

Wissenschaft

Fakultativ planktivore Fische im Mondsee und ihre Nahrung¹

II. Das Rotauge (*Rutilus rutilus* [L.])

ARNOLD NAUWERCK
Scharfling 8, A-5310 Mondsee

Abstract

Facultatively planktivorous fish in Lake Mondsee and its feed

II. The roach (*Rutilus rutilus* [L.])

Within the framework of a study concerning interrelationships between planktivorous fishes in Lake Mondsee, and their prey, has also the roach (*Rutilus rutilus*) been taken into consideration. Fishing was carried out with multi-mesh-size nets, bi-weekly, during 14 months, from three different depths. Along with the fishing, quantitative zooplankton samples were taken at midday and at midnight, from 15 depths.

In total, 984 fish were caught. 66% of the mature individuals were females, and 34% males. More than 80% of all fish belonged to the 2+ and 3+ age group. Among the collected fish, the maximum age was up to 7 years. The female gonades' weight was highest towards the end of April, at an average of 14 g. After spawning in May it dropped to a minimum.

After spawning, the grazing activity and body growth of the fish are at their highest. During autumn, weight increase is mainly in the gonades. *Daphnia* is almost exclusively chosen for food. After the break-down of the early summer *Daphnia* maximum, roach disappears from the pelagial for a while, and most likely moves to the litoral zone. The fish reappear again in the epilimnion along with the autumnal *Daphnia* peak, but seek deeper layers when water temperature decreases. Feeding activity and body growth are at a minimum between December and March. Nevertheless, the fish never completely stop feeding. During this period, food consists mainly of benthic organisms, and is dominated by molluscs (*Dreissena*) and chironomid larvae. In spring, also vegetable food plays a role.

Younger and older roach show quite different feeding habits. Fish of the weight class <200 g eat 20 times as much per gramm body weight than bigger ones do. Bigger fish compensate the difference, but probably not completely, with non-planktonic food. Fish of the weight class <100 g eat relatively more small food items, like *Bosmina*, fish of the weight class >100 g eat relatively more big ones, like *Bythotrephes*.

Almost all prey organisms are collected by the fish, in the upper water layers. An exception is *Daphnia hyalina*, which, probably because of its large diel vertical migration amplitude, is available for the fish in all depths. Almost all prey organisms are more numerous in the fish stomachs in the evening catches than in the morning catches. Together with the fact that the fishes hunt in the upper water layers in the first place, this may be explained by primarily optical food searching. No differences in feeding habits could be found in males versus females.

¹ Diese Arbeit wurde unterstützt durch den Fond zur Förderung wissenschaftlicher Forschung, Projekt Nr. P 7106 BIO.

1. Einleitung

Mit der anthropogenen Eutrophierung und mit den anschließenden Restaurierungsmaßnahmen hat der Mondsee in den letzten drei Dezennien qualitative und quantitative Veränderungen durchlaufen, die bis heute noch nicht zu einem einigermaßen als natürlich zu betrachtenden früheren Zustand zurückgefunden haben (Jagsch & Dokulil, 1982; Jagsch, 1989; Nauwerck, 1988, 1989). Hieraus haben sich zahlreiche Fragen zur Funktion des Ökosystems ergeben. Die Vernetzungen und die Wechselwirkungen zwischen verschiedenen trophischen Ebenen sind dabei von zentraler Bedeutung.

Die Beziehungen zwischen Fischen und Zooplankton im Pelagial des Mondsees waren Gegenstand eines mehrjährigen Forschungsprojekts des Limnologischen Instituts der Österreichischen Akademie der Wissenschaften (Nauwerck, 1992). Als zahlreichster Fisch des Mondsees erwies sich die Seelaube (*Chalcalburnus chalcoides mento*). Auch bezüglich ihrer Biomasse nimmt sie hier die erste Stelle ein. Gewichtsmäßig an zweiter, zahlenmäßig an dritter Stelle, folgen die Reinanken (*Coregonus sp.*). Diese beiden Arten sind so gut wie ausschließlich planktiv. Über die Seelaube ist an anderer Stelle berichtet worden (Nauwerck, 1995).

Quantitativ wichtige, fakultativ planktivore Fische im Mondsee sind (in fallender Ordnung) das Rotaugen (*Rutilus rutilus*), die Rußnase (*Vimba vimba*), der Seesaibling (*Salvelinus alpinus salvelinus*) und der Barsch (*Perca fluviatilis*). Die Rußnase ist in dieser Zeitschrift bereits behandelt worden (Nauwerck, 1996). Die vorliegende Arbeit behandelt die Rotaugen. Über die Coregonen und ihre Nahrung sowie über die restlichen fakultativ planktivoren Fische wird gesondert zu berichten sein. Abschließend soll ein Vergleich der Nahrungswahl dieser Fische und ihrer Rolle im Nahrungsgefüge des Mondsees folgen.

2. Material und Methoden

Befischt wurde zweimal pro Monat an jeweils drei aufeinander folgenden Tagen von Mai 1989 bis Juni 1990. Verwendet wurden dazu Multimaschennetze (Hammar & Filipsson, 1985), die in drei Standardtiefen (2 m = oberes Epilimnion, 12 m = Temperatursprungschicht und 30 m = Bodennähe) ausgesetzt waren. Ihre Gesamtfläche betrug 675 m². Die Netze wurden jeweils abends und morgens kontrolliert und die gefangenen Fische zur weiteren Verarbeitung ins Labor gebracht. Dort wurden sie vermessen und gewogen, ihre Mageninhalte entnommen und mit Formalin fixiert. Als »Magen« ist dabei das vordere Drittel des Verdauungstraktes zu verstehen. Anschließend wurden die Proben, bei Bedarf verdünnt, unter dem Binokular ausgezählt (Nauwerck et al., 1990).

Parallel zur Befischung wurden mit 14tägigen Intervallen mit einem 10-Liter-Schindler-Schöpfer, jeweils am Mittag und um Mitternacht, aus Tiefenstufen von 3 m Zooplanktonproben gezogen, filtriert, mit Lugols-Lösung fixiert und danach unter dem umgekehrten Mikroskop ausgezählt (Nauwerck, 1993).

3. Resultate

3.1 Verteilung der Fische in Zeit und Raum

Insgesamt wurden 984 Rotaugen erbeutet und bearbeitet. In der Stückzahl waren dies 27% aller im Rahmen der aktuellen Untersuchung gefangenen Fische bzw. 17% des Gesamtgewichts.

Abb. 1 zeigt die zeitliche und räumliche Verteilung der Fänge. Im Mai und Juni 1989 bevölkern die Fische die drei Fangtiefen mehr oder weniger gleichmäßig, mit einer leichten Bevorzugung des Epilimnions. Von Juli bis Oktober befinden sie sich im wesentlichen in den obersten Wasserschichten (in den Monaten August und September wurden nur sehr wenig Fische erbeutet). Im Herbst verlassen sie die Oberfläche und finden sich während des Winters hauptsächlich in Bodennähe, zu geringerem Teil auch in mittleren Wassertiefen. Ab April des nächsten Jahres werden die höheren Wasserschichten wieder aufgesucht. Im Juni stellt sich wieder die Situation ein, die im Vorjahr bereits Ende Mai zu beobachten war.

Vertikalwanderungen im Tageslauf waren zu keiner Zeit nachweisbar. Große Variationen der Fänge zeigen jedoch, daß die Fische auch im Freiwasser zu Schwarmbildung neigen.

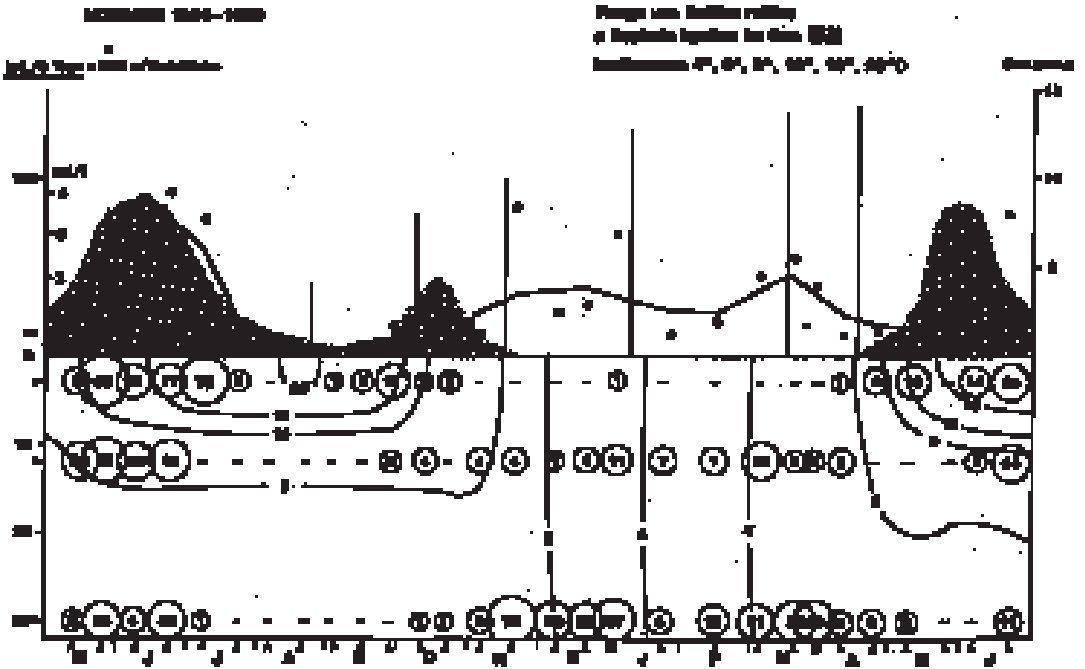


Abbildung 1

3.2 Größenzusammensetzung und Fortpflanzung

Als Vergleichsparameter werden Standardlänge und Standardgewicht verwendet. Bei Beschädigungen der Schwanzflosse ist die Gesamtlänge ungenauer und wegen variierender Bauchfülle und wechselndem Gonadengewicht auch das Gesamtgewicht. Da jedoch viele Autoren mit den letzteren arbeiten, sei hinzugefügt, daß in unserem Fall im statistischen Mittel die Standardlänge 85% ($r^2 = 0,917$) der Gesamtlänge betrug und das Leergewicht 80% ($r^2 = 0,967$) des Gesamtgewichts. Abb. 2 zeigt die Beziehung zwischen Länge und Gewicht der Fische. Deutlich läßt sich im Punktschwarm die Abspaltung der kleineren Männchen von den größeren Weibchen erkennen.

Die Größenverteilung aller gefangenen Rotaugen (Abb. 3) zeigt eine sehr starke Dominanz der Gewichtsklasse um 60 g (Leergewicht), d. h. der 2+ Kohorte. Diese Kohorte ist von Mai bis Juli praktisch allein vertreten. Ihr Größenzuwachs läßt sich in dieser Zeit gut verfolgen. In den Herbst- und Wintermonaten sind in geringer Anzahl Fische aller Größen in den Fängen vorhanden. Die 2+ Kohorte ist noch im November klar zu erkennen, jedoch wird sie im Dezember von einer jüngeren Kohorte abgelöst, deren Größe sich bis Frühjahr des folgenden Jahres nicht mehr wesentlich verändert.

Anfang Oktober bis März sind wenige Exemplare der 0+ Kohorte und ganz vereinzelte Exemplare der 1+ Kohorte aus-

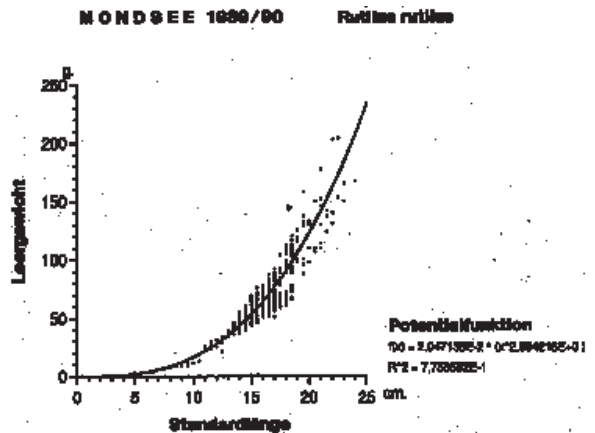


Abbildung 2

MONDSEE 1989/90 RUTILUS Leergewicht

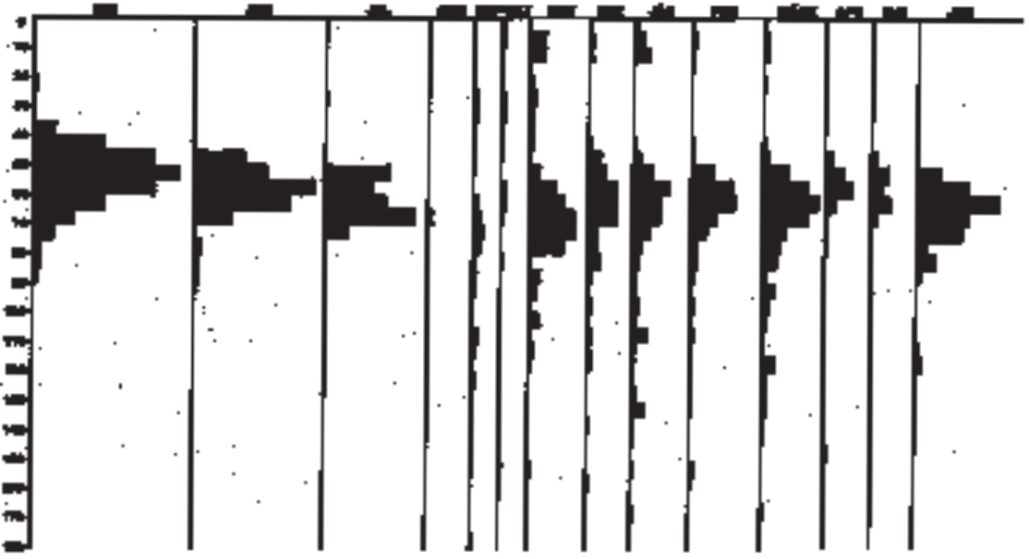


Abbildung 3

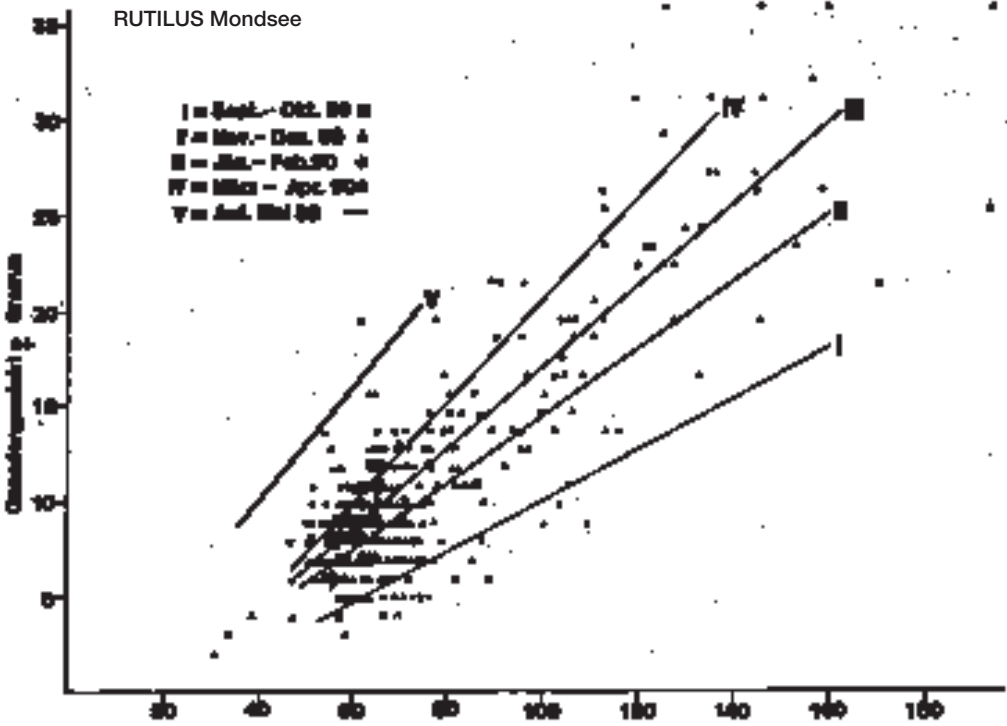


Abbildung 4

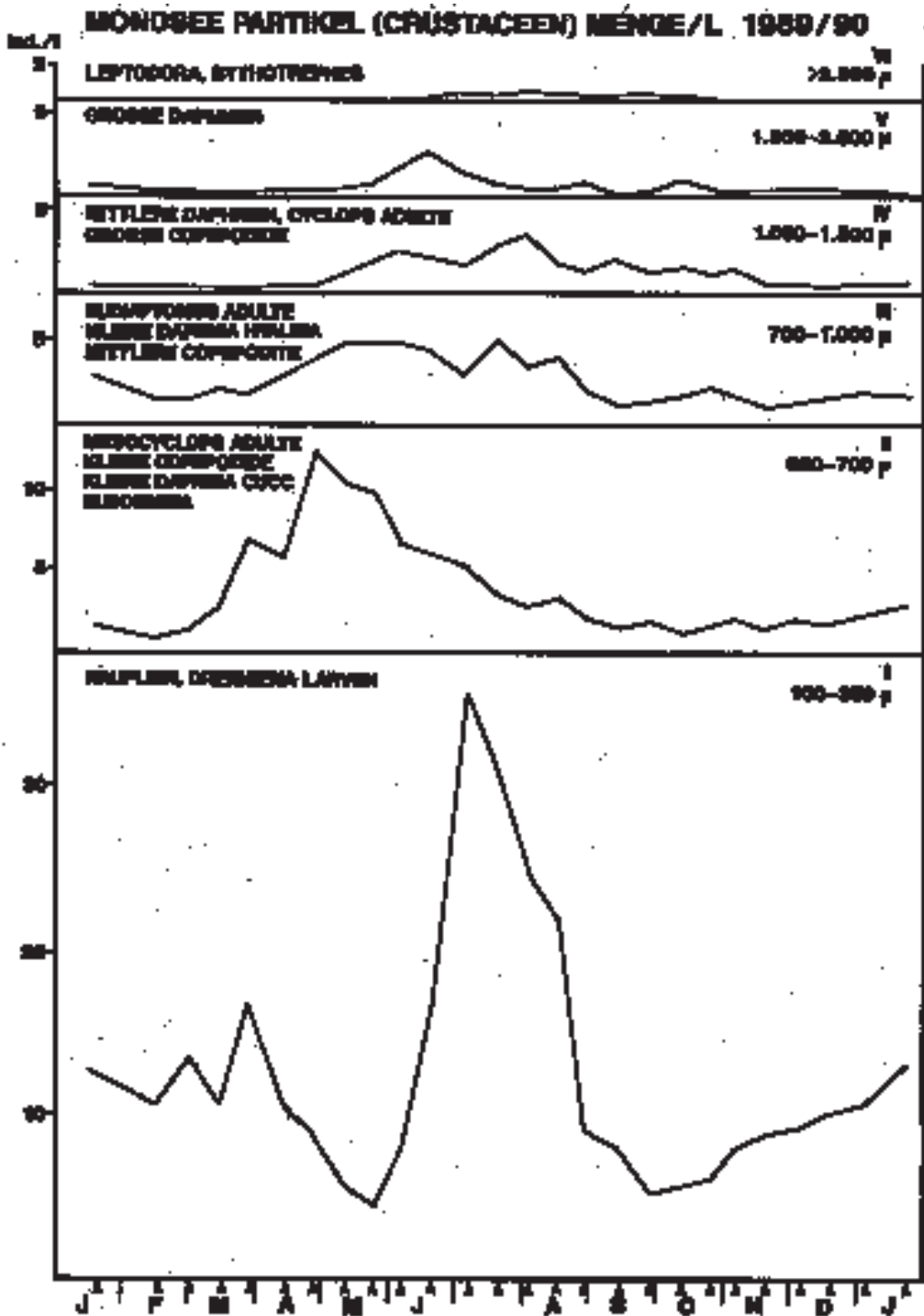


Abbildung 5

zumachen. Die Größenverteilung der Fische deutet auf maximal 7 Jahresklassen. Die 2+ Kohorte stellt die Masse der Laichfische. Einzelne Exemplare scheinen schon im 1+ Alter Geschlechtsreife zu erreichen, jedoch kann es sich bei diesen um im Wachstum zurückgebliebene 2+ Individuen handeln.

Das Geschlechtsverhältnis ist mit 66% Weibchen zu 34% Männchen stark asymmetrisch. Die Erstlaicher machen etwa $\frac{3}{4}$ aller Laichfische aus. Das Gonadengewicht der älteren Fische ist durchschnittlich etwa doppelt so hoch wie das der Erstlaicher. Bei einem Gonadengewicht von durchschnittlich 10 g (und entsprechend geringerer Eizahl) stehen die Erstlaicher immer noch für $\frac{2}{3}$ des produzierten Nachwuchses.

Abb. 4 zeigt den Zuwachs des Gonadengewichts der Weibchen vom Herbst 1989 bis zum Frühjahr 1990. Ergänzend sind Werte aus Probefängen von Mai 1988 (Nauwerck et al., 1990) eingefügt. Die mittleren Gonadengewichte pro Monat in Abb. 1 zeigen, daß sich die Laichzeit 1989 etwas länger hinzog als 1990, wo sie Anfang Mai abrupt beendet war. Verschieden schnelle Erwärmung des Sees in den beiden Jahren kann den Unterschied erklären.

3.3 Futterzusammensetzung und Futtermenge

Das Zooplankton ist die wichtigste Nahrungsquelle der Rotaugen im See. Abb. 5 zeigt, gruppiert nach Größenklassen, die als Futter für planktivore Fische in Frage kommenden Zooplanktonorganismen in ihrer jahreszeitlichen Verteilung. (Betreffend Vertikalverteilung und Tageswanderungen des Zooplanktons siehe Nauwerck, 1993.) Zu beobachten ist eine Sukzession im Jahreslauf von großen Mengen kleiner Formen zu kleineren Mengen zunehmend größerer Formen. Unterbrochen wird diese Sukzession nur von einem sehr großen Maximum der Größenklasse 100 μm –350 μm im Juli/August, das zu ganz überwiegendem Teil von *Dreissena*-Larven bestritten wird. Allerdings ergibt sich aus den Magenuntersuchungen, daß Organismen <1 mm Größe nur in sehr begrenztem Maße von den Rotaugen gefressen werden.

Abb. 6a zeigt, daß im Frühsommer beider Untersuchungsjahre 80–90% aller Fische Zooplankton enthielten und in diesen Zeiträumen auch die Anzahl der Planktontiere in den Fischmägen am höchsten war. Aus Abb. 6b und 6c geht hervor, daß auch der Füllungsgrad der Mägen und die Diversität der aufgenommenen Nahrung zu diesen Zeiten am größten waren. Allerdings ist die Anzahl der aufgenommenen Nahrungskomponenten in der Regel eher klein, und nicht selten findet man einzelne Fische, deren Mägen mit einer einzigen Art von Beute prall gefüllt sind. Geringe Füllungsgrade und geringe Plankton-Anteile in den Mägen findet man in den Wintermonaten.

Abb. 6d und Abb. 7 zeigen den temporalen Verlauf der Zusammensetzung der Nahrung. Qualitativ und quantitativ an erster Stelle steht *Daphnia hyalina*. Das Angebot an diesem wichtigsten Futterorganismus im See ist auch in Abb. 1 eingetragen. Zu beachten ist das »Umsteigen« der Fische von *D. hyalina* mit deren Rückgang auf *D. cucullata* und *Bosmina* (*Eubosmina*). *Bythotrephes longimanus* ist ebenfalls ein bevorzugter Beuteorganismus, während *Leptodora kindtii* in geringererem Grade genommen wird.

Im Winter dominieren Copepoden die aufgenommene Nahrung, jedoch handelt es sich absolut gesehen um geringe Quantitäten. Auch Chironomiden spielen zu dieser Zeit eine relativ große Rolle. Dank ihrer Größe sind sie quantitativ wichtiger als die Planktontiere. Im Jahresmittel liefert *Daphnia hyalina* mehr als 75% der aufgenommenen Beutetiere, gefolgt von *D. cucullata* mit gut 10%. *Bosmina* liefert knapp 5%, *Bythotrephes* etwa 3%, *Leptodora* 0,5%, Chironomiden bestreiten 0,2% und die Copepoden knapp 2%. Wenn die Copepoden auch im Verhältnis zu ihrer Häufigkeit im See nur sehr wenig gefressen werden, so ist doch bemerkenswert, daß $\frac{3}{4}$ davon aus *Diatomus* (*Eudiatomus*) bestehen, der im Gegensatz zu *Cyclops* von anderen planktivoren Fischen kaum gefressen wird.

Nicht quantifizierbar, aber mehr oder weniger regelmäßig in den Fischmägen vorkommend, sind die Cladocere *Eurycercus lamellatus* und der Ostracode *Codona neglecta*. Ausnahmsweise wurden Larven von Ephemeriden und Trichopteren festgestellt. »Anflug«, also imagines von Insekten, spielte als Nahrung für die Fische überhaupt keine Rolle. In einem Fall hatte ein Rotaug drei kleine Fische gefressen. Nicht selten wurden Mollusken festgestellt, hauptsäch-

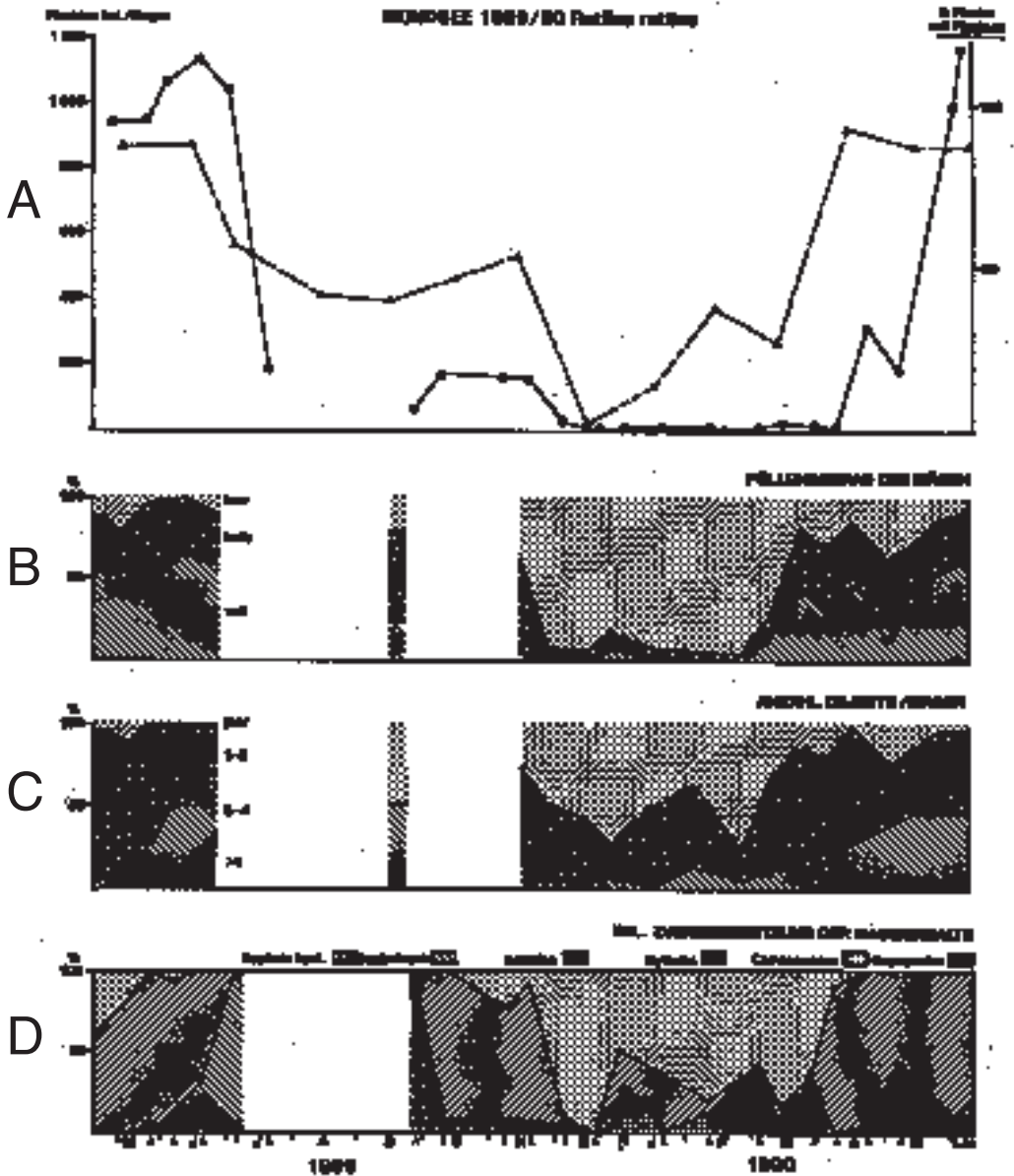


Abbildung 6

lich *Dreissena polymorpha*, aber auch Schnecken, z. B. *Bytina*. Ältere Fische (hauptsächlich solche von mehr als 200 g Gesamtgewicht) konnten bisweilen mit zerschroteten *Dreissena*-Schalen förmlich gestopft sein. Allerdings handelte es sich bei den Muscheln offenbar nur um relativ kleine Individuen.

Mollusken, Chironomiden und andere benthische Nahrung waren im wesentlichen auf die Winterzeit beschränkt, während der die Fische sich hauptsächlich in Bodennähe aufhielten. Auffällig war ein hoher Anteil pflanzlicher Komponenten (Algen, Teile höherer Wasserpflanzen) im Frühjahr 1990, in geringerem Maße auch im Frühjahr 1989.

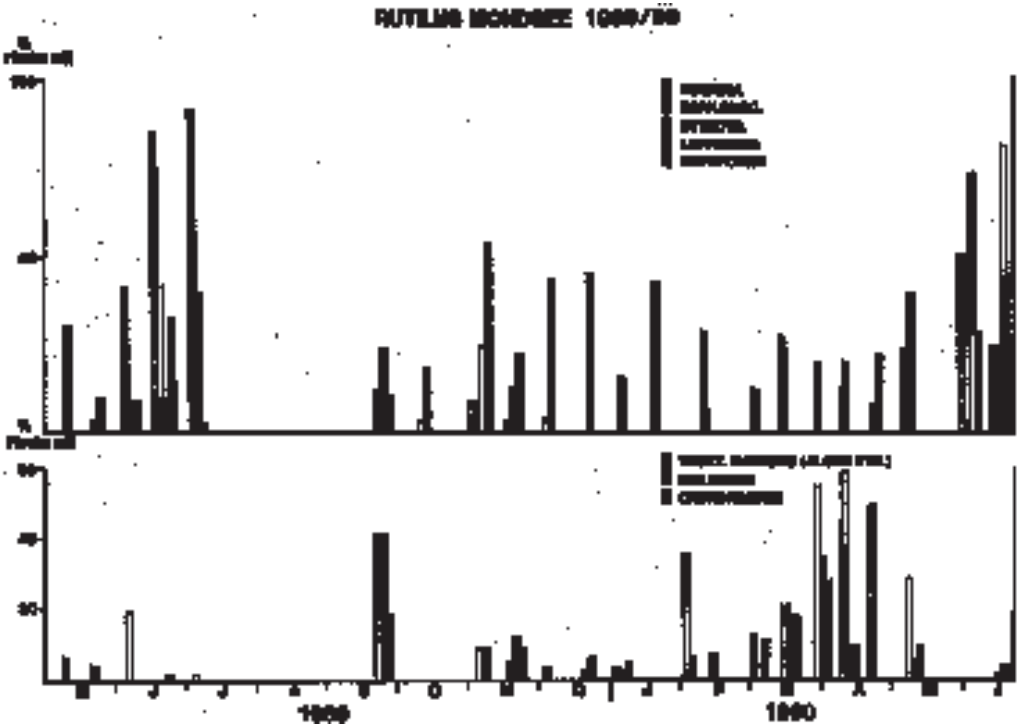


Abbildung 7

3.4 Die Bedeutung einzelner Nahrungsorganismen für Fische verschiedener Größe und verschiedenen Geschlechts in Zeit und Tiefe

Einen übersichtlichen Vergleich der Mageninhalte mit Fangtiefen, Fangzeiten sowie Größe und Geschlecht der Fische gibt Tab. 1. Da die Mageninhalte einzelner Fische sehr stark variieren, sind die Mittelwerte von geringer statistischer Signifikanz, jedoch lassen sie Tendenzen erkennen und bieten Ansatzpunkte für Interpretationen.

Keinerlei Unterschiede im Freßverhalten sind zwischen den beiden Geschlechtern festzustellen. Deutlich unterscheiden sich jedoch die Freßgewohnheiten der größeren Fische (>200 g Gesamtgewicht) von denen der kleineren. Erstere fressen durchwegs weniger Plankton als die letzteren, insbesondere nehmen sie die kleinsten Crustaceen, *Bosmina* und *Daphnia cucullata* überhaupt nicht auf oder nur sehr wenig. Umgekehrt werden die großen Cladoceren *Bythotrephes* und *Leptodora* von den kleineren Fischen deutlich weniger genommen.

In der Gewichtsklasse <100 g sind die Mageninhalte quantitativ fast durchwegs kleiner als in der 100- bis 200-g-Gewichtsklasse, was jedoch auch mit den entsprechend kleineren Mägen zusammenhängt. Bezogen auf das Gewicht der Fische ist der Unterschied geringer. Bei *Daphnia hyalina* fällt er sogar zugunsten der kleineren Gewichtsklasse aus.

Wenig überraschend ist, daß die durch alle Wassertiefen wandernde *Daphnia hyalina* auch in allen Wassertiefen gefressen wird, die epilimnisch lebende *D. cucullata* dagegen hauptsächlich in 3 m Tiefe. Eher unerwartet ist, daß nicht nur *Leptodora*, sondern auch *Bythotrephes*, der eher in mittleren Tiefen zu Hause ist, ebenfalls hauptsächlich in 3 m Tiefe erbeutet wird. Bemerkenswert ist, daß *Diaptomus* am meisten in der größten Tiefe gefressen wird. Zeitlich geschieht dies fast ausschließlich im Winter von November bis März, wenn sich die Mehrzahl der Fische in Bodennähe aufhält und sich relativ passive und damit relativ leicht zu ergreifende Copepodite ebenfalls dort anhäufen können.

Tabelle 1: *Rutilus rutilus* – Mageninhalte (Mondsee 1989/90)

		Standardlänge, cm	Leergewicht, g	Daphn. hyal.	Daphn. cuc.	Cyclops	Diaptomus
		Mittel Std Dev	Mittel Std Dev	Mittel Std Dev	Mittel Std Dev	Mittel Std Dev	Mittel Std Dev
Tiefe	N						
3 m	317	15,32 1,49	59,07 13,84	447,36 661,90	172,13 421,30	1,62 13,46	1,24 4,87
12 m	242	15,19 1,72	58,00 18,26	616,84 738,36	4,35 19,27	3,04 17,73	3,25 11,86
30 m	425	16,06 2,30	68,26 26,93	233,17 523,90	5,65 19,20	0,80 4,39	14,94 62,29
Zeit	N						
Morgen	504	15,58 2,10	62,06 21,53	300,88 575,34	62,93 263,28	0,94 10,63	8,54 38,29
Abend	480	15,64 1,83	63,52 22,25	495,88 698,76	54,84 240,40	2,33 13,25	6,77 45,66
Gewichtsklasse	N						
<100 g	147	13,03 2,37	36,92 15,15	392,92 483,08	7,36 38,72	1,11 4,89	3,40 24,64
100 g–200 g	780	15,78 1,04	62,87 9,34	420,78 683,91	72,96 281,11	1,81 13,28	8,86 45,86
>200 g	57	19,87 1,55	127,70 23,59	60,53 262,76	0,18 1,32	0,18 1,32	2,46 6,35
Geschlecht	N						
weiblich	595	16,17 1,68	68,81 22,86	398,57 680,60	52,61 254,71	2,05 14,93	8,86 49,62
männlich	300	15,19 1,52	56,43 13,85	378,96 567,59	56,69 246,51	0,94 5,10	7,39 29,80
		Leptodora	Bythotrephes	Bosmina	Chiron. pup.	Chiron. larv.	
		Mittel Std Dev	Mittel Std Dev	Mittel Std Dev	Mittel Std Dev	Mittel Std Dev	
Tiefe	N						
3 m	317	7,39 42,85	35,41 154,00	28,12 57,56	0,07 0,80	0,10 0,97	
12 m	242	0,25 1,82	9,75 30,36	36,41 176,71	0,08 0,92	0,36 2,60	
30 m	425	0,19 2,57	4,52 20,53	15,22 68,36	0,52 3,11	2,08 18,03	
Zeit	N						
Morgen	504	2,06 13,94	10,06 47,58	12,06 32,72	0,30 2,55	0,48 2,71	
Abend	480	3,02 32,28	21,78 129,36	37,76 143,78	0,23 1,64	1,60 16,97	
Gewichtsklasse	N						
<100 g	147	0,00 0,00	2,29 13,31	10,28 27,68	0,28 2,03	0,24 1,90	
100 g–200 g	780	3,16 27,58	19,18 101,21	29,00 115,31	0,27 2,23	1,23 13,42	
>200 g	57	0,35 2,65	3,16 21,23	0,00 0,00	0,18 1,32	0,18 1,32	
Geschlecht	N						
weiblich	595	3,07 30,22	14,28 86,06	22,67 105,97	0,20 1,41	0,67 7,92	
männlich	300	1,40 11,05	21,71 109,87	20,50 91,89	0,47 3,35	1,91 18,52	

Daß von den meisten Beutetieren abends mehr in den Mägen gefunden wird als morgens, weist auf tagsüber intensivere Jagd bzw. auf erfolgreicheren Beutefang bei Helligkeit hin. Bei der Unschärfe der Fangzeiten (der Leerung der Netze) ist jedoch nicht zu entscheiden, wieweit dieses Ergebnis durch eventuell verstärktes Dämmerungs-Fressen zustande kommt.

4. Diskussion

Rutilus rutilus ist weit verbreitet und zeigt große Anpassungsfähigkeit an verschiedene Habitate, von mehr oder weniger eutrophen Seen über Flüsse bis in das Brackwasser von Küstengebieten. Er bevorzugt im Sommer oberflächliche Wasserschichten (Eloranta & Eloranta, 1978; Sandlund et al., 1985) und sammelt sich im Winter in »Schlafmulden« am Seeboden (Muus & Dahlström, 1978). Gelaicht wird, wenn die Wassertemperatur 10° C übersteigt, je nach geographischer Lage des Gewässers zwischen April und Juni.

Übereinstimmend geben viele Autoren an, daß die Rotaugen in Seen im Sommer weitgehend planktivor leben und daß *Daphnia*, wo sie vorhanden ist, bei weitem die wichtigste Nahrung ausmacht (Brenner, 1973; Nilsson, 1978; Büsser & Tschumi, 1987; Ponton & Gerdeaux, 1988). Nach Matena (1998) ernähren sich Jungfische im Freiwasser des Rymov-Reservoirs anfangs fast ausschließlich von *Daphnia*, später auch zunehmend von *Leptodora*. In einem Kleensee in Norfolk stellt Townsend (1988) parallel mit dem sommerlichen Auftreten der 0+ Fische im Freiwasser eine signifikante Kontrolle der Cladoceren fest. Nächst *Daphnia* sind *Bythotrephes* und *Bosmina* bevorzugte Beuteobjekte (Brenner, 1973; Nilsson, 1978). Wo diese fehlen, können *Ceriodaphnia* (Townsend, 1988) oder *Chydorus* (Jamet et al., 1990) an deren Stelle treten. Copepoden spielen in der Diät der Rotaugen stets eine völlig untergeordnete Rolle.

Planktische Nahrung wird bevorzugt von jüngeren Fischen aufgenommen, ältere gehen zu benthischer Nahrung über. In vielen Fällen sind Mollusken die Hauptnahrung, so z. B. in Küstengebieten mit Brackwasser (Rask, 1989; Belova, 1986). Belova bezeichnet die *Rutilus*-Form der Kaspischen See als typisch »molluscophag«; *Dreissena polymorpha* dominiert dabei das Futterspektrum. Im Gegensatz dazu bemerkt Brenner (1973) ausdrücklich, daß er im Futterspektrum der Rotaugen des Bodensees *Dreissena* nirgends angetroffen habe. Allerdings bezieht sich seine Angabe nur auf Sommerproben. Im Bieler See fanden Büsser & Tschumi (1987) *Dreissena* als wichtige Komponente in der Nahrung der im Litoral gefangenen Rotaugen. Es scheint jedoch, daß nur relativ kleine Muscheln (von ca. 1–2 cm Länge) gefressen werden (Prejs et al., 1990).

Schließlich ist auffällig, daß vor allem größere Fische sich zeitweilig in nicht geringem Ausmaß vegetabilisch ernähren, und zwar sowohl von Makrophyten oder Teilen derselben (Hofer & Niederholzer, 1978; Jamet et al., 1990, u. a.) als auch von Fadenalgen und Phytoplankton, sogar Blaualgen (Vøllestad, 1985; Bergstrand, 1990). Insektenlarven und Insekten spielen im Pelgial eine geringere Rolle. Sie sind dagegen in hohem Maße Bestandteil des litoralen Nahrungsangebotes (Büsser und Tschumi, 1987) und der Fließgewässer (Mann, 1973).

Die Freßaktivität ist am größten zwischen Mai und Oktober (Hellawell, 1972; Hofer & Niederholzer, 1978; Büsser und Tschumi, 1987). Eine kritische Temperaturgrenze für Freßaktivität und Zuwachs scheint bei etwa 12° C zu liegen (Hellawell, 1972; Mann, 1973; Müller & Meng, 1986). In den Wintermonaten ist die Freßaktivität zwar am geringsten, hört jedoch nie ganz auf.

Die Geschlechtsreife erreichen die Rotaugen im dritten oder vierten Jahr, wobei die Männchen etwas früher reif werden, aber etwas kleiner bleiben als die Weibchen (Hellawell, 1972). Das maximale Alter kann bis zu 13 Jahre betragen. Das Mengenverhältnis zwischen Männchen und Weibchen wird verschieden angegeben. Für den Bodensee notiert Brenner (1973) ein Verhältnis von 20:80, für englische Fließgewässer findet Mann (1973) etwa 50:50, und Hellawell (1972) stellt mit dem Alter wechselnde Proportionen mit einem Überwiegen der Männchen bei den jüngeren und der Weibchen bei den älteren Fischen fest.

Die vorliegenden Befunde vom Mondsee stimmen in vieler Hinsicht mit Angaben früherer Autoren überein, zeigen aber auch spezielle Züge und Abweichungen von bekannten Mustern.

Augenfällig ist hier das starke Vorherrschen der 2+ (bis 3+) Fische. Auch sind die größten Fische im aktuellen Material kaum älter als 7–8 Jahre. Dies untertrifft die meisten Angaben aus anderen Seen, nur Townsend (1988) berichtet von einer Population mit höchstens 4- bis 5-jährigen Fischen. Die geringe Repräsentanz der Jungfische in den Fängen mag teilweise durch ungenügende Fängigkeit der feinmaschigen Sektionen der Multimaschennetze bedingt sein. Ältere Fische dürften den Netzen jedoch nicht entgangen sein. Man bekommt den Eindruck, daß die 2+ Altersklasse das Pelagial als Habitat bevorzugt, während jüngere und ältere Fische sich anderwärts aufhalten, d. h. wahrscheinlich im Litoral. Das fast völlige Verschwinden der Rotaugen aus dem Pelagial zwischen Ende Juli und Ende September könnte damit erklärt werden, daß sie zu dieser Zeit generell ufernahe Gebiete aufsuchen. Ein ähnliches, plötzliches Verschwinden der Rotaugen aus dem Pelagial Ende Juli/Anfang August finden Eloranta & Eloranta (1978), hingegen beobachten sie umgekehrt eine starke Uferflucht der Fische und das Aufsuchen tieferer Wasserschichten bei beginnender Abkühlung des Wassers im Herbst.

Weitgehende Übereinstimmung herrscht zwischen dem Ernährungszyklus der Rotaugen im Mondsee mit Beobachtungen aus anderen Seen. In den Sommermonaten sind sie im Pelagial praktisch rein planktivor, *Daphnia hyalina* ist bei weitem der wichtigste Futterorganismus. Legt man die von Ponton & Stroffek (1987) verwendeten, auf Trockengewichtsbestimmungen basierende Punktbewertung zugrunde (*Bosmina* = 1, Copepoden = 5, *Daphnia* = 20, *Bythotrephes* und *Leptodora* = 50), so entfallen bei der Größenklasse <100 g der Mondsee-Rotaugen (vgl. Tab. 1) 98% der pro Gramm Körpergewicht aufgenommenen Nahrungsmenge auf *Daphnia* und 1,4% auf *Bythotrephes*. Bei den größeren Fischen sind es immer noch 85–87% *Daphnia*-Biomasse und 8–9% *Bythotrephes*-Biomasse. Allerdings ist die pro Gramm Körpergewicht aufgenommene planktische Nahrungsmenge bei den Fischen >200 g nur $\frac{1}{20}$ soviel wie bei den Fischen <100 g. Dieser Unterschied mag teilweise durch andere Nahrung ausgeglichen werden, jedoch indiziert er sicher auch, daß die Nahrungsaufnahme (und damit der Zuwachs) bei den jüngeren Fischen intensiver ist als bei den älteren.

Jamet et al. (1990) haben bei 2- bis 3-jährigen Rotaugen eine ausgeprägte Tagesrhythmik der Nahrungsaufnahme beobachtet (im Juli). Die hauptsächliche Freßtätigkeit dieser Fische währte von 14 Uhr bis Sonnenuntergang (und richtete sich speziell auf Cladoceren), während ältere Fische sowohl tags wie auch nachts eher gemischte Nahrung zu sich nahmen, auch mit vegetabilischem Anteil. Der im Hinblick auf die tagsüber kürzere Expositionszeit der Netze etwas überraschende Befund (Tab. 1), daß die Mageninhalte der Mondsee-Rotaugen abends fast durchwegs größer waren als morgens, paßt mit dieser Beobachtung zusammen, denn der weit-aus größte Teil unserer Fische gehört zu den jüngeren Jahrgängen.

5. Zusammenfassung

1. Im Rahmen einer Untersuchung des Zusammenhangs zwischen planktivoren Fischen im Mondsee und ihren Beuteorganismen wurde auch das Rotauge (*Rutilus rutilus*) während einer Periode von 14 Monaten mit zweiwöchigen Intervallen in drei Tiefen mit Multimaschennetzen befischt. Parallel dazu wurden aus 15 Tiefen jeweils tags und nachts quantitative Zooplanktonproben entnommen.

2. Insgesamt wurden 984 Fische erbeutet. Von den geschlechtsreifen Individuen waren 66% Weibchen und 34% Männchen. Mehr als 80% der Fische gehören der 2+ und 3+ Altersklasse an. Das Höchstalter der gefangenen Fische liegt bei 7 Jahren. Das Gonadengewicht der Weibchen ist Ende April mit durchschnittlich ca. 14 g am höchsten. Mit dem Ablachen im Mai sinkt es auf ein Minimum.

3. Im Anschluß an die Laichzeit (Mai) ist die Freßaktivität der Fische am höchsten und die Zunahme des Körpergewichts am stärksten. Im Herbst wird vor allem in den Gonadenzuwachs investiert. Es werden fast ausschließlich Daphnien gefressen. Nach dem Zusammenbruch des fröhsommerlichen *Daphnia*-Maximums verschwinden die Fische für einige Zeit aus dem Pelagial und suchen in dieser Zeit wahrscheinlich das Litoral auf. Mit dem herbstlichen *Daphnia*-Maximum erscheinen sie wieder im oberen Epilimnion, ziehen sich aber mit zunehmender Abkühlung des Sees in mittlere und größere Tiefen zurück. Freßaktivität und Zuwachs der

Fische sind zwischen Dezember und März im Minimum. Dennoch hören die Fische mit dem Fressen nie ganz auf. Die Nahrung besteht in dieser Zeit meist aus benthischen Organismen, wobei Mollusken (*Dreissena*) und Chironomiden-Larven dominieren. Im Frühjahr kommt dazu auch mehr vegetabilische Nahrung.

4. Jüngere und ältere Fische zeigen deutlich unterschiedliche Ernährungsgewohnheiten. Die Fische der Gewichtsklasse <200 g fressen pro Gramm Körpergewicht etwa 20mal soviel Plankton wie die der Gewichtsklasse >200 g. Die größeren Fische kompensieren diesen Unterschied, wahrscheinlich nur teilweise, mit nicht planktischer Nahrung. Die Fische der Gewichtsklasse <100 g fressen relativ mehr kleine Beutetiere, wie *Bosmina*, diejenigen der Gewichtsklasse >100 g fressen relativ mehr große, wie *Bythotrephes*.

5. Fast alle Beutetiere werden bevorzugt in den oberen Wasserschichten gefangen. Eine Ausnahme ist *Daphnia hyalina*, die wohl aufgrund ihrer großen täglichen Wanderamplituden in allen Tiefen greifbar ist. Fast alle Beutetiere sind in den abendlichen Fischfängen in den Mägen reichlicher vertreten als in den morgendlichen. Zusammen mit der Tatsache, daß die Fische hauptsächlich in den oberen Wasserschichten jagen, kann dies als Beleg für primär optische Beutesuche betrachtet werden. Keine Unterschiede im Freßverhalten konnten zwischen Männchen und Weibchen festgestellt werden.

LITERATUR

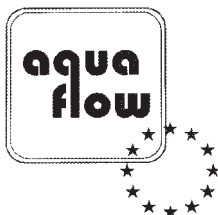
- Belova, L. N. (1986): Long-Term Feeding Changes of Vobla, *Rutilus rutilus caspicus*. – Voprosy Ikhtiologii 2: 253–258. (Englisch, in: Scripta Technica Inc., 1986).
- Bergstrand, E. (1990): Changes in fish and zooplankton communities of Ringsjön, a Swedish lake undergoing man-made eutrophication. – Hydrobiologia 191: 57–66.
- Brenner, T. (1973): Die Auswirkung der Eutrophierung des Bodensees auf Nahrung und Wachstum der Plötte (*Rutilus rutilus*). – Der Fischwirt 23: 98–99.
- Büsser, P. & P.-A. Tschumi (1987): Nahrungsökologie der Rotaugen (*Rutilus rutilus* L.) im Litoral und Pelagial des Bielersees. – Schweiz. Z. Hydrol. 49: 62–74.
- Eloranta, P. & A. Eloranta (1978): Vertical distribution of fishes in one deep (Lake Kuusijärvi, Central Finland). – Verh. Internat. Verein. Limnol. 20: 2092–2097.
- Hammar, J. & O. Filipsson (1985): Ecological test fishing with the Lundgren gillnets of multiple mesh size: the Drottningholm technique modified for Newfoundland char populations. Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 62: 12–35.
- Hellawell, J. M. (1972): The growth, reproduction and food of the roach *Rutilus rutilus* (L.), of the River Lugg, Herefordshire. – J. Fish. Biol. 4: 469–486.
- Hofer, R. & R. Niederholzer (1978): Einfluß des Rotaugenpopulation auf dem Charabestand (Armluchteralgen) des Möserer Sees (Tirol). – Österr. Fischerei 32: 12–17.
- Jagsch, A. (1989): Mondsee. – In: Seenreinhaltung in Österreich, Schriftenreihe BMLF, »Wasserwirtschaft«, Heft 6a: 91–95.
- Jagsch, A. & M. Dokulil (1982): Mondsee. – In: Seenreinhaltung in Österreich, Schriftenreihe BMLF, »Wasserwirtschaft«, Heft 6: 155–163.
- Jamet, J. L., P. Gres, N. Lair and G. Laserre (1990): Diel feeding cycle of roach (*Rutilus rutilus* L.) in eutrophic Lake Aydat (Massif Central, France). – Arch. Hydrobiol. 118: 371–382.
- Mann, R. H. K. (1973): Observations on the age, growth, reproduction and food of the roach *Rutilus rutilus* (L.) in two rivers in southern England. – J. Fish. Biol. 5: 707–736.
- Matena, J. (1998): Diet Spectra and Competition Between Juvenile Fish in the Pelagic Zone of a Deep Stratified Reservoir During the First Year of Life. – Internat. Rev. ges. Hydrobiol. 83: 577–584.
- Müller, R. & H. J. Meng (1986): Factors governing the growth rate of roach *Rutilus rutilus* (L.) in pre-alpine Lake Sarnen. – Schweiz. Z. Hydrol. 48: 135–144.
- Muus, B. J. & P. Dahlström (1978): Süßwasserfische Europas. – BLV Verlagsgesellschaft m.b.H., München.
- Nauwerck, A. (1996): Fakultativ planktivore Fische im Mondsee und ihre Nahrung. – II. Die Rußnase (*Vimba vimba* [L.]) – Österr. Fischerei 49: 118–130.
- Nauwerck, A. (1995): The Danubian Bleak, *Chalcalburnus chalcoides mento* (Agassiz), and its food in Lake Mondsee (Upper Austria). – Limnologica 25: 91–103.
- Nauwerck, A. (1993): Migration strategies of crustacean zooplankton in Lake Mondsee. – Arch. Hydrobiol. Beih. 39: 109–122.
- Nauwerck, A. (1992): Zooplankton als Nahrungsbasis planktivorer Fische. – Endbericht BMLF Forschungsprojekt L 566/89, 41 pp.
- Nauwerck, A. (1989): Veränderungen im Fischbestand des Mondsees seit 1955. Ursachen – Wirkungen – Konsequenzen. – Österr. Fischerei 42: 276–285.
- Nauwerck, A. (1988): Veränderungen im Zooplankton des Mondsees 1943–1988. – Ber. Nat.-Med. Ver. Salzburg, 9: 101–133.

- Nauwerck, A., R. Mugidde and R. Ritterbusch (1990): Probebefischungen mit Multimaschennetzen und Mageninhaltsuntersuchungen an Seelauben (*Chalcalburnus chalcoides mento*) im Mondsee. – Österr. Fischerei 43: 152–161.
- Nilsson, N.-A. (1979): Food and habit of the fish community of the offshore region of Lake Vänern, Sweden. – Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 58: 126–139.
- Ponton, D. & D. Gerdeaux (1988): Quelques aspects de l'alimentation de deux poissons planktophages du Lac Léman: Le corégone (*Coregonus schinzii palea* Cuv. et. Val.) et le gardon (*Rutilus rutilus* [L.]). – Bull. Fr. Piscic. 308: 11–23.
- Ponton, D. & S. Stroffek (1987): Régime alimentaire des alevins de Gardons (*Rutilus rutilus* [L.]) dans un port du lac Léman. Comparaison avec la nourriture disponible. – Schweiz. Z. 49: 329–342.
- Prejs, A., K. Lewandowski and A. Stanczykowska-Piotrowska (1990): Size selective predation by roach (*Rutilus rutilus*) on zebra mussel (*Dreissena polymorpha*): field studies. – Oecologia 83: 378–384.
- Rask, M. (1989): A note on the diet of Roach, *Rutilus rutilus* L., and other cyprinids at Tvärminne, Northern Baltic Sea. – Aqua Fennica 19: 19–27.
- Sandlund, O. T., T. F. Naesje, L. Klyve and T. Lindem (1985): The Vertical Distribution of Fish Species in Lake Mjøsa, Norway, as shown by Gill-net Catches and Echo Sounder. – Rep. Inst. Freshw. Res. Drottningholm 62: 136–149.
- Townsend, C. (1988): Fish, fleas and phytoplankton. – New Scientist, 16 June 1988: 67–70.
- Vøllestad, L. A. (1985): Resource partitioning of roach *Rutilus rutilus* and bleak *Alburnus alburnus* in two eutrophic lakes in SE Norway. – Holarctic Ecology 8: 88–92.

DANKSAGUNG

Für Fischerei und Laboranalysen für diese Arbeit standen die Einrichtungen des Limnologischen Instituts der ÖAW zur Verfügung. Alexandra Drewo und Barbara Ber besorgten die Auszählung der Mageninhalte. Karl Maier war für die Fischerei zuständig und verfertigte die Abbildungen. Ihnen allen sei für ihre Mithilfe gedankt.

Fischereiwirtschaft und Fischereibiologie



Dr. Josef DALLA VIA
AQUA-FLOW Netzwerkleiter Österreich
Institut für Zoologie und Limnologie
der Universität Innsbruck
Technikerstraße 25 · A-6020 Innsbruck

Fax 051 2/5072930
Tel. 051 2/5076198

Pilgermuschelkultur auf Meeresbänken

Die Kultur von Pilgermuscheln breitet sich weltweit aus. Die Kulturmethoden sind unterschiedlich, die Heranzucht auf Meeresbänken dürfte jedoch unter europäischen Verhältnissen am meisten angewendet werden. Das Verfahren basiert auf der Aquakultur von Juvenilen (Sammeln des Laiches, Zuchtanstalt, Brutaufzucht), dem anschließenden extensiven Aussetzen der Brut auf dafür vorgesehenen Flächen entsprechend dem Potential des benthischen Ökosystems und einer strengen Kontrolle der Ernte. Die Muscheln wachsen langsam, so daß eine vorausschauende Planung notwendig ist (integrierte Küstenbewirtschaftung). Wissenschaftler aus vier europäischen Pilgermuschel-produzierenden Ländern sammelten während dieses

Projektes bei verschiedenen Gelegenheiten Erfahrungen. Sie tauschten Informationen aus und verbesserten das Zusammenwirken bei Maßnahmen zwischen verschiedenen nationalen und regionalen Behörden, die mit Muschelforschungsprogrammen befaßt sind. Außerdem wurden Feldbeobachtungen durchgeführt, die ein besseres Verständnis der örtlichen Probleme und Besonderheiten ermöglichen.

Drei wichtige Empfehlungen konnten herausgearbeitet werden. Sie beziehen sich auf biologische und sozio-ökonomische Fakten, die die Auswahl der Gebiete für das Aussetzen betreffen, die Größe der Juvenilen (Brut) und die Methoden zur Begrenzung der Sterblichkeit beim Aussetzen sowie der Verluste durch Räuber.

Zum ersten ist es wichtig, sich bei der Auswahl der Areale zum Aussetzen darüber im

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Österreichs Fischerei](#)

Jahr/Year: 1999

Band/Volume: [52](#)

Autor(en)/Author(s): Nauwerck Arnold

Artikel/Article: [Fakultativ planktivore Fische im Mondsee und ihre Nahrung II. Das Rotaugen \(Rutilus rutilus \[L.\]\) 17-29](#)