©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at

Summary

A new species of *Triaenophorus* from Perca fluviatilis of Lake Constance is described.

LITERATUR:

1. AMANN, F., 1955: Der Befall der Bodenseefische mit Triaenophorus unter besonderer Berücksichtigung des biologischen Cyclus. Inaug.-Diss. Tierärztl. Fak., München
2. BAUER, O. N., MUSSELIUS, V A., STRELKOV, YU. A., 1973: Diseases of Pond Fishes Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem
3. KUPERMAN, B. I., 1968: New species of the Genus Triaenophorus Rud. (Cestoda, Pseudophyllidea) Parasitologia Acad. Sci. U. S. S. R. 2 (6): 495-501
4. MILLER, R. B., 1945: Studies on Cestodes of the Genus Triaenophorus from fish of Lesser Slave Lake, Alberta. V Description and Life history of Triaenophorus stizostedionis n. sp. Canadian J. Res. D. 23, 117-127
5. ÖZCELIK, A., 1978: Untersuchungen über Fischparasitäre Helminthen im Bodensee Inaug.-Diss. Veterinärmed. Fak., Gießen
6. REICHENBACH-KLINKE, H. H., 1966: Krankheiten und Schädigungen der Fische G. Fischer, Stuttgart
7 ZANDT, F., 1924: Fischparasiten des Bodensees. Centralbl. Bakt. I, 92: 225-271

Anschrift des Verfassers:
Dr. Aydin Özcelik, Institut für Seenforschung und Fischereiwesen,
Untere Seestraße 81, D-7994 Langenargen, BRD.

E. Amann[1] und E. Gnaiger[2]

Jahreszeitliche Abhängigkeit der Nahrungszusammensetzung von Regenbogenforellen (Salmo Gairdneri) im Kalbelesee (Hochtannberg, Vorarlberg)

Der Kalbelesee liegt in der oberostalpinen Kalkalpenzone in 1650 m Seehöhe. Seine Fläche weist 3,3 ha auf und sein Einzugsgebiet umfaßt ca. 1,5 km^2. Die Maximaltiefe beträgt nur 4,3 m. Ringsum ist der See von Sauergräsern *(Carex sp.)* und in geringerem Maße vom Schachtelhalm *(Equisetum fluviatile)* bewachsen (Abb. 1). Der Seeboden besteht aus Schlamm, der teilweise mit Detritus vermischt ist. Große Teile sind mit Makrophyten – Laichkräutern *(Potamogeton praelongus)*, Wassermoos *(Calliergon giganteum)* und Armleuchteralgen *(Chara sp.)* – bewachsen.

Eisbedeckung und Sauerstoffschwund

Für den Fischbestand ist die Dauer und Stärke der Eisbedeckung von großer Bedeutung. Im Kalbelesee hält sich die Winterdecke durchschnittlich 7 Monate (von Anfang November bis Anfang Juni), wobei allerdings von Jahr zu Jahr große Unterschiede auftreten können.

---

1) Chemische Versuchsanstalt des Landes Vorarlberg
2) Institut für Zoophysiologie der Universität Innsbruck

©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at

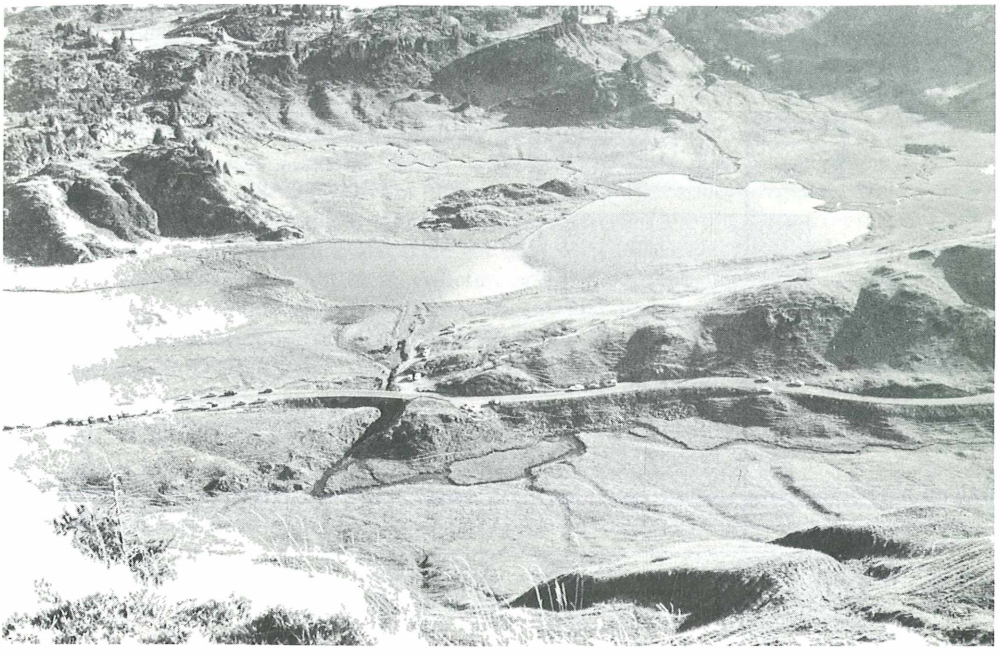


Abb. 1: Der Kalbelesee gegen Süden.

So erfolgte 1967 die Auflösung der Winterdecke erst am 1. Juli, im Jahre 1971 jedoch bereits am 13. Mai. Die Stärke der Winterdecke erreichte nach den bisherigen Messungen ihr Maximum mit 2,25 m im Frühjahr 1967 (Abb. 2). Durch die mächtige Winterdecke wird die Assimilation der im See vorhandenen Grünpflanzen stark behindert, und auch der Wasserzufluß ist im Winter sehr gering (wenige Liter/s). Die im See reichlich vorhandenen abgestorbenen Pflanzen und Tiere werden durch Bakterien unter Sauerstoffverbrauch abgebaut. Es kommt dadurch unter der Winterdecke zu einem außerordentlich starken Sauerstoffschwund. Die anfänglich auf den Sedimentbereich beschränkte sauerstoffreie Zone erreicht Anfang bis Mitte März ihre maximale Ausdehnung. Während im März 1976 direkt unter Eis nur 0,8 mg O_2/l (6% Sättigung) gemessen wurden (GNAIGER 1976), unterschritten im Winter 1976/77 die maximalen Sauerstoffkonzentrationen nie 4,0 mg/l (etwa 40% Sättigung) (Abb. 3). Die günstigeren Sauerstoffverhältnisse konnten mit wiederholtem Tauwetter während der Wintermonate korreliert werden. In den Wintern 1968/69, 1972/73 und 1975/76 sind infolge Sauerstoffmangels sämtliche in den See eingesetzten Regenbogenforellen und auch ein Teil der im See reichlich vorhandenen Pfrillen *(Phoxinus phoxinus)* eingegangen. Auch vermehren sich nach den bisherigen Beobachtungen die Regenbogenforellen im Kalbelesee nicht.

Nahrungsuntersuchungen

In den Jahren 1967 1978 wurden hinsichtlich ihrer Nahrungsaufnahme 268 Regenbogenforellen untersucht (1967: 3; 1968: 23; 1969: 23; 1970: 5; 1971: 4; 1972: 4; 1973: 26; 1974: 59; 1975: 30; 1976: 19; 1977: 55; 1978: 18) (Abb. 4). Die in mehreren Jahren in den Kalbelesee eingesetzten Regenbogenforellen (zweijährige) paßten sich sehr schnell an das natürliche Nahrungsangebot an. Das Frischgewicht der untersuchten Fische betrug zwischen 80 und 1115 g. Die in den Darmtrakten gefundenen Nahrungstiere wurden nach ihrem Gewichtsanteil geschätzt. Bis auf eine einzige Ausnahme wiesen alle untersuchten Darm-

©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at

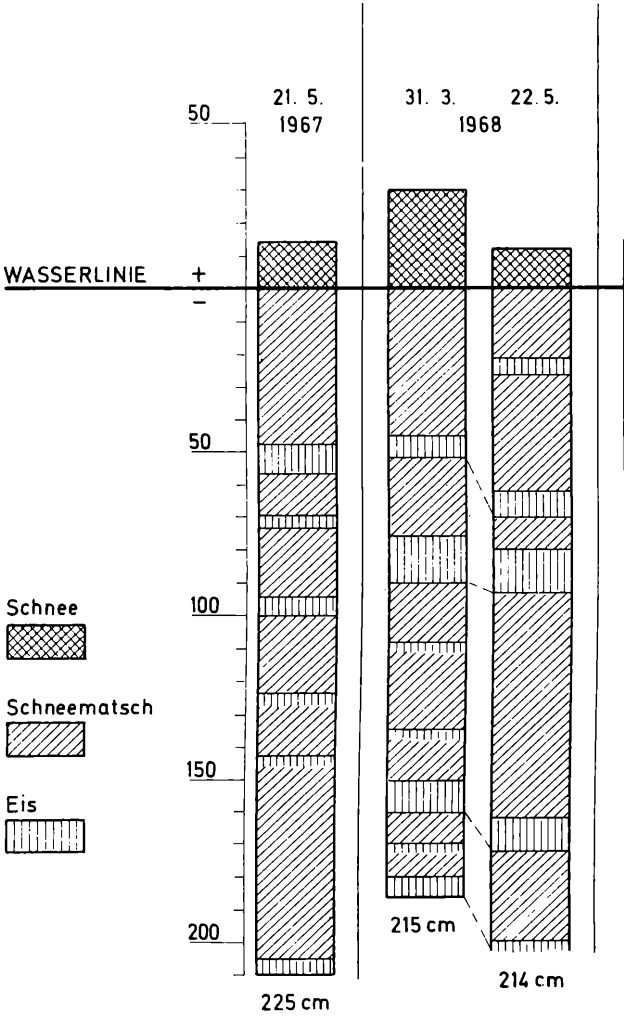
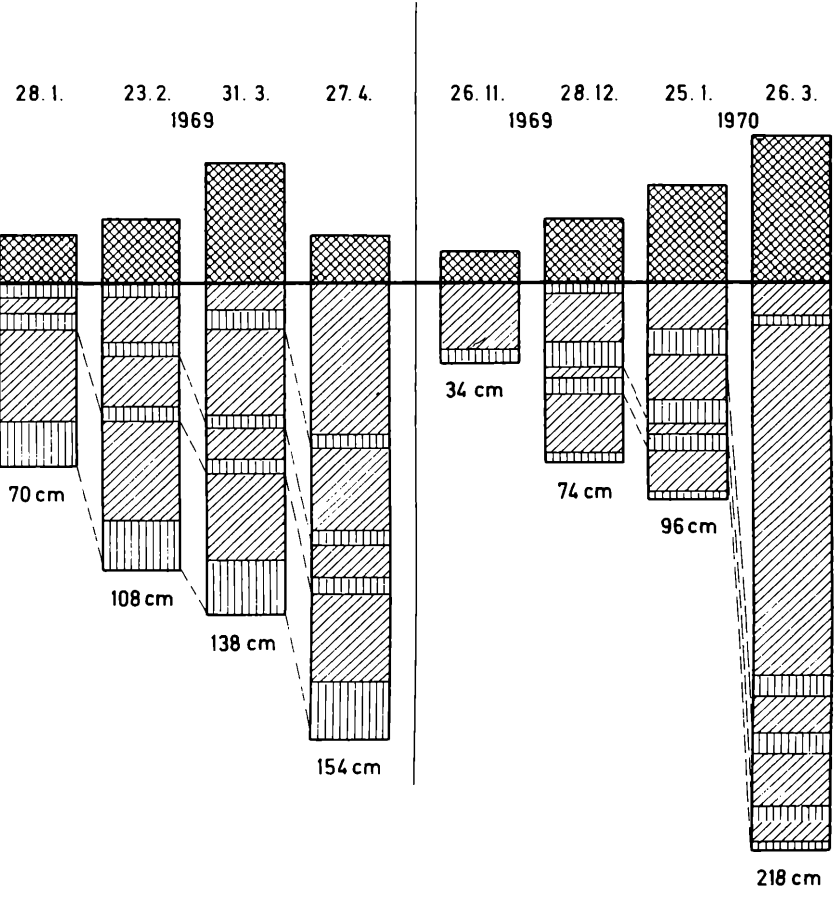


Abb. 2: Winterdeckenprofile im Kalbelesee.

©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at



Winterdeckenprofile

KALBELESEE

©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at

trakte Nahrung auf; dementsprechend lagen die mittleren Konditionsfaktoren der vermessenen Fische auch stets über 1,0. Bei 65% der Regenbogenforellen bestand die aufgenommene Nahrung zu über 90% aus einer einzigen, selektiv erbeuteten Nährtiergruppe. Dabei hatten sich nicht selten gleich große Forellen am gleichen Tag auf verschiedene Nährtiere spezialisiert.

Die für die Ernährung von *S. gairdneri* im Kalbelesee bedeutendste Art ist der Seeflohkrebs *(Rivulogammarus lacustris,* Sars), welcher 1967 in Gemeinschaftsarbeit mit dem Fischereipächter (O. GNAIGER) vom Sünsersee (1810 m Seehöhe, Bregenzer Wald, Vorarlberg) in den Kalbelesee eingesetzt worden war. In Österreich kommt diese Krebsart nur noch in den Tauplitzseen und dem Wolayersee vor (AMANN 1976). Der Einsatz dieses Krebses in den Kalbelesee hat sich gelohnt, denn er liefert ca. 1/3 der Fischnahrung (Tab. 1). Der Kalbelesee weist einen starken Makrophytenbewuchs auf und bietet daher den Gammariden gute Nahrungs- und Unterschlupfmöglichkeiten. Sicherlich könnten aber durch einen Überbesatz mit Forellen die Seeflohkrebse des Kalbelesees ausgerottet werden, wie es in vielen anderen Seen bereits geschehen ist.

Tab. 1: Prozentuelle Nahrungszusammensetzung von *Salmo gairdneri* im Kalbelesee im Jahresablauf (1967 - 1978).

Monat	R. l.	Tr.	Ch.	AI.	KP.	P. p.	V p.	Pl.	G. c.	a. N.	n
I.	7	70	–	–	21	–	–	–	–	2	13
II.	42	58	–	–	–	–	–	–	–	–	2
III.	–	88	–	–	–	12	–	–	–	–	5
IV	33	67	–	–	–	–	–	–	–	–	6
V	70	–	20	–	10	–	–	–	–	–	1
VI.	64	10	20	–	–	6	–	–	–	–	46
VII.	22	17	54	5	–	1	–	–	–	1	21
VIII.	13	27	16	24	6	2	3	6	1	2	71
IX.	25	25	3	11	18	3	7	–	4	4	65
X.	20	57	3	–	19	–	–	–	–	1	16
XI.	89	4	1	–	–	6	–	–	–	–	22
XII.											0
a)	14	72	–	–	11	2	–	–	–	1	26
b)	34	22	15	10	8	3	3	2	1	2	242
c)	32	27	13	9	8	3	3	2	1	2	268
d)	35	38	10	4	7	3	1	1	–	1	

R. l. = Seeflohkrebs (Rivulogammarus lacustris)
Tr. = Köcherfliegenlarven (Trichoptera)
Ch. = Zuckmücken (Chironomidae)
AI. = Anfluginsekten
KP = Krebsplankton
P. p. = Elritze (Phoxinus phoxinus)
V p. = Federkiemenschnecken (Valvata piscinalis)
Pl. = Steinfliegenlarven (Plecoptera)
G. c. = Schneckenegel (Glossiphonia complanata)
a. N. = andere Nahrung
n = Anzahl der untersuchten Forellen.

Je einmal als Hauptnahrung in einem Fisch wurden gefunden: Eintagsfliegen (Ephemeroptera); aquatile Käfer (Coleoptera); Erbsenmuscheln (Pisidium sp.) und Froschlarven. Ferner wurden mehrmals in geringerer Zahl Schlammfliegenlarven (Sialis sp.), Ruderwanzen (Corixa sp.) und Libellenlarven (Odonata) als Fischnahrung festgestellt.

a) Eisbedeckung (Mittelwerte nach Fangzahlen gewichtet);
b) Eisfrei (Mittelwerte nach Fangzahlen gewichtet);
c) Jahresdurchschnitt (Mittelwerte nach Fangzahlen gewichtet);
d) Jahresdurchschnitt (Mittelwerte nach Monaten gewichtet).

©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at

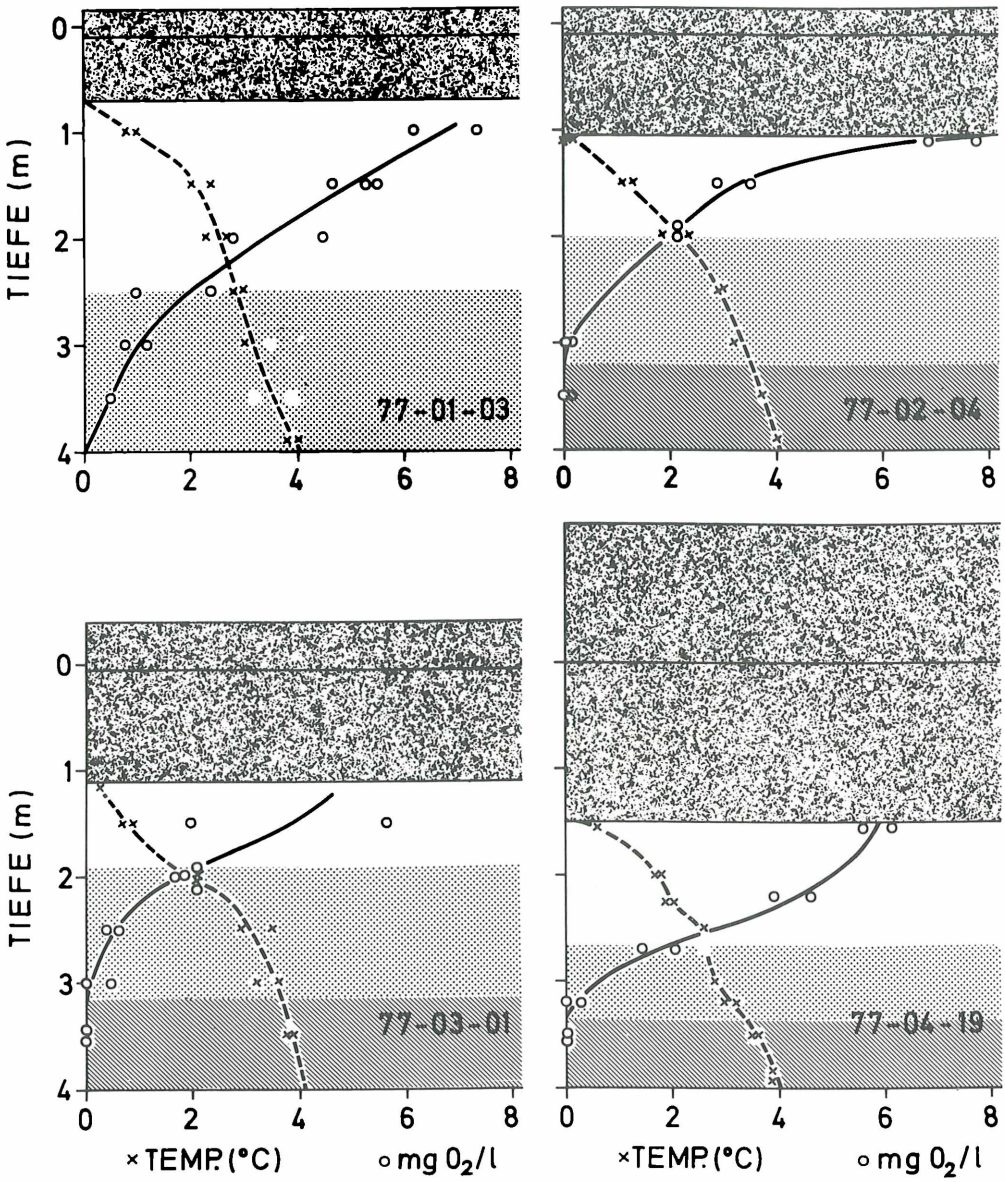


Abb. 3: Sauerstoff- und Temperaturverhältnisse im eisbedeckten Kalbelesee an den Tagen der Winterfänge. Die Tiefenangaben beziehen sich auf einen Pegel mit der Standardtiefe 4,0 m. Die Winterdecke ist maßstabsgetreu eingetragen. Schraffierte Fläche: sauerstoffreie Zone; punktierte Fläche: sauerstoffarme Zone (unter 2,0 mg O_2/l).

Nahrungsaufnahme in der eisfreien Zeit (Juni - November)

Es wurden 225 durch Sportfischer zumeist mit künstlicher Fliege gefangene Regenbogenforellen ausgewertet (Tab. 1). Kontrollfänge mit Netzen (Juni/November) ergaben keine erkennbaren Unterschiede hinsichtlich der Nahrungsverteilung. In den Monaten Juli,

©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at

August und Oktober wurden von den Forellen in erster Linie Wasserinsekten aufgenommen, während im Juni, September und November die Krebstiere überwiegten (Abb. 4). Unter den Wasserinsekten sind es vorwiegend Köcherfliegen und Zuckmücken, die von den Regenbogenforellen als Larven, häufig auch als aufsteigende Puppen und in geringerer Zahl auch als Images erbeutet werden. Die Anfluginsekten stellen im Kalbelesee nach den zur Untersuchung gelangten Fischen nur 10% der Gesamtnahrung im Sommer, wobei das Maximum im August beobachtet wurde. Der Anteil der Anflugnahrung ist im Vergleich zu anderen nahrungsärmeren Gebirgsseen sehr gering.

Pfrillen *(Phoxinus phoxinus)* konnten nur in 5% der untersuchten Forellen gefunden werden. Da im Kalbelesee sehr viele Pfrillen leben, ist dies eine überraschend geringe Nahrungsausnutzung. Wahrscheinlich bietet der pflanzenreiche See den Pfrillen sehr gute Unterschlupfe.

Nahrungsaufnahme unter der Winterdecke (Jänner April)

In den Monaten Jänner bis April 1977 (Abb. 3) wurden insgesamt 26 Regenbogenforellen mit Netzen gefangen. Verluste an ausgespieenen Nahrungsobjekten mußten unberücksichtigt bleiben. Die Vielfalt der Nahrungszusammensetzung ist gegenüber den Sommermonaten stark eingeschränkt: 97% werden allein durch Köcherfliegenlarven, *R. lacustris* und das Krebsplankton gedeckt. Letzteres trat nur in den Januarfängen in beachtlicher Menge auf. Es handelte sich dabei hauptsächlich um Daphnien mit Ephippien. Dies ist umso überraschender, da gerade *Cyclops abyssorum tatricus* im Jänner ein ausgeprägtes Maximum aufweist (AMANN 1972; GNAIGER 1977a).

Das beinahe vollständige Fehlen der typisch schlammbewohnenden Arten (Chironomiden und Schlammfliegenlarven, Federkiemenschnecken) war auf Grund des völligen Sauerstoffschwundes über dem Sediment zu erwarten. Verwunderlich ist jedoch die Tatsache, daß die Köcherfliegenlarven 3/4 der Magen-Darminhalte im Winter ausmachten (Tab. 1). Es konnte bisher noch nicht geklärt werden, ob die Regenbogenforellen auf der Jagd nach dieser benthischen Beute in die sauerstoffarmen Bodenschichten hinabtauchen oder ob sich die Trichopteren auf den Restbeständen der Wasserpflanzen (Makrophyten) über diesen Schichten aufhalten. Vielleicht wirken auch im See vorhandene Quellen als „Sauerstoffenster" anziehend auf Larven wie auch Fische. Möglicherweise halten sich die Trichopteren den Winter über in Ufernähe in höheren und daher vermutlich sauerstoffreicheren Wasserschichten auf.

Besondere Beachtung verdient die Beobachtung, daß alle Fische auch zur Zeit minimaler Sauerstoffkonzentrationen (Februar bis April; Abb. 3) Nahrung aufgenommen hatten. Allerdings waren die aufgenommenen Nahrungsmengen wesentlich geringer als etwa im Jänner, als noch günstigere Sauerstoffverhältnisse herrschten. Trotz weitgehender Sauerstoffzehrung und tiefer Temperaturen vermag *S. gairdneri* in den Wintermonaten im Kalbelesee ein minimales positives Längen- und Gewichtswachstum aufrecht zu erhalten (GNAIGER, unpubliziert). Die weitgehende Toleranz niederer Sauerstoffkonzentrationen weist auf eine physiologische Anpassung dieser Salmonidenart hin (Johnston 1975), wie sie bei vielen anoxischen Wirbellosen ausgeprägt ist (GNAIGER 1977b).

Zusammenfassung

Der in 1650 m Seehöhe gelegene Kalbelesee (Hochtannberg, Vorarlberg) wurde in den Jahren 1967 1977 mehrmals mit Regenbogenforellen (zweijährige) besetzt. Infolge extremen Sauerstoffschwundes unter der Winterdecke ging dreimal der gesamte Forellenbestand zugrunde. Es wurden 242 Regenbogenforellen, die während der eisfreien Zeit durch Sportfischer oder mit dem Netz gefangen worden waren, hinsichtlich ihrer Nahrungsaufnahme untersucht. Zur Zeit der Eisbedeckung kamen 26 Forellen, die durch Spannen eines Netzes unter der Winterdecke gefangen worden waren, zur Untersuchung. Die Regenbogenforellen

©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at

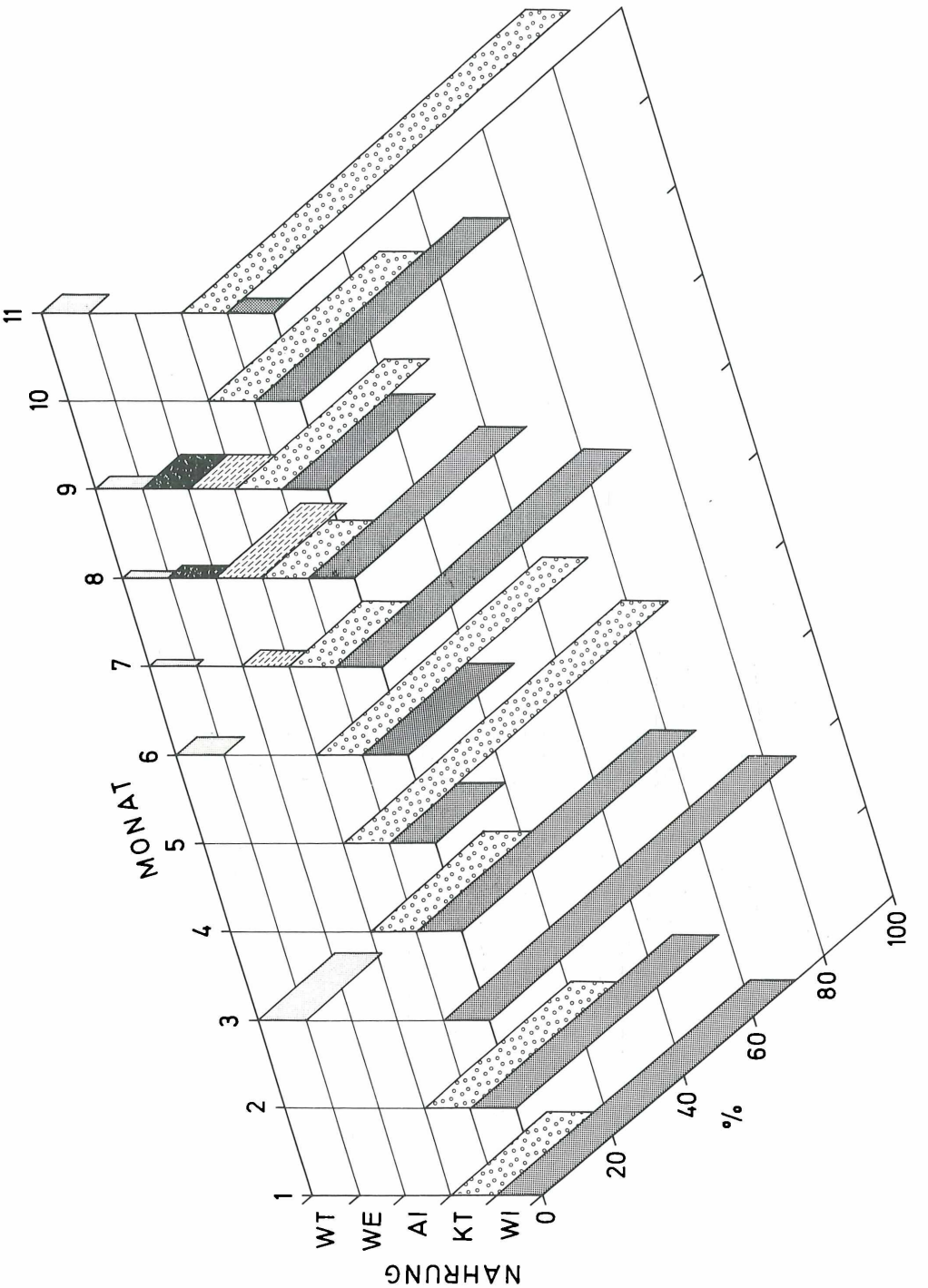


Abb. 4: Nährtiere (in Gewichtsprozenten) im Magen-Darmtrakt der Regenbogenforelle im Kalbelesee (1967 1978). Die Zahl der monatlich untersuchten Tiere ist in Tabelle 1 angegeben. Die Gewichtsanteile der Nahrungskomponenten wurden abgeschätzt und die Mittelwerte nach Fangzahlen gewichtet.
WI = Wasserinsekten; KT = Krebstiere; AI = Anfluginsekten; WE = Weichtiere, Egel; WT = Wirbeltiere.

©Österr. Fischereiverband u. Bundesamt f. Wasserwirtschaft, download unter www.zobodat.at

hatten auch im Winter, trotz der im Kalbelesee sehr ungünstigen Sauerstoff- und Temperaturbedingungen, die Nahrungsaufnahme nie völlig eingestellt. Ihre Hauptnahrung bestand unter der Winterdecke aus Köcherfliegenlarven (Trichopteren) und Seeflohkrebsen (Gammariden). Überraschend gering war die Aufnahme von Planktonkrebsen trotz eines ausgeprägten *Cyclops*maximums im Jänner. Während der eisfreien Zeit standen ebenfalls Seeflohkrebse und Köcherfliegen in der Nahrungsaufnahme an erster Stelle. Dann folgten Zuckmücken (Chironomiden) und Anfluginsekten, wobei die Anflugnahrung mit nur 10% im Vergleich zu anderen Gebirgsseen gering ist. Obwohl der See zahlreiche Pfrillen *(Phoxinus phoxinus)* aufwies, hatten nur 5% der untersuchten Fische solche Nahrung verwertet. Besonders hervorzuheben ist, daß rund 1/3 der gesamten Nahrung von *S. gairdneri* die im Jahre 1967 eingesetzten Seeflohkrebse *(Rivulogammarus lacustris)* lieferten.

Anmerkung

2) Diese Arbeit wurde durch den „Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung in Österreich", Projekt Nr. 2919 und durch einen Forschungsförderungsbeitrag des Landes Vorarlberg unterstützt. Besonderen Dank schulde ich Fam. Strolz, Hotel Mohnenfluh und Schilifte Saloberkopf, für die während der Untersuchungen am See zur Verfügung gestellten Räumlichkeiten.

LITERATUR:

AMANN, E., 1972: Eine biologische Studie des Kalbelesees mit besonderer Berücksichtigung der Fischerei. Jahrbuch des Vorarlberger Jahresmuseumsvereins 1970. 26 pp.

AMANN, E., 1976: Flohkrebse in Vorarlberg. Vorarlberger Jagd und Fischerei 4, 1: 19

GNAIGER, E., 1976: Hochalpenseen: Sauerstoff als ökologischer Faktor. Vorarlberger Jagd und Fischerei 4, 4: 18 - 19

GNAIGER, E., 1977a: Vergleich Cyclops abyssorum tatricus Gossenköllesee – Kalbelesee. Jber. Abt. Limnol., Innsbruck 3: 232 - 242

GNAIGER, E., 1977b: Thermodynamic considerations of invertebrate anoxibiosis. In: Application of calorimetry in life sciences. Lamprecht I., Schaarschmidt B. (eds.), Walter de Gruyter, Berlin: 281-303

JOHNSTON, I. A., 1975: Studies on the swimming musculature of the rainbow trout. II. Muscle metabolism during severe hypoxia. J. Fish Biol. 7: 459 - 467

Seasonal dependence of food of rainbow trout (Salmo gairdneri) in Kalbelesee (Vorarlberg, Austria).

The Kalbelesee is a shallow productive winter-kill lake situated at an altitude of 1650 m. During the years 1967 1978 the lake was periodically stocked with rainbow trout (II+). Depending upon unpredictable climatic conditions the salmonid fish survive the period of icecover (6 to 7 months), but all were killed during three winters with extreme oxygen depletion. In spite of the very low temperatures and bad oxygenation, feeding never ceases during a favourable winter; the most important food is comprised of trichoptera and *Rivolugammarus lacustris.* Planctonic crustaceans play a minor role as food despite the presence of *Daphnia sp.* and a maximum abundance of *Cyclops abyssorum tatricus* in January. During summer gammarids and trichoptera constitute the dominating food type, followed by chironomids and allochthonous insects. The latter contribute only 10% to the food which is in contrast to other less productive high mountain lakes. The most important prey of *S. gairdneri* is *R. lacustris* (over 30%) since ist was implanted in 1967 into Kalbelesee. The gammarids developed remarkably well, probably due to the extended stands of macrophytes giving them good protection; irregular winter kill of fish may contribute to the perseverance of this food species.

Fig. 1: Food constituents (in % w. w.) of rainbow trout in Kalbelesee during different months from 1967 1978.

Fig. 2: Profiles through the winter cover of Kalbelesee.

Fig. 3: Oxygen and temperature conditions in the ice-covered Kalbelesee, at days of net fishing.

Fig. 4: Food constituents (in % w. w.) of S. gairdneri in Kalbelesee during 1967 1978.
WI = aquatic insects; KT = crustaceans; AI = allochthonous insects; WE = snails, leeches; WT = vertebrat

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Österreichs Fischerei

Jahr/Year: 1979

Band/Volume: 32

Autor(en)/Author(s): Amann A., Gnaiger Erich

Artikel/Article: Jahreszeitliche Abhängigkeit der Nahrungszusammensetzung von Regenbogenforellen (Salmo Gairdneri) im Kalbelesee (Hochtannberg, Vorarlberg) 32-39