforellen und im nächsten Jahr mit 100 See-saiblingen besetzt. Ab 2010 wird der Vordere Lahngangsee fischereilich wieder von der Österreichischen Bundesforste AG (ÖBf-AG) bewirtschaftet.

Der Vordere Lahngangsee ist nach dem Toplitzsee der zweittiefste See des Toten Gebirges. Er wurde von Ruttner (1938) und später von Stundl (1953) limnologisch charakterisiert. Obwohl beide Autoren im Hypolimnion Sauerstoff nachweisen konnten, hoben sie den meromiktischen Charakter des Sees hervor. Ruttner (1938) sprach dabei von einem Übergangstyp zwischen mero- und holomiktischen Gewässer, der nur bei speziellen meteorologischen Ereignissen in manchen Jahren eine vollständige oder zumindest weitgehende Erneuerung des Tiefenwassers erfährt. Auch für den Hinteren Lahngangsee beschrieb Stundl (1953) eine deutliche Schichtung und Meromixie.

Hauptziel der von den ÖBf-AG in Auftrag gegebenen Studie war es, beide Seen nach 57 Jahren wieder limnologisch zu untersuchen. Zusätzlich sollten erstmals fischereiliche Grundlagendaten erhoben und auf deren Basis Empfehlungen für eine ökologisch orientierte, fischereiliche Bewirtschaftung des Vorderen Lahngangsees gegeben werden. Mit Hilfe einer hydroakustischen Datenaufnahme sollte auch eine genaue Tiefenkarte des Vorderen Lahngangsees erstellt werden.

2. Material und Methoden

Vorderer Lahngangsee

Der Vordere Lahngangsee (47,671° n. B. und 13,931° ö. L., tiefste Stelle) füllt ein vom eiszeitlichen Gletscher überformtes Becken in der sogenannten Eilmfurche, die das gesamte Tote Gebirge durchzieht. Er wird im Süden von den steilen Kalkfelsen des Neusteins und im Norden von der Langtal Graswand eingerahmt. Die jährlichen Lawinenabgänge über diese steile Flanke gaben den Seen ihre Namen. Vereinzelte Fichten und Lärchen sind nur an lawinengeschützten Bereichen zu finden. Der See besitzt keine oberirdischen Zu- und Abflüsse und wird über unbekannte Karstquellen gespeist. Im Südwesten befinden sich mehrere Ponore, von denen der höchstgelegene im Rahmen dieser Studie mit einer Markierung (Metallschraube, 47,668° n. B. und 13,927° ö. L.) versehen wurde. Dreißig Höhenmeter unter der Geländekante tritt eine Quelle aus, deren relativ hohe Temperatur auf Seewasser schließen lässt.

Hinterer Lahngangsee

Der Hintere Lahngangsee liegt etwa 450 m nordöstlich und 4 Höhenmeter über dem Vorderen Lahngangsee. Er ist von vereinzelt Lärchen am südwestseitigen (Lahngangalm) und am nordseitigen Ufer umgeben. Im Süden wird er vom Schuttkegel des Neusteinausläufers und im Norden und Nordosten von einem steilen, mit Erlen und Latschen bestandenen Abhang eingerahmt. Der Wasserfall im Osten mündet in den See, versickert aber während trockener Witterung schon vor der Mündung im Geröll. Oberirdische Abflüsse gibt es nicht, auch hier fließt das Wasser unterirdisch ab. Die Spiegelschwankungen können mehrere Meter betragen. Die bisher publizierten morphometrischen Daten der beiden Seen variieren je nach Autor stark (Tabelle 1 und 2).

Tab. 1: **Morphometrische Daten des Vorderen Lahngangsees lt. verschiedener Autoren**

| Datenquelle | Müllner (1896) | Ruttner (1938) | Stundl (1953) | Müller (1974) | Vorliegende Untersuchung* |
|--------------------------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|------------------------------|
| Seehöhe (m) | 1555 | 1555 | 1555 | 1489 | 1495 |
| Fläche (ha) | 19,4 | 19,0 | 19,0 | 16,5 | 17,5 |
| Max. Tiefe (m) | 77 | 77 | 65** | 77 | 75,5 |
| Volumen (Mio. m ³) | 6,3 | 6,3 | | 6,3 | 5,1 |

* Meereshöhe und Seefläche aus ÖK, max. Tiefe lt. Echolot (siehe Tiefenkarte Karte Abb. 13)

** Max. Tiefe lt. Wasserprobenahme über Grund

Tab. 2: **Morphometrische Daten des Hinteren Lahngangsees lt. verschiedener Autoren**

| Datenquelle | Müllner (1896) | Müller (1974) | Vorliegende Untersuchung* |
|----------------|----------------|---------------|------------------------------|
| Seehöhe (m) | 1562 | 1495 | 1499 |
| Fläche (ha) | 7 | 2 | 3,2 |
| Max. Tiefe (m) | 19,9 | 20 | 23 |

* Meereshöhe und Seefläche aus ÖK, max. Tiefe lt. Wasserprobenahme über Grund

Physikalisch-chemische Parameter und Phytoplankton

Die Wasserprobenahme erfolgte in beiden Gewässern am 29. 9. 2009 jeweils an der tiefsten Stelle. Am Vorderen Lahngangsee wurden in 0, 2, 5, 8, 10, 12, 15, 20, 30, 40, 50, 60, 70 und 73,8 m Wassertiefe Proben entnommen. Am Hinteren Lahngangsee erfolgte die Probenahme in 0, 2, 5, 8, 12, 15, 20 und 22,5 m Tiefe. Weiters wurden an beiden Gewässern zur Chlorophyll-a und zur Phytoplanktonbestimmung integrierte Wasserproben aus 0–21 m Wassertiefe entnommen. Die Sichttiefe wurde mit einer Secchi-Scheibe gemessen. Die lugolfixierten Phytoplanktonproben wurden in einem inversen Mikroskop ausgezählt.

Im Labor des Bundesamtes für Wasserwirtschaft wurden pH-Wert, Leitfähigkeit, Alkalinität (Säurebindungsvermögen = SBV), Gesamtphosphor (Ges-P), Orthophosphat (PO₄³⁻/P), Nitrat-Stickstoff (NO₃⁻/N), Nitrit-Stickstoff (NO₂⁻/N), Ammonium-Stickstoff (NH₄⁺/N), Chloridgehalt, Sauerstoffgehalt, Sauerstoffsättigung und Chlorophyll-a Gehalt gemessen.

Zooplankton

Am 29. 9. 2009 wurden jeweils an der tiefsten Stelle Zooplanktonproben mit einem 10-Liter-Wasserschöpfer in verschiedenen Wassertiefen (Abb. 4 und 5) entnommen, durch ein Planktonnetz mit einer Maschenweite von 30 µm filtriert und in 4%-igem Formaldehyd fixiert. Im Labor wurden die Proben mit Bengalrosa gefärbt und die Zooplanktonorganismen auf Art- bzw. Gattungsniveau bestimmt. Die Krustaceen wurden in der gesamten Probe unter einem Binokular ausgezählt. In einem Aliquot der Probe wurde die Dichte der Rotatorien in einem inversen Mikroskop gezählt und die Gesamtabundanz errechnet.

Fischbestand

Am Vorderen Lahngangsee wurde in der Nacht vom 29. 9. 2009 auf 30. 9. 2009 ein Netzsatz mit 4 standartisierten Multimaschennetzen (Typ: Nordic; Länge: 27,5 m; Höhe: 6 m) in 12 bis 18 m Wassertiefe exponiert. Alle gefangenen Fische wurden bestimmt, die Totallänge und das Vollgewicht erhoben sowie das Geschlecht und der Reifegrad nach Nikolsky (in Ricker, 1970) erfasst. Zur späteren Altersbestimmung wurden die Sagitta-Otolithen entnommen. Im Labor wurden die Otolithen mit feinem Schleifpapier (Körnung: 800 µm) angeschliffen und auf einem Objektträger in Harz (Araldite CY 212) eingebettet. Die Aushärtung des Harzes erfolgte bei

60 °C in 24 Stunden. Die Altersbestimmung wurde mit einem Mikroskop bei 25- bis 40-facher Vergrößerung durchgeführt. Für die Nahrungsanalysen wurden die Mägen entnommen und in 4%-igem Formaldehyd fixiert. Im Labor wurde der gesamte Mageninhalt mit Bengalrosa gefärbt. Ein Aliquot der Probe wurde unter dem Binokular ausgezählt und die Gesamtanzahl der Nahrungsorganismen errechnet.

Hydroakustik

Zur Abschätzung der Fischbiomasse wurde der Vordere Lahngangsee in der Nacht von 28. 9. 2009 auf 29. 9. 2009 mit einem SIMRAD EK 60 echographisch untersucht. Dabei wurden 15 Quertransekte (Abb. 1) und ein Längstransekt vertikal beschallt (Arbeitsfrequenz: 120 kHz). Die kontinuierlich gespeicherten Daten wurden anschließend im Labor ausgewertet (Sonar 5) und die mittlere Abundanz (Anzahl/ha) und die mittlere Fischbiomasse (kg/ha) berechnet. Für eine Abschätzung der nachhaltig abschöpfbaren Seesaiblinge und Seeforellen wurden die den jeweiligen Fischarten zugeordneten Längenklassen gesondert analysiert.

Für die Basisdatenaufnahme einer digitalen bathymetrischen Karte, bestehend aus den GPS-Koordinaten und der jeweils zugehörigen Seetiefe, wurde der gesamte Vordere Lahngangsee am 28. 9. 2009 in einem engmaschigen Raster von Quer- und Längstransekten beschallt. Aus den 4300 erhaltenen Messpunkten wurde mit der Software »R« eine Tiefenkarte erstellt und das Seevolumen berechnet.



Abb. 1: Befahrene Transekte für die hydroakustische Fischuntersuchung des Vorderen Lahngangsees 2009

3. Ergebnisse

Physikalisch-chemische Parameter

Das Temperaturprofil des Vorderen Lahngangsees zeigte eine deutliche Schichtung, wobei im September das sommerliche Temperaturmaximum an der Wasseroberfläche nicht mehr erfasst werden konnte. Es kam zu einer metalimnischen Sauerstoffübersättigung (max. O₂-Sätt.: 125%) in 8 m Tiefe. Unterhalb von 15 m Wassertiefe sank der Sauerstoffgehalt rasch auf bis zu 4 mg/l ab. Über Grund fällt eine Anreicherung des Gesamtphosphors (30 mg/m³) und des Ammoniums (24 mg/m³) bei gleichzeitiger Nitratzehrung auf. Die Leitfähigkeit stieg von oberflächlich

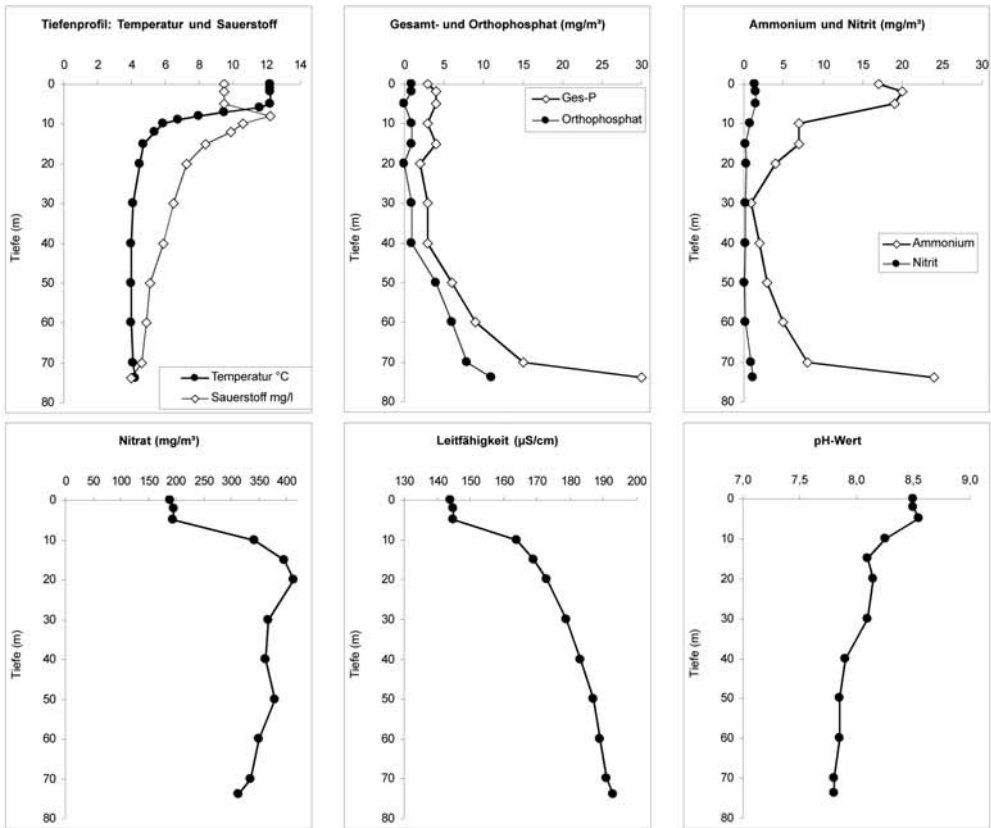


Abb. 2: Physikalisch-chemische Untersuchung des Vorderen Lahngangsees 2009

144 auf maximal 193 µS/cm über Grund. Bedingt durch den Einfluss der Assimilation des Phytoplanktons liegen die pH-Werte im Epilimnion durchwegs etwas höher als jene im Hypolimnion (Abb. 2).

Im Hinteren Lahngangsee zeigte sich ebenfalls eine deutliche Temperaturschichtung mit einer Sprungschicht zwischen 5 und 8 m Wassertiefe. Die epilimnische Sauerstoffübersättigung stieg auf 134% in 0 m Wassertiefe. Die hypolimnische Sauerstoffzehrung war jedoch gering und es konnten bis zum Grund mehr als 8,6 mg/l Sauerstoff nachgewiesen werden. Eine Nährstoffanreicherung über Grund war kaum ausgeprägt (Abb. 3). Der Chloridgehalt lag in beiden Seen unter der Nachweisgrenze. Bei beiden Gewässern befinden sich die für eine Trophieabschätzung herangezogenen Parameter (Sichttiefe, Gesamtphosphor [als tiefengewichteter Mittelwert der gesamten Wassersäule] und Chlorophyll-a) im oligotrophen Bereich (Tabelle 3).

Tab. 3: Trophieabschätzung der Lahngangseen, Grenzwertbereich der Parameter in Anlehnung an Vollenweider und Kerekes (1982)

| Parameter | Grenzwerte für ein oligotrophes Gewässer | Vorderer Lahngangsee | Hinterer Lahngangsee |
|----------------------------|--|----------------------|----------------------|
| Sichttiefe (m) | 5,3–16,5 | 15,7 | 12,5 |
| Ges-P (mg/m ³) | 4,85–13,3 | 6,3 | 3,5 |
| Chlorophyll-a (mg/l) | 0,8–3,4 | 1,8 | 2,8 |

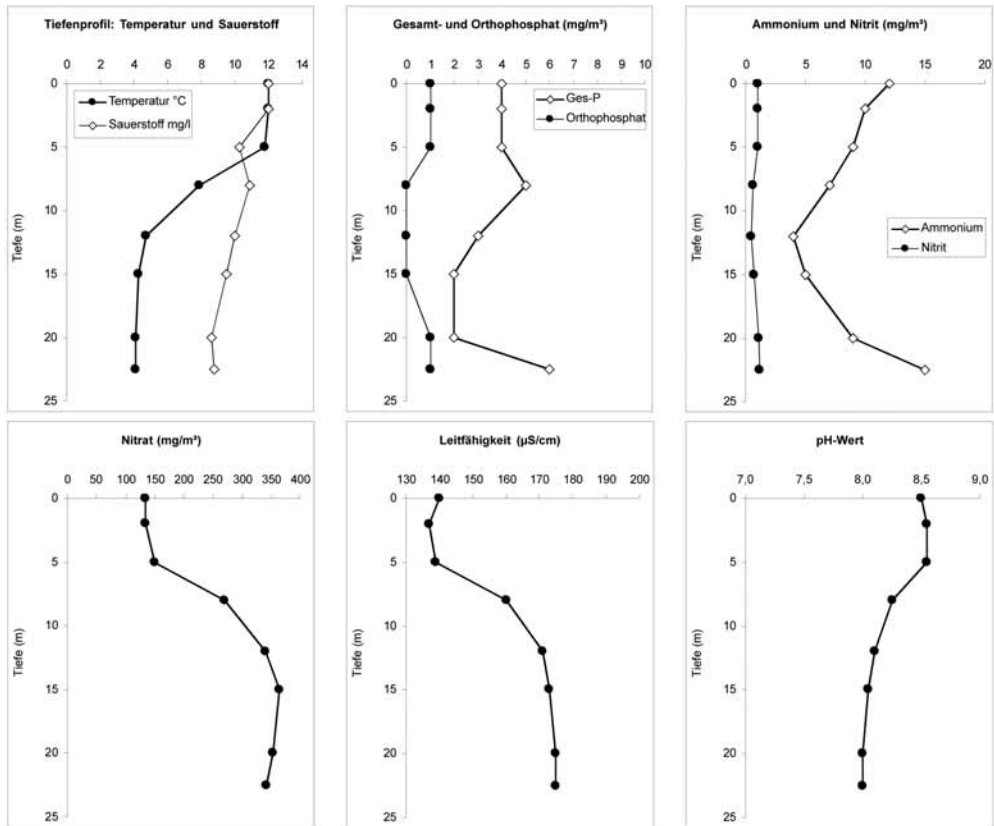


Abb. 3: Physikalisch-chemische Untersuchung des Hinteren Lahngangsees 2009

Phytoplankton

Die Phytoplanktongesellschaften der beiden Gewässer wiesen große Ähnlichkeiten auf. Im Vorderen Lahngangsee wurden 17 Taxa bestimmt und 10 quantifiziert, im Hinteren Lahngangsee wurden 19 Taxa bestimmt und 14 quantifiziert. Die Gesamtbiossamen lagen bei 58,75 (Vorderer Lahngangsee) bzw. 166,62 µg/l (Hinterer Lahngangsee, Tabelle 4 und 5). Den Großteil der Biomasse im Vorderen Lahngangsee stellte dabei die Jochalge *Staurastrum cf. paradoxum* (50,91%), gefolgt von den Goldalgen (18,22%), den Cryptoflagellaten (14,6%) und Kieselalgen (11,3%). Andere Gruppen spielten nur untergeordnete Rollen. Im Hinteren Lahngangsee dominierten die Chryptoflagellaten mit 52,1% (*Cryptomonas sp. E* 24,04%, *Cryptomonas erosa + spp.* 13,41% und *Rhodomonas minuta* 12,83%). Zahlreich vertreten war auch die Gruppe der µ-Algen (ohne Bakterien) mit 25,6%. Andere Algengruppen erreichten nur geringe Dichten.

Zooplankton

Im Vorderen Lahngangsee zeigten sich die höchsten Dichten aller Zooplanktonarten in den oberen 20 Metern der Wassersäule (Abb. 4). Bei den Krustaceen erreichte *Eubosmina longispina* das Maximum von 23 Individuen pro Liter in 20 m Tiefe. Bei den Rädertieren war die Konzentration in den oberen Wasserschichten ebenfalls deutlich. Die höchsten Abundanzen erreichten *Keratella cochlearis* (max. 157 Ind/l) und *Asplanchna priodonta* (max. 113 Ind./l). Vereinzelt wurden auch *Notholca squamula* und *N. labis*, *Synchaeta pectinata*, *Testudinella patina* und *Trichotria sp.* gefunden.

Tab. 4: **Phytoplankton: Taxaliste, Abundanz und Biomasse im Vorderen Lahngangsee**

| TAXON | Anzahl | Gez.Vol. (ml) | Ind./l (Fäd., Kol.) | Vol./Ind. (μm^3) | $\mu\text{g l}^{-1}$ | % Anteil |
|---|--------|------------------|------------------------|----------------------------------|----------------------|---------------|
| Cyanobacteria (Blualgen) | | | | | | |
| <i>Planktothrix sp.</i> | | | | | | |
| Chlorophyceae (Grünalgen) | | | | | | |
| <i>Koliella cf. longiseta</i> | 19 | 1,429 | 13293 | 10 | 0,14 | 0,23 |
| <i>Planktosphaeria gelatinosa</i> | | | | | | |
| <i>Quadrigula pfitzeri</i> | | | | | | |
| Conjugatophyceae (Jochalgen) | | | | | | |
| <i>Staurastrum cf. paradoxum</i> | 76 | 22,257 | 3415 | 8759 | 29,91 | 50,91 |
| <i>Staurastrum sp.</i> | | | | | | |
| Chrysophyceae (Goldalgen) | | | | | | |
| <i>Dinobryon divergens</i> | 72 | 4,002 | 17993 | 436 | 7,85 | 13,37 |
| <i>Mallomonas sp.</i> | 10 | 4,002 | 2499 | 1141 | 2,85 | 4,85 |
| Dinophyta (Panzergeißlinge) | | | | | | |
| <i>Ceratium hirundinella</i> | 4 | 150,000 | 27 | 104030 | 2,77 | 4,72 |
| Cryptophyceae (Cryptoflagellaten) | | | | | | |
| <i>Cryptomonas erosa + spp.</i> | 36 | 22,257 | 1617 | 3756 | 6,08 | 10,34 |
| <i>Cryptomonas marssonii</i> | 2 | 4,002 | 500 | 922 | 0,46 | 0,78 |
| <i>Cryptomonas sp. E</i> | | | | | | |
| <i>Cryptomonas sp. S</i> | 7 | 4,002 | 1749 | 1166 | 2,04 | 3,47 |
| Bacillariophyceae (Kieselalgen) | | | | | | |
| <i>Asterionella formosa</i> | 123 | 22,257 | 5526 | 919 | 5,08 | 8,64 |
| <i>Fragilaria ulna var. acus</i> | 21 | 44,955 | 467 | 3360 | 1,57 | 2,67 |
| <i>Fragilaria ulna var. angustissima</i> | | | | | | |
| Picoplankton < 5 μm | | | | | | |
| μ -Algen (Picoplankton exkl. Bacteria) | | | | | | |
| Biomasse total: | | | | | 58,75 | 100,00 |
| | | | | | $\mu\text{g l}^{-1}$ | % |

Wie im Vorderen Lahngangsee war auch im Hinterer Lahngangsee das Zooplankton im Wesentlichen auf die oberen Wasserschichten konzentriert (Abb. 5). *Daphnia rosea* erreichte im Hinteren Lahngangsee mehr als die zehnfache Konzentration des Vorderen Lahngangsees (max. 103 Ind./l). Grundsätzlich war die Gesamtzooplanktonbiomasse im Hinteren Lahngangsee deutlich höher. Die kaltstenotherme Rädertierart *Keratella hiemalis* (max. 50 Ind./l) wies die höchsten Abundanzen direkt über Grund auf. Auch die Dichten von *Synchaeta spp.* (*Synchaeta pectinata*, *S. lackowitziana*, *S. tremula*) und *Filinia terminalis* stiegen direkt über Grund wieder an, was vermutlich durch die Sedimentation absterbender Individuen erklärt werden kann.

Fischbestand

Im Rahmen der Kiemennetzbefischung konnte nur eine Fischart, der Seesaibling, nachgewiesen werden. Insgesamt wurden 12 Fische mit einem Gesamtgewicht von 2076 g gefangen. Die Totallänge der Seesaiblinge betrug zwischen 26,5 und 30,3 cm (Abb. 6), der mittlere Fultonische Konditionsfaktor lag bei 0,73 (min. 0,59; max. 0,81; Tabelle 6). Bis auf einen Rogner mit 26,7 cm Totallänge waren alle Fische laichreif (Geschlechterverteilung: 10 Rogner, 2 Milchner). Die beiden kleinsten Fische erreichten bereits ein Alter von 8 Jahren, beim ältesten Fisch wurde ein Alter von 13 Jahren bestimmt (Abb. 7). Im gesamten Uferbereich konnten zahlreiche Elritzen in verschiedenen Größenklassen beobachtet werden. Vereinzelt wurden auch See- und Bachforellen gesichtet.

Tab. 5: **Phytoplankton: Taxaliste, Abundanz und Biomasse im Hinteren Lahngangsee**

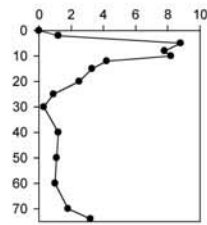
| TAXON | Anzahl | Gez. Vol. (ml) | Ind./l (Fäd., Kol.) | Vol./Ind. (μm^3) | $\mu\text{g l}^{-1}$ | % Anteil |
|---|--------|-------------------|------------------------|----------------------------------|--|---------------|
| Cyanobacteria (Blualgen) | | | | | | |
| <i>Planktothrix sp.</i> | | | | | | |
| Chlorophyceae (Grünalgen) | | | | | | |
| <i>Elakathotrix cf. gelatinosa</i> | | | | | | |
| <i>Koliella cf. longiseta</i> | 37 | 1,038 | 35660 | 10 | 0,34 | 0,20 |
| <i>Planktosphaeria gelatinosa</i> | 13 | 2,298 | 5656 | 1151 | 6,51 | 3,91 |
| <i>Tetraedron sp.</i> | | | | | | |
| Conjugatophyceae (Jochalgen) | | | | | | |
| <i>Staurastrum cf. paradoxum</i> | 13 | 20,773 | 626 | 8463 | 5,30 | 3,18 |
| Chrysophyceae (Goldalgen) | | | | | | |
| <i>Dinobryon divergens</i> | 349 | 13,849 | 25201 | 411 | 10,35 | 6,21 |
| <i>Mallomonas sp.</i> | | | | | | |
| Dinophyta (Panzergeißlinge) | | | | | | |
| <i>Ceratium hirundinella</i> | 5 | 140,000 | 36 | 107527 | 3,84 | 2,30 |
| <i>Gymnodinium helveticum</i> | 3 | 140,000 | 21 | 15857 | 0,34 | 0,20 |
| <i>Gymnodinium sp.kl.</i> | 22 | 2,298 | 9572 | 524 | 5,02 | 3,01 |
| <i>Peridinium sp.</i> | 3 | 140,000 | 21 | 54496 | 1,17 | 0,70 |
| Cryptophyceae (Cryptoflagellaten) | | | | | | |
| <i>Cryptomonas erosa + spp.</i> | 15 | 2,298 | 6527 | 3424 | 22,35 | 13,41 |
| <i>Cryptomonas sp. E</i> | 61 | 2,298 | 26541 | 1509 | 40,05 | 24,04 |
| <i>Cryptomonas sp. S</i> | 5 | 2,298 | 2176 | 1388 | 3,02 | 1,81 |
| <i>Rhodomonas minuta</i> | 365 | 1,038 | 351781 | 61 | 21,38 | 12,83 |
| Bacillariophyceae (Kieselalgen) | | | | | | |
| <i>Achnanthes sp.</i> | | | | | | |
| <i>Asterionella formosa</i> | 195 | 41,958 | 4647 | 919 | 4,27 | 2,56 |
| Picoplankton < 5 μm | | | | | | |
| μ -Algen (Picoplankton exkl. Bacteria) | 39 | 0,060 | 651607 | 66 | 42,68 | 25,62 |
| Biomasse total: | | | | | 166,62 | 100,00 |
| | | | | | $\mu\text{g l}^{-1}$ | % |

Tab. 6: **Zusammenstellung von Seesaiblings-Konditionsfaktoren verschiedener Seen**

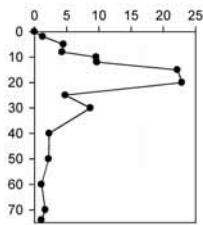
| Gewässer | Konditionsfaktor | Autor |
|----------------------|------------------|----------------------|
| Achensee | 0,72 | BAW, unveröff., 2006 |
| Vorderer Lahngangsee | 0,73 | vorliegende Studie |
| Königssee | 0,74 | Klein, 1990 |
| Grundlsee | 0,77 | Zick, 2006 |
| Langbathsee | 0,78 | Gassner et al., 2002 |
| Achensee | 0,81 | Schulz, 1977 |
| Hintersee | 0,82 | BAW, unveröff., 2005 |
| Grünsee | 0,84 | Klein, 1990 |
| Wolfgangsee | 0,84 | BAW, unveröff., 2007 |
| Obersee | 0,88 | Klein, 1990 |
| Mondsee | 0,88 | Rinnerthaler, 2002 |
| Lac Léman | 1,01 | Rubin, 1990 |

Crustacea

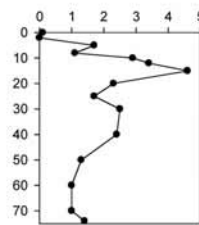
Daphnia rosea



Eubosmina longispina



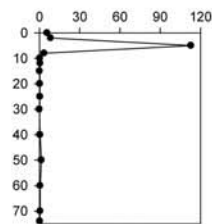
Cyclops abyssorum



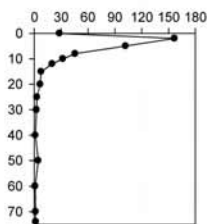
Tiefe (m)

Rotifera

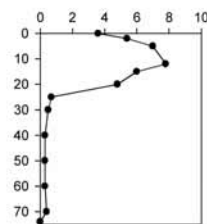
Asplanchna priodonta



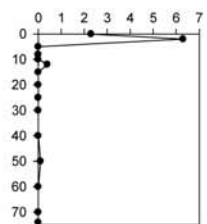
Keratella cochlearis



Kellicottia longispina



Polyarthra luminosa

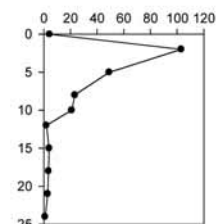


Individuen l⁻¹

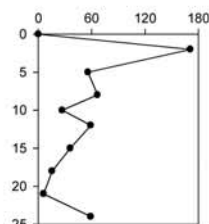
Abb. 4: Vertikale Verteilung des Zooplanktons im Vorderen Lahngangsee 2009

Crustacea

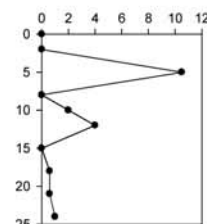
Daphnia rosea



Bosmina longispina



Cyclops abyssorum

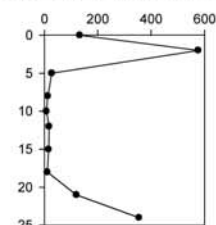


Tiefe (m)

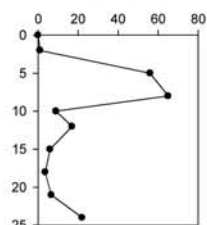
Rotifera

Synchaeta spp.

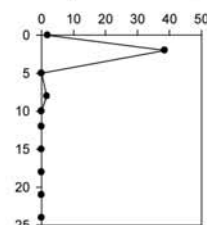
S. pectinata, *S. tremula*, *S. lackowitziana*



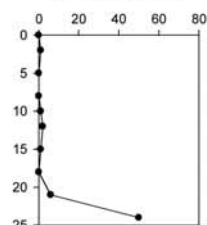
Filinia terminalis



Polyarthra luminosa



Keratella hiemalis



Individuen l⁻¹

Abb. 5: Vertikale Verteilung des Zooplanktons im Hinteren Lahngangsee 2009

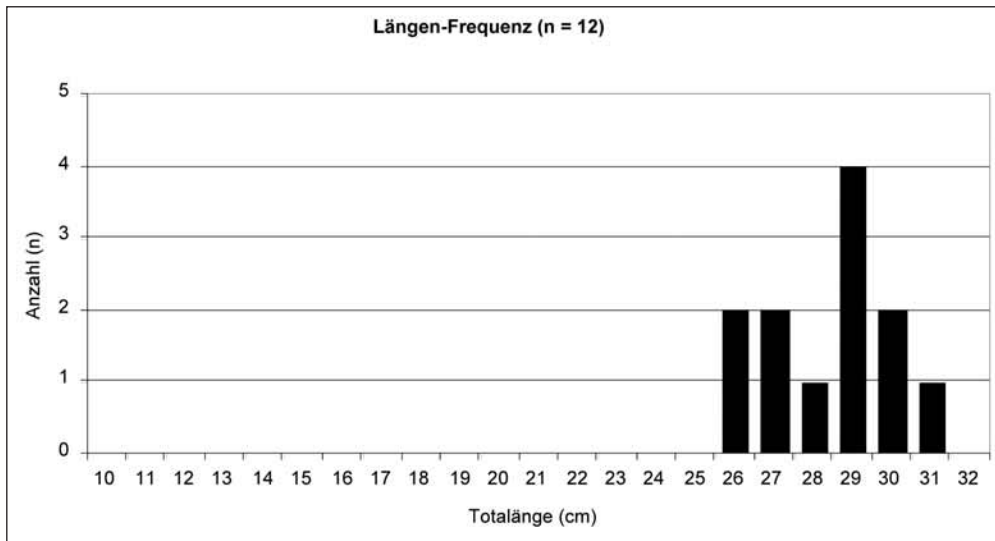


Abb. 6: Längen-Frequenz der Seesaiblinge im Vorderen Lahngangsee 2009

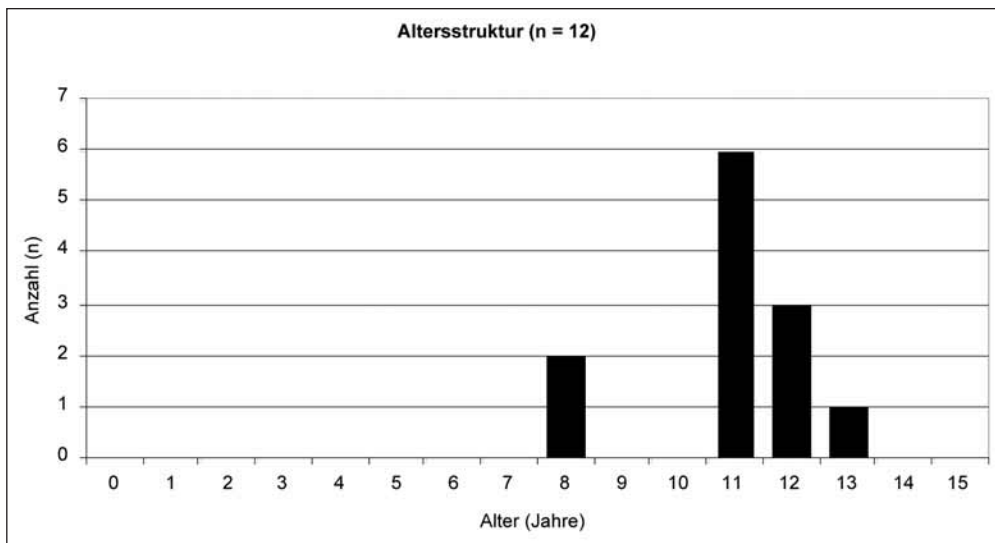


Abb. 7: Altersstruktur der Seesaiblinge im Vorderen Lahngangsee 2009

Hydroakustische Fischuntersuchung

Die Hydroakustische Fischuntersuchung ergab im Vorderen Lahngangsee eine mittlere Fischbiomasse von 88,9 kg/ha. Die Biomassen der einzelnen Transekte wichen dabei stark voneinander ab (min. 0 kg/ha, max. 375 kg/ha). Zur Zeit der Aufnahme befanden sich die meisten Fische vor allem im nordöstlichen Seeteil (Abb. 8).

Die Längen-Gewichtsverteilung (Abb. 9) zeigte, dass größere Fische (über 30 cm) einen sehr hohen Anteil der Biomasse (81%) stellten. Bei den Fischechos um 5 cm Totallänge handelte es sich sehr wahrscheinlich um Elritzen, bei jenen zwischen 24 und 36 cm um Seesaiblinge. Die zahlreichen Echos großer Fische (>60 cm) deuten auf einen guten Seeforellenbestand im Gewässer hin (Abb. 10).

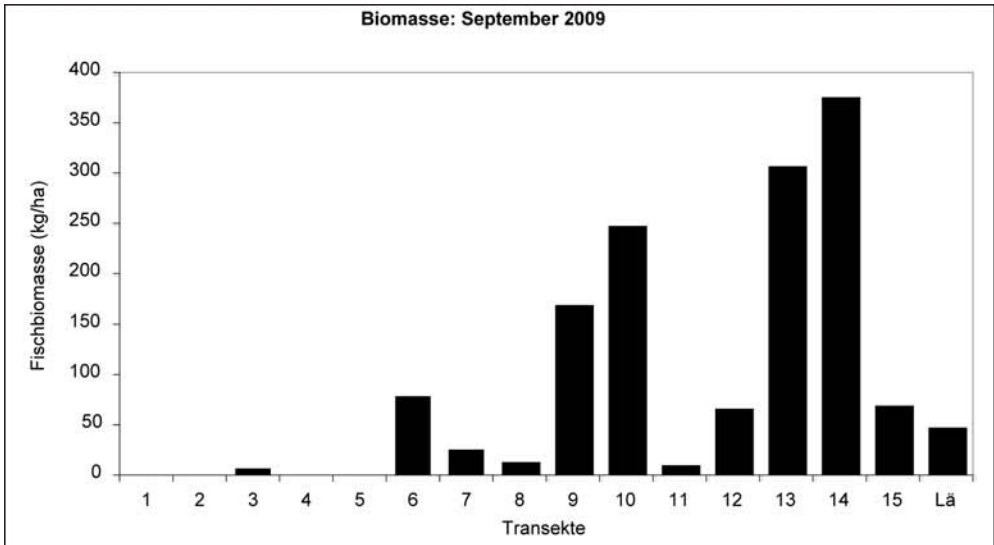


Abb. 8: Verteilung der Fischbiomasse (kg/ha) in den einzelnen Transekten im Vorderen Lahngangsee 2009

Die meisten Fische befanden sich in den oberen Wasserschichten. Vor allem zwischen 9 und 15 m Wassertiefe wurde eine vergleichsweise hohe Fischbiomasse erreicht (62 kg/ha), aber auch in größeren Tiefen (>30 m) konnten immer wieder Fischechos erfasst werden (Abb. 11). Die Auswertung der den überwiegend laichreifen Seesaiblingen zugeordnete Längenklasse (26–36 cm) ergab einen Bestand von 37 Fischen/ha mit einem Gesamtgewicht von 10,0 kg/ha. Die Längenklasse 36–60 cm (kleinere Seeforellen, große Seesaiblinge) stellte mit 36 Fischen/ha und 38,0 kg/ha ebenfalls einen großen Biomasseanteil. Bei den großen Seeforellen (>60 cm) wurden 11 Fische/ha mit einem Gewicht von 37,7 kg/ha berechnet (Tabelle 7). Die sich daraus ergebende nachhaltige Entnahme (15%) läge im Vorderen Lahngangsee bei 26,3 kg Seesaiblingen und 98,9 kg großer Seeforellen (Tabelle 8).

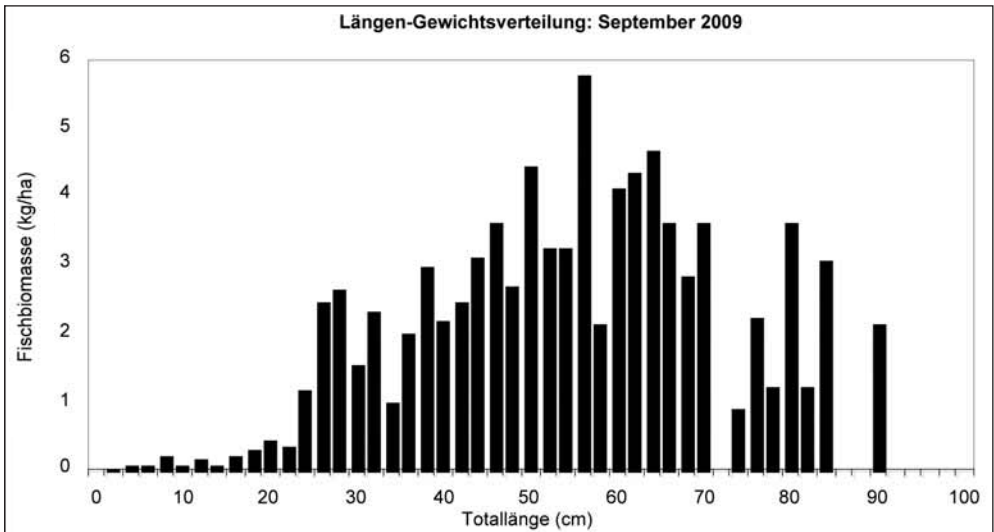


Abb. 9: Längen-Gewichtsverteilung der Fische im Vorderen Lahngangsee 2009

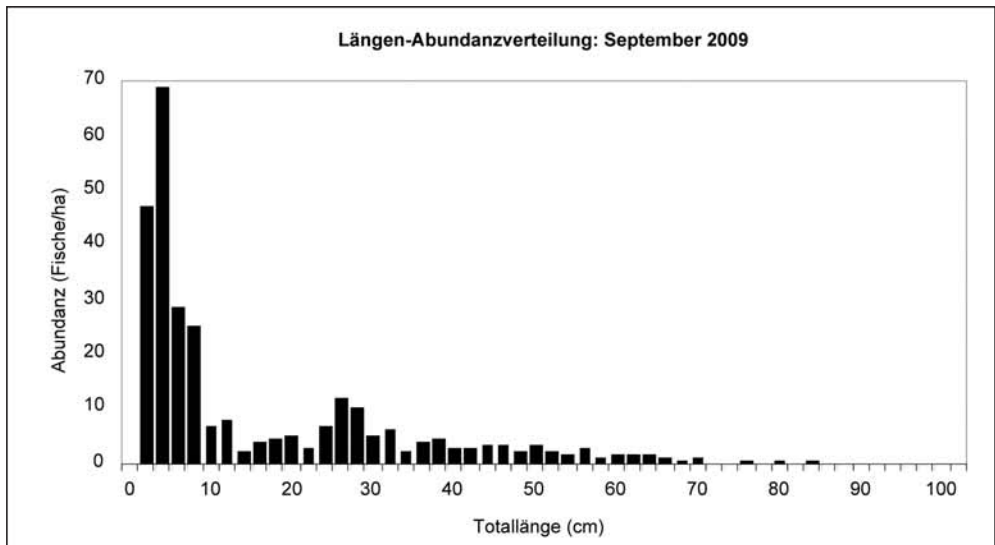


Abb. 10: Längen-Abundanzverteilung der Fische im Vorderen Lahngangsee 2009

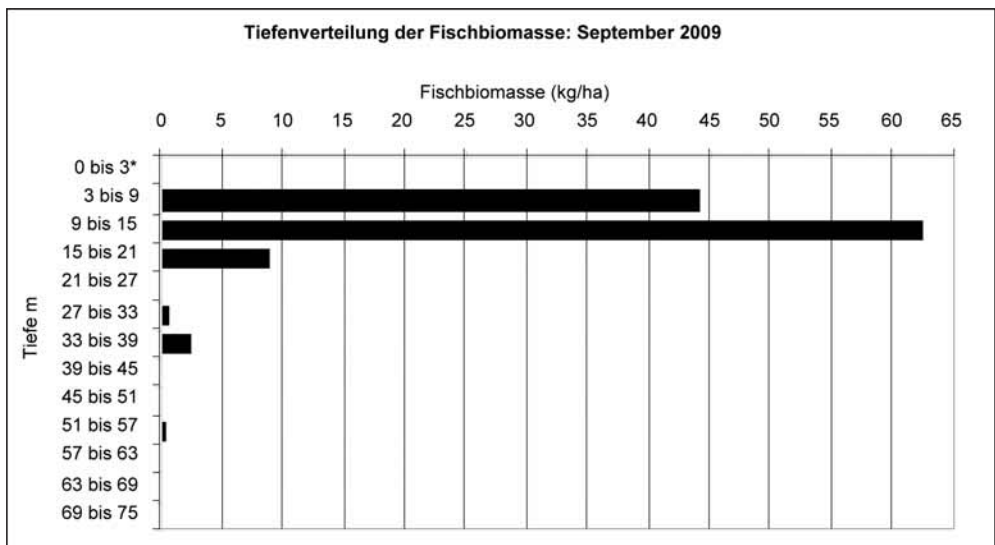


Abb. 11: Tiefenverteilung der Fische im Vorderen Lahngangsee 2009

* Aus methodischen Gründen können die Fische zwischen 0–3 m Tiefe nicht genau erfasst werden.

Tab. 7: Abundanz und Biomasse einzelner Fischlängenklassen im Vorderen Lahngangsee

| Größenklasse | kg/ha | Stück/ha | kg/See | Stück/See |
|--------------|-------|----------|--------|-----------|
| 26–36 cm | 10,0 | 37 | 175,0 | 648 |
| 36–60 cm | 38,0 | 36 | 665,1 | 632 |
| >60 cm | 37,7 | 11 | 659,0 | 195 |

Tab. 8: Abschätzung einer möglichen nachhaltigen Entnahme (15%) einzelner Fischlängsklassen im Vorderen Lahngangsee

| Größenklasse | 15% kg/ha | 15% Stück/ha | max. mögl. Entnahme aus See (kg) | max. mögl. Entnahme aus See (kg) |
|--------------|-----------|--------------|----------------------------------|----------------------------------|
| 26–36 cm | 1,5 | 6 | 26,3 | 97 |
| 36–60 cm | 5,7 | 5 | 99,8 | 95 |
| >60 cm | 5,6 | 2 | 98,9 | 29* |

* Der nachhaltige Entnahmewert muss niedriger angelegt werden, als die Berechnung angibt. Eine maximale Entnahme von 10 Fischen wird vorgeschlagen.

Nahrung der Seesaiblinge

Die 12 gefangenen Seesaiblinge ernährten sich praktisch ausschließlich von *Daphnia rosea*, die gegenüber der deutlich häufigeren, aber kleineren *Eubosmina longispina* selektiv gefressen wurde (Abb. 12). Sowohl *Eubosmina longispina* als auch *Cyclops abyssorum tatricus* waren nur ganz vereinzelt in den Mägen zu finden. Die Hauptbeute *Daphnia rosea* konzentrierte sich während des Tages in 5–10 m Tiefe (Abb. 4).

Batymetrische Karte

Auf Basis der durchgeführten hydroakustischen Datenaufnahme steht eine aktuelle digitale Seetiefenkarte des Vorderen Lahngangsees zur Verfügung (Abb. 13). Die maximale Tiefe im September 2009 lag bei 75,5 m. Im Karstgebirge sind jedoch Wasserspiegelschwankungen zwischen Frühjahrshochstand und Herbsttiefstand um mehrere Meter möglich. Ein Überlauf bei Maximalstand wurde markiert und lag 3,22 m über dem Wasserstand zum Zeitpunkt dieser Untersuchung.

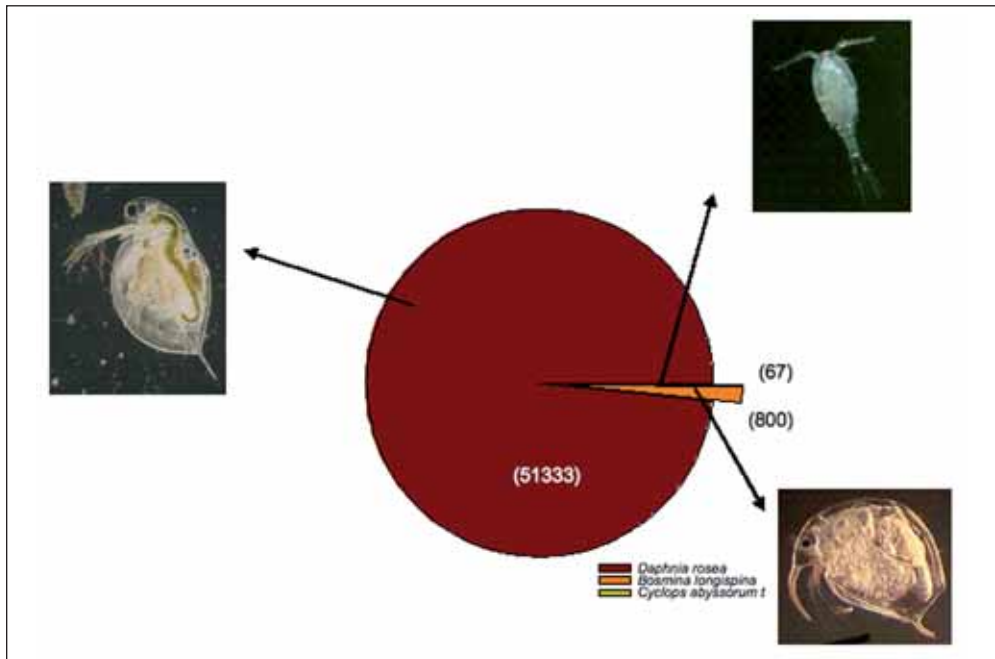


Abb. 12: Relativer Anteil der Nahrungsorganismen in den Mägen der Seesaiblinge (n = 12) des Vorderen Lahngangsees 2009. (Die mittlere Anzahl der Beuteorganismen pro Magen ist in Klammer angegeben.)

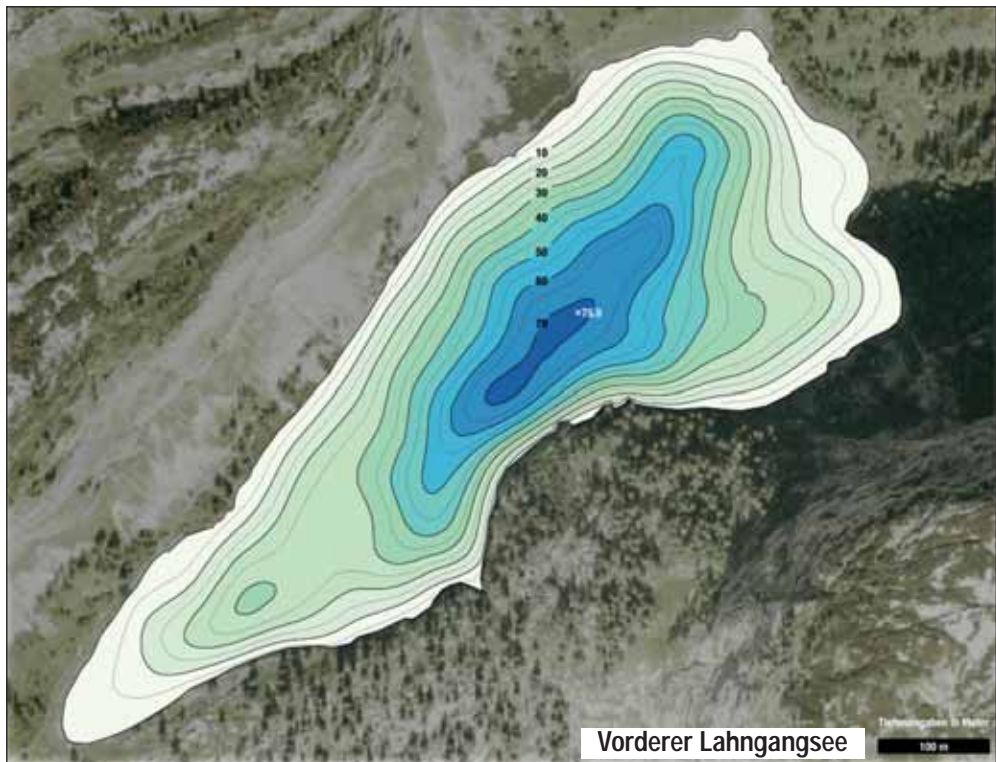


Abb. 13: Bathymetrische Karte des Vorderen Lahngangsees

4. Diskussion

Die aktuelle limnologische Untersuchung der beiden Lahngangseen zeigte, dass die bisher angenommene Meromixie (Ruttner, 1938; Stundl, 1953) nicht sicher bestätigt werden kann. Im Vorderen Lahngangsee finden zwar durchaus stärkere Zehrungsprozesse im Hypolimnion statt, welche durch die Anreicherung von Nährstoffen und die Nitratzehrung belegt wurden, aber ein für den meromiktischen Gewässertyp charakteristischer Sauerstoffschwund in der Tiefe konnte nicht beobachtet werden. In beiden Gewässern konnte bis zum Grund Sauerstoff nachgewiesen werden. Auch die für Fische kritische Sauerstoffgrenze von 4 mg/l wurde in keinem der beiden Seen unterschritten. Im Winter wird es unter dem Eis sicherlich zu starken Zehrungserscheinungen kommen, zumal mit den regelmäßig abgehenden Lawinen viel biogenes Material in den See gelangt. Eventuell kommt der von Ruttner (1938) vermutete Typ des Übergangsgewässers für die beiden Lahngangseen daher in Betracht. Nur durch Probenahmen während der potenziellen Durchmischungsphasen im Frühling und im Herbst könnte diese Frage mit Sicherheit beantwortet werden.

Die stark variierenden Tiefen, Flächen und Volumangaben der verschiedenen Autoren (Müller, 1896; Ruttner, 1938; Stundl, 1953; Müller, 1974) resultieren aus den beträchtlichen, jahreszeitlichen Spiegelschwankungen der beiden Karstseen und den unterschiedlichen Zeitpunkten der Vermessungen. So war zum Zeitpunkt dieser Studie bereits mehr als eine halbe Million Kubikmeter Wasser seit dem vermuteten Maximalstand nach der Schneeschmelze gegangen.

Die Phytoplankton-Biomassen sind für Kalkseen dieser Höhenlage sehr gering und befinden sich eher in einem Bereich, wie er für ultra-oligotrophe alpine Seen zu erwarten ist. Die Artendiversität beider Seen ist ebenfalls sehr niedrig. Diese wurde aber möglicherweise unterschätzt,

da für die unerwartet geringen Individuendichten das Probevolumen zu gering war. Dominante und subdominante Arten konnten jedoch mit Sicherheit erfasst werden. Generell weisen die Artenspektren in der Zusammensetzung auf oligo-mesotrophe Gewässer hin, was gut mit den vorgefundenen Nährstoffsituationen (oligotroph) übereinstimmt.

Daphnia rosea, als eine der wichtigsten Beuteorganismen der Seesaiblinge, erreichte im Hinteren Lahngangsee mehr als die zehnfache Konzentration des Vorderen Lahngangsees. Grundsätzlich war die Zooplanktonbiomasse im Hinteren Lahngangsee deutlich höher, was auf einen vergleichsweise geringeren Fraßdruck durch Fische hinweisen könnte. Allgemein scheint der Hintere Lahngangsee etwas produktiver als der Vordere zu sein, doch stehen mit einer einzigen Probenahme zu wenig Daten zur Verfügung.

Die mittlere Fischbiomasse im Vorderen Lahngangsee liegt mit 88,9 kg/ha deutlich über dem Durchschnitt anderer Seesaiblingseen (MW = 35 kg/ha, n = 7; unveröffentlichte Daten, Bundesamt für Wasserwirtschaft). Bei einer nachhaltigen fischereilichen Bewirtschaftung können ca. 15% der vorhandenen Biomasse abgeschöpft werden (Downing und Plante, 1993). Im Vorderen Lahngangsee entspräche das einem jährlichen Ausfang von maximal 233 kg (= 13,3 kg/ha). Da aber der Hauptteil der Biomasse von verhältnismäßig wenigen großen Seeforellen gestellt wird (gesamter See: Fische >60 cm = 195 Stück, Biomasseanteil = 70%), könnte deren Bestand bei Überfischung innerhalb weniger Jahre zusammenbrechen, zumal nicht bekannt ist, ob die Seeforellen im Lahngangsee erfolgreich reproduzieren können. Trotz theoretisch höher berechneter Stückzahl (n = 29) sollten daher pro Jahr nicht mehr als 10 große (und vermutlich alte) Seeforellen (= ca. 30 kg) entnommen werden.

Die Seesaiblinge im Lahngangsee wachsen generell relativ langsam, haben eine vergleichsweise geringe Kondition und erreichen ein hohes Alter. Die Berechnung des nachhaltigen Ausfanges geht zunächst von 97 Fischen (26,3 kg) aus. Wenn man die nächste Größenklasse (36–60 cm) mit den größeren Seesaiblingen und den kleinen Seeforellen in die Berechnung mit einbezieht, so kommen jedoch nahezu noch einmal so viele fangbare Fische hinzu. Wir schlagen daher vor, hier den Ausfang auf maximal 200 Seesaiblinge (und kleinere Seeforellen) zu beschränken.

Daphnia rosea, ein sehr wichtiger Nahrungsorganismus der zooplanktivoren Seesaiblinge, hatte zum Zeitpunkt unserer Untersuchung bereits größtenteils Dauereier gebildet. Daraus kann geschlossen werden, dass diese Art spätestens im November/Dezember aus dem Plankton verschwindet. Im Winter stehen also nur mehr wenige Organismen als Beute im Freiwasser zur Verfügung. Die niedrigen Temperaturen, die Dunkelheit unter Eis und die geringen Futterdichten setzen somit dem Wachstum der Fische Grenzen, die auch durch Besatzmaßnahmen nicht überwunden werden können. Folglich ist bei höheren Fischdichten mit einer Verputtung (Schwarzreuter) der Seesaiblinge zu rechnen.

Grundsätzlich gehen beide Fischbestände auf künstliche Besatzmaßnahmen zurück, da in beiden Fällen kein natürlicher Aufstieg über die Abflüsse möglich ist. Eine Verschleppung der Fischeier durch Wasservögel wird immer wieder als Grund für die Besiedelung abgelegener Bergseen angeführt, dies ist wissenschaftlich jedoch nicht haltbar. Salmoniden- und auch Elritzenbestände in abflusslosen Bergseen gehen ausschließlich auf menschliche Besatzmaßnahmen zurück (Schabetsberger et al., 1996).

In den vergangenen Jahrzehnten wurde der Lahngangsee immer wieder mit Seesaiblingen des Grundlases besetzt, in den jedoch nachweislich auch andere Stämme (z. B. aus dem Lunzer See) gelangten. Grundsätzlich besteht die Gefahr, dass durch eine Intensivierung der Fischerei einerseits der Besatz gesteigert werden muss, andererseits aber damit die Genpools weiter verändert werden. Wenn also die Seesaiblinge der Lahngangseen in Zukunft als »genetische Reserve« dienen sollen, darf kein Seesaiblingsbesatz unbekannter Herkunft mehr eingebracht werden. Weiters wäre es wichtig, die Seesaiblingsbestände der beiden Seen genetisch zu untersuchen. Wenn dann feststeht, um welchen Seesaiblingsstamm es sich handelt und es Sinn macht, diesen zu vermehren, wäre der nächste Schritt zu versuchen, Seesaiblinge der Lahngangseen abzustreifen und aufzuziehen.

Zu beachten ist dabei jedoch, dass bei regelmäßigem Besatz mit Fischen aus Fischzuchtanstalten nicht ausgeschlossen werden kann, dass irrtümlich faunenfremde Fische oder unbekannte Krankheitserreger sowie Parasiten in die beiden Seen gelangen können. Jeglicher Fischbesatz (auch mit eigener Weiterzucht) dieser beiden Seen birgt also ein großes Risiko und sollte nur mit größtmöglicher Vorsicht erfolgen.

Danksagung

Für die Finanzierung des Projektes bedanken wir uns bei der ÖBf-AG. Unser Dank gilt auch Herrn Mag. Dr. Christian Jersabek für die Bestimmung des Phytoplanktons und der *Snychaeta* und *Polyarthra*-Arten. Wir bedanken uns bei Mag. Roland Kaiser für die Berechnung und Darstellung der bathymetrischen Karte. Besten Dank auch an Frau Amalia Köberl und Ilse-Brigitte Schmied für die ausgezeichnete Verpflegung während der Probenahme und bei der Bergrettung Grundlsee für die Bereitstellung der Unterkünfte auf der Elmgrube.

LITERATUR

- Downing, J. A., und Plante, C., 1993. Production of fish populations in lakes. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 50: 110–120.
- Gassner, H., Zick, D., Jagsch, A., 2002. Fischökologische Basisuntersuchung Vorderer Langbathsee. Projektstudie im Auftrag des Fischervereins Traunsee.
- Klein, M., 1990. Fischereibiologische Untersuchungen an Fischbeständen des Königssees, Obersees und Grünsees im Nationalpark Berchtesgaden. In: Fischbiologie des Königssees. Fischereibiologie und Parasitologie. Forschungsbericht 21. Nationalpark Berchtesgaden.
- Müller, G., 1974. Die Seen des Toten Gebirges. Alpenvereinsjahrbuch 1974, Bd. 99, 56–64.
- Müllner, J., 1896. Die Seen des Salzkammergutes und die österreichische Traun. Erläuterungen zur ersten Lieferung des österreichischen Seenatlases. 114 Seiten, Geographische Abhandlungen. (Hrsg.: Penck, A.), Band 6, Heft 1. Wien.
- Ricker, W. E., 1970. Methods for assessment of fish production in fresh waters. IBP Handbook No 3. Blackwell Scientific Publications. Oxford and Edinburgh. 314 pp.
- Rinnerthaler, M., 2002. Die Seesaiblingspopulation (*Salvelinus alpinus salvelinus*) des Mondsees – aktueller Zustand und Versuch einer numerischen Bewertung. Diplomarbeit. Universität Wien.
- Rubin, J., 1990. Biologie de l'omble chevalier, *Salvelinus alpinus* (Linné, 1758), dans le Léman (Suisse): Travail de diplôme. Conservation de la faune, St.-Sulpice, Suisse.
- Schabetsberger, R., Gassner, H., Jersabek, C. D., Luger, M., Brozek, S., Goldschmid, A., 1996. Das Wachstum von Saiblingen in fünf Salzburger Gebirgsseen (Growth of Arctic charr in five alpine lakes). Österr. Fischerei, 49: 137–141.
- Schultz, N., 1977. Untersuchungen zur Biologie der Seesaiblinge (*Salvelinus alpinus* [L.]) (Pisces.: Salmonidae) im Achensee (Tirol, Österreich). Teil I: Nahrungsaufnahme. Ber. Nat.-med. Ver. Innsbruck, 62: 139–151.
- Vollenweider, R. A., und Kerekes, J., 1982. Eutrophication of waters. Monitoring, assessment and control. OECD Cooperative programme on monitoring of inland waters (Eutrophication control), Environment Directorate, OECD, Paris. 154 p.
- Wallner, J., 1911. Beiträge zur Geschichte des Fischereiwesens in der Steiermark. 1. Teil: Das Gebiet von Aussee. Historische Landeskommission für Steiermark. Forschungen zur Verfassungs- und Verwaltungsgeschichte der Steiermark 8, Verlagsbuchhandlung Styria. Graz, Wien.
- Zick, D., 2006. Fischereiliche Bewirtschaftung und Bewertung von Seesaiblingsbeständen *Salvelinus alpinus* (L.) am Beispiel des Grundlsee (Steiermark). Dissertation Universität Salzburg.