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

Wissenschaft

Österreichs Fischerei Jahrgang 50/1997 Seite 14–19

Uwe Schulz

Die Nahrung der Bodensee-Forellen *Salmo trutta* f. *lacustris*

Einleitung

Mit Veränderung des trophischen Niveaus des Bodensees während der vergangenen Jahrzehnte veränderte sich auch der Fischbestand. Vom ursprünglichen oligotrophen Charakter einer von Salmoniden und Coregonen dominierten Artenzusammensetzung verschob sich das Artenspektrum in Richtung eines mesotrophen Sees mit stärkerem Barsch- und Cyprinidenvorkommen (Hartmann 1977). Historische Untersuchungen zur Nahrungswahl von Seeforellen stellten auch einen Wandel in der Nahrungszusammensetzung fest: Nach Klunzinger (1881) ernähren sich Seeforellen im Bodensee in ihrer Jugend hauptsächlich von Cypriniden und als adulte Fische von Felchen *(Coregonus lavaretus)*. Nümann (1939) stellte hauptsächlich kleine Barsche *(Perca fluviatilis)* fest, nur bei großen Forellen fand er Felchen. Deufels Untersuchungen wiesen Zooplankton, von der Wasseroberfläche aufgenommene Insekten und auch Fische nach, ohne jedoch die Arten zu spezifizieren (Ruhlé et al. 1984).

Bei älteren Autoren wurde immer wieder darauf hingewiesen, daß zu starke Seeforellenbestände unter wirtschaftlichen Aspekten unerwünscht seien, da die anderen Nutzfischbestände zu stark durch den piscivoren Räuber dezimiert werden könnten (Haempel 1930; Neresheimer 1932; Schindler & Wagler 1936). So schreibt Neresheimer (1941), daß große Seeforellen eher als schädlich anzusehen sind, da sie in Coregonen- und Saiblingsseen von diesen wertvollen Nutzfischen leben. Schindler (1949) errechnet für eine 12 kg schwere Seeforelle aus dem Königssee bei einem vorausgesetzten Futterquotienten von 1 : 10 einen »Produktionspreis« von 400 bis 500 Mark, da sie sich hauptsächlich von Saiblingen *(Salvelinus alpinus)* ernähren.

Die vorliegende Untersuchung zur Nahrungsaufnahme der Seeforellen soll über die heutige Stellung der Seeforelle im Nahrungsnetz des Sees Aufschluß geben und mit den historischen Verhältnissen vergleichen. Weiterhin sollte untersucht werden, ob ein möglicherweise wiedererstarkender Seeforellenbestand im Bodensee die Felchenbestände durch Predation oder Nahrungskonkurrenz beeinflussen könnte.

Methode

Das Material für die Nahrungsuntersuchung wurde aus Angel- und Berufsfischerfängen der Jahre 1991 und 1992 beschafft. Die Seeforellenmägen mit Pylorusanhängen wurden in 5 % Formalinlösung bis zur Untersuchung aufbewahrt. Die Analyse der Mageninhalte erfolgte unter dem Stereomikroskop bei 8- bis 50facher Vergrößerung. Größere Nahrungspartikel wurden einzeln ausgezählt, bei Plankton oder massenhaft aufgenommener Anflugnahrung wurden in einer Planktonzählkammer 15 zufällig ausgewählte Felder von 75 ausgezählt und das Ergebnis mit 5 multipliziert.

Die Nahrungsorganismen wurden in 3 Groß- und 15 Untergruppen eingeteilt:

A. Zooplankton *(Bythotrephes longimanus / Leptodora kindii; Daphnia sp.;* sonstige)
B. Fische (Barsche; Cypriniden; Coregonen; nicht identifizierbare Reste)
C. Insekten (Chironomidenlarven; Chironomidenpuppen; sonstige Larven; Landkäfer; Wasserkäfer; Dipteren; Hymenopteren; sonstige)

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

Neben den Nahrungsorganismen wurde das Auftreten von Bandwürmern im Magen oder in den Pylorusanhängen protokolliert.
Zur Bewertung der aufgenommenen Nahrungspartikel wurde die Frequenz der Hauptkomponenten und z. T. auch der Untergruppen errechnet. Als Nahrungsfrequenz wird der Prozentsatz der nicht leeren Mägen bezeichnet, in denen eine Futterkomponente mindestens einmal vorkommt. Die Nahrungsfrequenz schätzt den Anteil der Individuen einer untersuchten Population, der diese Komponente frißt (Bagenal 1978). Der Vergleich der Längenverteilungen von plankton-, fisch- und insektenfressenden Seeforellen erfolgte durch den erweiterten Mediantest auf einem Signifikanzniveau von $\alpha = 5\%$ (Lozán 1992). Der Einfluß von Bandwürmern auf das Wachstum wurde durch eine Covarianzanalyse der Steigungen der linearen Regression der logarithmierten Längen- und Gewichtswerte ebenfalls auf dem 5% Signifikanzniveau untersucht (General Linear Models Procedure, SAS Institute 1988).

Ergebnisse

Es wurden 749 Seeforellenmägen untersucht, von denen 76 (10%) keine Nahrungspartikel enthielten. Die Totallänge der untersuchten Forellen lag im Bereich zwischen 18 und 67 cm. Tabelle 1 zeigt die Frequenzen der Nahrungsgroßgruppen. Die Prozentangaben ergänzen sich nicht auf Hundert, da mehrere Gruppen gleichzeitig in einem Magen vorkommen konnten.

Tabelle 1:
Nahrungsfrequenz der Großgruppen in Seeforellenmägen

Nahrungsgruppe	Frequenz [%]
Zooplankton	43
Fische	55
Insekten	55

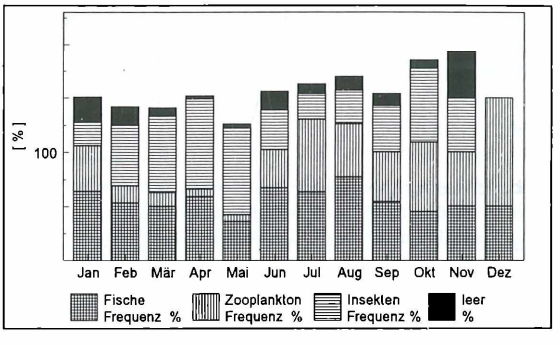


Abb. 1: Frequenzen der Nahrungsgruppen im Jahresverlauf. Die Summen der Frequenzen sind größer als 100%, da mehrere Nahrungsgruppen pro Magen auftreten können

Im Jahresverlauf erlangen die verschiedenen Gruppen unterschiedliche Bedeutung (Abb. 1). Während Fische das gesamte Jahr über in ca. 50% der Mägen festgestellt wurden, schwankten die Anteile von Insekten und Zooplankton stark. In den Frühjahrsmonaten wurde von den Seeforellen wenig Plankton gefressen, der Anteil von Insekten war dagegen hoch. Ab Juni nahm dann die Planktongruppe zu, Insekten hingegen ab. Die Werte für November und Dezember sind wegen des geringen Stichprobenumfanges (n = 7 und n = 4) unzuverlässig. Im Zooplankton dominierte während des ganzen Jahres die Gruppe *Bythotrephes / Leptodora* (Abb. 2). Besonders ab Juni kamen bei Frequenzen von 50% und mehr mittlere Stückzahlen bis zu 350 Individuen (Juni; Oktober) pro Magen vor. Daphnien erreichten maximal eine Frequenz von 15% (August) und maximale mittlere Stückzahlen von 104 pro Magen im Oktober (Abb. 3). In der Gruppe der Fischnahrung dominierten die Barsche (Abb. 4). Sie erreichen mittlere Stückzahlen pro Magen von 9 (Juni) und 12 (Juli), wobei die höchsten Frequenzen im April (24%) und August (48%) erreicht werden. Cypriniden wurden im Januar mit einer mittleren Stückzahl pro Magen von 6,5 bei einer Frequenz von 11% festgestellt (Abb. 5). Sonst schwankt die mittlere Stückzahl pro Magen zwischen 1,2 (Mai) und 2,9 (Oktober)

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

Abb. 2: Nahrungsfrequenz und mittlere Anzahl pro Magen von Bythotrephes und Leptodora im Jahresverlauf

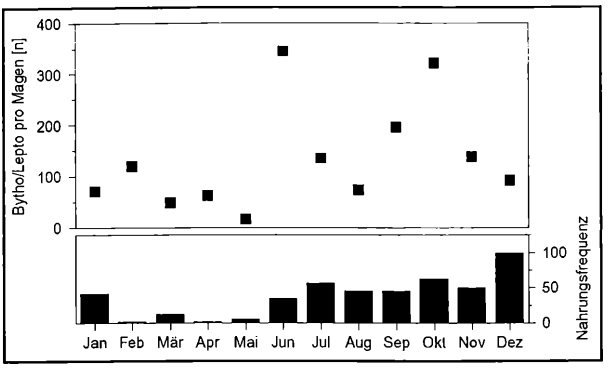


Abb. 3: Nahrungsfrequenz und mittlere Anzahl pro Magen von Daphnien im Jahresverlauf

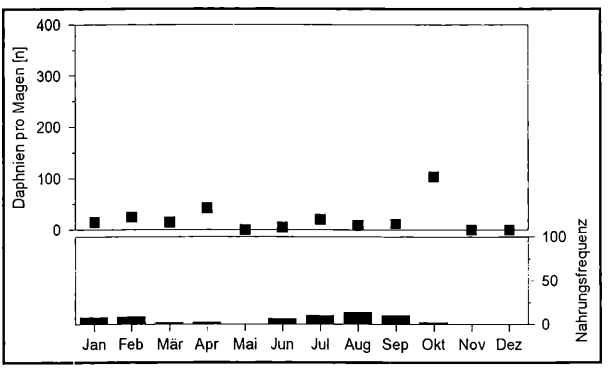


Abb. 4: Nahrungsfrequenz und mittlere Anzahl pro Magen von Barschen im Jahresverlauf

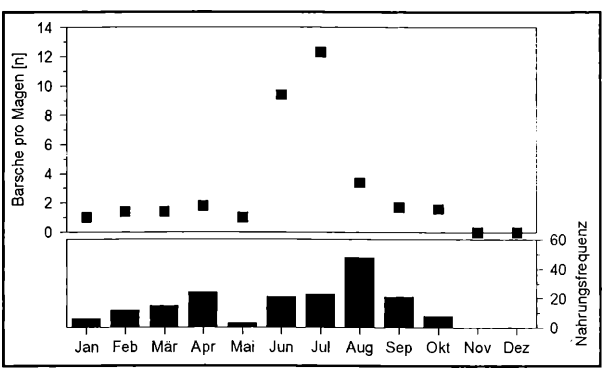
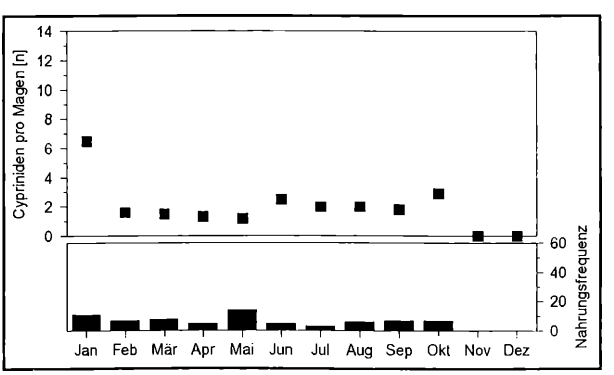


Abb. 5: Nahrungsfrequenz und mittlere Anzahl pro Magen von Cypriniden im Jahresverlauf



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

bei Frequenzen von 3% im Juli und 14% im Mai. Coregonen wurden während des gesamten Untersuchungszeitraums lediglich einmal im Juni und einmal im Oktober identifiziert.
Die Mediane der Längenhäufigkeitsverteilungen der Seeforellen, die nur Zooplankton, Insekten oder Fische gefressen hatten, zeigten signifikante Unterschiede. Fischfressende Seeforellen (Median 38 cm) waren im Mittel signifikant größer als insektenfressende (Median 36 cm) und diese wiederum größer als zooplanktonfressende (Median 32 cm) Tiere.
In 274 der untersuchten Seeforellen (33%) wurden Bandwürmer im Magen oder in den Pylorusanhängen festgestellt. Die stichprobenartige Bestimmung einzelner Würmer ergab die Art *Eubothrium crassum.* Die befallenen Forellen wuchsen nicht langsamer als unbefallene Tiere. Die Covarianzanalyse der Steigungen der linearen Regression der logarithmierten Längen- und Gewichtswerte ergab keinen Unterschied auf dem 5% Signifikanzniveau.

Diskussion

Die Nahrungshauptkomponenten Zooplankton, Fische und Insekten kamen in ähnlichen Frequenzen zwischen 43% und 55% in der Seeforellennahrung vor, wobei jahreszeitliche Unterschiede registriert wurden.
In der Nahrungsgruppe des Zooplanktons war die Dominanz der großen carnivoren Zooplankter *Bythotrephes* und *Leptodora* auffällig, die während des ganzen Jahres, verglichen mit Copepoden und Daphnien, nur in geringen Abundanzen im Freiwasser vorkamen. Diese Beobachtung deckte sich mit den Ergebnissen der Untersuchung von Rippmann (1987) an Seeforellen des Vierwaldstättersees und denen von Fitzmaurice (1979), der bei Seeforellen der Körperlänge 18 cm bis 37 cm in irischen Gewässern ebenfalls *Bythotrephes* in hohen Abundanzen nachwies, obwohl der Zooplanktonbestand im Verhältnis von 246 : 1 von Daphnien dominiert wurde. Becker (1992) untersuchte die Nahrungswahl von Felchen und die Abundanz von Zooplankton im Bodensee. Er stellte fest, daß im Frühjahr von März bis Mai das Zooplankton zum Hauptteil aus Copepoden der Gattung *Cyclops* besteht. Der Anteil von Daphnien schwankte zwischen 15% und 30%, die großen carnivoren Cladoceren *Bythotrephes* und *Leptodora* traten nur vereinzelt in den Proben auf. In dieser Zeit fraßen Felchen der Altersklassen 1+ bis 3+ anfangs *Cyclops,* stellten sich jedoch bei zunehmend höheren Abundanzen von Daphnien auf diese um. Im Sommer und Herbst von Juni bis Oktober bestand das Zooplankton zu 10% bis 55% aus Daphnien und zu 10% bis 80% aus Copepoden. Der Anteil der anderen Zooplankter betrug weniger als 5%. Felchen der Altersklasse 1+ fraßen in dieser Periode sowohl Daphnien als auch die großen Plankter *Bythotrephes* und *Leptodora,* ältere Felchen hingegen bevorzugten signifikant die letztgenannten. Von November bis Februar herrschte dann wieder das Copepodenplankton mit 70% bis 80% vor, der Anteil von Daphnien betrug meist 15%, während die übrigen Zooplankter sehr selten gefunden wurden. Felchen der älteren Jahrgänge selektierten signifikant die Daphnien, kleinere Felchen fraßen auch Copepoden. Beckers Untersuchung zeigte, daß der Nahrungsschwerpunkt der Felchen im Zooplanktonbereich bei Copepoden und Daphnien liegt. Diese Organismengruppen wurden bei den Seeforellen nur in untergeordneter Anzahl festgestellt. Lediglich in den Sommermonaten kommt es zu einer Überlappung der Nahrungsbereiche, da sowohl von Seeforellen als auch von Felchen die großen Plankter *Bythotrephes* und *Leptodora* in beachtlichen Mengen aufgenommen wurden. Ob es in dieser Zeit zu einer echten Nahrungskonkurrenz kommt, ist unbekannt, da über die Limitierung der Nahrungsressource Großplankter keine Angaben vorliegen. Nicht auszuschließen sind auch Überschneidungen bei der Nahrungswahl von kleinen Seeforellen der Altersklasse 0+ mit Felchen. 0+ Seeforellen werden durch die Brutanstalten besetzt. Da diese Fische weder in den Berufsfischer- noch in den Angler-

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

fängen auftraten, konnten über ihre Nahrungswahl keine Angaben gemacht werden. Es kann jedoch aufgrund der hohen Mortalität dieses Besatzes (Schulz 1995) davon ausgegangen werden, daß kaum Konkurrenz auftreten kann. Auch der Fraßdruck von Seeforellen auf juvenile Felchen ist als gering einzustufen, da sie im gesamten Probenmaterial lediglich zweimal festgestellt wurden.

Barsche bildeten den Hauptteil der Fischnahrung von Seeforellen. Im Frühjahr bis April stieg der Anteil der Seeforellen, in deren Mägen Barsche gefunden wurden. Die mittlere Stückzahl pro Magen mit 1 bis 3 war jedoch gering. Im Juni und Juli wurde vermehrt der neu auftretende Barschjahrgang aus der Laichzeit im Mai gefressen, der sich in diesen Monaten im Pelagial aufhielt (Wang 1993). Diese Tiere waren im Vergleich zu den im Frühjahr gefundenen Barschen noch sehr klein (1,5 bis 2 cm). Mit zunehmenden Rückwanderungstendenzen der Barsche ab August in litorale Bereiche verringerten sich die mittleren pro Magen festgestellten Barschstückzahlen. Die Frequenzen blieben allerdings hoch. Cypriniden wurden mit Ausnahme der Sommermonate in ungefähr gleichen mittleren Stückzahlen gefunden wie Barsche. Informationen, ob juvenile Cypriniden zu bestimmten Zeiten wie Barsche ins Pelagial einwandern, liegen für den Bodensee nicht vor. Im Januar halten sich adulte Seeforellen vermehrt in litoralen Bereichen auf (Schulz & Berg 1992). Wenn sich subadulte Tiere, die den größten Teil des Untersuchungsmaterials stellten, ähnlich verhalten, ist die hohe mittlere Abundanz von Cypriniden im Januar dadurch zu erklären. Rippmann (1987) kam bei seinen Untersuchungen der Nahrungsbiologie der Seeforellen im Vierwaldstättersee zu ähnlichen Ergebnissen bezüglich der Aufnahme von Fischen. Wie in der vorliegenden Untersuchung wurde festgestellt, daß der Median der Längenhäufigkeitsverteilung fischfressender Seeforellen größer ist als der von invertebratenfressenden. Den Hauptteil der Fischnahrung machten allerdings nicht Barsche, sondern Cypriniden, meist Ukelei *(Alburnus alburnus),* aus. Andere Salmoniden oder Coregonen fand er nur in 4 von insgesamt 393 Mägen. Vom Genfer See berichtet Melhaoui (1985), daß die Fischnahrung der dortigen Seeforellen hauptsächlich aus Rotaugen *(Rutilus rutilus)* besteht.

Klunzinger (1881), der die Seeforellen in fortpflanzungsfähige (adulte) Grundforellen und sterile (subadulte) Schwebforellen einteilte, berichtet ebenfalls über den Nahrungswechsel mit zunehmendem Fischalter: »Die jüngeren (Grundforellen) leben mehr von Wasserinsekten und kleinen Fischen, namentlich den Laugele (Ukelei), die älteren hauptsächlich von Felchen.« Die Schwebforelle hingegen nährt sich »von Mucken ob dem Wasser«, wobei dieses Zitat schon von Mangolt aus dem 16. Jahrhundert stammt. Zooplankton findet als Bestandteil der Seeforellennahrung keine Erwähnung.

Der Parasit *Eubothrium crassum* befällt hauptsächlich Salmoniden. Nach Roberts & Schlotfeld (1985) sind die Effekte auf Wachstum und Kondition der befallenen Tiere gering. Diese Beobachtung wurde durch die vorliegenden Ergebnisse bestätigt. Der Entwicklungskreislauf des Parasiten schließt Copepoden ein, über die die Larven vom Endwirt aufgenommen werden. Da Copepoden in der Seeforellennahrung selten nachgewiesen wurden, könnte die Infektion auch über Beutefische erfolgen, die Copepoden gefressen hatten.

Abstract

The diet of European lake trout in Lake Constance.

From 1991 to 1992 749 stomach contents of European lake trout *(Salmo trutta* f. *lacustris)* from angler and commercial catches were investigated. The total bodylength of the fish ranged from 18 to 67 cm. The frequency of occurence of the diet group of fishes was determined to be 55%, insects 55%, and zooplankton 43%. 10% of all stomachs were empty. From February to June the frequencies of occurence of insects were higher than these of zooplankton, but from July to January zooplankton dominated. Within this

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

group the large cladocerans *Bythotrephes* and *Leptodora* were most frequent. Fishes contributed to the lake trout diet throughout the year in frequencies ranging from 36% to 77% with perch prevailing particularly in June and July. Mean bodylength of trout eating fish (median 38 cm) was significantly higher than insect (median 36 cm) and zooplankton eating (median 32 cm) trout. The growth of lake trout infested by the tapeworm *Eubothrium crassum* (33% infested) did not differ from uninfested fish.

Danksagung

Den Kollegen der Fischereiforschungsstelle des Landes Baden-Württemberg sei für ihre Hilfe und Unterstützung herzlich gedankt, besonders Herrn G. Dalüge für die Präparationen, und Herrn S. Blank für die Durchführung des GLM-Tests im SAS-Programmpaket. Die Arbeit war Bestandteil einer Untersuchung zur Ökologie der Bodensee-Seeforelle im Auftrag der IBKF (Internationale Bevollmächtigtenkonferenz für die Bodenseefischerei) und wurde an der Fischereiforschungsstelle des Landes Baden-Württemberg durchgeführt.

LITERATUR

Bagenal, T. (1978): Methods for the assessment of fish production in freshwaters. IBP Handbook No 3, Blackwell, 365 Seiten.

Becker, M. (1992): Ingestions- und Selektionsverhalten adulter Felchen (Coregonus lavaretus) des Bodensees: saisonale und diurnale Variabilität. Dissertation, Hartung-Gorre Verlag, Konstanz, 119 Seiten.

Fitzmaurice, P. (1979): Selective predation on cladorera by brown trout *Salmo trutta* L. Journal of Fish Biology 15, 521–525.

Haempel, O. (1930): Fischereibiologie der Alpenseen: Die Seeforellenseen, 104–111, in Thienemann, A. (Herausg.). Die Binnengewässer X, 259 Seiten.

Hartmann, J. (1977): Fischereiliche Veränderungen in kulturbedingt eutrophierten Seen. Schweizerische Zeitschrift für Hydrologie 39, 243–254.

Lozán, J. L. (1992): Angewandte Statistik für Naturwissenschafter. Paul Parey Verlag, Hamburg, 237 Seiten.

Klunzinger, C. B. (1881): Die Fische in Baden-Württemberg, faunistisch-biologisch betrachtet, und die Fischereiverhältnisse daselbst. Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg 37, 172–304.

Melhaoui, M. (1985): Elements d'écologie de la truite de lac *(Salmo trutta* L.) du Lemans dans le systeme lac-affluent. Institut de Limnologie, Station d'Hydrobiologie; Thonon-Les-Bains (France), Dissertation, 130 Seiten.

Neresheimer, E. (1932): Die Seeforelle. Schweizerische Fischerei Zeitung 40, 230–237.

Neresheimer, E. (1941): Die Lachsartigen. in: Demoll, R. & Maier, H. N.: Handbuch der Binnenfischerei Mitteleuropas IIIA, 219–370.

Nümann, W. (1939): Untersuchungen über die Biologie einiger Bodenseefische in der Uferregion und in den Randgebieten des freien Sees. Zeitschrift für Fischerei 37, 637–688.

Rippmann, U. C. (1987): Biologie und Bewirtschaftung der Seeforelle *(Salmo trutta lacustris)* des Vierwaldstättersees unter besonderer Berücksichtigung der Urner Gewässer. Dissertation ETH Zürich, 325 Seiten.

Roberts, R. J. & Schlotfeld, H. J. (1985): Grundlagen der Fischpathologie. Paul Parey Verlag, Hamburg, 425 Seiten.

Ruhlé, C.; Deufel, J.; Keiz G.; Kindle, T.; Klein, M.; Löffler, H. & Wagner, B. (1984): Die Bodensee-Seeforelle. Österreichs Fischerei 37, 272–307.

SAS Institute Inc. SAS/Stat (1988): User's guide release 6.03 edition. Cary, NC, 1028 Seiten.

Schindler, O. (1949): Große Forellen im Königssee. Allgemeine Fischerei Zeitung 74, 378–379.

Schindler, O. & Wagler, E. (1936): Zur Biologie der Seeforelle *(Trutta lacustris* L.). Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie 33, 327–356.

Schulz, U. (1995): Untersuchungen zur Ökologie der Seeforelle *(Salma trutta f. lacustris)* im Bodensee. Konstanzer Dissertationen 456, Hartung-Gorre Verlag, Konstanz, 116 Seiten.

Schulz, U. & Berg, R. (1992): Movements of ultrasonically tagged trout *(Salmo trutta* L.) in Lake Constance. Journal of Fish Biology 40, 909–917.

Wang (1993): On the ecology of age-0 perch *(Perca fluviatilis* L.) in Lake Constance. Dissertation Universität Konstanz, 107 Seiten.

Adresse des Autors:

Dr. Uwe Schulz, UNISINOS, Centro de Ciências de Saúde 2, Av. Unisinos, 950, C. P. 275, 93022-000 São Leopoldo, RS, Brasilien. E-mail: uwe@centro-2.unisinos. tche.br

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Österreichs Fischerei

Jahr/Year: 1997

Band/Volume: 50

Autor(en)/Author(s): Schulz U.

Artikel/Article: Die Nahrung der Bodensee-Forellen Salmo trutta f. lacustris 14-19