

Limnologische Untersuchungen an einigen steirischen Seen

Von K. S t u n d l

Aus dem Institut für biochemische Technologie der Technischen
Hochschule Graz

(Eingelangt am 31. März 1953)

Die größeren Seen der Steiermark wurden schon früher, zum Teil mehrfach, untersucht, Haempel, Keissler, Morton, Pesta und Ruttner hatten über die biologischen und chemischen Verhältnisse berichtet. Den Anstoß zu dieser neuerlichen Untersuchung gab der Wunsch, produktionsbiologische Unterlagen für fischereiliche Bewirtschaftungsmaßnahmen zu bekommen, welche die zunächst nur orientierenden Probeentnahmen liefern sollten. Dadurch war auch der Umfang der Untersuchungen festgelegt, es waren alle für die Fischproduktion wichtigen Faktoren, vor allem Sauerstoffschichtung, Nährstoffverteilung sowie Menge und Zusammensetzung des Zooplanktons zu ermitteln und auf allgemein limnologische Fragen konnte daher, wenn überhaupt, erst in zweiter Linie eingegangen werden.

Die Anregung zu dieser Arbeit ging vom Landesfischereiverband Steiermark aus, die Kosten der gesamten Untersuchung trug die Fischereibiologische Bundesanstalt Weißenbach/Attersee, als deren Mitarbeiter der Untersucher damals tätig war.

Das gesamte Crustaceenplankton bestimmte in freundlichster Weise Herr Prof. Dr. O. Pesta (Wien), wofür ich ihm an dieser Stelle meinen allerbesten Dank sagen möchte.

Es wäre nicht möglich gewesen, die Arbeiten durchzuführen, wenn nicht ausreichende Transportmittel und Hilfskräfte zur Verfügung gestanden wären. Allen, die an dieser Arbeit mithalfen, sei hierfür bestens gedankt*.

Die chemische Untersuchung wurde soweit als möglich an Ort und Stelle ausgeführt, die Planktonzählungen erfolgten im Institut für biochemische Technologie. Vor dem Versuch einer Charakterisierung der untersuchten Seen sollen zuerst in Kürze die Untersuchungsergebnisse geschildert werden.

Altausseer See (Meereshöhe 712 m, Seefläche 2,1 km² = 210 ha)

Die sommerlichen Schichtungsverhältnisse dieses Sees hatten Morton (1932) und Ruttner (1933) untersucht und nur un-

* Namentlich sei den Forstverwaltungen Bad Aussee und Mitterndorf sowie den Herren Danner, Leimböck und Thaller für die weitgehende Mithilfe der Dank ausgesprochen.

bedeutende Unterschiede im Gehalt der gelösten Stoffe in den verschiedenen Wasserschichten, eine geringe Sauerstoffabnahme in den grundnahen Bereichen des Hypolimnions sowie ein metalimnisches Sauerstoffmaximum festgestellt.

Die Ergebnisse der eigenen Untersuchungen waren den vorgenannten weitgehend ähnlich, die Ausbildung der charakteristischen thermischen Sommerschichtung mit dem in verhältnismäßig geringer Tiefe liegenden Metalimnion, bedingt durch die windgeschützte Lage, beginnt sich bei der Entnahme am 2. 5. 1952 eben abzuzeichnen. Das metalimnische Sauerstoffmaximum, das Morton und Ruttner feststellten, war dabei noch nicht zu erkennen, es tritt offenbar erst im Sommer auf.

Während der Winterstagnation (Entnahme am 7. 3. 1950 zur Zeit der Eisbedeckung) war nur in der Seetiefe eine geringe Sauerstoffabnahme sowie eine Zunahme des Elektrolytgehaltes festzustellen.

Die Kennzeichnung des Sees als oligotrophes und holomiktisches Gewässer durch Ruttner wird durch diese Ergebnisse bestätigt.

Untersuchung vom 7. 3. 1950, Eisdecke 15 cm stark

Tiefe m	Temp.	pH.	Alkal.	NH ₄ mg/l	NO ₂	PO ₄ mg/l	Cl	O ₂ mg/l
0	1,1	7,1	0,92	0,08	0,017	n. n.	6,8	12,9
10	3,2	7,3	1,56	0,10	0,013	n. n.	5,6	12,7
20	3,3	7,4	1,60	0,05	0,011	n. n.	6,0	12,3
30	3,7	7,4	1,64	0,08	0,013	n. n.	6,8	12,1
40	3,8	7,3	1,68	0,07	0,011	Spur	6,8	11,6
55	3,9	7,0	1,72	0,07	0,016	0,008	7,2	10,5

n. n. = nicht nachweisbar

Untersuchung vom 2. 5. 1952

Tiefe m	Temp.	pH.	Alkal.	NH ₄ mg/l	NO ₂	PO ₄ mg/l	Cl	O ₂ mg/l
0	10,1	7,8	1,64	0,04	n. n.	n. n.	4,8	12,2
2	9,0	—	—	—	—	—	—	—
4	6,3	—	—	—	—	—	—	—
10	5,8	7,7	1,68	n. n.	n. n.	n. n.	4,8	12,3
20	5,3	7,7	1,60	n. n.	n. n.	n. n.	6,0	11,5
30	5,1	7,5	1,60	n. n.	n. n.	n. n.	6,0	11,5
40	4,8	7,6	1,64	n. n.	n. n.	n. n.	6,0	11,4
53	4,8	7,6	1,68	0,03	n. n.	0,015	6,8	10,5

Die Planktonschichtung wurde am 7. 3. 1950 nicht überprüft, sondern nur ein Vertikalfang vom Grund bis zur Oberfläche ausgeführt, der bezogen auf ein m² Seefläche ein Planktonrohvolumen von 4 cm³ ergab.

Untersuchung vom 2. 5. 1952

Organismen unter 1 m² Seefläche

Tiefenschicht	0 — 10 m	10 — 20 m	20 — 30 m
Copepoden	1500	1500	—
Nauplien	51000	54000	18000
Bosmina	750	250	—
Ceratium	750	500	—
Rotatorien	1500	800	—

(Triarthra, Keratella, Asplanchna)

Vor Ruttner hatte bereits Keissler das Plankton des Sees untersucht, allerdings dabei vorwiegend das Phytoplankton berücksichtigt. Infolge der verschiedenen Art der Entnahme sind die ermittelten Organismenzahlen der eigenen Untersuchung und die von Ruttner gefundenen wesentlich voneinander verschieden und unvergleichbar. Darüber soll nach Darstellung der gesamten Untersuchungsergebnisse noch einiges bemerkt werden.

Das Zooplankton bestand aus *Diatomus gracilis*, *Bosmina coregoni*, *Cyclops strenuus*, *Keratella quadrata*, *Notholca longispina*, *Asplanchna sp.*, *Ceratium hirundinella*.

Im Nutzfischbestand des Sees nimmt der Seesaibling die erste Stelle ein, rund 90 % des Gesamtfanges bestehen aus Seesaiblingen.

Grundlsee, (Meereshöhe 709 m, Seefläche 4,14 km²)

Die bei der einmaligen sommerlichen Entnahme gefundenen Schichtungsverhältnisse sind den seinerzeit von Ruttner festgestellten weitgehend ähnlich. Der bis in die Grundnähe hohe Sauerstoffgehalt zeigte ein metalimnisches Maximum in 10 m Tiefe. Der geringe Ammoniumgehalt, das Fehlen von Nitrit und Phosphat in allen Wasserschichten kennzeichnen auch diesen See als oligotroph. Seine Durchmischung ist intensiver als die des windgeschützten Ausseer Sees, es reicht hier auch der Einfluß der Wärmeeinstrahlung tiefer als in diesem, die Sprungschicht liegt wesentlich tiefer.

Untersuchung vom 11. 8. 1949

Tiefe m	Temp.	pH.	Alkal.	NH ₄ mg/l	NO ₂	PO ₄ me/l	O ₂
0	19,2	8,1	1,62	0,25	n. n.	n. n.	9,9
5	17,0	7,9	1,66	0,12	n. n.	n. n.	9,8
10	14,4	7,9	1,66	0,13	n. n.	n. n.	10,5
15	11,1	7,5	1,66	0,13	n. n.	n. n.	9,7
20	8,8	7,5	1,74	0,12	n. n.	n. n.	9,9
30	6,3	7,5	1,82	0,10	n. n.	n. n.	9,7
40	5,9	7,4	1,86	0,08	n. n.	n. n.	9,8
55	5,9	7,4	1,98	0,09	n. n.	n. n.	9,2

Das artenreiche Zooplankton besteht aus *Cyclops strenuus taticus* Kozm., *Diatomus gracilis* Sars, *Daphnia longispina subsp. hyalina* (Leydig),

Leptodora kindti (Focke), *Notholca longispina*, *Polyarthra platyptera*, *Ceratum hirundinella*, *Asplanchna* sp. *Dinobryon cylindricum*.

Am Untersuchungstag war eine deutliche Schichtung des Zooplanktons festzustellen, die Hauptmenge der Copepoden war zwischen 10—30 m Tiefe konzentriert. Die Verteilung des Zooplanktons in den verschiedenen Wasserschichten zeigt die folgende Tabelle.

Organismen unter 1 m² Seefläche

Tiefenschicht	0 — 10 m	10 — 20 m	20 — 30 m	30 — 50 m
Rohvolumen cm ³	6,0	6,0	7,5	12,5
Copepoden (Cyclops				
+ Diaptomus	1630	15,200	42,800	31,900
Nauplien	750	750	870	2.500
Daphnia long.	400	1,000	1.370	4.750
Bosmina cor.	500	130	380	500
Notholca long.	8600	1120	250	250
andere Rotatorien	1260	—	—	—

Der Nutzfischbestand des Sees besteht aus Seesaiblingen *Salmo salvelinus*, Bachforellen *Trutta fario*, Seeforellen *Trutta lacustris*, Aalrutten *Lota vulgaris*, Aiteln *Squalius cephalus* und verschiedenen Weißfischen, der Anteil der Seesaiblinge am Gesamtfang beträgt 70—80 Prozent, die Bachforellen machen 5—8 % aus.

Toplitzsee (Meereshöhe 716 m, Seefläche 54 ha)

Schon R u t t n e r hatte bei seinen Untersuchungen den meromiktischen Charakter dieses zwischen steilen Feldwänden eingebetteten Sees, dessen Ufer steil zur Seetiefe abfallen, festgestellt. Auch M o r t o n hatte über die eigenartige Schichtung der gelösten Stoffe im See berichtet. Die Ergebnisse der eigenen Untersuchung vom 13. 8. 1949 sind denen R u t t n e r's sehr ähnlich, besonders das bis in die Tiefe nachweisbare Vorkommen geringster Sauerstoffmengen. Zunahmen des Sauerstoffgehaltes in einzelnen Tiefenschichten, wie sie von M o r t o n angegeben wurden, zeigten sich nicht, vielmehr nahm der Sauerstoffgehalt von 40—80 m Tiefe jeweils um Zehntelmilligramme ab.

Untersuchung vom 13. 8. 1949

Tiefe m	Temp.	pH.	Alkal.	NH ₄ mg/l	NO ₂	PO ₄ mg/l	Fe	Cl mg/l	O ₂
0	13,0	7,9	1,74	0,13	n. n.	n. n.	n. n.	8,0	9,6
5	11,1	7,7	1,74	0,13	n. n.	n. n.	n. n.	8,0	9,7
10	7,9	7,3	1,66	0,13	n. n.	n. n.	n. n.	10,0	8,3
15	7,7	7,3	1,66	0,12	n. n.	n. n.	n. n.	16,0	7,3
20	6,2	7,3	2,15	0,09	n. n.	n. n.	n. n.	42,0	1,2
40	5,9	7,3	2,24	0,15	n. n.	Spur	n. n.	44,0	0,4
60	5,9	7,3	2,20	0,13	n. n.	0,052	n. n.	44,0	0,3
80	5,9	7,3	2,32	0,15	n. n.	0,060	1,1	50,0	0,1

Im letzten Kriege war am Toplitzsee eine Versuchsstation der Kriegsmarine untergebracht, welche hier Unterwassersprengungen in größtem Ausmaße durchführte. Obgleich dabei durch die Explosion schwerer Unterwasserbomben hohe Wassersäulen emporgeschleudert und sogar Uferbrüche hervorgerufen wurden, ist die Schichtung der gelösten Stoffe die gleiche geblieben, wie sie R u t t n e r 1933 festgestellt hatte.

Der Fischbestand des Sees wurde damals durch die Sprengungen nahezu restlos vernichtet, heute sind durch Besatzmaßnahmen wieder Fische im See vorhanden.

Bedingt durch die Verteilung des Sauerstoffes war die Hauptmenge des Zooplanktons in der obersten Wasserschichte von 0 bis 10 m festzustellen, in der 10—20-m-Schichte sind schon viel weniger Organismen zu finden und unter 20 m Tiefe nehmen die Zahlen rasch ab. Die Tiefenregion ist nach R u t t n e r nur von anaeroben Organismen, vorwiegend Bakterien, besiedelt, welche wegen ihrer Kleinheit beim Netzfang nicht erfaßt werden können. Das Vorkommen von Zooplankton unterhalb 20 m Tiefe in allerdings wesentlich verringerter Anzahl hatte auch R u t t n e r bei seiner Untersuchung gefunden.

Ein Bild der Verteilung des Zooplanktons gibt die nachstehende Tabelle.

Tiefenschicht	0 — 10 m	10 — 20 m	20 — 30 m	30 — 50 m
Rohvolumen in cm ³	35,0	7,5	1,2	1,2
Copepoden gesamt	72.000	19.500	1,370	1,130
Daphnia long.	19.000	3.800	—	130
Bosmina cor.	24.000	600	—	250
Conochilus unic.	123.600	2.100	—	—
andere Rotatorien	60.600	200	130	250

Das Zooplankton besteht größtenteils aus: *Cyclops strenuus*, *Diatomus gracilis*, *Daphnia longispina*, *Bosmina coregoni*, *Conochilus unicornis* und *Notholca longispina*.

Ödensee (Meereshöhe 780 m, Seefläche 20 ha)

Dieser von größtenteils bewaldeten Bergkuppen von 1560 bis 1687 m Höhe umgebene und dadurch weitgehend windgeschützte See besitzt keine oberirdischen Zuflüsse, doch fließt aus ihm ein starker Bach ab, der als Ödenseer Traun zusammen mit den beiden Abflüssen aus dem Grundl- und dem Altausseer See den Traunfluß bildet.

Beide Entnahmen (Sommer- und Winterstagnation) ergaben ähnliche charakteristische Schichtungsbilder, auffällig ist die Sommerschichtung mit der knapp unter der Oberfläche liegenden Sprungschicht, die auch M o r t o n bei seiner Untersuchung dieses Sees feststellte. Ein deutliches metalimnisches Sauerstoffmaximum war bei der sommerlichen Entnahme vorhanden, auch M o r t o n hatte ein solches gefunden.

Sowohl die Sauerstoffabnahme im Hypolimnion als auch die Schichtung der gelösten Stoffe lassen die Annahme berechtigt er-

scheinen, daß auch dieser See dem meromiktischen Typ angehört, allerdings einen Sonderfall darstellt. Durch den reichlichen Zulauf unterirdischer Zuflüsse, die kaltes Grundwasser, das sich in den umgebenden Bergen ansammelt, dem See zuführen, wird eine Wassermasse von höherem spezifischem Gewicht im Hypolimnion des Sees erhalten, welche, da sie auch einen höheren Elektrolytgehalt als die epilimnischen Wasseranteile besitzt, der Durchmischung widersteht.

Der Sauerstoffgehalt im Hypolimnion, der bei der sommerlichen Entnahme am 10. 8. 1949 1,3 mg/l über dem Grunde betrug, war am 16. 3. 1951 zu Ende der Winterstagnation merklich höher. Da eine Vollzirkulation wegen der vorerwähnten Dichteunterschiede der einzelnen Wasserbereiche unwahrscheinlich ist, bleibt zur Erklärung dieses Befundes nur die Annahme des Zustromes unterirdischer Zuflüsse, welche diese Zunahme des Sauerstoffgehaltes hervorrufen könnten. Einwandfreien Aufschluß darüber können naturgemäß nur Untersuchungen zur Zeit der Homothermie geben.

Eine wesentliche Erhöhung des Phosphates oder des Ammoniumgehaltes durch die Zersetzung der abgestorbenen Planktonpopulationen in der Seetiefe, wie dies bei der nicht geringen Planktonproduktion des Sees eigentlich zu erwarten wäre und auch dem normalen Verhalten von Seen ohne Vollzirkulation entspräche, war bei keiner Entnahme festzustellen. Auch dies würde mit dem oben genannten Erklärungsversuch in Einklang stehen, da durch die unterirdischen Zuflüsse diese freiwerdenden Nährstoffanteile verdünnt und weggeführt würden. Auch dies müßte durch weitere Untersuchungen erst geklärt und bewiesen werden.

Untersuchungsdatum: 10. 8. 1949

Tiefe m	Temp.	pH.	Alkal.	NO ₄ mg/l	NO ₂	PO ₄ mg/l	O ₂
0	20,5	7,7	1,82	0,32	n. n.	n. n.	8,2
5	8,6	7,5	1,82	0,32	n. n.	n. n.	10,0
10	7,6	7,2	1,82	0,22	n. n.	Spur	3,0
15	6,4	7,2	2,28	0,16	n. n.	Spur	1,5
17	6,4	6,7	2,28	0,17	n. n.	Spur	1,3

Untersuchungsdatum: 16. 3. 1951

Tiefe m	Temp.	pH.	Alkal.	NH ₄ mg/l	NO ₂	PO ₄ mg/l	O ₂
0	1,5	7,3	2,16	0,14	n. n.	n. n.	8,6
5	3,6	7,3	2,32	0,12	n. n.	n. n.	8,4
10	4,0	7,2	2,40	0,13	n. n.	n. n.	7,9
15	4,3	7,2	2,40	0,13	n. n.	Spur	5,9
17	4,3	7,2	2,44	0,12	n. n.	Spur	2,9

Die Zooplanktonverteilung zeigte beide Male eine auffällige Schichtung, mehr als die Hälfte des gesamten Zooplanktons war in der Schicht von 0—5 m Tiefe zu finden.

Untersuchungsdatum: 10. 8. 1949				16. 3. 1951		
Tiefe	0—5 m	5—10 m	10—17 m	0—5 m	5—10 m	10—17 m
Planktonroh- volumen in cm ³	20,0	12,0	6,0	5,0	1,0	1,5
Copepoden	48000	19000	5800	2000	500	1500
Nauplien	4800	4000	67500	27000	5000	14800
Daphnia	27000	6000	250	150	—	250
Bosmina	3000	9000	130	—	130	—
Notholca	20500	31700	1000	2000	130	130
Triarthra	—	—	250	1000	250	1100
Keratella	500	1900	370	—	130	400

Im Zooplankton kamen vor: *Daphnia longispina subsp. longispina* Rylov, *Bosmina coregoni* Baird, *Polyphemus pediculus* (L), *Cyclops strenuus var. taticus* Kozm., *Keratella aculeata*, *Notholca longispina*, *Triarthra longiseta*.

Den Fischbestand machen in erster Linie Hechte aus, der fischereiliche Ertrag ist, da nur gelegentlich gefischt wird, gering, der Jahresfang liegt zwischen 24—36 kg.

Putterersee (Meereshöhe 650 m, Seefläche 12 ha)

Der in einer flachen Talmulde bei Aigen im Ennstal gelegene See, dessen Ufer flach und zum großen Teil verlandet sind, erhält oberirdische Zuläufe bei der Schneeschmelze und stärkeren Regenfällen sowie durch kleinere Gerinne. Außerdem wird er durch unterseeische Quellen gespeist. Infolge seiner geringen Tiefe erwärmen sich im Sommer auch die grundnahen Schichten beträchtlich, die Zersetzungsvorgänge werden gefördert und es kommt gegen Ende des Sommers zu merklichen Sauerstoffabnahmen in der grundnahen Schicht, kurzdauernde Abkühlungen, wie sie manchmal im Sommer während einer mehrtägigen Regenzeit eintreten, genügen bei der leichten Durchmischbarkeit des Sees und der erheblichen Windexposition, um eine Durchmischung und

Datum	Tiefe	Temp.	pH.	Alk.	NH ₄ mg/l	NO ₂ mg/l	PO ₄ mg/l	SO ₄ mg/l	O ₂ mg/l
21. 4. 1949	0 m	12,1	7,7	3,42	0,13	0,003	n. n.	—	11,0
	2 m	11,9	7,7	3,42	0,15	0,005	n. n.	—	11,0
	4 m	9,9	7,7	3,60	0,14	0,004	n. n.	—	11,7
9. 9. 1949	0 m	19,8	7,8	2,32	0,20	0,003	n. n.	n. n.	10,0
	3 m	17,5	7,8	2,45	0,30	Spur	n. n.	2,7	9,1
	5 m	15,4	7,1	2,57	0,84	Spur	n. n.	32,5	0,4
17. 6. 1950	0 m	22,4	—	3,24	0,02	Spur	0,009	35,0	10,7
	4 m	—	—	3,84	0,24	Spur	0,015	26,0	—
15. 3. 1951 Eisdecke	0 m	1,0	7,3	3,52	0,96	0,003	n. n.	77,2	10,0
	3 m	5,1	7,1	3,96	1,02	0,004	n. n.	11,7	3,2
	5 m	5,3	7,1	4,12	1,47	0,007	0,029	15,3	2,0
25. 7. 1951	0 m	19,4	7,9	3,20	0,28	0,002	n. n.	17,2	9,1
	2 m	19,3	7,9	3,16	0,28	n. n.	n. n.	19,7	9,2
	4 m	19,3	7,9	3,20	0,31	0,002	n. n.	68,3	8,5

damit eine Sauerstoffzufuhr bis zum Seegrund zu bewirken. Ein solcher Fall wurde am 25. 7. 1951 nach einer Woche kühlen Regenswetters festgestellt.

Sehr merkliche Sauerstoffabnahmen treten während der Eisbedeckung ein, wie die Entnahme vom 15. 3. 1951 zu Ende der Vereisung zeigt.

Zunahmen des Ammoniumgehaltes während der Stagnationszeiten sind recht deutlich, besonders stark waren sie während der Eisbedeckung, auch Phosphat und Nitrit zeigen manchmal Zunahme in Grundnähe, doch niemals in dem Ausmaße wie das Ammonium.

Sehr unterschiedlich sind die Mengen des im See in merklicher Menge vorhandenen Sulfates, dessen Schichtung mit der der anderen Elektrolyte durchaus keine Zusammenhänge erkennen läßt.

Das zeitweise mengenmäßig sehr reichliche Plankton besteht aus *Diaptomus gracilis*, *Cyclops leuckarti* Claus, *Ceriodaphnia quadrangula*, *Bosmina longirostris*, *Alona quadrangularis*, *Dinobryon cylindricum*, *Asplanchna* sp., *Keratella quadrata* und *K. cochlearis*. Planktonmenge und Artenzusammensetzung wechseln jahreszeitlich beträchtlich, wie die nachstehende Zusammenstellung zeigt.

Datum	21. 4. 1949	9. 9. 1949	17. 6. 1950	15. 3. 1951
Tiefe des Schichtfanges	0 — 4 m	0 — 5 m	0 — 4 m	0 — 5 m
Planktonroh- volumen in cm ³	7,5	10,0	30,0	3,8
Copepoden	91.000	64.750	104.500	6.600
Nauplien	60	16.800	21.500	3.600
Ceriodaphnia	2.500	191.000	195.500	300
Bosmina	2.900	25.800	78.000	400
Asplanchna	3.800	19.000	45.000	700
Notholca	4.700	—	—	15.200
Keratella	300	250	2.500	1.300
andere Rotatorien	150	—	—	200

Den Fischbestand bilden Hechte und verschiedene Weißfischarten, gefangen wird vorwiegend der Hecht. Während er früher während der Laichzeit keine Schonung erfuhr, ja gerade zu dieser Zeit ihm besonders nachgestellt wurde, erfolgt jetzt nur der Fang der Laichhechte während der Laichzeit, die zur künstlichen Hechtzucht dienen. Der sportliche Fang wird erst in den darauffolgenden Monaten ausgeübt.

Leopoldsteiner See (Meereshöhe 619 m, Seefläche 48,6 ha)

Der in einem engen Talkessel bei Eisenerz gelegene See wird durch den wasserreichen Seebach das ganze Jahr über kräftig durchmischt, die hydrographischen Verhältnisse des Sees werden dadurch wesentlich beeinflußt. So erfolgt das Zufrieren des Sees verhältnismäßig spät und die Eisbedeckung dauert in milden Wintern nur wenige Wochen.

Eisbedeckung des Leopoldsteiner Sees

Jahr:	Dauer der Vereisung:	Eisdicke:
1946/47	vom 20. 12. 1946 — 25. 3. 1947	55 cm
1947/48	vom 3. 2. 1948 — 13. 3. 1948	5 cm
1948/49	vom 5. 1. 1949 — 14. 3. 1949	35 cm
1949/50	vom 26. 1. 1950 — 25. 2. 1950	20 cm

Die durch den starken Zulauf bewirkte Durchmischung verhindert die Ausbildung einer ausgeprägten Schichtung, eine Sauerstoffabnahme tritt während der Sommermonate in den grundnahen Schichten wohl ein, ohne aber die das Fischvorkommen beeinträchtigenden Grenzwerte zu erreichen.

Auch der Elektrolytgehalt zeigt keine auffälligen Unterschiede, eine geringe Zunahme des Nitrits und Phosphates erfolgt während der Sommermonate im Hypolimnion, die aber bereits im Herbst nicht mehr nachweisbar war und wohl durch die vom Zulaufbach geförderte Durchmischung verschwand.

Auch den Leopoldsteiner See hatte R u t t n e r (1933) untersucht und seinen holomiktischen Charakter festgestellt.

Datum	Tiefe	Temp.	pH.	Alk.	NH ₄ mg/l	NO ₂ mg/l	PO ₄ mg/l	O ₂
24. 5. 1949	0 m	9,5	7,9	2,20	n. n.	n. n.	n. n.	10,5
	5 m	7,7	7,7	2,20	n. n.	n. n.	n. n.	10,6
	10 m	7,4	7,7	2,15	n. n.	n. n.	n. n.	10,4
	15 m	7,4	7,7	2,15	n. n.	n. n.	n. n.	10,4
	20 m	7,3	7,7	2,18	n. n.	n. n.	n. n.	10,1
	25 m	7,3	7,7	2,25	n. n.	n. n.	n. n.	9,8
18. 7. 1949	0 m	12,6	7,7	2,18	0,02	n. n.	n. n.	10,6
	5 m	10,3	7,7	2,20	0,02	n. n.	n. n.	10,8
	10 m	9,5	7,7	2,18	0,03	n. n.	n. n.	9,9
	15 m	9,1	7,7	2,26	0,03	n. n.	n. n.	9,6
	20 m	8,6	7,6	2,22	0,11	n. n.	0,01	10,1
	25 m	8,3	7,4	2,20	0,09	0,003	0,015	—
	30 m	7,9	7,3	2,29	0,09	0,010	0,026	7,0
28. 10. 1949	0 m	8,6	7,7	2,24	0,08	n. n.	n. n.	11,8
	5 m	8,5	7,8	2,24	0,07	n. n.	n. n.	12,0
	10 m	8,4	7,8	2,28	0,06	n. n.	n. n.	11,1
	15 m	7,6	7,5	2,28	0,06	n. n.	n. n.	9,8
	20 m	7,6	7,5	2,28	0,06	n. n.	n. n.	9,1
	26 m	7,6	7,3	2,36	0,06	n. n.	n. n.	5,4
22. 2. 1950 Eisbe- deckung	0 m	5,2	7,7	1,81	0,06	n. n.	n. n.	11,8
	10 m	5,8	7,6	2,32	0,05	n. n.	n. n.	9,9
	26 m	5,8	7,6	2,32	0,06	n. n.	n. n.	11,2

Das Zooplankton besteht aus: *Daphnia longispina subsp. longispina*, *Bosmina coregoni*, *Diaptomus gracilis* G. O. Sars, *Cyclops strenuus var. taticus*, *Asplanchna sp.*, *Notholca longispina*, *Triarthra longiseta*, *Polyarthra platyptera*,

Conochilus unicornis, *Keratella aculeata*, *Dinobryon cylindricum*, *Ceratium hirundinella*.

Die Organismenverteilung ist nachstehend an einigen Beispielen dargestellt.

Tiefenschicht	24. 5. 1949			18. 7. 1949			
	0—5 m	5—10 m	10—20 m	0—5 m	5—10 m	10—20 m	20—30 m
Planktonrohvolumen	1,5	1,5	2,5	25,0	12,5	5,0	7,5
Copepoden	2.380	1.500	5.500	78.000	9.750	5.750	11.000
Nauplien	2.300	3.400	12.900	6.000	1.800	2.100	14.200
Daphnia	130	—	630	34.600	4.600	1.900	2.000
Bosmina	130	500	3.900	14.300	5.400	21.000	15.800
Asplanchna	11.000	1.800	1.500	—	—	—	—
Andere Rot.	130	250	870	32.300	6.300	2.100	4.500

Der Leopoldsteiner See, dessen Zooplanktonvorkommen recht ansehnlich ist, wird fischereilich genutzt, er erhält alljährlich einen reichlichen Besatz von vorgestreckter Brut verschiedener Salmonidenarten und gibt dementsprechend auch gute Erträge. Der Fischbestand umfaßt Bach- und Regenbogenforellen, Seesaiblinge und neuerdings auch Reinanken. Versuchsweise wurden 1944 zum erstenmal in diesen See vorgestreckte Reinankenbrütlinge eingesetzt, vom Jahre 1946 ab erfolgte dieser Einsatz alljährlich neben dem von Forellen- und Saiblingssetzlingen. Jährlich werden 3000 bis 10.000 Regenbogenforellen und rund 100.000 Seesaiblinge als vorgestreckte Brütlinge von 2,5—4 cm Länge eingebracht.

Über das Ergebnis des Reinankenversuches gibt die nachfolgende Aufstellung eine allerdings unvollkommene Übersicht.

Einsatz und Ausfang der Coregonen

	Stückzahl der pro Jahr eingesetzten Vorstrecklinge	Wiederaufträge in den einzelnen Jahren	
		Stückzahl	Gesamtgewicht in kg
1944	3000—4000 (3—4 cm)*	—	—
1945	kein Einsatz	—	—
1946	kein Einsatz	—	—
1947	kein Einsatz	3	2,0
1948	4000—6000 (3 cm)	26	12,0
1949	2000 (2,5 cm)	31	14,2
1950	10.000 (3 cm)	104	36,5
1951	12.000 (3 cm)	37	18,1
1952	10.000 (4 cm)	5	3,2 (Netzmangel)

* Erster Einsatzversuch durch die Fischereibiologische Bundesanstalt Weißenbach/Attersee.

Es war mit dem Einsatz der Reinanken von der Fischereibiologischen Bundesanstalt Weißenbach der Versuch unternommen worden, in den ursprünglichen Fischbestand eine neue Art einzugliedern, welche gemeinsam mit dem Seesaibling das vorhandene Plankton ausnützen sollte. Soweit der durch den Mangel an geeig-

neten Netzen stark beeinträchtigte Fang eine Beurteilung gestattet, hat sich der Reinankeneinsatz bewährt, denn die gefangenen Fische zeigten ein gutes Abwachsresultat. Regelmäßige Fänge sind aber noch nötig, um die Abwachsintensität der einzelnen Populationen beurteilen zu können.

Gesamtüberblick

Die beschriebenen Seen stellen ökologisch verschiedene, gut charakterisierbare Typen dar. Altausseer und Grundlsee sind oligotrophe holomiktische Alpenseen, bei denen bereits R u t t n e r in der Planktonzusammensetzung eine weitgehende Ähnlichkeit feststellte, bei den eigenen Untersuchungen kommt dies weniger deutlich zum Ausdruck, wohl deshalb, weil die Entnahmen nicht zur gleichen Jahreszeit erfolgten. Der Toplitzsee ist einwandfrei, der Ödensee wahrscheinlich meromiktisch, das Plankton des ersteren ist von dem des nahegelegenen Grundlsees auffällig verschieden, z. B. kommt hier *Conochilus* reichlich vor, der im Grundlsee nicht vorhanden war, hingegen fehlten *Polyarthra*, *Ceratium* und *Dinobryon*. Im Ödensee ist die Kaltstenothermie von *Triarthra*, auf die R u t t n e r bei seiner Untersuchung der Alpenseen hinwies, gut zu beobachten, im Sommer kommt *Triarthra* nur im Hypolimnion vor, im Winter in allen Wasserschichten.

Im Leopoldsteiner See beeinflußt der starke Durchfluß die Schichtungsverhältnisse sehr merkbar, einen hemmenden Einfluß auf die Planktonentwicklung hat aber die dadurch bewirkte kräftige Durchmischung nicht.

Der Putterersee ist dem eutrophen Typ des Lanser- und Wolfgrubensees, die L e u t e l t - K i p k e als Teichseen bezeichnet, weitgehend ähnlich. Die während der sommerlichen Hochproduktion gelegentlich auftretenden Durchmischungen begünstigen den Nährstoffkreislauf und erhöhen die Planktonproduktion.

Bei einem Vergleich, der sommerlichen Planktonmengen ergibt sich eine überraschende Übereinstimmung der Volumina in der 0—10-m-Schicht im Leopoldsteiner-, Toplitz- und Ödensee trotz ihres verschiedenen Charakters.

Planktonrohvolumen unter 1 m² Seefläche

Name des Sees	Datum	Tiefenschicht			Summe
		0—10	10—20 m	unter 20 m	
Leopoldsteiner See	21. 7. 1949	37,5 cm ³	5,0 cm ³	7,5 cm ³	50,0 cm ³
Toplitzsee	13. 8. 1949	35,0 cm ³	7,5 cm ³	2,4 cm ³	44,9 cm ³
Ödensee	10. 8. 1949	32,0 cm ³	6,0 cm ³	—	38,0 cm ³
			(10—17 m)		
Grundlsee	11. 8. 1949	6,0 cm ³	6,0 cm ³	20,0 cm ³	32,0 cm ³

In den drei genannten Seen hält sich die überwiegende Menge des Zooplanktons in Epilimnion auf, während Meta- und vor allem Hypolimnion wesentlich dünner besiedelt sind; lediglich im Grundlsee ist das Zooplankton ziemlich gleichmäßig in allen Wasser-

schichten verteilt, die folgende Aufstellung der mittleren Planktonroh volumina je m³ der einzelnen Tiefenschichten zeigt dies sehr deutlich.

Name des Sees	Datum	Tiefe			
		0—10 m	10—20 m	20—30 m	30—50 m
Grundlsee	11. 8. 1949	0,6 cm ³	0,6 cm ³	0,7 cm ³	0,6 cm ³
Toplitzsee	13. 8. 1949	3,5 cm ³	0,7 cm ³	0,1 cm ³	0,06 cm ³
		0—5 m	5—10 m	10—17 m	
Ödensee	10. 8. 1949	4,0 cm ³	2,4 cm ³	0,9 cm ³	
		0—5 m	5—10 m	10—20 m	20—30 m
Leopoldsteiner See	18. 7. 1949	5,0 cm ³	2,5 cm ³	0,5 cm ³	0,7 cm ³

Die von R u t t n e r aufgestellte Übersicht über die Verteilung und Menge des Planktons unterscheidet sich wesentlich von meinen Ergebnissen, was allerdings in der Verschiedenheit der Methodik, hier Rohvolumen aus Netzfängen, bei R u t t n e r aus den Organismenzahlen und der Volumbestimmung von Modellen berechnete Werte, bedingt ist. Auch das Ergebnis der Netzfänge von H a e m p e l unterscheidet sich nicht unwesentlich von den eigenen Werten, wobei auch noch die jahreszeitlichen Unterschiede mitspielen.

In diesem Zusammenhang sei kurz auf die Fehlerquellen der Netzfänge hingewiesen. Vor allem ist dies die Möglichkeit der Verstopfung der Netzmaschen mit sperrigem Phytoplankton, wodurch die Fängigkeit des Netzes stark vermindert und nur ein Bruchteil des in der durchfischten Wassersäule vorhandenen Zooplanktons gefangen wird. Nach persönlicher Mitteilung von K r i e g s m a n n (Institut für Seenforschung Langenargen/Bodensee), der darüber eingehende Untersuchungen angestellt hat, machen sich diese Beeinträchtigungen der Fängigkeit bereits bei Netzen mit Gaze Nr. 8 bemerkbar, bei engmaschigeren Netzen entsprechend stärker. Die eigenen Untersuchungen waren mit Netzen aus Gaze Nr. 6 und Nr. 10 ausgeführt worden, doch konnten merkbare Unterschiede nur bei Vertikalfängen vom Seegrund bis zur Oberfläche, nicht aber bei den Stufenfängen festgestellt werden.

Die Ergebnisse der Zooplanktonuntersuchungen reichen besonders dort, wo sie sich nur auf eine Entnahme beschränken, für eine Charakterisierung des Gewässers und Zuordnung desselben zu einem bestimmten Typ kaum aus, doch sind die von R u t t n e r bei der Untersuchung der Vertikalverteilung des Planktons unterschiedenen Ökotypen wenigstens andeutungsweise feststellbar. Erwähnt wurde bereits die Kaltstenothermie von *Triarthra* im Ödensee, während *Notholca* eher die epilimnischen Schichten bevorzugt. Die von H a e m p e l angegebene Vertikalschichtung des Zooplanktons war bei den eigenen Untersuchungen gleichfalls zu beobachten. Die von B r e h m und Z e d e r b a u e r sowie S t e i n b ö c k, S t u n d l festgestellten Verteilungsbilder im Plankton höher gelegener Seen, wo der Rotatorienanteil meist vorherrscht,

sind hier nur in beschränktem Ausmaß zu finden, die Rotatorien bilden zwar zahlenmäßig einen wesentlichen Bestandteil des Zooplanktons, doch wird ihre Masse von der der Krustazeeen bei weitem übertroffen, die volumsmäßig den Hauptanteil des Zooplanktons stellen.

Die Beurteilung des Anstieges und der Dauer der sommerlichen Planktonproduktion, des Wechsels in der Zusammensetzung derselben, der Menge und Verteilung der Bodenfauna sowie der Abwachsverhältnisse der Fische ist aus den bisherigen Ergebnissen nicht möglich und würde noch weitere Untersuchungen erfordern.

Da die chemische und biologische Untersuchung zum Teil eine weitgehende Übereinstimmung der eigenen Ergebnisse mit denen früherer Untersucher ergab, könnte die Notwendigkeit der neuerlichen Untersuchung der Seen als nicht gegeben erscheinen, da nichts grundlegend Neues gefunden wurde. Dazu ist aber zu bemerken, daß es vor allem Zweck der Überprüfung der biologischen und chemischen Verhältnisse war, die Bedingungen für eine fischereiliche Nutzung und eine mögliche Steigerung der Erträge zu ermitteln.

Dabei ergibt sich beim Vergleich der Hektarjahreserträge, also der auf die Seefläche umgerechneten Jahresfänge, daß derartige Möglichkeiten durchaus bestehen.

	Hektarjahresertrag	Art der Bewirtschaftung
Altausseer See	8,7—9,5 kg	Besatz mit Jungfischen, geregelte Befischung.
Grundlsee	5,4 kg	Besatz mit Vorstreckbrut, regelmäßige Befischung.
Ödensee	1,2—1,8 kg	Kein Besatz, unkontrollierter Fang.
Leopoldsteiner See	6,5—10,7 kg	Besatz mit Vorstreckbrut und Setzlingen, geregelte Befischung.
Putterersee	6,0—6,6 kg	Kein Besatz, Fang durch Sportfischer.

Sehr deutlich fallen die Erträge der nicht fischereilich gehegten und bewirtschafteten Seen gegenüber jenen ab, in welchen eine geregelte Fischereiwirtschaft besteht, doch ist auch in diesen eine Ertragssteigerung durchaus noch möglich. Besonders günstig ist für solche Experimente der Leopoldsteiner See, in welchem alljährlich ein reichlicher Einsatz und ein gut kontrollierbarer Ausfang möglich wäre, dem allerdings derzeit der Mangel an geeigneten Netzmaterial hindernd entgegensteht.

Es ist klar, daß die bisherigen Ergebnisse noch durch weitere Untersuchungen der Schichtungsverhältnisse, der Eisbedeckung und der Planktonproduktion ergänzt werden müssen, bevor abschließende Beurteilungen als Grundlage für eine geregelte Bewirtschaftung möglich sind. Es kann aber schon heute gesagt werden, daß sich Ertragssteigerungen in den meisten Fällen erzielen lassen werden. Die Weiterführung der Untersuchungen wäre daher nötig, um die natürlichen Bedingungen für Ertragsverbesserungen in ausreichendem Maße feststellen zu können.

Wenn die bisherigen Seeuntersuchungen eben nur stichprobenartig die jeweils vorhandenen Verhältnisse erfaßten und noch manche Frage zu klären ist, können doch bereits diese Ergebnisse als kleiner Beitrag zur Kenntnis der Limnologie unserer Alpenseen und ihrer fischereilichen Möglichkeiten dienen.

Literatur

- BREHM V. und ZEDERBAUER E., 1904: Beiträge zur Planktonuntersuchung alpiner Seen. Verh. d. Zool. bot. Ges., Wien, Bd. 54.
- HAEMPEL O.: Fischereibiologie der Alpenseen. „Die Binnengewässer“, Bd. 10.
— 1922: Der Grundlsee. Int. Rev. d. Ges. Hydrob., 10.
- KEISSLER K. v., 1902: Zur Kenntnis des Planktons des Altausseeer Sees in Steiermark. Verh. d. Zool. bot. Ges., Wien 52.
— 1907: Planktonstudien über einige kleinere Seen des Salzkammergutes. Öst. bot. Zt., 57.
- LEUTELT-KIPKE S., 1934: Ein Beitrag zur Kenntnis der hydrographischen und hydrochemischen Verhältnisse einiger Tiroler Hoch- und Mittelgebirgseen. Arch. f. Hydrobiol. 27, 286.
— 1933/34: Hydrochemische Beobachtungen an einigen Südtiroler Mittelgebirgs- und Alpenrandseen. Ber. d. naturw. Ver. Innsbruck, 43/44, 223.
- MORTON F., 1932: Interessante Seentypen des steirischen Salzkammergutes. Arch. f. Hydr. 24, 263.
- PESTA O., 1923: Hydrobiologische Studien über Ostalpenseen. Arch. f. Hydr., Suppl. Bd. III.
- RUTTNER F., 1937: Limnologische Studien an einigen Seen der Ostalpen. Arch. f. Hydrob. 32, 167.
— 1937: Ökotypen mit verschiedener Vertikalschichtung im Plankton der Alpenseen. Int. Rev. d. ges. Hydrob. 35.
- STEINBÖCK O., 1938: Arbeiten über die Limnologie der Hochgebirgsgewässer. Int. Rev. d. ges. Hydrob., 37.
- STUNDL K., 1953: Zur Limnologie steirischer Bergseen. Schweiz. Zs. f. Hydrol. Bd. 15.

Anschrift des Verfassers: Dozent Dr. Karl Stundl,
Graz, Schlögelgasse 9, Institut für biochemische
Technologie der Technischen Hochschule Graz.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1953

Band/Volume: [83](#)

Autor(en)/Author(s): Stundl Karl

Artikel/Article: [Limnologische Untersuchungen an einigen steirischen Seen. 171-184](#)