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

Oglesby, R. T., Bayley, P. B., Hartmann, J., Loftus, K. H., Tuunainen, P. & Vollenweider, R. A., 1980: Fish yield and community structure as related to trophic state and change. In: Comparative studies on freshwater fisheries. FAO Fish. Techn. Pap. 198, 7–13.
Schneider, K., 1992: Energiefluß und Temperaturbestimmung von Seen mit Satellitenbildern am Beispiel des Bodensees. 2 Bde. (Seekreis) Konstanz, 267 S.
Ursin, E., 1982: Stability and variability in the marine ecosystem. Dana 2, 51–67.

Adresse des Autors:
Dr. Jürgen Hartmann, Institut für Seenforschung, Untere Seestraße 81, D-88085 Langenargen

Österreichs Fischerei *Jahrgang 46/1993* *Seite 239–246*

Arnold Nauwerck und Barbara Ritterbusch-Nauwerck

Regionale Unterschiede im Nahrungsangebot und in der Ernährung der Reinanken im Mondsee

Einleitung

Die Nahrungsbeziehungen zwischen planktivoren Fischen in Seen des Salzkammergutes, insbesondere den Reinanken, und ihren Nahrungsorganismen wurden in den Jahren 1989–1991 im Rahmen eines umfangreichen Forschungsprojekts vergleichend untersucht (Nauwerck, 1992b, c; Ritterbusch-Nauwerck, 1992). Im Mondsee wurden Probebefischungen mit Multimaschennetzen und Zooplanktonbeprobungen mit 14tägigen Intervallen vorgenommen und wurden Mageninhalte der Fische analysiert und mit dem jeweiligen Nahrungsangebot verglichen. Als repräsentative Beprobungsstelle wurde die Seemitte gewählt.

Der Mondsee hat an seinem oberen Ende eine relativ flache Umgebung mit dichter Besiedelung und Viehwirtschaft. Trotz erfolgreicher Sanierungsmaßnahmen haben die nährstoffbelasteten Zuflüsse in diesem Bereich und die dort eingeleiteten gereinigten Abwässer immer noch einen eutrophierenden Einfluß auf den See (Dokulil & Jagsch, 1989, 1992; Nauwerck, 1992a). Der untere Seeteil hat einen fast fjordartigen Charakter mit großteils steil abfallenden Felsufern. Hier lagen immer die besten Saiblingsgründe, während am oberen See Hecht und Cypriniden stets reichlicher gefangen wurden.

Im Jahr 1987/88 an 9 über den See verteilten Stationen zweiwöchentlich durchgeführte Beprobungen von Wasserchemie, Chlorophyll und Zooplankton (Nauwerck, unpubl.)

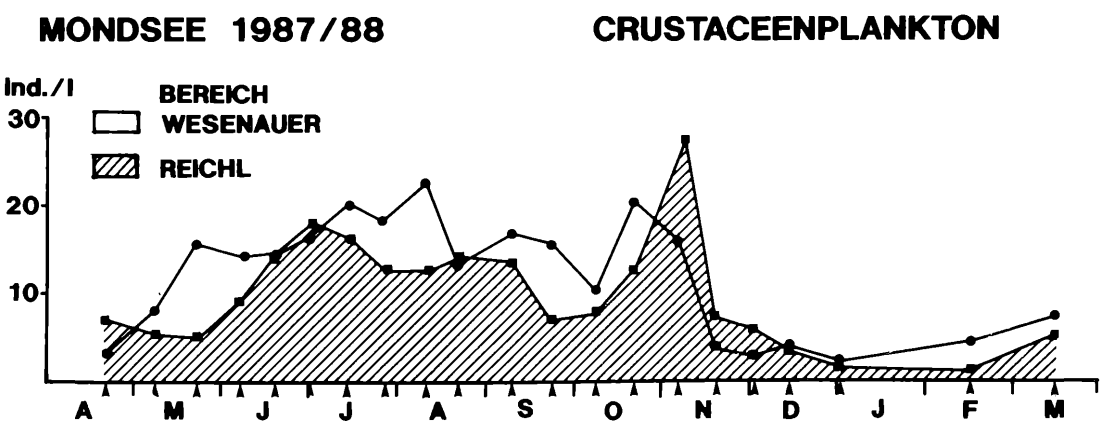

Abb. 1: Mondsee 1987/88: Crustaceenplankton

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

ergaben wiederkehrende Gradienten verschiedener Variabeln längs der Hauptachse des Sees sowie entsprechende Phasenverschiebungen in der Planktonentwicklung (Abb. 1). Auch zeigte das Plankton des oberen Seeteils qualitativ und quantitativ einen mehr eutrophen Charakter als das des unteren Seeteils. So waren z. B. kleine Cladoceren und Cyclopoiden im oberen Seeteil relativ und absolut häufiger als im unteren. Es war zu erwarten, daß diese Unterschiede auch Rückwirkungen auf die Ernährung der planktivoren Fische haben würden.

Zur Ergänzung unserer regulären Beprobungen und zum Vergleich mit den Ergebnissen aus der Mitte des Sees wurden deshalb auch kommerzielle Reinanken-Fänge der Berufsfischer ausgewertet, die ihre Fischrechte am oberen bzw. unteren Ende des Sees ausüben. Es sind dies Herr Fischmeister H. Reichl und Herr Fischmeister M. Wesenauer, denen an dieser Stelle ein herzlicher Dank für ihr Entgegenkommen und für gute Zusammenarbeit gesagt sei.

Material und Methoden

Die eingebrachten Coregonen wurden zur Feststellung ihrer Kondition – bei den Fischern abwechselnd – zweimal wöchentlich vermessen und gewogen; die Mageninhalte wurden entnommen, mit Formalin fixiert und anschließend im Labor unter dem Binokular analysiert. Insgesamt wurden 894 Fische ausgewertet. Davon stammen 552 von Fischer Wesenauer und 342 von Fischer Reichl. Da die Anzahl der von den Fischern ausgesetzten Netze, die Setztiefen und die Kontrollintensität wechselten, lassen sich die Fangzahlen nicht auf vergleichbare Anstrengungseinheiten umrechnen. Festzuhalten ist jedoch, daß Fischer Reichl die Fischerei im Verlaufe der Untersuchungsperiode (Juli 1989 bis August 1990) wegen geringer Erträge einige Male vorübergehend einstellte.

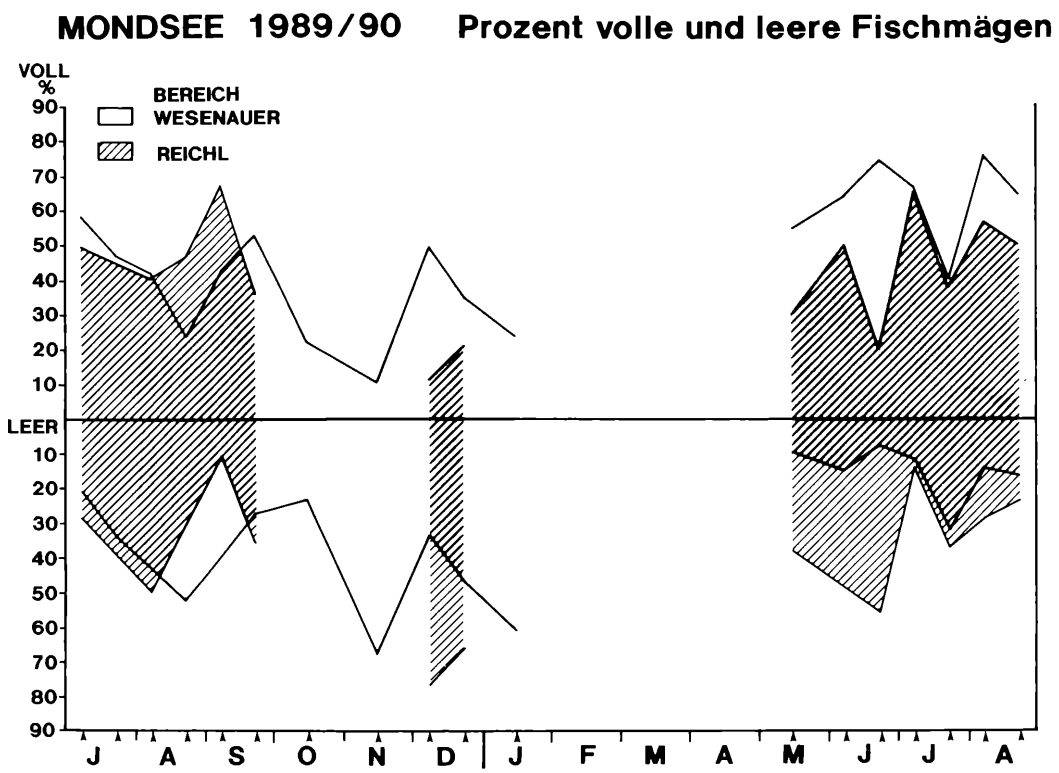

Abb. 2: Mondsee 1989/90: Coregonen »Fischer«, % volle und leere Fische

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

Ergebnisse

Abb. 2 zeigt den prozentualen Anteil der ganz gefüllten und der ganz leeren Fischmägen von den beiden Fangorten im Jahreslauf. Trotz starker Schwankungen ist zu erkennen, daß der Prozentsatz ganz gefüllter Mägen im Juli/August am höchsten und derjenige ganz leerer Mägen gleichzeitig am geringsten ist. Die umgekehrte Situation gilt im Dezember. Der Anteil ganz gefüllter Mägen ist aber meistens höher und der Anteil leerer Mägen meistens kleiner bei den Fischen vom oberen See-Ende als bei denen vom unteren. Tabelle 1 gibt die Mittelwerte von beiden für vergleichbare Perioden.

Tabelle 1: **Mittlere Anteile ganz voller und ganz leerer Fischmägen**

Juli–September 1989		
Bereich Wesenauer	leer: 36%	voll: 45%
Bereich Reichl	leer: 31%	voll: 48%
Dezember 1989		
Bereich Wesenauer	leer: 41%	voll: 44%
Bereich Reichl	leer: 72%	voll: 17%
Juni–August 1990		
Bereich Wesenauer	leer: 16%	voll: 64%
Bereich Reichl	leer: 32%	voll: 46%

Hiermit scheinen schlechtere Futterbedingungen im unteren Seeteil zumindest für die betreffende Untersuchungsperiode belegt. Möglicherweise erklärt sich der extrem hohe Leerwert im Bereich Reichl im Dezember mit einem hohen Anteil von nicht fressenden Laichfischen. Der Unterschied in der Periode Juni/August 1990 läßt sich jedoch kaum anders als mit Unterschieden im Futterangebot erklären.

Abb. 3 zeigt die durchschnittlichen Totalmengen an Futterorganismen im Mageninhalt der Coregonen von den beiden Fangorten und die relative Zusammensetzung der Mageninhalte im Jahreslauf. Der Füllungsgrad der Mägen folgt für beide Gruppen etwa dem gleichen temporalen Verlauf. Am geringsten sind die Mageninhalte im Oktober/November, d. h. während der Laichzeit, und am größten im Juni und Juli. Für vergleichbare Perioden liegen die Werte für die Fische aus dem oberen Seeteil im Durchschnitt etwas höher als im unteren, 1870 Ind./Magen gegenüber 1422 Ind./Magen. Quantitativ sind Phasenverschiebungen andeutungsweise zu erkennen, die jedoch in der qualitativen Zusammensetzung deutlicher werden. Besonders im zweiten Untersuchungsjahr findet man *Daphnia hyalina* und *Bythotrephes* im Mageninhalt der Fische vom oberen Seeteil mehrere Wochen früher als in dem der Fische vom unteren Seeteil. Auffallend ist der relativ große Anteil von *Cyclops* und von Chironomiden in den Fischen vom oberen Seeteil sowie die relativ größere Bedeutung von *Bythotrephes* in den Fischen vom unteren Seeteil. Tab. 2 zeigt, wiederum für vergleichbare Perioden, den Anteil der Fische, in denen die unterschiedlichen Beuteorganismen überhaupt festzustellen waren.

Tabelle 2: **Mittlerer Anteil von Fischen mit bestimmter Beute**

	Bereich Wesenauer	Bereich Reichl		Bereich Wesenauer	Bereich Reichl
Daphnia hyalina	51%	50%	*Bythotrephes*	65%	57%
Daphnia cucculata	10%	13%	*Cyclops*	71%	48%
Eubosmina	10%	11%	*Eudiaptomus*	14%	15%
Leptodora	36%	40%	Chironomiden	31%	35%

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

Die Prozentzahlen in Tabelle 2 geben ein Maß für Nahrungspräferenzen, spiegeln aber nur in geringem Umfang auch den Fangerfolg. Dieser wird erst aus dem Vergleich zwischen Nahrungsangebot und tatsächlich aufgenommener Nahrung ersichtlich. Abb. 4 gibt die mittlere prozentuale Zusammensetzung der für die Fische greifbaren Crustaceen im See (Tiere > 600 μm) im Vergleich mit der prozentualen Zusammensetzung der Nahrung in den Mägen. Um den Unterschied im Nahrungsangebot an den beiden See-Enden hervorzuheben, wird die Nahrungszusammensetzung von 1987/88 herbeigezogen. Dies ist nicht ganz korrekt, jedoch liegen für das Untersuchungsjahr 1989/90 Zooplanktondaten nur von der Seemitte vor, die ebenfalls nicht voll vergleichbar wären. Im großen

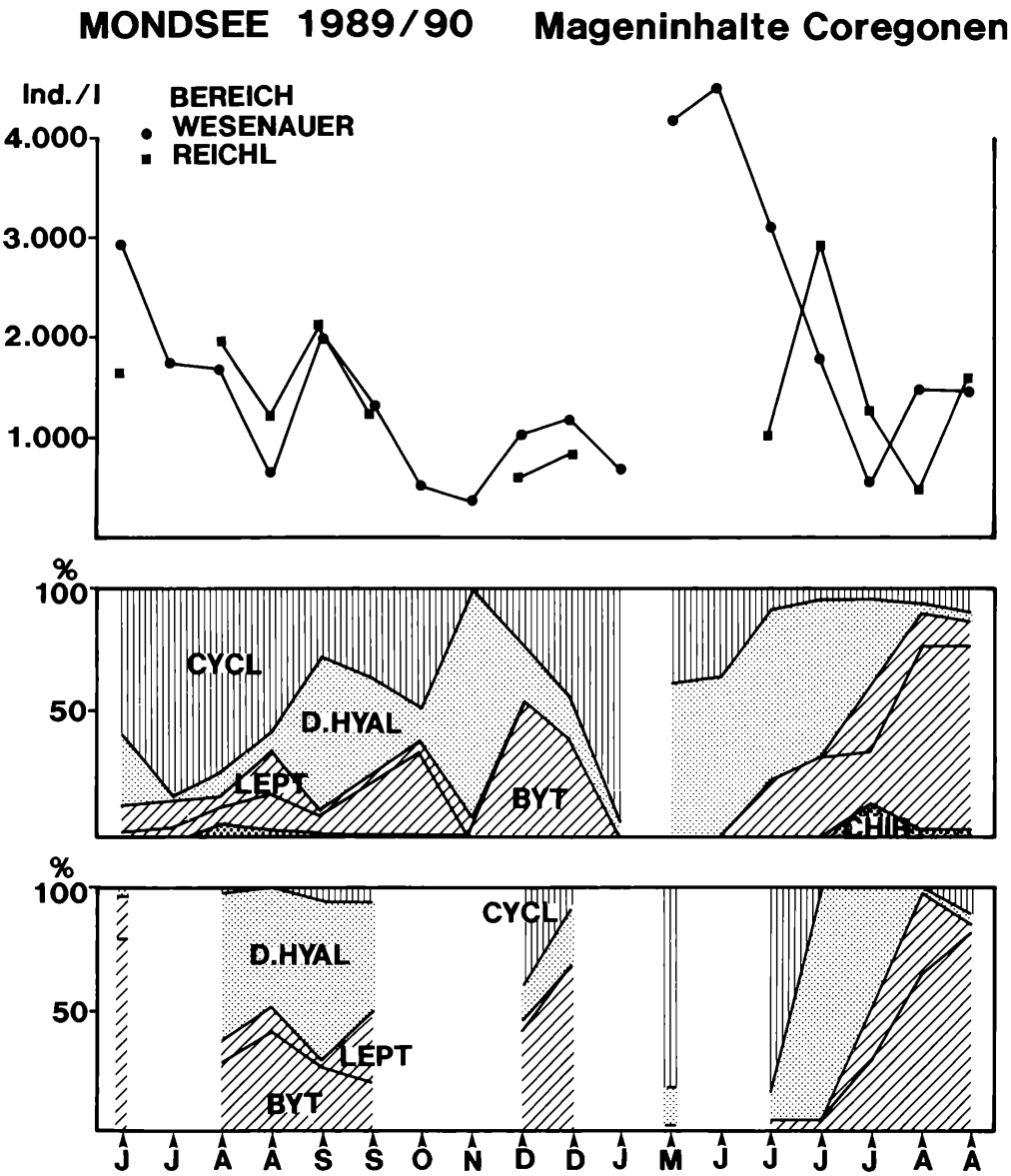

Abb. 3: Mondsee 1989/90: Mageninhalte Coregonen

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

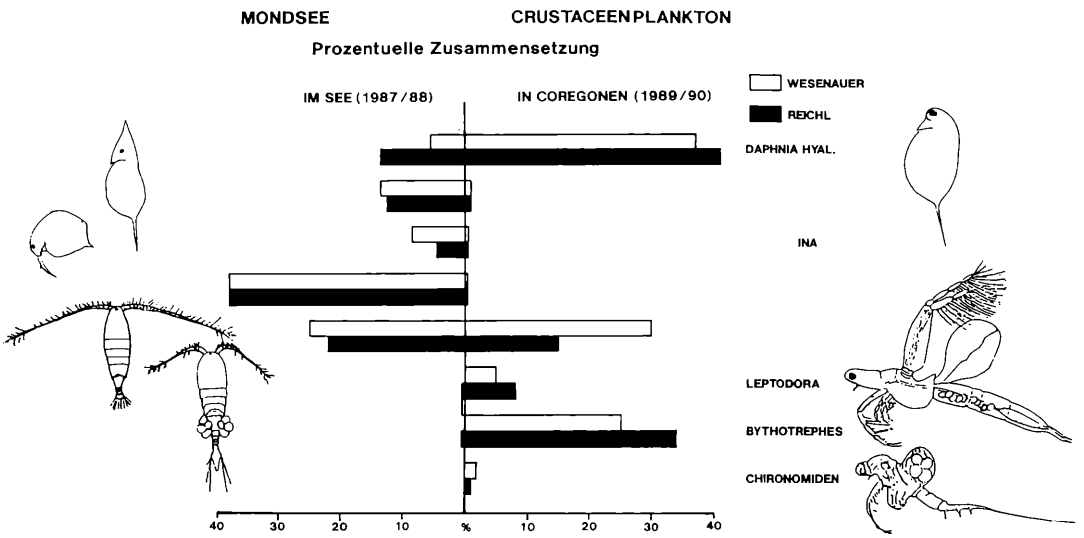

Abb. 4: Mondsee: Crustaceenplankton, prozentuelle Zusammensetzung

und ganzen ändert sich die relative Zusammensetzung des Zooplanktons von Jahr zu Jahr jedoch nicht wesentlich. Im Untersuchungsjahr 1989/90 war lediglich der Anteil von *Eudiaptomus* etwa 10% höher und der von *Eubosmina* und von *Cyclops* jeweils um 5% niedriger als 1987/88. Dies ändert nicht das prinzipielle Ergebnis, wie es sich in Abb. 4 darstellt.

Am stärksten selektiert wird demnach *Bythotrephes,* und zwar noch stärker im Bereich Reichl als im Bereich Wesenauer, ähnliches gilt für *Leptodora.* Positiv selektiert wird in beiden Bereichen auch *Daphnia hyalina, Cyclops* wird gern genommen, jedoch weniger stark selektiert. Negativ selektiert, d. h. gemieden oder nicht erbeutet werden die kleinen Clacoderen und vor allem *Eudiaptomus,* der im Freiwasser den größten Anteil der greifbaren Biomasse stellt.

Die Kondition der Fische, berechnet als modifizierter Fulton-Faktor $K = G_L \times 100 : L_{St}^3$ (G_L = Leergewicht, L_{St} = Standardlänge) ist am besten im Mai, nimmt gegen die Laichzeit ab und steigt danach wieder an, jedoch sind die zu beobachtenden Schwankungen nicht sehr groß. Die Werte vom unteren Seeteil sind öfters niederer als höher, verglichen mit denen vom oberen Seeteil. Bezogen auf vergleichbare Perioden ist der mittlere Konditionsfaktor der Fische vom oberen Seeteil 1,244 gegenüber

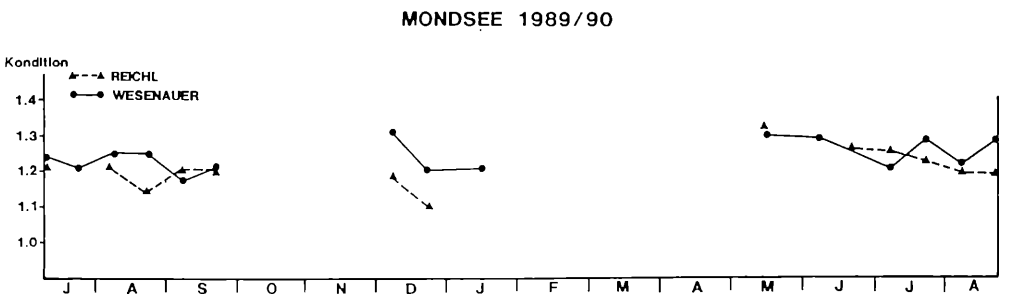

Abb. 5: Mondsee: Konditionsfaktoren der Coregonen aus verschiedenen Bereichen 1989/90

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

1,154 bei den Fischen vom unteren Seeteil. Auch hier mag ein größerer oder kleinerer Anteil Laichfische ins Gewicht fallen.
Vorausgesetzt, daß die Fische sich längere Zeit in ihren Wohnbereichen aufhalten, kann jedoch auch die unterschiedliche Kondition als Indiz für schlechtere Nahrungsbedingungen im unteren Seeteil gewertet werden.

Diskussion

Im Sinne einer optimalen Futterwahl müssen die Fische möglichst energiereiche Nahrung mit möglichst geringer Anstrengung erwerben. Große Futterorganismen sind gewöhnlich aus energetischem Gesichtspunkt lohnendere Beute als kleine. Wenn die Beute sich aber verteidigt oder lange gejagt werden muß, wird sie wieder weniger interessant, denn es kostet zunehmend Energie, sie zu erwerben. Auch können Gefahren für Leib und Leben mit dem Erwerb mancher Beute verbunden sein, sei es, daß diese wehrhaft ist oder sei es, daß sie nur in der Nähe anderer Gefahren zu erreichen ist. In diesem Fall kann es nützlicher sein, weniger wertvoller aber sicherer Beute nachzugehen. Wenn kleine Beutetiere in dichten Mengen auftreten und somit schnell hintereinander geschnappt werden können, wird ihr Erwerb unter Umständen auch für größere Räuber wieder lohnend.
Unsere Fische jagen in erster Linie optisch und müssen sich an sichtbaren Signalen und an Bewegungsmustern der Beutetiere orientieren, um zum Fangerfolg zu kommen. Große Augen, wie bei *Bythotrephes* und *Leptora,* dunkel gefärbte Eipakete und überhaupt dunklere Färbung bei den präsumptiven Beutetieren erleichtern das Auffinden durch den Fisch. Andererseits ist die unregelmäßig hüpfende, gewissermaßen hakenschlagende Schwimmweise von *Eudiaptomus* sicher auch ein Grund dafür, daß dieser im See so häufige Copepode von den Fischen, nicht nur den Reinanken, so selten gefangen wird.
Verschieden starke Neigung des Zooplanktons zur Bildung von Schwärmen kann den Fang erleichtern oder erschweren. Sie ist hoch bei den meisten Cladoceren, im Mondsee vor allem bei *Daphnia hyalina,* sowie auch bei *Cyclops,* im Gegensatz zu *Eudiaptomus* (Nauwerck, 1988). Daß die kleinen Cladoceren *Daphnia cucullata* und *Eubosmina* dennoch von den Reinanken in unserem Fall wenig gefressen werden, muß nicht mit ihrer geringen Größe zusammenhängen, sondern hat eher damit zu tun, daß diese Tiere einen anderen Lebensraum bevölkern, nämlich das obere Epilimnion des Sees, das von den Reinanken gemieden wird. Von den dort lebenden Seelauben werden sie allerdings gerne gefressen. Im Hallstätter See, wo die in größerer Tiefe lebende *Eubosmina longispina ruehei* eine wichtige Komponente des Zooplanktons darstellt, ist diese kleine Art eine bevorzugte Beute von Reinanken wie Saiblingen (Ritterbusch-Nauwerck, 1992).
Es ist bekannt, daß Zooplankton den Fischen durch vertikale Wanderbewegungen ausweichen kann bzw. auszuweichen versucht (Stich & Lampert, 1981). Auch im Mondsee gibt es Indizien dafür, daß dies für einige Arten des Zooplanktons zutrifft. Weniger bekannt ist hingegen, wieweit die Fische Zooplankton geschmacklich unterscheiden und ihre Futterwahl etwa nach olfaktorischen Gesichtspunkten richten. W. Einsele (mündl. Mitt.) glaubte beobachtet zu haben, daß in der Fischzucht Kreuzstein mit natürlichem Plankton gefütterte Coregonen-Brütlinge die Diaptomiden gegenüber den Cyclopoiden bevorzugten und wollte dies mit einem, »möglicherweise durch die Ernährung bedingtem besseren Geschmack« der Diaptomiden erklären. Unsere Resultate widersprechen Einseles Beobachtung, wenngleich wir bestätigen können, daß Jungcoregonen sich im Labor durchaus mit Diaptomiden ernähren lassen.
Mwebaza-Ndawula (1991) hat die Trockengewichte und Kohlenstoffgehalte von einigen wichtigen Zooplanktern des Mondsees bestimmt. Natürlich kann nur grob vom spezifischen Trockengewicht (bzw. Kohlenstoffgehalt) einer Art gesprochen werden, da dies zunächst von der Größe des Individuums abhängt. Dennoch lassen sich aus seinen Ergebnissen aufschlußreiche Erkenntnisse gewinnen. Wenn man das mittlere Trockenge-

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

wicht der Eubosmina als Einheit ansetzt, so ist dasjenige von *Daphnia cucullata* etwa gleich groß, dasjenige von *D. hyalina* und von *Cyclops* etwa doppelt so groß, das von *Leptodora* und *Bythotrephes* etwa 15mal so groß, das von *Eudiaptomus* dagegen nur 0,7mal so groß. Der Nährwert, gemessen am Kohlenstoffgehalt des Trockengewichts, ist nur halb so groß bei *Daphnia cucculata* und bei *Eudiaptomus,* anderthalb mal so groß bei *Cyclops* und nur doppelt so groß bei *Daphnia hyalina* als bei *Eubosmina* und immerhin 10mal so groß bei *Leptodora* und *Bythotrephes.*

Energetisch betrachtet, ist *Bythotrephes* ohne Zweifel die bei weitem wichtigste Futterart für die Reinanken des Mondsees. Sie bestreitet etwa 30% des mittleren Mageninhaltes der Fische, aber 60–70% des Brennwerts der aufgenommenen Nahrung. *Leptodora* ist trotz ihrer größeren Masse nicht attraktiver als *Bythotrephes. Eudiaptomus,* in der Größe vergleichbar mit *Cyclops,* hat den geringsten Nährwert aller Futtertiere und wird vielleicht auch deshalb nicht gern genommen, weil »so wenig an ihm dran« ist. Das kleinste in Frage kommende Beutetier, *Eubosmina,* ist energetisch immer noch interessanter als *Eudiaptomus* und auch als *Daphnia cucculata.* Am meisten Kohlenstoff pro Trockengewicht haben *Eubosmina* und *Daphnia hyalina.* Bei den Copepoden und den großen Raubcladoceren ist das Verhältnis ungünstiger, das bedeutet für die Fische auch einen höheren Anteil an Ballaststoffen.

Zusammenfassung

Der obere Teil des Mondsees hat einen mehr eutrophen Charakter als der untere Teil des Sees. Dies kommt zum Ausdruck in der größeren Bedeutung von kleinen Cladoceren und Cyclopoiden am oberen See-Ende. Mit dem trophischen Gefälle entlang der Längsachse des Sees geht eine Phasenverschiebung in der Planktonentwicklung einher.

Mageninhaltsuntersuchungen an Coregonen von den beiden See-Enden zeigten im oberen Seebereich höhere Füllungsgrade, höhere Anteile von *Cyclops* im Mageninhalt und zeitlich früheren Zugang von *Daphnia* und *Bythotrephes* als im unteren Seebereich.

Bythotrephes erscheint als quantitativ und qualitativ wichtigster Futterorganismus. Es läßt sich abschätzen, daß er 60–70% der Energieversorgung der Fische bestreitet. Trotz reichlichen Angebots wird *Eudiaptomus* kaum gefressen. Seine spezielle Schwimmweise, schwaches Schwarmverhalten und geringer Nährwert sind mögliche Ursachen dafür.

Die im unteren Seebereich schlechtere Kondition der Fische kann teilweise durch einen hohen Anteil von Laichfischen erklärt werden, jedoch ist Nahrungsmangel als beitragender Faktor nicht von der Hand zu weisen.

Summary

The upper part of Lake Mondsee is more eutrophicated than the lower one. This is documented, among other, by high abundancies of small cladocerans and cyclopoids in this region. Along with a trophic gradient from the upper to the lower part of the lake follows a phase displacement of the plankton development.

Analyses of the stomach content of whitefish *(Coregonus sp.)* from both ends of the lake showed, at its upper end, better filling, higher portions of *Cyclops* in the stomach content, and earlier availibility of *Daphnia* and *Bythotrephes,* than at its lower end.

Bythotrephes appears to be the most important food organism, quantitatively and qualitatively. Approximately 60–70% of the energy supply of the fishes can be estimated to be covered by this prey organism. In spite of its abundance, *Eudiaptomus* is scarcely eaten. Possible reasons can be seen in ts particular swimming pattern, weak swarm affinity and low nutritional value.

Poorer condition of the fishes, as expressed by modified Fulton faktor, in the lower part of the lake, may be partly explained by a large fraction of spawners. Food shortage, however, cannot be excluded as an additional reason.

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

LITERATUR
Dokulil, M. & A. Jagsch (1989): Some aspects of the impact of tourism on Mondsee, Austria. - Symp. Biol. Hungary 38: 415–428.
Dokulil, M. & A. Jagsch (1992): The effects of reduced phosphorous and nitrogen loading on phytoplankton in Mondsee, Austria. - Hydrobiologia 243/244: 389–394.
Mwebaza-Ndawula, L. (1991): Dry weight estimation and carbon analysis - determination of the biomass of some important zooplankters from Mondsee, Höllerersee and Hallstättersee, Austria. - Stenzil, Limn. Inst. Mondsee, 13 pp.
Nauwerck, A. (1988): Veränderungen im Zooplankton des Mondsees 1943–1988. - Ber. Nat.-Med. Ver. Salzburg 9: 101–133.
Nauwerck, A. (1992a): Mondseezuflüsse bei Schmelzwasserschüben - was Wasserproben verraten können. - Österr. Fischerei 45: 238–242.
Nauwerck, A. (1992b): Nahrungsbeziehungen zwischen Coregonen und Zooplankton im Mondsee. - Endbericht, FFWF-Projekt Nr. P 7106 BIO, 43 pp.
Nauwerck, A. (1992c): Zooplankton als Nahrungsbasis planktivorer Fische. - Endbericht BMLF-Projekt Nr. L 566/89, 41 pp.
Ritterbusch-Nauwerck, B. (1992): Coregonen und ihre Nahrung - ein Vergleich dreier Seentypen. - DGL-Jahrestagung in Mondsee 1991, Erweiterte Zusammenfassungen, pp 22–26.
Stich, H.-B. & W. Lampert (1981): Predator evasion as an explanation of diurnal vertical migration. - Nature 293: 396–398.

Adresse der Autoren:
Univ.-Prof. Dr. Arnold Nauwerck, Limnologisches Institut der Österr. Akad. d. Wiss., Gaisberg 116, A-5310 Mondsee.

Fischereiwirtschaft und Fischereibiologie

Josef Hönig und Albert Keim

Methodik zur Erfassung des Fraßdruckes von seiten des Fischbestandes auf das Plankton und die Bodentierwelt

Planktonentnahme

Voraussetzung zur Bearbeitung des Zooplanktons zum Zwecke der fischereilichen Beurteilung ist der quantitative Fang mit Hilfe eines 20-Liter-Schöpfers mit Klappventilen. Die Wasserprobe muß innerhalb einer Sekunde in den Schöpfer eintreten. In flachen Seen werden längs und quer zum See Schöpfproben gesammelt, in tiefen Seen werden vertikal in Meterabständen Proben gezogen, beginnend an der tiefsten Stelle. Das Boot wandert vor jeder Schöpfprobe weiter. Das Profil wird bis zum Grund oder bis in die sauerstofffreie Zone gelegt.
Aus der Gesamtprobe wird die Frischmasse (= Naßgewicht) ermittelt und nach Auszählung unter der Stereolupe die Plankterzahl pro Liter festgestellt. Darüber hinaus wird die »stehende Ernte« in bezug zum Fischbestand gebracht und dessen Bestandsstärke im Verhältnis zum Plankton geschätzt. Die Planktondaten sind ein Jahr lang zu sammeln.
Es werden Netze mit zwei Maschenweiten zum Planktonfiltrieren verwendet:
100 Mikron Maschenweite für Zooplankter und
10 Mikron Maschenweite für Phytoplankton.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Österreichs Fischerei

Jahr/Year: 1993

Band/Volume: 46

Autor(en)/Author(s): Nauwerck Arnold, Ritterbusch-Nauwerck Barbara

Artikel/Article: Regionale Unterschiede im Nahrungsangebot und in der Ernährung der Reinanken im Mondsee 239-246